

SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

2005

MÉMOIRE
XXXVII

*La première métallurgie en France
et dans les pays limitrophes*

CARCASSONNE • 28-30 SEPTEMBRE 2002

Actes du colloque international

sous la direction de

PAUL AMBERT et JEAN VAQUER



Ouvrage publié par la Société préhistorique française, avec le concours
du Conseil Général de l'Aude, de l'ADREUC et des Amis de Cabrières

La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes

**CARCASSONNE
28-30 SEPTEMBRE 2002**

ACTES DU COLLOQUE INTERNATIONAL

sous la direction de
PAUL AMBERT et JEAN VAQUER
(Centre d'Anthropologie, Toulouse)

RÉUNION ORGANISÉE DANS LE CADRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ÉTÉ DE CARCASSONNE,
DU PCR "MINES ET MÉTALLURGIES PRÉHISTORIQUES DU MIDI DE LA FRANCE"
ET DES JOURNÉES DÉCENTRALISÉES
DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

MÉMOIRE XXXVII
DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

Ouvrage publié par la Société Préhistorique Française
avec les concours du Ministère de la Culture (Sous-Direction de l'Archéologie)
du Conseil Général de l'Aude, de l'ADREUC et des Amis de Cabrières

En couverture : Coupe du foyer-cuvette de métallurgiste n° 1 du site du début du III^e millénaire B.C.
de La Capitelle du Broum (Péret-Hérault).
Ce “four” permet de transformer les minerais de cuivre (malachite + tétraédrite) en cuivre métal.
Le liseré vert, situé sensiblement au premier tiers du foyer, souligne, avec la dissymétrie
de la cuvette, l’emplacement d’une opération métallurgique (Photographie P. Ambert).
Metallurgical furnace from the third millenary before christ.
La Capitelle du Broum South-France (doc. P.A).

Avant-propos

Ce colloque organisé par Paul Ambert et Jean Vaquer (Centre d'Anthropologie, UMR 8555 CNRS-EHESS Toulouse) s'est tenu du 28 au 30 Septembre 2002 dans le cadre de l'Université d'Eté de Carcassonne, du PCR "Mines et métallurgie préhistoriques du midi de la France" et des journées décentralisées de la Société Préhistorique Française.

Il a reçu l'aide financière ou technique de nombreux organismes :

- l'Association des Amis de Cabrières, dont les membres ont préparé et encadré plus particulièrement l'excursion aux mines et aux sites métallurgiques de Cabrières-Péret ;
- l'ADREUC, Association pour le Développement des Rencontres et Échanges Universitaires et Culturels dont la dynamique secrétaire Annie Boisselier a assuré de main de maître l'ensemble de la logistique en amont et pendant le Colloque à Notre-Dame de l'Abbaye à Carcassonne ;
- la Société Préhistorique Française, et en particulier Jean Leclerc, responsable de ces journées décentralisées, pour son accueil et sa confiance ;
- la Direction Régionale des Affaires Culturelles, Service Régional de l'Archéologie de Languedoc-Roussillon ;
- le Conseil Général de l'Aude ;
- le Conseil Général de l'Hérault ;
- le Centre d'Anthropologie de Toulouse CNRS-EHESS, Université Paul Sabatier et Université du Mirail ;
- le PAI Picasso Franco-Espagnol entre les Universités de Toulouse (resp. J. Vaquer) et de Valladolid (resp. G. Delibes de Castro) ;
- le PAI Procope Franco-Allemand entre les Universités de Toulouse (resp. P. Ambert) et de Fribourg en Brisgau (resp. Ch. Strahm) ;
- la municipalité de Péret et la cave coopérative de Cabrières.

À toutes ces institutions et à toutes les personnes qui de près ou de loin ont participé au succès de ces trois journées nous adressons nos plus vifs remerciements. Nous n'aurons garde d'omettre que rien n'aurait été possible sans l'accord préalable de J. Leclerc et des membres du bureau de la Société Préhistorique Française, qui ont libéralement attribué à notre initiative le label de journées décentralisées de la Société Préhistorique Française.

Sur vingt-trois communications et dix-huit posters présentés en séance, nous avons reçu au bout du compte, sensiblement un an après la tenue du Colloque, vingt-sept communications écrites. Cela nous semble un beau résultat qui s'est aussitôt révélé un gros challenge. La Société Préhistorique Française n'acceptant que des articles en français dans ses colonnes (assorti il est vrai depuis peu d'un long abrégé en anglais), une simple relecture de la plupart des manuscrits des collègues étrangers traduits en français, en fonction des opportunités se sont avérés difficilement publiables en l'état. Les deux secrétaires du colloque (P. Ambert et J. Vaquer), désireux de donner aux lecteurs de langue française, un document de référence concernant la

première métallurgie de l'Europe de l'Ouest, décidèrent une relecture, qui s'est soldée parfois par une transformation profonde du style des textes initiaux. Elle a porté *in fine* sur dix-sept des vingt-sept manuscrits reçus. En plus des deux secrétaires du colloque, de nombreuses personnes ont participé à cette lourde tâche, plus particulièrement Claude Requirand, pour la mise aux normes informatique de la plupart des illustrations, Laurence Bouquet, Denis Dainat, tous trois membres des Amis de Cabrières, enfin Pascale Giraud et Evelyne Tessier du Centre d'Anthropologie CNRS et EHESS-Toulouse ont assuré, la première une relecture soignée de bon nombre des manuscrits, la seconde la mise aux normes de quelques illustrations.

Ainsi, réaménagés, refondus et débarrassés des scories grammaticales et orthographiques, les textes ont été classés en quatre groupes géographiques (autour de Cabrières, suivi de l'état des recherches en France méridionale, puis en Ibérie et dans la Péninsule Italienne), précédés par la publication des trois conférences inaugurales de E. Sangmeister, Ch. Strahm et W. O'Brien.

C'est ainsi que le Professeur Sangmeister, nous propose une synthèse renouvelée de la métallurgie européenne, à partir des milliers d'analyses métallographiques qu'il nous laissera en héritage. Dans le même temps, Ch. Strahm s'est essayé à une relecture des origines de la métallurgie française, au travers des concepts véhiculés par les tenants de la New Archaeology. Enfin, W. O'Brien propose un état actualisé de ses découvertes minières et métallurgiques à Killarney (Irlande), fondement de l'extraordinaire métallurgie chalcolithique des Îles Britanniques.

Les travaux concernant les nouvelles découvertes du district métallurgique de Cabrières-Péret sont illustrés par six communications. Trois d'entre elles (Ambert *et al.*, Bourgarit *et al.*, Cert) illustrent l'importance du site de la Capitelle du Broum. Elles confirment son statut de plus vieux site métallurgique de France, avec ses foyers-cuvettes en guise de "fours", ses outils spécifiques et son importante production métallurgique. Deux autres (Castaing *et al.*, Maass), consacrées au domaine minier, sont dévolues à l'accréditation de l'abattage des roches dures par le feu au sein de cavités minières, dès le Chalcolithique. La dernière contribution (Prange *et al.*) inaugure les études par la méthode des isotopes du Plomb. Elles permettent la comparaison entre les minerais des mines et ceux des sites métallurgiques du district de Cabrières-Péret d'une part et, d'autre part, avec les objets métalliques de l'âge du Cuivre languedocien.

La seconde partie de ces actes rassemble cinq contributions concernant la métallurgie du Midi de la France. Elles font alterner des synthèses régionales (en Languedoc oriental- Gutherz *et al.*) et Aquitaine, J. Roussot-Larroque), ou attirent au contraire l'attention sur des objets peu connus (haches plates décorées). P. Rostan et G. Mari proposent un premier point sur la documentation de la mine protohistorique de Roua (Alpes-Maritimes), tandis que G. Durenmath relie "technologie céramique et savoirs métallurgiques" dans la seconde moitié du III^e millénaire av. J.-C.).

Les mines et la métallurgie espagnoles sont illustrées par huit communications. Leur variété, tant thématique, que géographique ou chronologique, est étonnante. Elle montre la richesse et les potentialités qu'offrent à de nouvelles recherches la plupart des régions ibériques. Delibes *et al.* font ainsi le point pour le bassin du Duero. I. Montero tente d'étayer et de valider la surprenante métallurgie du V^e millénaire BC de Cerro Virtud, au travers de plusieurs indices, découverts pour la plupart anciennement. Les arguments avancés ont suscité en séance des discussions et des réserves. Il en a été de même pour la métallurgie des Baléares, l'attribution au Chalcolithique des kilos de scories superficielles, non datées, méritant confirmation.

Les travaux de M. De Blas et de J. Bosch *et al.* fournissent pour la première fois en français, une étude détaillée pour la première, synthétique pour la seconde, des deux mines les plus remarquables découvertes à ce jour en Espagne. Le complexe de l'Âge du Bronze del Aramo atteint des dimensions impressionnantes. Désormais grâce aux travaux récents, les mines de "callaïs" de Gava, Barcelone, par leur taille et leur profondeur (18 m), soulignent le savoir-faire minier acquis préalablement à l'apparition

de la métallurgie. Cette dernière, ouverte au public, nécessite la visite. Une mention toute particulière doit être faite à la note de M. Leblanc, qui met fin à l'incertitude de l'âge des premières exploitations minières du Rio Tinto. C'est au détour d'une recherche environnementale, fondée sur une campagne de forages dans l'estuaire du Rio Tinto, qu'une pollution minière chalcolithique a été détectée et datée du III^e millénaire avant J.-C. D'autre part, les deux travaux de S. Rovira, l'un expérimental, l'autre réflexif, nous interpellent, en visant à approfondir, au travers des exemples espagnols, certaines des facettes, peu ou mal exprimées de la métallurgie de la France méridionale.

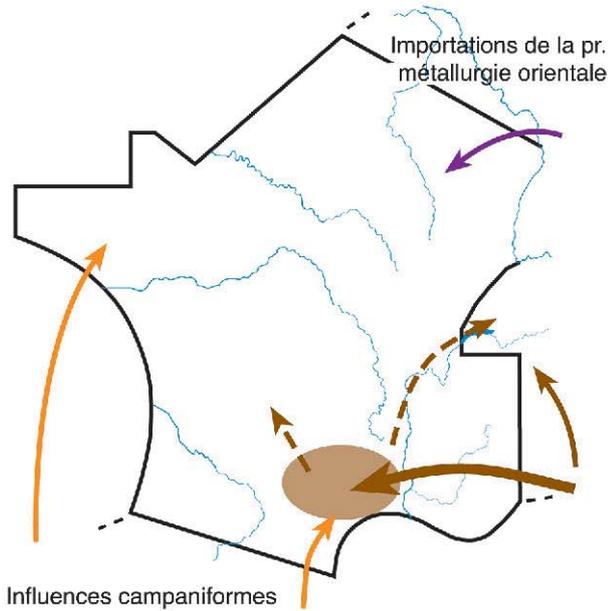
Enfin, cinq communications sont consacrées à l'arc Alpin. L'Allemagne, avec le travail de D. Miska, nous apporte une contribution originale, sur le débat ouvert de l'impact des premières métallurgies sur la déforestation. Nous y trouvons deux synthèses, l'une du Professeur C. De Marinis, concernant les premières métallurgies de l'Italie du Nord, l'autre d'un jeune chercheur (D. Steiniger) dévolue à l'Énéolithique en Italie. R. Maggi et M. Pearce nous offrent un nouvel état de leurs travaux dans les mines de cuivre du IV^e millénaire de Libbiola et de Monte Loreto (Gênes). Enfin, M. Rossi et A. Gattiglia ont entrepris une révision des productions de type de Remedello hors d'Italie, et en particulier en France, où elles pourraient indiquer, compte tenu de leur ancienneté, une influence italienne dans le développement de la première métallurgie française. Soulignons qu'à ce titre l'hypothèse n'en sort pas renforcée.

Ce colloque visait dès sa conception à fournir un état des lieux et des connaissances renouvelés, en langue française, de la première métallurgie française et de celle des pays limitrophes. À ce terme, il nous paraît que l'objectif initial est atteint.

Paul AMBERT et Jean VAQUER

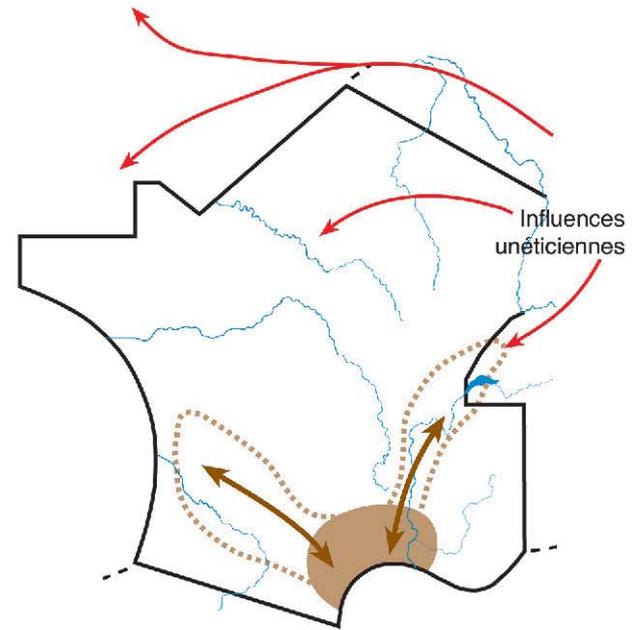
Situation 3000-2500 BC cal

Introduction de la métallurgie et première expansion :
Formation du Chalcolithique



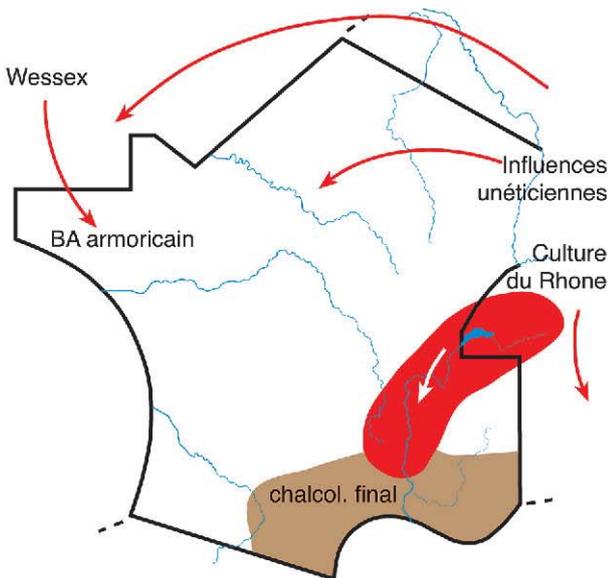
Situation 2500-2100 BC cal

Développement du Chalcolithique



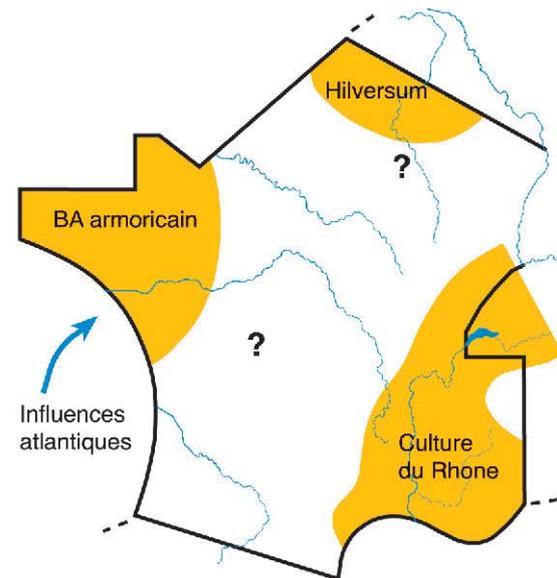
Situation 2100-1800 BC cal

Début du Bronze ancien



Situation 1800 BC cal

Les cultures du Bronze ancien évolué



Pl. I – L'évolution de la première métallurgie en France entre 3000 et 1800 BC cal : Influences et développement (art. C. Strahm).



Pl. II – n° 1 : vue générale du gisement de La Capitelle du Broum (1 : secteur des foyers-cuvettes ; 2 : cabane à murs à double parement ; 3 : secteur du fossé ; 4 : Capitelle éponyme) ; **n° 2 :** position de la mine préhistorique des Neuf Bouches par rapport au site de La Capitelle du Broum ; **n° 3 :** foyer-cuvette n° 10 ; **n° 4 :** structure foyère avec les restes de pavage (1 : position d'une lingotière ; 2 : cendrier (art. P. Ambert *et al.*)).

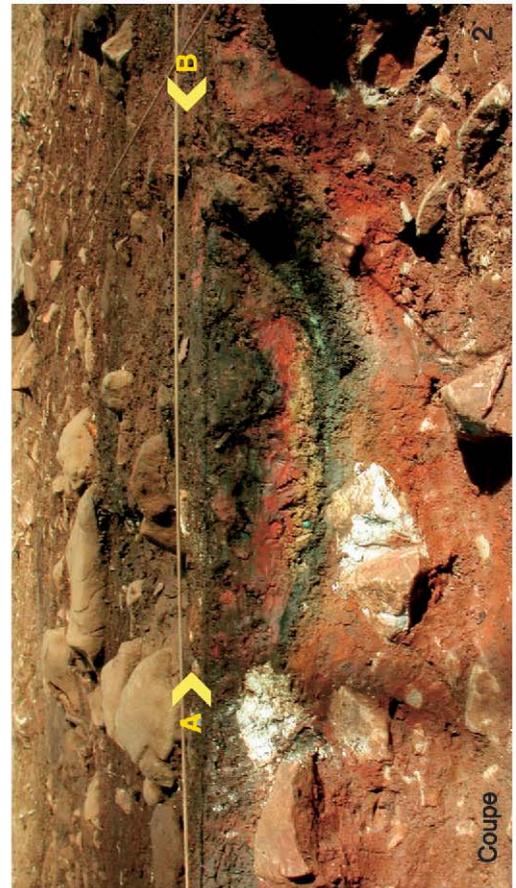
**Capitelle
du Broum
Aires de
métallurgistes**

Pl. III.

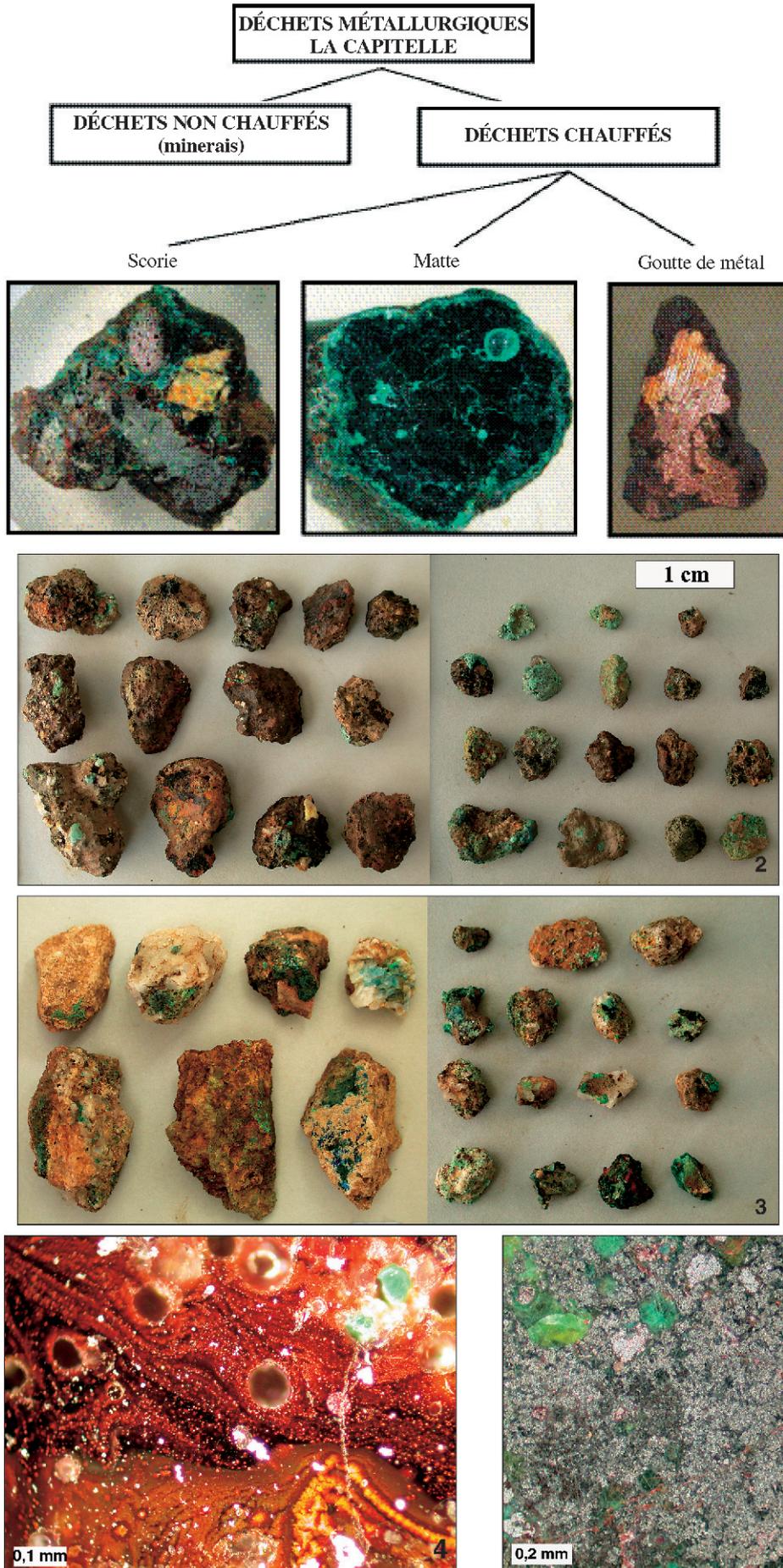
n°1 et 2 : foyer-cuvette 1 avec sa couverture de minerai fondu vue zénithale et en coupe ;

n°3 et 4 : foyer cuvette 19. Noter en 3, le parement de pierres plantées formant arceau (art. P. Ambert *et al.*).

Structure 1



Structure 19



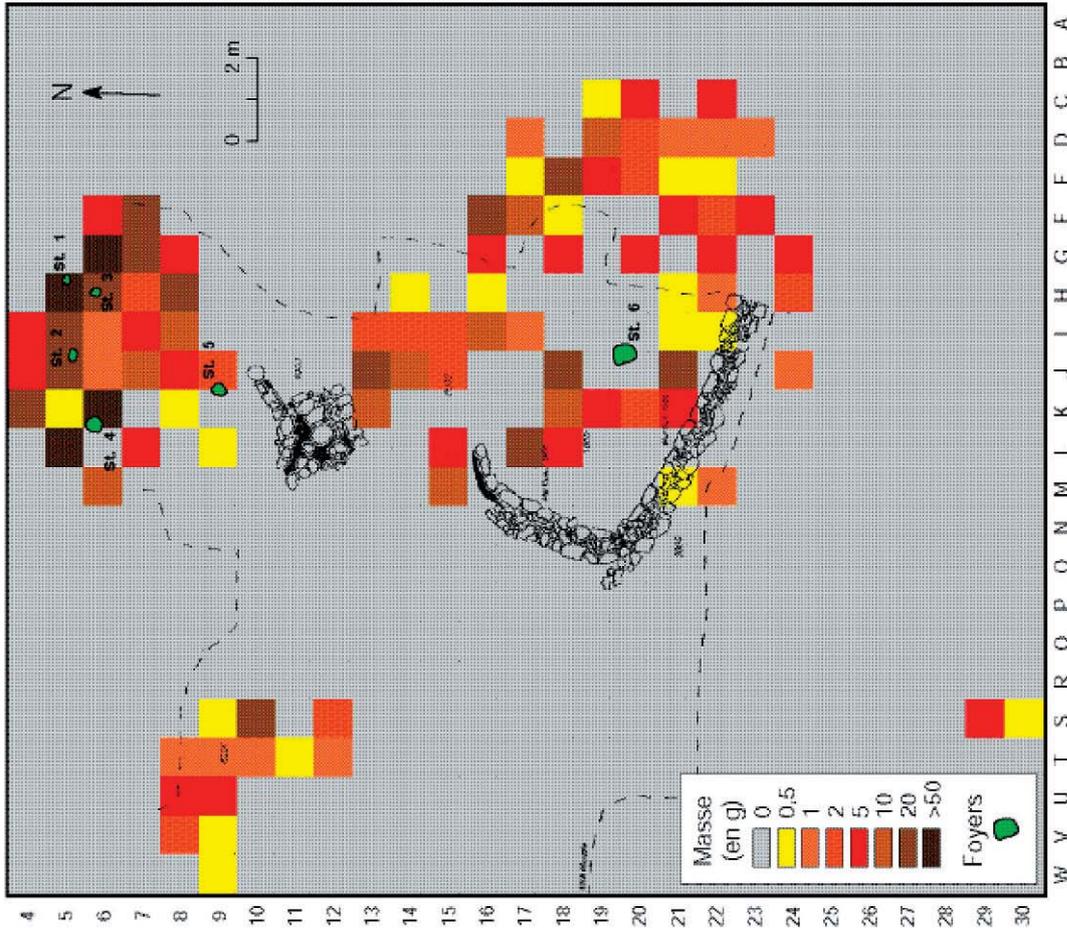
Pl. IV.

n° 1 : vue en coupe des trois types de déchets métallurgiques chauffés (densité en g/cm³). Scorie : les scories sont partiellement vitrifiées, de faible densité (< 2,7) et de structure très hétérogène (largeur de l'image environ 3 cm). Matte : ce type de déchet est généralement décrit en métallurgie extractive sous le terme de "matte" : d'aspect extérieur semblable aux gouttes de cuivre métallique mais de densité inférieure (2,7 < d < 4), ces déchets s'avèreront en effet être des sulfures de cuivre, souvent accompagnés à leur périphérie de restes de scorie (largeur de l'image environ 2 cm). Goutte de métal : gouttes de cuivre métallique plus ou moins fortement corrodées (largeur de l'image environ 1 cm);

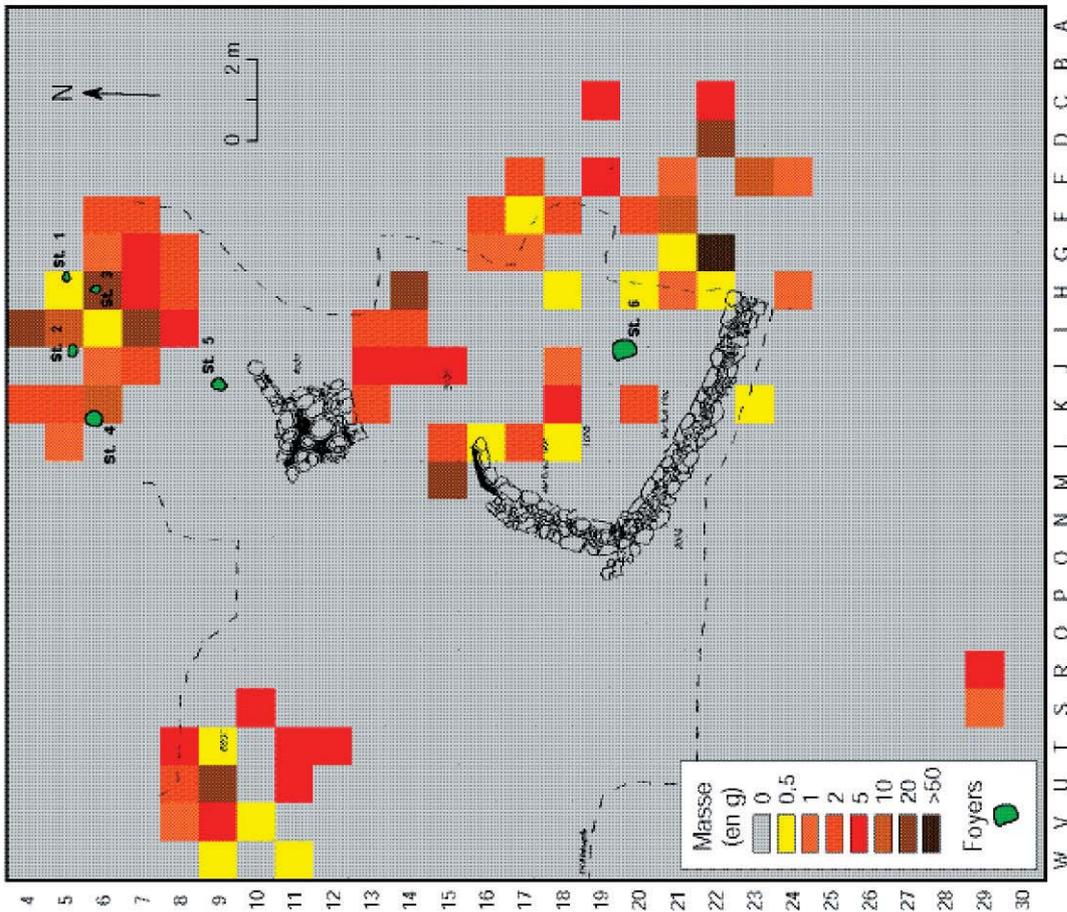
n° 2 et 3 : vue générale d'exemples caractéristiques des 2 grands types de déchets trouvés sur l'ensemble du site de la Capitelle (fouilles 2001-2002) : n° 3 déchets non chauffés (fragments de minerais), n° 2 déchets chauffés;

n° 4 et 5 : différentes microstructures des zones fondues des scories, vue en microscopie optique (MO) et au MEB en électrons rétrodiffusés (contraste en fonction de la masse atomique). 4, MO : la phase amorphe peut occuper l'essentiel de la zone fondue, elle apparaît alors rouge; noter les amas de cuprite Cu₂O en jaune-orange. 5 MO : cette forte cristallisation rend alors une image grise. (art Bourgarit et Mille)

B : DECHETS CHAUFFES

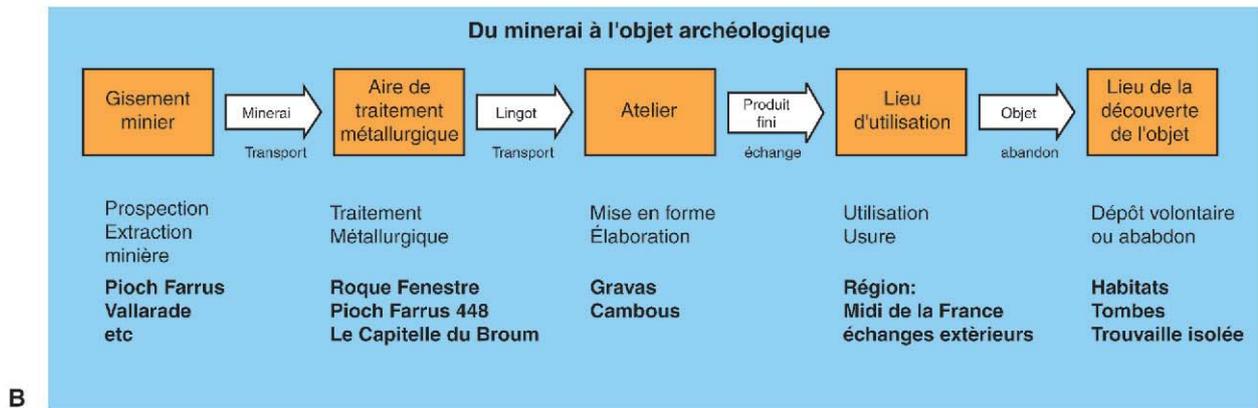
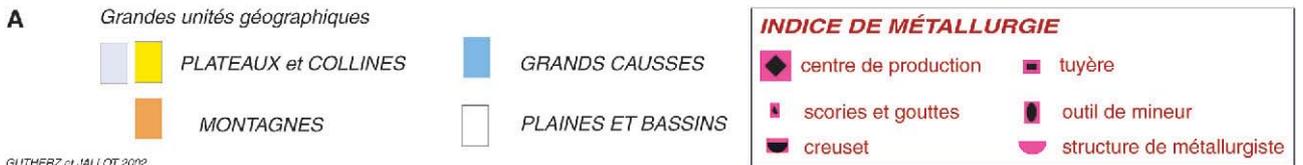
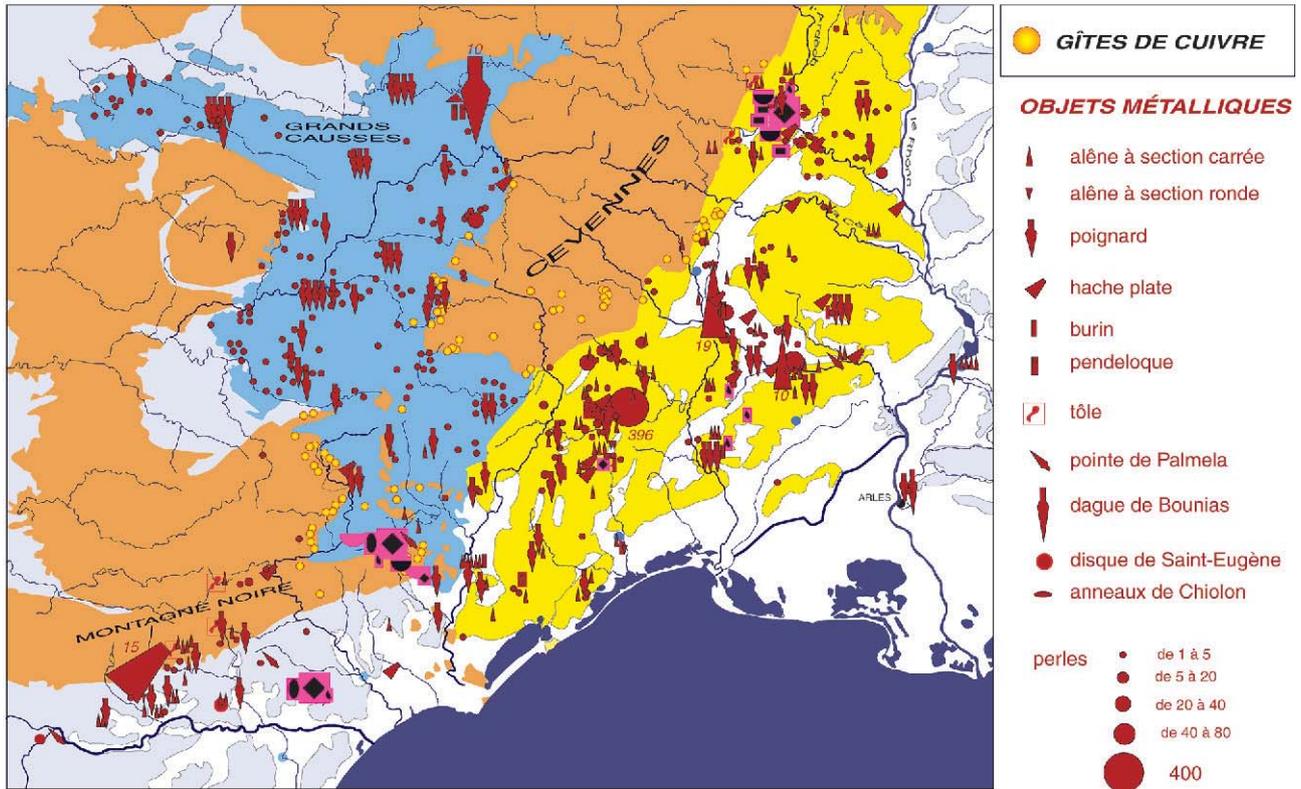


A : DECHETS NON CHAUFFES



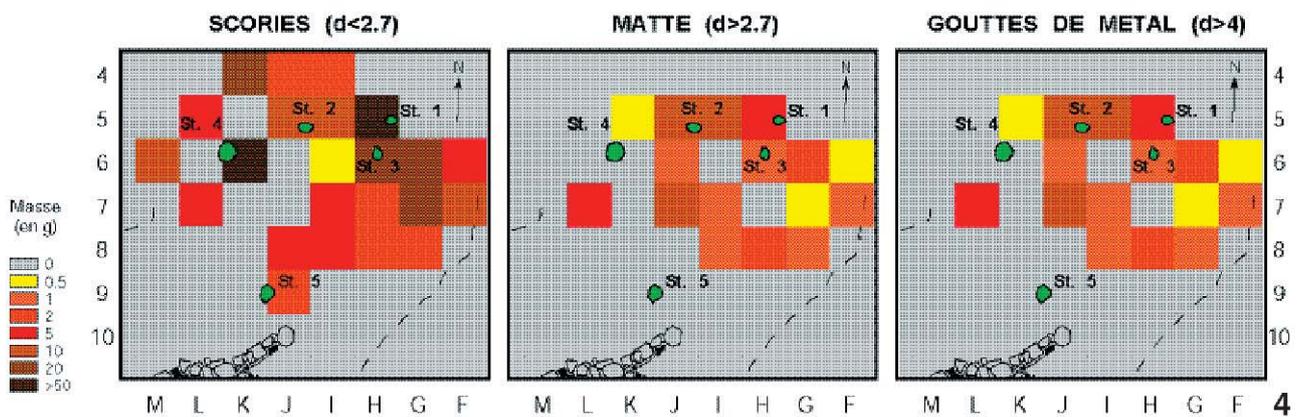
Pl. V – Distribution spatiale en masse des 2 grands types de déchets trouvés sur l'ensemble des zones fouillées du site de la Capitelle (fouilles 2001-2002) : a) déchets non chauffés (fragments de minerais) ; b) déchets chauffés (art Bourgarit et Mille)

CARTE DE RÉPARTITION DES RESSOURCES MINÉRALES, SITES DE PRODUCTION ET OBJETS MÉTALLIQUES CHALCOLITHIQUES DU LANGUEDOC ET GRANDS CAUSSES



La chaîne opératoire théorique de la métallurgie et son témoignage dans le district de Cabrières-Péret

Pl. VI – n° 1 : carte de répartition des ressources minérales, sites de production et objets métalliques chalcolithiques du Languedoc et Grands causses (Art Guthertz et Jallot); **n° 2** : modèle de la production métallurgique (art. C. Strahm).

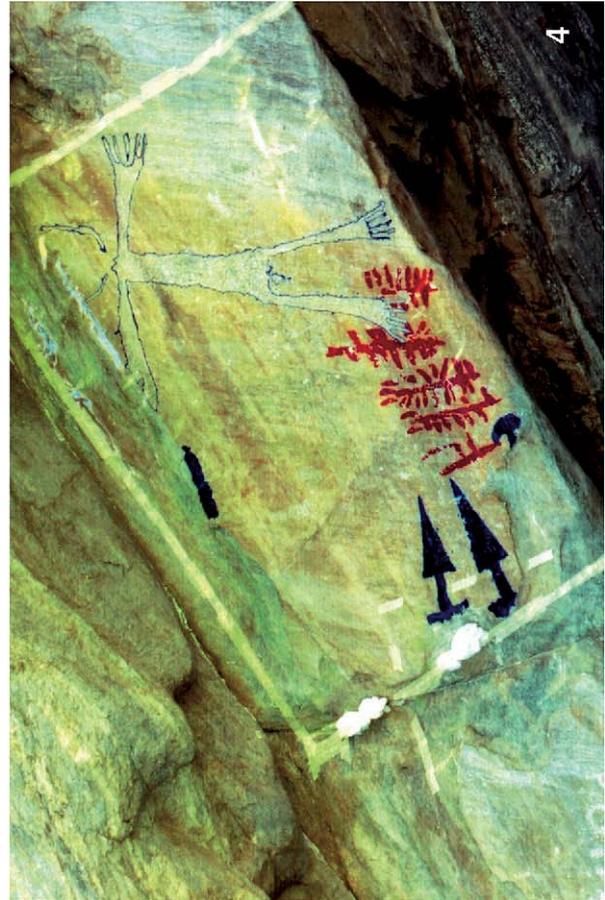


Pl. VII – n° 1 : mines préhistoriques de variscite de Gava ; n° 2 : collier de Variscite (Bobila Padro, Musée de Sabadell) ; n° 3 : statuette féminine en céramique (Musée de Gava) art Bosch ; n° 4 : distribution spatiale en masse des 3 types de déchets métallurgiques chauffés (scorie, matte, métal) trouvés dans la zone des foyers, la Capitelle (fouilles 2001-2002) (art. Bourgarit et Mille).



Pl. VIII.

n° 1 : cuvettes
 "fours" dans l'atelier
 campaniforme de
 Ross Island, utilisés
 pour le traitement
 thermique des mine-
 rais de cuivre (com-
 plète postérieurement
 par une séparation
 dans l'eau);
 n° 2 : petit "four" en
 pierre utilisé pour
 fondre le minerai de
 cuivre dans l'atelier
 campaniforme de
 Ross Island
 (O'Brien);
 n° 3 : les poignards
 de Remedello de
 l'abri des Oullas
 (Hautes-Alpes);
 n° 4 : la fresque de
 l'Abri des Oullas (art.
 Gattaglia et Rossi).



I.
Conférences introductives

Les débuts de la métallurgie dans le sud-ouest de l'Europe : l'apport de l'étude des analyses métallographiques

Edward SANGMEISTER

Résumé

Cet article passe en revue la première métallurgie du sud-ouest de l'Europe qui repose sur près de 5 000 analyses d'objets en métal des Âges du cuivre et du bronze ancien. Ces objets sont subdivisés en 63 groupes correspondant à diverses variétés de cuivre, depuis le cuivre natif jusqu'aux cuivres arsenicaux tirés des falherz, avec ou sans nickel. L'étude des falherz est d'un grand intérêt pour répondre à la question suivante : pourquoi les objets fabriqués à partir des minerais de Cabrières ont-ils migré dans les régions voisines, voire dans d'autres pays ? Une première réponse peut être proposée : ce qui distingue les métallurgies de la Péninsule Ibérique d'une part, du Rinaldone Italien et de Cabrières d'autre part, c'est que la première de ces métallurgies utilise plusieurs types de minerais arséniés, alors que les deux autres exploitent des falherz. Les productions de ces derniers sont si proches qu'une influence entre les deux est hautement vraisemblable. Restent à résoudre les problèmes de chronologie.

Abstract

The paper is part of a larger study of the early metallurgy in South West Europe. About 5000 metal analyses of Chalcolithic and early Bronze Age artefacts are the basis. They were grouped into 63 groups. These should correspond to the products of as many variants of copper ores ranging from pure copper through arsenical into Fahlore copper, all without or with nickel. Only the Fahlore coppers are of interest, when the question shall be answered, whether the "know-how" of manufacturing the Cabrières ores might have been brought to the south of France from a foreign region. The preliminary answer is: In the Iberian peninsula only variants of arsenical copper were used, while the Fahlore copper of the Italian Rinaldone Culture is so similar to that of Cabrières that influence from there is highly probable. But here the chronological situation should be discussed.

INTRODUCTION

La question de l'origine de la métallurgie dans le midi de la France se pose depuis la découverte des mines de Cabrières. L'exploitation et la transformation des minerais sont-elles nées d'une initiative locale ou de l'intervention de spécialistes extérieurs à la région ?

Le minerai tiré des mines de Cabrières fait partie du groupe des cuivres gris à haute teneur en antimoine et en argent. Or la transformation d'un minerai de ce type est un processus complexe qui nécessite un grand savoir-faire, ce qui nous fait pencher en faveur de la deuxième hypothèse. Dans le sud-ouest de l'Europe, seules les cultures de Remedello et de Rinaldone, en Italie, ainsi que les cultures pré-campaniformes de la

Péninsule Ibérique sont susceptibles d'avoir disposé de ce savoir-faire. Dans ces deux régions, la métallurgie du cuivre débute avant 3100 avant notre ère. Elle est donc antérieure à celle du sud de la France.

À partir de l'étude des analyses métallographiques d'objets du Chalcolithique et du Bronze ancien, nous allons décrire les débuts de la métallurgie dans ces deux régions afin d'essayer de mettre en évidence d'éventuelles relations avec le sud de la France.

ANALYSE DES RÉSULTATS

L'échantillonnage est constitué de 5000 analyses réalisées sur des objets découverts dans la Péninsule Ibérique, dans le sud de la France et en Italie. Nous avons également tenu compte des analyses faites pour la Suisse occidentale, région qui entretient alors des rapports étroits avec l'Italie et le sud de la France.

Pour pouvoir utiliser ces données, il est nécessaire, dans un premier temps, de classer les objets analysés et de les regrouper d'après leur composition. Pour cela, nous disposons de nos jours d'un outil essentiel : l'analyse ascendante hiérarchique. Cependant, pour différentes raisons que nous n'exposerons pas ici nous préférons utiliser une méthode graphique qui combine les résultats des six diagrammes double logarithmiques pour les éléments arsenic, antimoine, argent et nickel.

Les 68 groupes obtenus ne sont que des unités statistiques qui décrivent des spectres caractéristiques d'impuretés. La composition spécifique d'un spectre précis permet de reconstituer le minerai qui a constitué la matière première pour la production des objets de ce groupe. Nous ne reviendrons pas ici sur les arguments en faveur ou contre une telle démarche. Dans certains cas, cependant, nous aborderons la question des taux de probabilité.

Pour caractériser les 68 groupes, nous disposons pour chaque élément de cinq valeurs : la médiane, la limite basse et la limite haute du rang inter-percentile à 80 %, le minimum et le maximum. Nous nous limiterons dans cette étude à 42 des 68 groupes. Chacun de ces ensembles est décrit à l'aide d'un histogramme qui représente la valeur des médianes pour les éléments arsenic, antimoine, argent et nickel.

La première rangée de la figure 1 montre les groupes qui correspondent aux cuivres purs : cuivre natif ou résultant de la transformation de malachite et d'azurite.

La deuxième rangée regroupe les cuivres arséniés et sans nickel obtenus à partir de minerais provenant de différents types de gîtes. L'arsenic y domine toujours. L'argent fréquent, est cependant absent dans le groupe 55 mais peut aussi atteindre 0,1 % dans le groupe 53. L'antimoine est rare : on ne le trouve que dans les groupes 56 et 61 (0,01 %).

Le terme "cuivre arsénié avec nickel" a un sens purement descriptif. En effet, nous n'avons connaissance d'aucune étude consacrée à ce type de cuivre¹. Ceci est aussi valable pour le "cuivre arsénié avec antimoine" (4^e rangée) dont une des variantes contient du nickel. Le point commun à ces derniers cuivres est

le taux d'arsenic dont la médiane se situe vers 1,0 % et le taux d'antimoine compris entre 0,01 et 0,1 %.

La 5^e rangée est constituée de différents groupes : 10, 11 et 12 sont des exemples typiques de cuivres gris avec antimoine et argent. 14, 18 et 19 sont des minerais du même type mais avec du nickel. La question de l'origine du nickel reste entière puisqu'il existe dans la région d'étude des minerais qui présentent certes de fortes teneurs en nickel, mais sans antimoine ni argent².

Les groupes de la 6^e rangée sont particulièrement intéressants dans la mesure où le groupe 24 représente les minerais de Cabrières. Ceci est également le cas pour le groupe 20 alors que le groupe 26 représente des objets italiens. Tous ces groupes ont pour caractéristique de contenir de l'arsenic qui, cependant, n'est en quantité significative que dans le groupe 26. Trois groupes contiennent du nickel : ils sont constitués d'objets qui proviennent d'Italie pour les groupes 22 et 31 et du midi de la France en ce qui concerne le groupe 30.

Les groupes de la 7^e rangée correspondent à des "cuivres gris avec nickel". Tous les éléments sont généralement représentés de manière égale avec des médianes situées vers 1 %. Les groupes 69 et 71, avec un faible taux d'argent, ainsi que le groupe 76 avec un faible taux d'arsenic, font ici figures d'exception.

Si l'on admet que les groupes représentent des variétés de cuivre aux propriétés particulières (variétés déterminées par la nature de la matière première et de la transformation), il doit être possible de trouver d'autres arguments allant dans ce sens. Nous pouvons par exemple envisager d'examiner la répartition et la position chronologique de ces produits. Sur les cartes ci-jointes la proportion de chaque variété de cuivre est représentée sous la forme d'un grisé plus ou moins sombre.

Nous nous intéresserons d'abord à deux variétés de cuivres arséniés (fig. 2,1 et 2,2). Le groupe 53, caractérisé par un taux important d'argent, est présent principalement en Italie du Nord et dans une moindre mesure en Italie centrale, dans le sud de la France, en Suisse et en Sardaigne. Il s'agit du cuivre de Remedello, attesté dans certaines sépultures d'Italie centrale et du sud de la France (Orgon par ex.). Le groupe 55 fait partie des cuivres arséniés les mieux représentés dans la Péninsule Ibérique. Il est surtout présent dans le sud de la Péninsule où il apparaît dès le début du Chalcolithique pour être utilisé durant l'ensemble du Bronze ancien. Le groupe 55 n'est que relativement peu représenté en dehors de la moitié sud de la Péninsule Ibérique et est souvent lié à des types d'objets attribuables au Campaniforme (pointe de Palmela).

Parmi les cuivres arséniés à fort taux de nickel, nous ne présenterons ici que les groupes 58 et 64 (fig. 2,3 et 3,1). Le groupe 58 est une deuxième variété de cuivre de Remedello qui n'a été identifié qu'en Italie du Nord et en Toscane. Le groupe 64 possède une répartition comparable à celle du groupe 55. Ces deux variétés sont attribuables au Chalcolithique.

La répartition des groupes 45 et 40 (fig. 3,2 et 3,3) souligne la pertinence de la différenciation entre les cuivres arséniés à antimoine et les cuivres arséniés

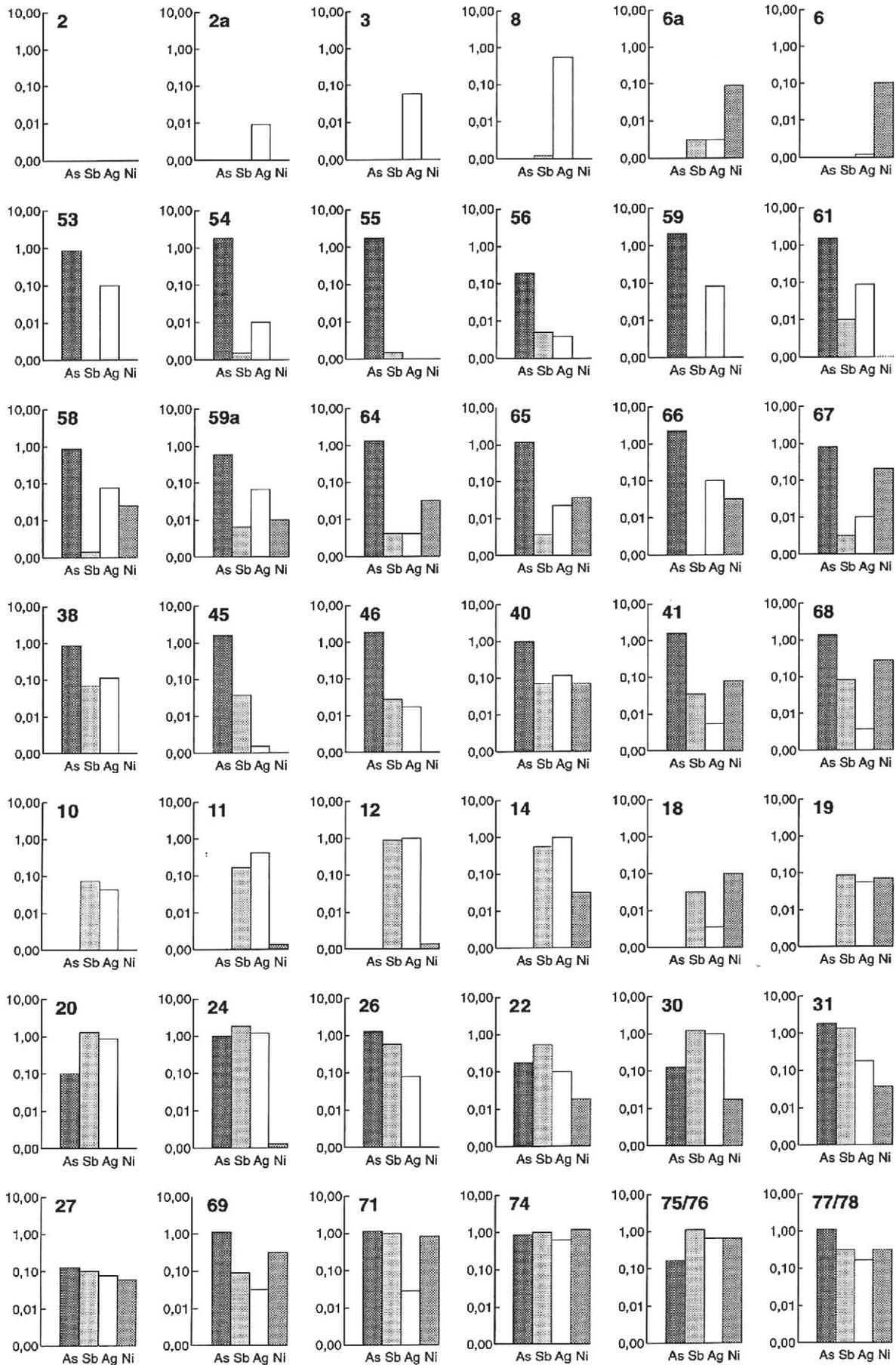


Fig. 1 – histogrammes des valeurs médianes pour l'arsenic (As), l'antimoine (Sb), l'argent (Ag) et le nickel (Ni) pour une sélection de 42 groupes.

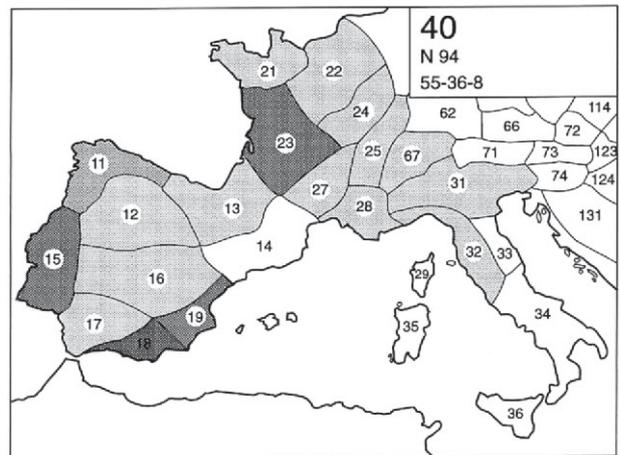
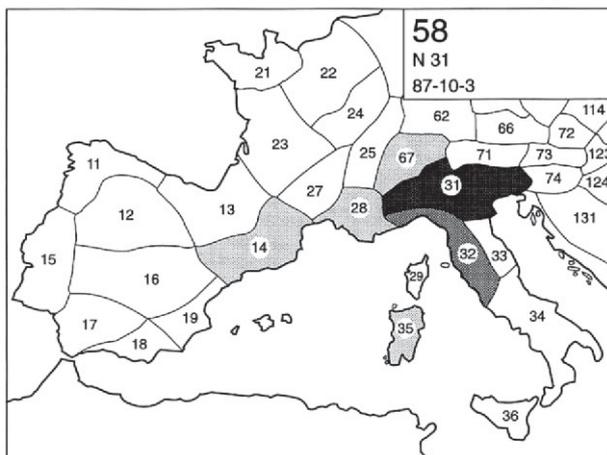
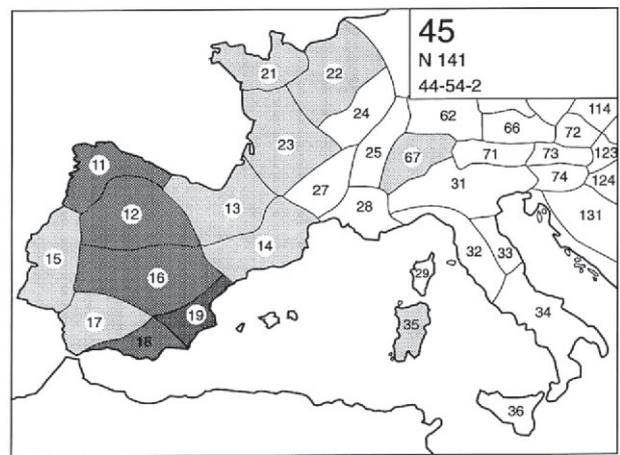
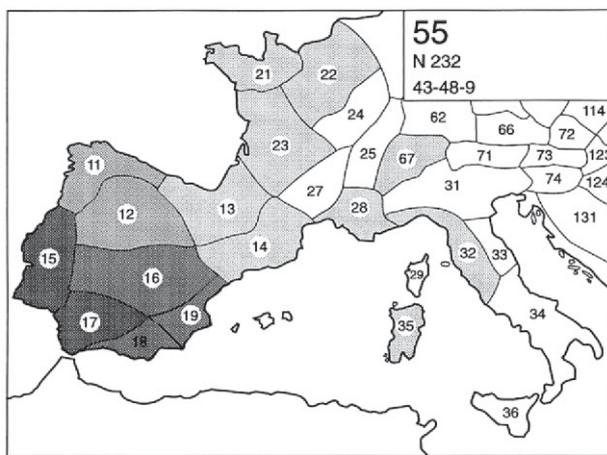
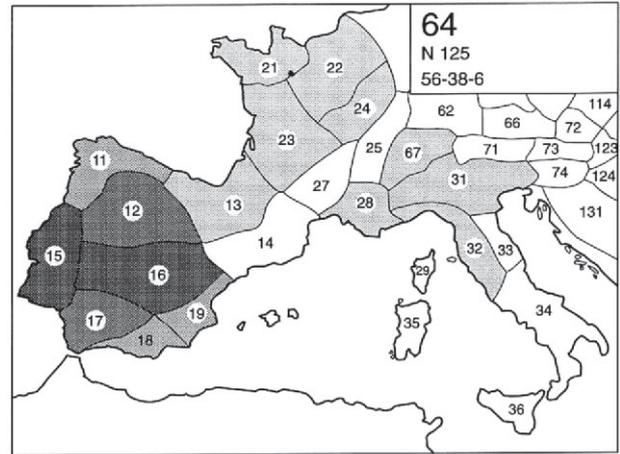
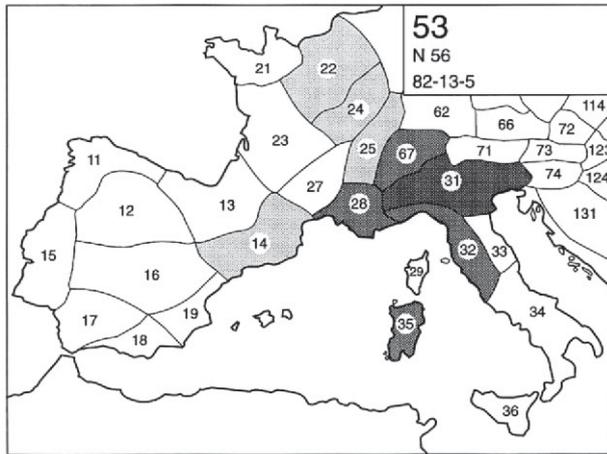


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 2 à 6 – cartes de répartition des 12 groupes sélectionnés. Les chiffres qui figurent dans le cadre, en haut à droite des cartes, précisent le numéro du groupe représenté (chiffre du haut), le nombre d'analyses dont il a fait l'objet (n) et le pourcentage des objets chalcolithiques (en bas à gauche), Bronze ancien (en bas au milieu) et non datés (en bas à droite). *Gris clair* : classe logarithmique inférieure à la classe de la valeur d'équipartition de 5,3 %. *Gris* : classe logarithmique égale à la valeur d'équipartition. *Trois tons de gris foncé* : classes logarithmiques 1-3.

simples. Si les deux groupes sont localisés sur le sud-ouest de la Péninsule Ibérique, leur répartition présente par contre des différences notables. Le groupe 45, constitué de types en grande partie attribuables au Bronze ancien, est bien représenté dans la zone médiane de la Péninsule Ibérique. Le groupe 40

(Chalcolithique) connaît une zone de répartition secondaire dans le sud du Portugal ainsi que dans l'ouest de la France.

Les groupes 12 et 14 ont des zones de répartition intéressantes (fig. 4,1 et 4,2). Tous deux sont constitués d'objets attribuables dans leur plus grande partie au

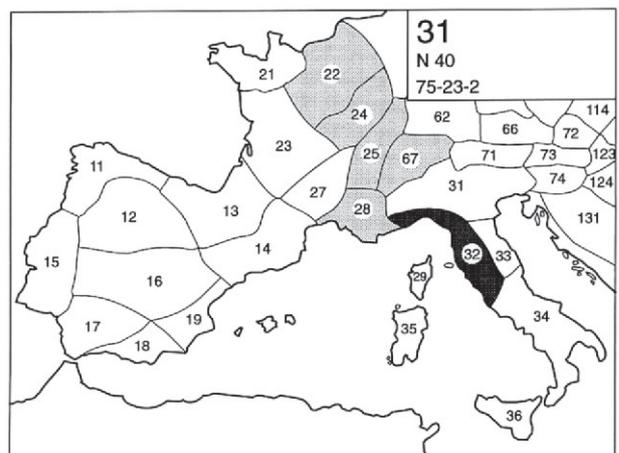
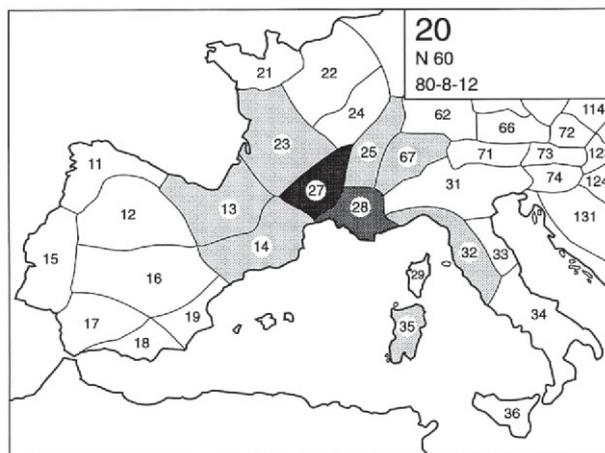
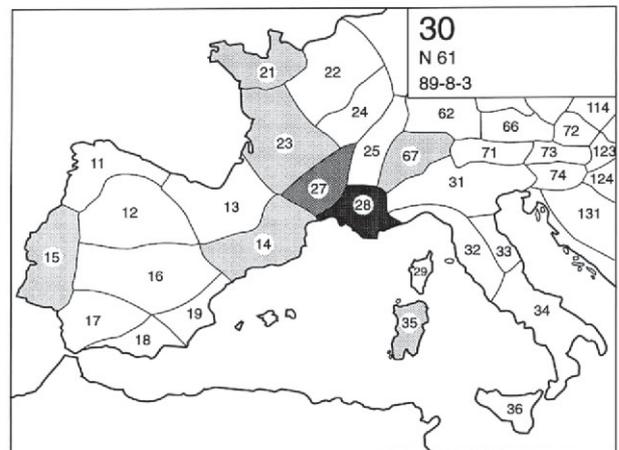
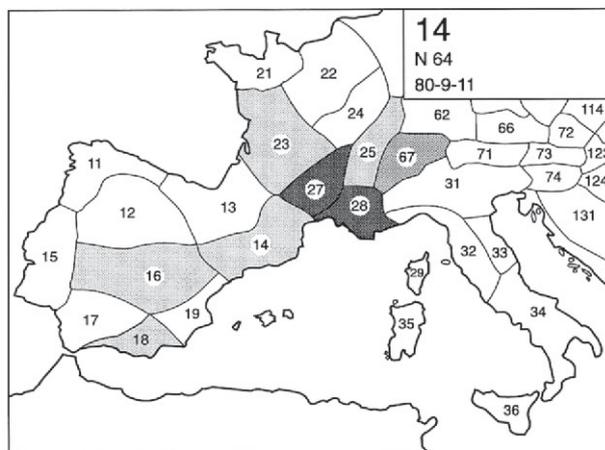
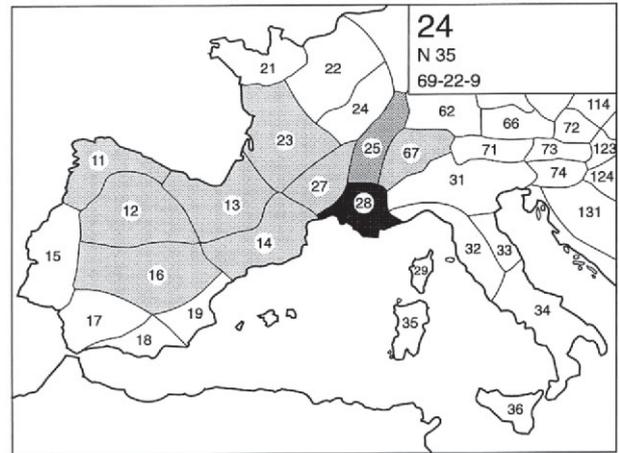
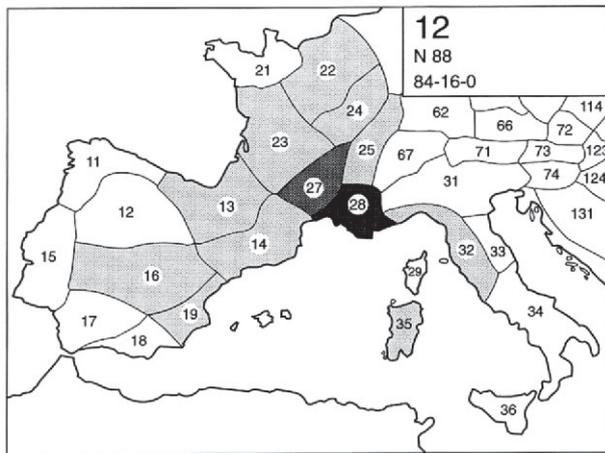


Fig. 4.

Fig. 5.

Chalcolithique. Alors que la variété sans nickel (groupe 12) est représentée presque exclusivement dans le sud de la France, on retrouve celle avec nickel (groupe 12) en Suisse. Les deux groupes suivants (20 et 24; fig. 3,3 et 4,1) ont le même type de répartition : celle du groupe 20 (cuivres à antimoine, argent et arsenic) correspond tout à fait à celle du groupe 12. Celle du cuivre de Cabrières, groupe 24, présente clairement une extension vers le nord-ouest qui reste cependant à discuter³.

Les groupes 30 et 31 (fig. 4,2 et 4,3) sont des variantes du groupe 20. Ils contiennent du nickel. La répartition du groupe 30, presque entièrement chalcolithique, correspond à celle des groupes 12 et 20. Le groupe 31 est par contre se trouve essentiellement en Italie centrale et en Toscane. Les groupes 31 et 26 correspondent au cuivre de la culture de Rinaldone. Tout comme le groupe 31 correspond au groupe 30 du sud de la France, les groupes 22, 26 d'une part et 20, 24 d'autre part sont centrés sur l'Italie centrale

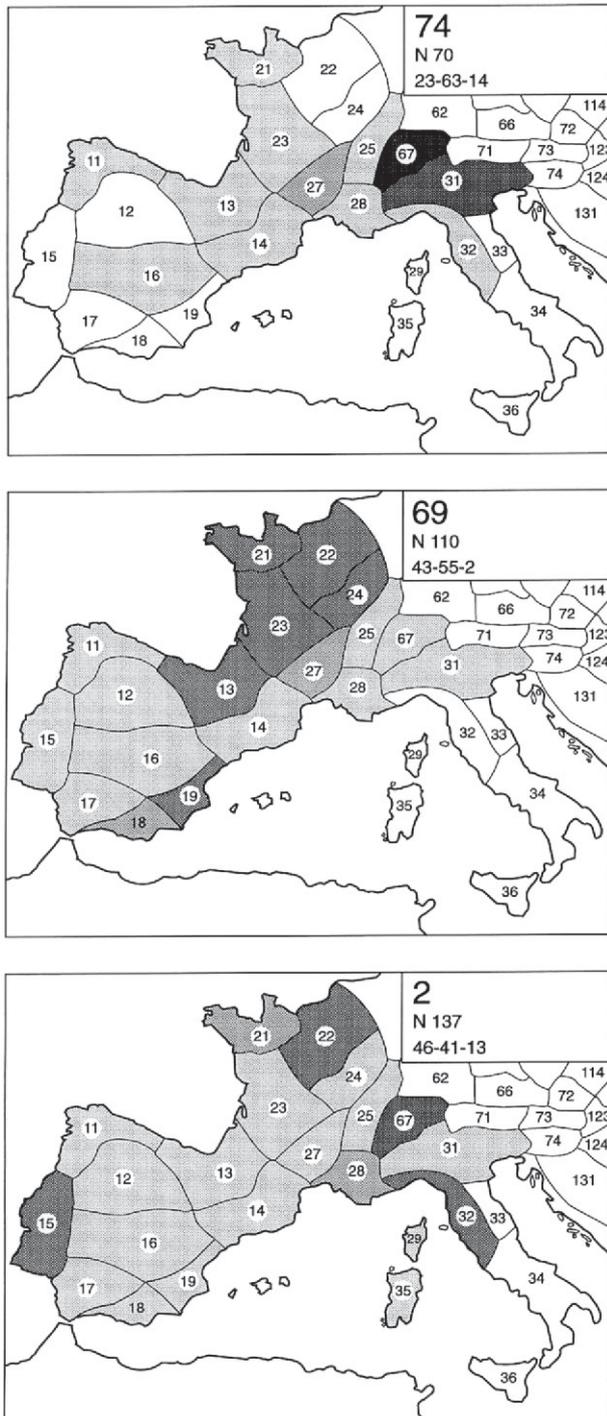


Fig. 6.

et ont des pôles secondaires dans la Péninsule Ibérique.

Avec les variétés 74 et 69, ce sont les cuivres gris au nickel qui font leur apparition (fig. 5,1 et 5,2). Le groupe 74 est une variante du cuivre de Singen localisée dans le sud-ouest de l'Allemagne et la Suisse orientale, où il est attribuable au Bronze ancien. Dans la région d'étude, ce type de cuivre a été utilisé pour fabriquer des objets qui, par ailleurs, appartiennent clairement au Chalcolithique. Cette variété aurait donc

été produite dans cette région dès le Chalcolithique ou sinon ces types d'objets auraient été encore fabriqués au cours du Bronze ancien, au moment où les cuivres de Singen arrivent sur le marché. Si l'on confronte ces résultats avec la carte de répartition du groupe 69 (fig. 5,2), centré sur le nord-ouest de la France, il serait tout à fait justifié d'envisager une diffusion des techniques de transformation des cuivres gris riches en nickel vers les régions situées plus au sud.

Les cuivres purs qui constituent le groupe 2 sont essentiellement représentés dans quatre régions (fig. 5,3). Au Portugal, ils font leur apparition dès les phases les plus anciennes de Zambujal où ils côtoient les premiers cuivres arséniés (groupe 55). Dans ce cas, il est possible que le minerai utilisé provienne d'une mine qui a livré dans un premier temps de la malachite au niveau de la zone d'oxydation puis, ensuite, en dessous, du cuivre arsénié. En Suisse, le cuivre pur est pour la première fois présent après le hiatus, qui succède au premier développement métallurgique, parallèlement à la variété 6 (cuivre pur avec nickel) pendant le Cordé. Il réapparaît généralement combiné avec de l'étain dans une phase évoluée du Bronze ancien (cf. le dépôt de Neyruz et les poignards à manche en bronze). Les poignards à manche en bronze en Italie centrale sont contemporains alors que dans le nord de la France ils ne peuvent être actuellement datés. Les cuivres purs semblent être exploités et transformés à chaque fois que de nouveaux gîtes de minerais sont découverts.

CONCLUSION

En Italie et dans la Péninsule Ibérique, la métallurgie commence vers 3100 avant notre ère avec la transformation des cuivres arséniés. Elle atteint le niveau qu'elle avait dans le sud-est de l'Europe avant le hiatus, vers 3400 avant notre ère. Dans la partie occidentale de la Péninsule Ibérique, ce sont tout d'abord les cuivres purs qui font leur apparition dans les grands habitats fortifiés. Il semblerait donc que l'on y ait exploité de riches filons. Dans un contexte culturel comparable, mais dans la partie orientale de la Péninsule Ibérique, les cuivres arséniés sont utilisés dès le début de la métallurgie régionale. Toutes ces variétés dominent le marché et sont exportées durant la période campaniforme sous la forme d'objets caractéristiques de cette culture. L'utilisation de ces cuivres se prolonge au cours du Bronze ancien, et en particulier dans la culture d'El Argar. Ce n'est que dans la phase finale de cette dernière que les cuivres gris font leur apparition.

En Italie, seule la culture de Remedello produit des cuivres arséniés. La culture de Rinaldone, en partie contemporaine, maîtrise par contre les techniques de transformation des cuivres gris, comme l'indique la présence, dès ses débuts, des variétés 22, 26 et 31. La connaissance de cette technologie pourrait provenir de l'Europe du Sud-Ouest. En effet, on y décèle, dès 3500 avant notre ère, des indices d'utilisation de minerais riches en antimoine et argent.

Vers 2800 avant notre ère, la métallurgie redémarre en Suisse avec l'exploitation de gîtes qui permettent de produire des cuivres purs avec un taux important de nickel. À la même période commence l'exploitation des minerais de Cabrières et de gîtes apparentés. Le métal produit présente de profondes similitudes avec celui de la culture de Rinaldone. Des différences ne sont perceptibles qu'au niveau de la quantité de certains éléments. Il semblerait donc que les minerais de la culture de Rinaldone aient été transformés selon une technologie très proche de celle de Cabrières. Cela voudrait dire que des artisans de la culture de Rinaldone ont participé directement au développement de la métallurgie du sud de la France.

Les variétés 12, 14, 20, 24 et 30 sont caractéristiques de la métallurgie du sud de la France durant tout le Chalcolithique, leur diffusion se fait vers le nord-est (Suisse) et aussi vers le nord-ouest de la France. Les variétés 18 et 19 produites principalement pendant le Bronze ancien atteignent la Péninsule Ibérique.

L'apparition, vers 2200 avant notre ère, d'objets d'origine centre-européenne composés de cuivres gris au nickel marque l'arrivée de nouvelles influences qui, cependant, ne dépassent guère le sud de la France. ■

NOTES

(1) Dans son ouvrage "*Helgoland und das älteste Kupfer des Nordens*" (Otterndorf/Niederelbe 1965), Werner Lorensen mentionne des expérimentations avec du minerai de cuivre d'Helgoland. Ce minerai a permis de produire du cuivre arsénié sans nickel dans des conditions normales et du cuivre arsénié après avoir eu recours à des températures plus importantes.

(2) M. Leblanc, Gîtes et gisements de cuivre de la France méridionale : typologie et caractéristiques géochimiques. *Archéologie en Languedoc* 21, 1997, 21-26 et fig. 3.

(3) Deux des objets du groupe 24 sont des torques à extrémités enroulées découverts à Alise-Sainte-Reine. Les analyses ont mis en évidence une forte teneur en bismuth, ce qui, d'après l'ancienne classification du Projet SAM, rapproche ces objets de la majorité des torques à extrémités enroulées du Bronze ancien du sud de l'Allemagne (groupe C2). Comme le bismuth ne joue aucun rôle dans notre classification, les torques à extrémités enroulées d'Alise-Sainte-Reine sont attribués au groupe 24. On peut donc les considérer comme les témoins les plus occidentaux de l'ancien groupe C2 ou supposer qu'ils ont été fabriqués en réutilisant du cuivre de Cabrières.

Edward SANGMEISTER

Professeur Émérite,

Université de Fribourg-en-Brigau

Institut de Pré et Protohistoire,

Belfortstrasse/22

D-79085 FRIBOURG-EN-BRISGAU, Allemagne

Christian STRAHM

L'introduction et la diffusion de la métallurgie en France

Résumé

À la différence de ce qui s'est produit dans d'autres régions, l'introduction de la métallurgie n'a pas eu en France les conséquences culturelles que lui attribue généralement la recherche paléo-métallurgique dans les autres pays. Il semblerait que, dans l'hexagone, ce soit avant tout dans le domaine du sacré et du spirituel que ces techniques aient eu un impact. Ainsi, l'art pariétal du paléolithique supérieur, le mégalithisme, l'art celtique ou encore la religion des druides sont l'expression d'évolutions spirituelles décisives qui ont influencé le cours de l'histoire. Les changements techno-économiques n'ont donc joué en France, à la différence d'autres régions, qu'un rôle secondaire.

Abstract

In contrast to Central Europe, the introduction of metallurgy in France did not have radical socio-cultural effects. Metallurgy in France was introduced from various regions, first as imports, later as know-how and finally as an integrated component of an archaeological culture. Important impulses from Northern and Central Italy, which we consider to be the origin of the West mediterranean drift of metallurgy led to the formation of a metallurgical centre in the Languedoc at the beginning of the third millennium BC. This can be shown with the mine of Cabrières and the settlement of Péret, La Capitelle du Broum. From Southern France this chalcolithic metallurgy extends to Western France and to the Northeast. In central Europe it meets the much older, but yet developing Carpathian metallurgical drift. The Iberian metallurgy, which had obviously developed separately, was very conservative up to Bronze Age and became important only with the extending Bell Beaker culture in France. The Bronze technology reaches France at the beginning of the second millennium BC by way of the form of the Armorican Early Bronze Age and the Rhone Culture. Both phenomena must be understood as a diffusion of a fully developed archaeological culture with a specific variety of forms and a strongly hierarchical social structure, caused by an intensive metallurgical culture.

INTRODUCTION

L'introduction de la métallurgie en France n'est pas à l'origine de changements culturels fondamentaux, comme cela a été le cas en Europe centrale ou dans les Balkans (Strahm, 1994 p. 8). Elle a certes conduit à des évolutions au sein de la culture matérielle, cependant,

tout au moins au début, elle n'a entraîné aucune modification fondamentale des cultures antérieures. Elle aboutit au renouvellement de la gamme des objets mais simplement en la complétant.

La situation est différente dans les régions périphériques telles que la Grande-Bretagne ou les Alpes occidentales. En effet, on y perçoit dès l'introduction de la métallurgie intensive, c'est-à-dire à partir d'une

phase avancée du Bronze ancien, les profondes mutations sociales qui, à l'instar des autres régions européennes, sont générées par cette technologie : division du travail et hiérarchisation de la société (Childe, 1935 p. 7; Brun, 1996 p. 683; Strahm, 1996 p. 673). Dans ces régions, l'émergence de nouvelles structures sociales n'est cependant pas le résultat d'une évolution strictement interne. Ces structures, introduites en même temps que la métallurgie intensive viennent de l'extérieur et leur origine est à chercher dans les zones fondamentales de la métallurgie européenne, en particulier dans la zone d'influence de la culture d'Unetice.

OBJECTIFS

L'introduction de la métallurgie en France est cependant d'un grand intérêt historique. En effet, cette innovation technologique a eu d'autres conséquences socio-culturelles que celles constatées dans les régions voisines. Par contre, alors qu'elle résulte d'influences et d'impulsions diverses, ces dernières n'ont eu qu'une influence limitée sur l'évolution culturelle. Il existe ainsi un courant en provenance des cultures de Rinaldone et de Remedello en Italie centrale et septentrionale; des contacts sont également établis avec les régions situées au nord-est, Suisse occidentale et sud-ouest de l'Allemagne; Enfin, des emprunts sont faits aux régions du nord, telle que la culture du Wessex, (Briard, 1984 p. 198; Case, 2003 p. 178) et de façon plus continue au sud-ouest, notamment à la Péninsule Ibérique (*pl. coul. I*; Roussot-Larroque, 1998 p. 143)¹.

Dans le cadre général de l'expansion de la métallurgie dans l'ancien monde, la France peut être considérée comme une région périphérique. En tant que telle, elle enregistre d'autres éléments que les zones fondamentales d'Europe centrale et d'Europe du sud-est. Dans un premier temps, ce sont les objets de prestige qui sont importés. Ensuite, on importe le savoir. Et, en dernier lieu, l'expérience pratique se met en place. Les phénomènes perceptibles dans les régions périphériques permettent d'appréhender l'évolution qui s'est produite dans les régions centrales, rendant celle-ci, par essence complexe, plus compréhensible. C'est un nouvel exemple de relation centre-périphérie, dans laquelle les processus qui concernent le centre ne peuvent être compris qu'en faisant le détour par la périphérie (Strahm, Buchvaldek, 1992 p. 354).

DÉMARCHE

Les hypothèses que nous allons formuler ici ne sont guère plus que des réflexions qu'il conviendra de valider ou d'infirmer par de futures recherches. Nous aborderons l'introduction et la diffusion de la métallurgie et nous nous attarderons sur son évolution ainsi que sur ses conséquences socio-culturelles afin d'essayer d'étayer ces hypothèses.

L'INTRODUCTION ET LA DIFFUSION DE LA MÉTALLURGIE EN FRANCE

Les conditions

Pour pouvoir comprendre l'évolution de la métallurgie en France, il est nécessaire d'admettre que la métallurgie a été introduite de l'extérieur. Un tel postulat ne va pas de soi : la France est un pays riche en matières premières et l'utilisation de minéraux cuprifères est documentée pour des périodes qui précèdent les âges des métaux, comme Christian Servelle l'a montré au congrès "La découverte du métal", à Paris, pour la fabrication des perles en malachite (Servelle, 1991 p. 233; Ambert, Guendon p. 1975,103). Cependant, les comparaisons dans le domaine culturel avec les régions voisines et la chronologie absolue prouvent formellement l'origine allogène de la métallurgie.

Les importations

Les artefacts en cuivre les plus anciens sont des importations en provenance de cultures chalcolithiques voisines. Il faut citer par exemple les haches plates massives ou les haches de combat de Kersoufflet, Le Faouët et de Bon-Amour à Trévé en Bretagne (Briard, 1965 p. 51, Roussot-Larroque, 1998 p. 140). Ce sont les premiers signes annonciateurs d'une nouvelle technologie puis d'une nouvelle époque. Symboles de statut social ou objets de prestige, ils ne jouent cependant qu'un rôle limité dans le développement de la métallurgie dans l'Hexagone.

La première métallurgie indépendante

Nous sommes bien renseignés, actuellement, sur la première métallurgie du cuivre en France, localisée en Languedoc, et je me limiterai donc à en présenter les traits principaux. Grâce aux travaux de l'équipe de Paul Ambert, à ceux d'Edward Sangmeister réalisés à partir des analyses de Stuttgart ainsi qu'aux travaux récents de l'Institut de Préhistoire de Fribourg-en-Brigau et du Deutsches Bergbaumuseum de Bochum, le niveau de connaissances acquises sur le sujet est unique à l'échelle européenne².

Durant tout le Chalcolithique³ (zum Begriff Strahm, 1982), et pas seulement pendant la première période de la métallurgie des relations étroites sont entretenues avec l'Italie. Ce pays étant la seule région voisine de la France pratiquant une métallurgie précoce et, si l'on exclut une genèse autochtone de la métallurgie du cuivre en France, il faut admettre pour celle-ci une origine italienne (*pl. coul. I, I*). Un certain nombre d'indices viennent d'ailleurs illustrer l'intensité des contacts qui existent entre les deux régions métallurgiques. Découverte en 1908, la petite nécropole de Fontaine-le-Puits a ainsi livré une tombe clairement attribuable à la culture de Rinaldone (Müller, 1909 p. 836). Cette tombe renfermait 33 pointes de flèche, des lames de silex, des haches polies, une hache en cuivre, un poignard en cuivre d'un type caractéristique

Fontaine-le-Puits

Sépulture A

- | | |
|----|------------------------------------|
| 1 | 1 pointe de flèche, ou sagaie |
| 2 | 1 hache en jadéite |
| 9 | 1 hache en cuivre |
| 3 | 1 hache en roche dure |
| 4 | 1 grande lame en silex |
| | une deuxième |
| | 6 autres lames |
| | 2 lames grises |
| 5 | 2 petits tranchets, 2 larges lames |
| 6 | 11 pointes de flèches |
| 7 | 22 pointes de flèches |
| | 4 tranchets ou pointes de flèches |
| 8 | 2 défenses de sangliers |
| 11 | 1 poinçon rectangulaire en cuivre |
| 10 | 1 lame de poignard en cuivre |
| 13 | 1 pendeloque en test de coquillage |
| 12 | 1 curieuse pendeloque en cuivre |

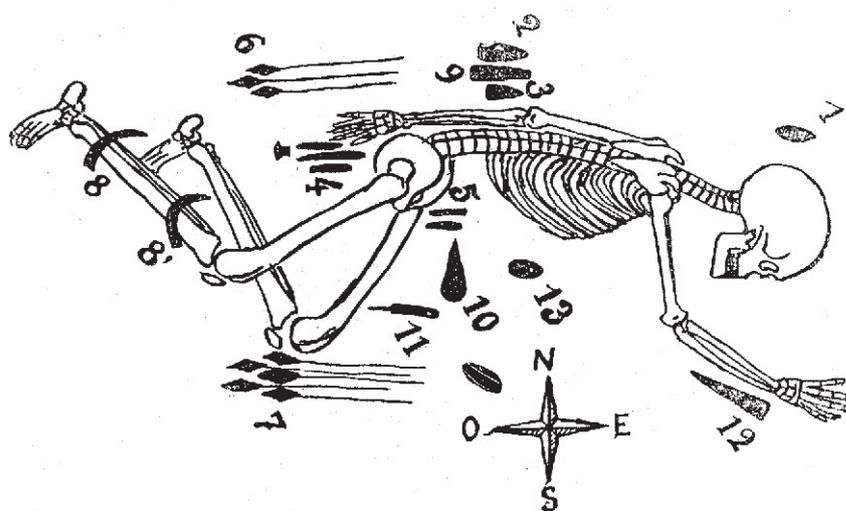
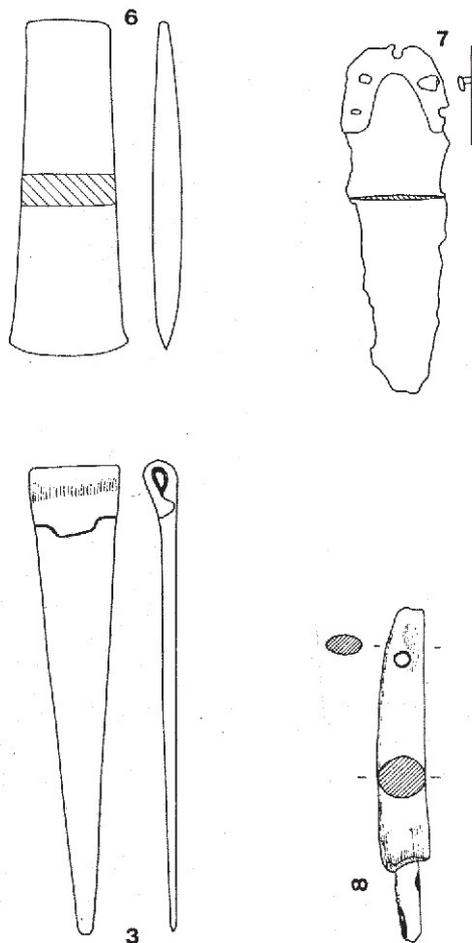


Fig. 1. — Sépulture A de la Station de Fontaine-le-Puits (Savoie). — Position des Objets autour du Squelette. — Légende: 1, Pointe de flèche ou de Sagaie; — 2, Hache en jadéite claire; — 3, Hache en jadéite (?); — 4, Lames, tranchets, grande lame (silex); — 5, Lames et grande pointe de flèche (silex); — 6, Pointes de flèches (10) (silex); — 7, Pointes de flèches (22, (silex); — 8, 8', Défenses de sangliers; — 9, Hache en Cuivre; — 10, Lame de poignard en Cuivre; — 11, Poinçon : corne de Cervidé et Cuivre; — 12, Pendeloque en Cuivre; — 13, Pendeloque en Coquillage.

Fig. 1 — la sépulture A de Fontaine-le-Puits. Liste des objets, les objets en cuivre et la position des objets autour du squelette (d'après Muller, 1909; Bocquet, 1976).

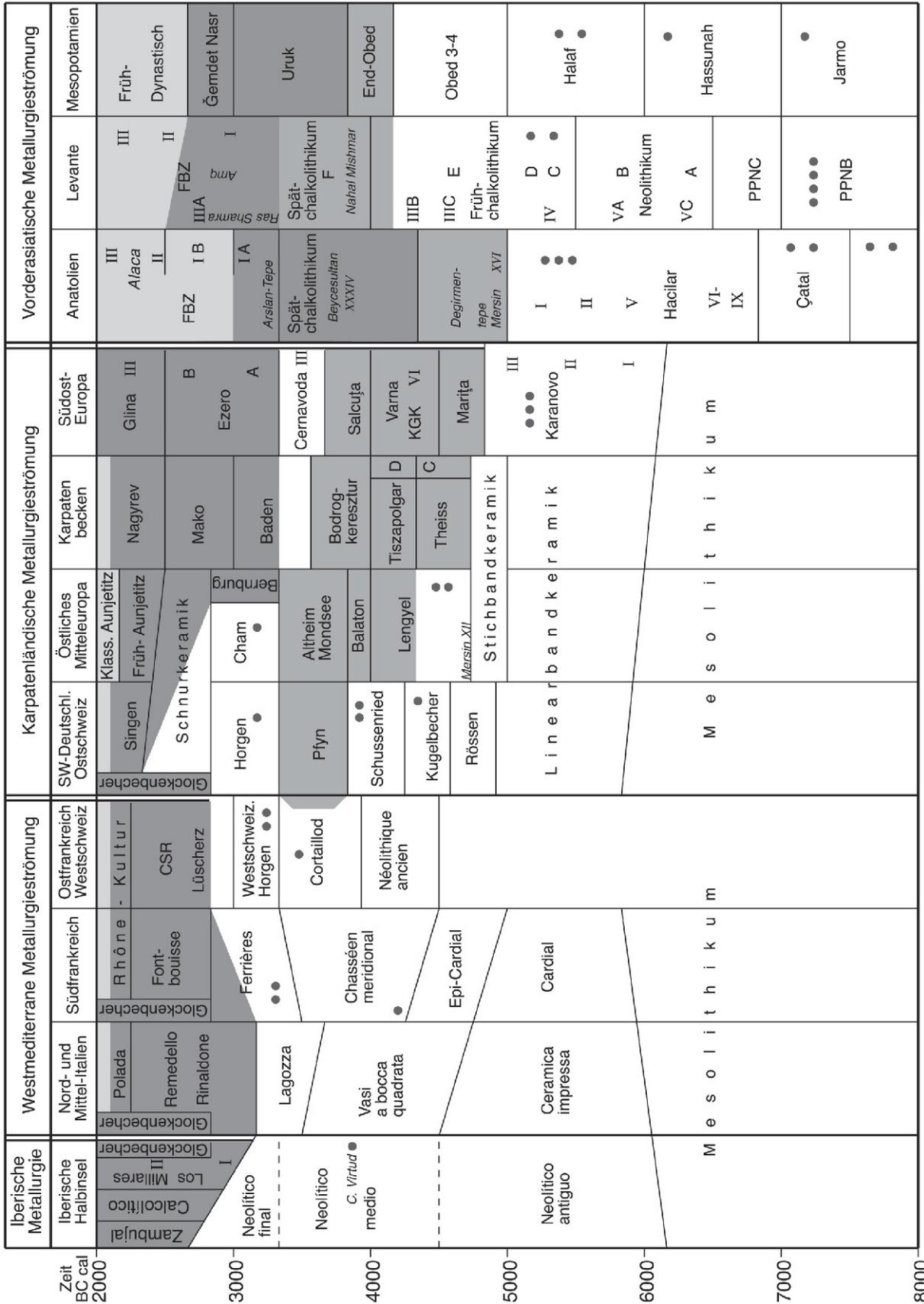


Fig. 2 – chronologie et développement de la métallurgie dans l’Ancien monde. **Points** : présence sporadique des objets en cuivre. **En bas** : première métallurgie du courant carpathique : phase initiale (production chalcolithique, “household production”, métallurgie des oxydes). **Au milieu** : phase innovative de la métallurgie (production chalcolithique, métallurgie du cuivre gris, “Fahlerztechnologie”). **En bas** : phase industrielle de la métallurgie (production intensive et de masse). Bronze ancien évolué, Metallikum.

de la culture de Rinaldone, un poinçon et un pendentif triangulaire (fig. 1). La nécropole de Fontaine-le-Puits est située à 1 000 m d'altitude, à proximité de gîtes de cuivre et du col du Petit Saint-Bernard, une voie de communication très importante dès la Préhistoire⁴.

Des poignards de type Remedello sont représentés sur des rochers aux abords du passage qui relie Cuneo et la vallée de la Durance (fig. *in* article Gattiglia et Rossi, Muller *et al.*, 1991 p. 159). Près d'Orgon, à l'embouchure de la Durance, un dolmen a livré un poignard de type Remedello et deux poinçons. Le cuivre qui a servi à fabriquer ces trois objets est caractéristique de la culture de Remedello (Courtin et Sauzade, 1975 ; Sauzade, 1979).

L'expansion du Chalcolithique italien ne s'est pas seulement faite en direction du territoire français. En Suisse occidentale, on trouve également des poignards du type Remedello et Rinaldone ainsi que les variétés de cuivre correspondants à ces cultures (Strahm, 1992 p. 22).

Il faut enfin évoquer les travaux de Sangmeister, qui ont montré que les variétés de cuivre caractéristiques de Remedello et de Rinaldone sont bien attestées dans le midi de la France (Sangmeister, 2004).

Les témoignages précités, qui pourraient être sans doute enrichis par des recherches orientées, indiquent des relations intenses entre le Midi et l'Italie. Mais la thèse faisant provenir la métallurgie française de l'Italie doit cependant encore être étayée par un plus grand nombre de datations absolues pour les plus anciennes cultures chalcolithiques d'Italie centrale et septentrionale. En effet, en l'état actuel des connaissances, la précision des données chronologiques n'est pas encore satisfaisante. Les dates tenues pour les plus anciennes pour la culture de Remedello peuvent être, pour des raisons statistiques et comme l'a montré Daniel Steiniger, plus récentes que ce qui est couramment admis (Steiniger, 2004). En ce qui concerne la culture de Rinaldone, jusqu'à récemment seul le site de Buccino avait livré des dates antérieures à 3000 av. J.C.. Aussi, la découverte des tombes Rinaldone de la nécropole de Selvicciola a été un apport déterminant. Ces tombes ont en effet révélé des indications chronologiques qui couvrent l'ensemble de la seconde moitié du 4^e millénaire (Conti *et al.*, 1997 p. 180), et qui permettent ainsi de proposer une datation précoce pour l'apparition du Chalcolithique italien. En conséquence, l'hypothèse de la provenance de la métallurgie française à partir de l'Italie prend ainsi corps.

L'Italie a joué un rôle précurseur dans l'évolution de l'exploitation du cuivre. Une première métallurgie s'était développée dans les Balkans et en Europe centrale dès le 5^e millénaire (fig. 2). Elle était basée sur l'exploitation du cuivre pur et de minerais oxydriques, qui sont faciles à extraire et à fondre. Seule la Slovaquie a livré quelques indices d'exploitation de cuivre gris. Cette métallurgie précoce touche à sa fin vers 3500 av. J.-C., période pour laquelle les témoignages se raréfient. Mais, peu de temps après, une nouvelle métallurgie capable de transformer des minerais plus complexes prend son essor. Les cultures du Chalcolithique italien, plus particulièrement la culture de

Rinaldone, sont les premières à être capable de réaliser à grande échelle la transformation des cuivres gris.

Les gîtes de cuivre du midi de la France associent généralement à l'affleurement oxydes et sulfures à tel point qu'il n'est guère possible d'en tirer seulement des oxydes. De ce fait, leur exploitation nécessite la connaissance de la technologie de transformation des cuivres gris, situation qui explique l'apparition tardive de la métallurgie en France et étaye l'hypothèse de son origine italienne. Suivant notre modèle, ces influences d'Italie centrale et septentrionale ont été à l'origine du développement d'un nouveau centre métallurgique dans le midi de la France qui, à son tour, a conduit à la chalcolithisation du reste de l'Hexagone (*pl. coul. I, 1*). Il ne s'agit cependant que de l'exploitation de petits gîtes dispersés que l'on peut qualifier de métallurgie artisanale (household-metallurgy) et qui n'a eu aucune conséquence socio-économique. Cette métallurgie artisanale n'a donc pas débouché sur une production de masse, qui ne se produit qu'à l'Âge du bronze ancien évolué. Malgré cela, le midi de la France présente l'intérêt d'être la seule région d'Europe continentale où l'ensemble de la chaîne de production est documenté (*pl. coul. VI, 2*).

Bien que son expansion soit difficile à évaluer, le phénomène campaniforme, qui, depuis la Péninsule Ibérique, touche le sud et l'ouest de la France, a certainement joué un rôle dans le développement de la métallurgie de ce pays. Le courant campaniforme y est représenté par les pointes de Palmela et les poignards à languette. Il est plus récent que le début des influences italiennes (puisque'il débute vers 2600 av. J.-C.), ses conséquences sur la métallurgie française restant encore inconnues.

La situation vers 2500-2100 av. J.-C. : l'expansion du Chalcolithique et les premières influences du Bronze ancien

Avec les cultures bien connues, groupe des Treilles, Fontbousse et Rhône-Ouvèze etc., le Chalcolithique connaît un essor considérable (Cauliez, 2001 ; D'Anna, 1995). La métallurgie, bien qu'en plein essor, reste de type chalcolithique. Elle est entre les mains de petits groupes humains qui n'exploitent probablement qu'une seule mine, transforment le minerai dans les environs immédiats et commercialisent les lingots⁵. Les produits finis sont fabriqués dans le cadre de la plus petite unité économique – la maisonnée – (household metallurgy), qui tient lieu de base à notre définition du Chalcolithique (fig. 3). Ici, rien n'indique qu'une organisation centrale se soit imposée, à la différence de l'Âge du bronze (Metallikum), durant lequel l'initiative et l'organisation de la métallurgie sont aux mains de l'élite, de l'autorité politique : il s'agit alors d'une production centralisée (fig. 4). Cette structuration de la société de l'Âge du bronze est bien documentée dans des sites tels que le Mitterberg en Autriche ou Saint-Véran dans les Hautes-Alpes (Eibner, 1982 ; Ancel, 1997 p. 127 ; Barge, 1997 p. 99 ; Strahm, 1996 p. 672).

Dans certaines régions du midi de la France, les cultures autochtones du Chalcolithique ont créé leur propre gamme de formes et, dans quelques groupes locaux, on a probablement produit de manière autonome

Il s'agit d'une société segmentée dirigée par un Big Man ou par l'Ancien du village. Les activités économiques, politiques et religieuses sont assurées par les segments primaires, c'est à dire les entités discrètes les plus petites (maisonnée, famille). Cela compte, en particulier, pour la métallurgie chalcolithique, dans laquelle la chaîne opératoire du cuivre, l'extraction du minerai et la production de métal, est maîtrisée par ces petites unités économiques indépendantes les unes des autres (Définition du chalcolithique).

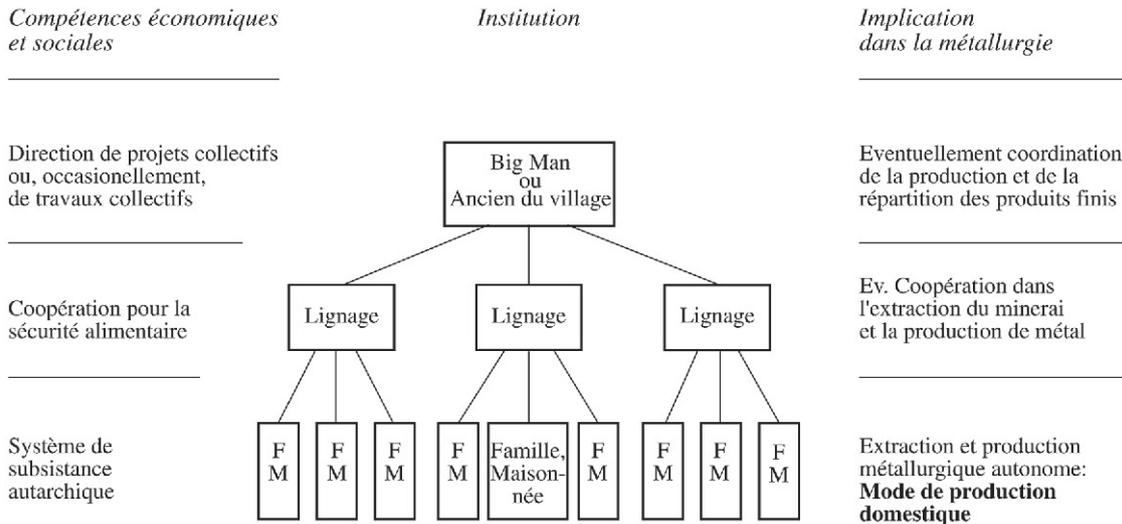


Fig. 3 – structure politique et économique d’une société chalcolithique.

La décision et l'organisation de la métallurgie relève de l'autorité politique, qui cherche à mettre en oeuvre une production intensive, et qui contrôle le marché. La division du travail qui est impliqué par cette production intensive et la spécialisation des tâches influent sur la structure sociale dans son ensemble (définition du Metallikum).

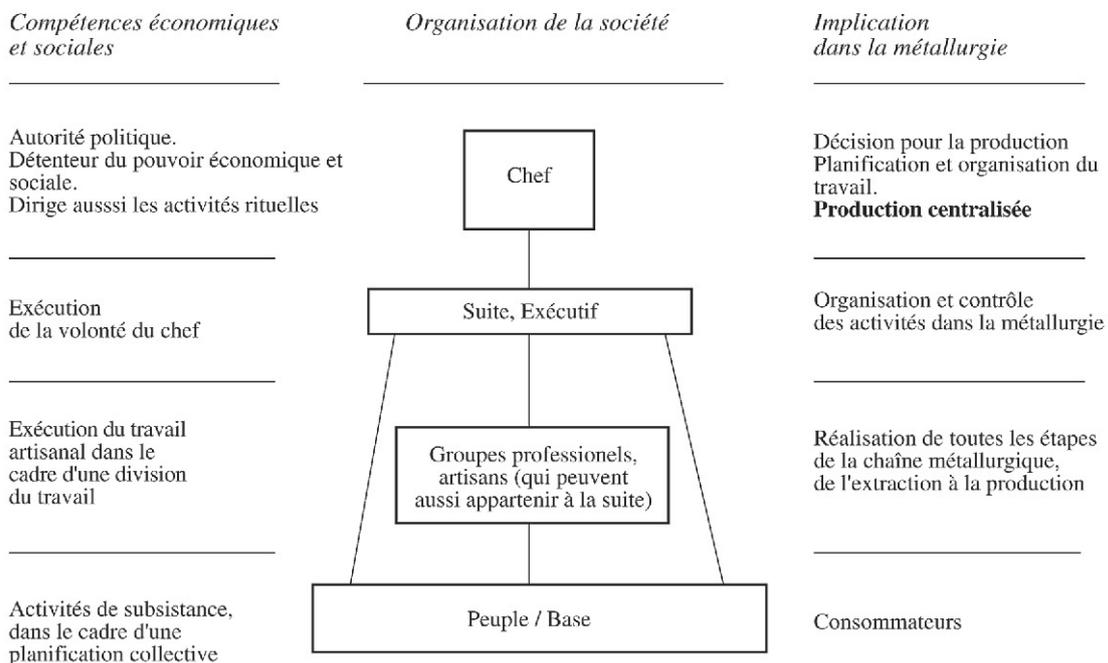


Fig. 4 – structure politique et économique d’une société du “Metallikum”.

du métal. Ceci est particulièrement évident pour l’Artenacien, comme le prouvent les structures étonnantes découvertes récemment (Roussot, 1998). L’expansion des productions de ces groupes jusqu’en Suisse occidentale témoigne de leur dynamique. On y trouve des variétés locales de cuivre, comme le cuivre pur avec traces

de nickel, et des formes métalliques caractéristiques (Strahm, 1994 p. 29).

Au même moment, les premiers signes avant-coureurs du Bronze ancien centre-européen, c’est-à-dire de la culture d’Unetice, atteignent le nord de la France. C’est ainsi que les formes et la technologie élaborées

par les artisans du Bronze ancien armoricain renvoient à des origines unétiennes, par exemple les épingles qui peuvent être datées du début de cette culture, c'est à dire vers 2300-2200 av. J.-C. (Case, 2003 p. 182). Il est possible d'attribuer ces influences avec la recherche de gîtes d'étain, cause vraisemblable de la richesse du Bronze ancien armoricain et de la culture du Wessex.

La situation vers 2100-1800 av. J.C. : le début du Bronze ancien

Ce sont apparemment les mêmes influences que celles dont on vient de parler qui donnent naissance à la culture du Rhône (*pl. coul. I, 3*). Certes, cette dernière est, par de nombreux aspects, le prolongement de la culture Saône-Rhône du Néolithique final. La typologie, le développement des formes céramiques, l'occupation des sites et leur répartition géographique démontrent une permanence de la population et une évolution continue. Cependant, les influences décisives à l'origine du développement de la métallurgie dans cette région sont à chercher dans la culture d'Unetice. Les principaux types d'objets en métal, comme les épingles, les haches, les pointes, sont les mêmes que ceux de cette culture et montrent bien que l'ensemble de la production métallurgique dérive d'une même origine. Là encore, c'est la recherche de matière première qui est le moteur d'une expansion allant jusqu'aux Alpes occidentales. C'est seulement dans une phase tardive que la culture du Rhône progresse vers le sud et, sous l'influence des groupes épicanpaniformes, donne naissance à différents groupes culturels locaux.

Les relations entre les cultures du Bronze ancien – le Bronze ancien armoricain et la culture du Rhône – et les groupes du Néolithique final sont peu documentées mais ont dû être partout similaires. Les découvertes isolées attribuables au Bronze ancien et situées en dehors des régions occupées par le Bronze ancien armoricain et la culture du Rhône prouvent l'existence de contacts établis par ces cultures au-delà de leurs limites géographiques. Cependant la nature de ces liens nous échappe encore (fig. 3).

La situation vers 1800 : les cultures du Bronze ancien évolué

La coexistence de cultures allogènes du Bronze ancien et de groupes du Néolithique final tardifs, très peu documentée, ne prend fin qu'avec l'avènement de la phase évoluée du Bronze ancien, vers 1800 av. J.-C. (*pl. coul. I, 4*). Après que les cultures du Bronze ancien se soient installées dans des régions purement agricoles et aient adopté une nouvelle structure sociale, les sources deviennent plus fréquentes et plus claires. Il est à nouveau possible de décrire différentes cultures archéologiques. En Bretagne, la culture des Tumuli armoricains, avec ses riches sépultures de chef, domine cette période, avant d'être relayée par la culture locale des Urnes. Dans ces deux cas, il s'agit de cultures bien établies, avec une métallurgie affirmée et une structure sociale hiérarchisée.

La colonisation systématique d'une région entière peut également être constatée dans le cas de la culture

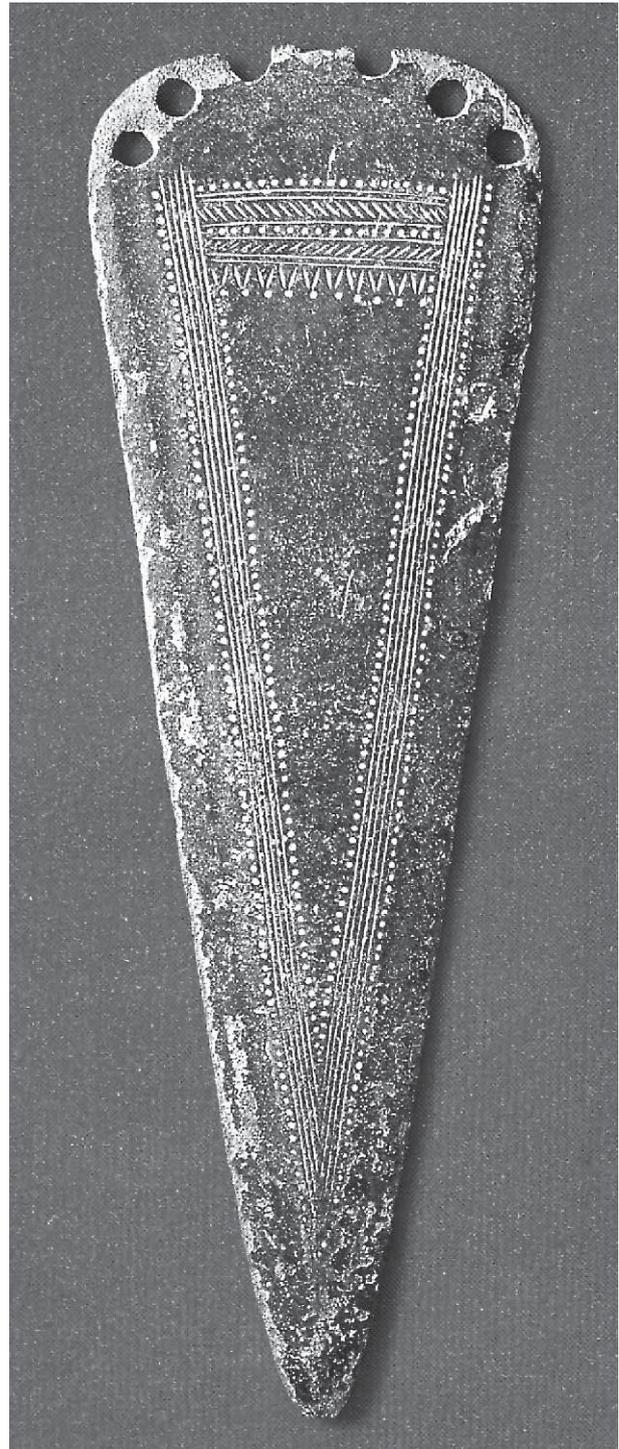


Fig. 5 – Coux-et-Bigaroque (Dordogne) :
lame de poignard de la culture du Rhône.

du Rhône. Cette dernière ne forme plus des îlots comme au début du Bronze ancien (Strahm, 1996 p. 260) mais occupe l'ensemble de la vallée du Rhône, les Alpes occidentales et le Midi. Il ne s'agit pas seulement d'une expansion de la culture matérielle : c'est une nouvelle forme d'organisation sociale, hiérarchisée et spécialisée, qui se met en place. Parallèlement, la production intensive de bronze et la fabrication en série d'objets en bronze nécessitent une organisation hiérarchisée (fig. 4).



Fig. 6 – La stèle d’Arco I : la pensée nouvelle se manifeste dans le choix des objets représentés : objets en métal symboles du pouvoir.

Les dépôts, dans lesquels on peut voir la manifestation du pouvoir des élites, et les tombes de chef (Simon, 1990 p. 309 ; Hansen, 2002 p. 160) sont les preuves de l'existence d'une culture bien établie. À partir de 1800 av. J.-C., celle culture du Rhône marque le pays de manière décisive, le processus de l'introduction de la métallurgie en France, avec ses retombées socio-culturelles, est bouclé.

CONCLUSION : L'IMPORTANCE DE LA MÉTALLURGIE EN FRANCE

Il faut attendre le Bronze final pour constater l'avènement en France d'un nouvel ordre social qui résulte d'une évolution déclenchée par l'introduction de la métallurgie. Nous avons vu que les premiers objets en cuivre importés sont des objets de prestige. La technologie importée de l'extérieur, qui n'aboutit qu'à une production de type chalcolithique (cf. définition ci-dessus) et pour laquelle le district de Cabrières nous a fourni les dates les plus anciennes, n'a été à l'origine d'aucun bouleversement profond sur le plan social. Elle a par contre profondément influencé le mode de pensée de l'époque. La transformation d'une roche jusque-là inutilisable, la production d'une nouvelle matière première inépuisable qui peut être refondue et recyclée après avoir été endommagée, sont autant d'éléments qui ont pu modifier la vision que l'homme de l'époque avait des forces naturelles. On retrouve un indice de ce changement sur les stèles qui représentent des êtres humains accompagnés d'objets marqueurs d'un statut particulier. Ce sont souvent des armes qui sont probablement dans de nombreux cas en cuivre. Ces stèles, généralement en rapport avec les cultures chalcolithiques, illustrent de profondes transformations dans la pensée, également perceptibles dans d'autres domaines (D'Anna, 1998 p. 26 ; Dornheim, 2003). L'introduction de la métallurgie chalcolithique déclenche indubitablement une révolution cognitive plutôt qu'une évolution socio-économique. Cette dernière n'est clairement perceptible que dans une phase avancée de l'Âge du bronze après l'introduction d'une culture archéologique venant de l'extérieur déjà élaborée et dotée d'une structure sociale. Si cette dernière a modifié " la pensée politique " elle n'a eu, cette fois, aucune conséquence sur l'évolution cognitive. ■

NOTES

(1) Les relations entre le Chalcolithique/Bronze ancien de Bretagne et de la culture du Wessex ne seront pas abordées ici. Il en va de même des

liens entre les premières cultures de la Péninsule Ibérique pour lesquelles le métal est attesté.

(2) Je remercie les collègues qui appartiennent à ces institutions pour leur collaboration et leurs conseils : Les discussions avec E. Sangmeister ont permis de mettre en évidence les réseaux complexes existant entre les premières cultures qui connaissent le cuivre. Je dois à S. Rovira les données concernant la métallurgie de la Péninsule Ibérique. Par ses questions critiques, A. Hauptmann m'a permis d'affiner certaines hypothèses. Enfin, je remercie mon ami P. Ambert d'avoir mis à ma disposition ses documents ainsi qu'une multitude d'idées toujours nouvelles sans lesquels cette synthèse n'aurait pu voir le jour.

(3) Le concept de Chalcolithique doit être compris comme un stade de développement historique (Strahm, 1982 p. 19). Cette idée avait déjà été clairement exprimée en 1970 par G. Camps : "Le Chalcolithique est un état et non une période chronologique distincte" (Camps, 1970 p. 126). C'est aussi le point de vue de P. Ambert lorsqu'il évoque un "Chalcolithique... au sens d'état de civilisation" (Ambert, 1980 p. 142). La tentative récente d'englober dans ce concept d'autres innovations socio-culturelles indépendantes de la métallurgie et de définir ainsi une "époque historique" est méthodologiquement discutable. C'est dans cette perspective qu'E. Pleslova-Stikova (1977) a, dans une étude très pointue, assimilé le processus conduisant à l'Enéolithique (synonyme de Chalcolithique) au changement culturel ayant affecté les cultures à céramique peinte du sud-est de l'Europe, les cultures à céramique non-peinte de l'aire Bassin des Carpates – Europe centrale et la culture des Vases à col en entonnoir (TRB). Dans le cadre du processus de diffusion qui a commencé dans les Balkans, la métallurgie n'est qu'un élément parmi d'autres ; l'introduction de l'araire, par exemple, est placée au même niveau. Ce concept a été repris à son compte par J. Lichardus, qui s'est dispensé de mentionner les travaux de Pleslova. Lui aussi voit dans le courant du 5^e millénaire une évolution structurelle touchant l'économie, la société et la religion et dont l'ampleur justifie la notion d'une "civilisation chalcolithique" conçue comme une "époque historique" à part entière. S'appuyant sur le travail d'E. Pleslova, il distingue trois phases dans le déroulement de ce phénomène. Au point de départ, il place l'influence des cultures de pasteurs des steppes nord-pontiques, des sociétés d'éleveurs qui auraient provoqué des changements structurels parmi les sociétés d'agriculteurs de l'Europe du sud-est. Cette théorie de la supériorité des cultures de pasteurs, mieux organisées, sur les cultures agraires a eu un certain retentissement au 19^e siècle, grâce notamment aux travaux de F. Ratzel et du père W. Schmidt, deux ethnologues, mais les recherches ultérieures l'ont, depuis longtemps, rendue complètement obsolète. Dans le même temps, et comme le montrent les tableaux chronologiques (Lichardus, 1985 p. 514), J. Lichardus donne un sens chronologique à sa notion de civilisation chalcolithique. Cette idée d'époques homogènes, qui se développent successivement par diffusion, renvoie aussi à la théorie du matérialisme historique, qui cherche à définir les lois de l'évolution historique. La démarche consistant à définir des étapes "phaséologiques" (stades évolutifs) et à les utiliser ensuite comme des horizons chronologiques est méthodologiquement discutable. Dans la recherche préhistorique, elle a trop souvent conduit à des raisonnements circulaires et à des interprétations erronées. Grâce aux datations indépendantes, il est aujourd'hui possible de faire sans ambiguïté la part des choses entre le chronologique et le "phaséologique" (cf. Narr, 1957 ; Strahm, 1982).

Le fait que le concept de civilisation chalcolithique renferme aussi des contradictions internes a également déjà été souligné par Ch. Jeunesse (2003 p. 39).

(4) Les objets en cuivre de la sépulture A ont été analysés par S. Junghans *et al.* (SAM 4026, 4030 et 4036). Cependant, le dessin qui correspond à l'analyse de la hache plate n'est pas celui de l'objet publié par H. Müller. Je remercie A. Bocquet pour les renseignements concernant cet ensemble.

(5) Le site de Péret-La Capitelle illustre bien ce modèle. Il se trouve à environ 2 km des gîtes miniers et a livré, outre un mobilier archéologique relativement pauvre, des petits fours pour la fonte du minerai ainsi que deux moules à lingots (Ambert *et al.*, 2002 ; Ambert *et al.*, ce volume).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMBERT P. (1980) – Le groupe de Véraza et la métallurgie. *In* : *Le groupe de Véraza et la fin des temps néolithiques*. Dir. J. Guilaine 1980, p. 142-143.

AMBERT P., BOUQUET L., GUENDON J.-L. et MISCHKA D. (ce volume) – La Capitelle du Broum (district minier de Cabrières-Péret, Hérault) : établissement industriel de l'aurore de la métallurgie française (3100-2400 BC.)

AMBERT P., GUENDON J.-L., LAROCHE M., MISCHKA D. (2002) – Données nouvelles concernant le plus vieil établissement métallurgique de France. La Capitelle du Broum. *Archéologie en Languedoc*, 26, 2002, p. 45-53.

AMBERT P., GUENDON J.-L. (1975) – Étude pétrographique des objets de parure des dolmens du Minervois. *Bulletin de la Société préhistorique de l'Ariège*, 30, 1975, p. 103-105.

- ANCEL B. (1997) – La mine de cuivre des Clausis à Saint-Véran : apports des sources écrites et relevés des travaux protohistoriques souterrains. *Archéologie en Languedoc*, 21, p. 121-128.
- BARGE H. (1997) – L'installation métallurgique préhistorique de la cabane des Clausis à Saint-Véran, *Archéologie en Languedoc*, 21, 1997, p. 99-110.
- BRIARD J. (1965) – *Les dépôts bretons et l'Âge du bronze atlantique*. Travaux du laboratoire d'anthropologie préhistorique de la faculté des sciences de Rennes. Rennes 1965.
- BRIARD J. (1984) – *Les tumulus d'Armorique*. Paris. Picard (L'âge du bronze en France 3).
- BRUN P. (1996) – Qu'est-ce que le Bronze ancien ? In : *117^e congr. nat. soc. hist. scient., Clermont-Ferrand, 1992*. 1996. p. 683-685.
- CAMPS G. (1970) – Le concept de Chalcolithique. In : *Les civilisations néolithiques du Midi de la France. Actes du Colloque de Narbonne, 1970*, p. 126-127.
- CAROZZA L. (1998) – Économie et territoire aux débuts de la métallurgie dans la moyenne vallée de l'Hérault: émergence d'une problématique, *Rencontres méridionales de Préhistoire récente*, Toulouse 1998, Éd. Archives d'Écologie Préhistorique, 2000, p. 1-20.
- CASE H. (2003) – Beaker Presence at Wilsford 7, *Wiltshire Archaeological & Natural History Magazine*, 96, p. 161-194.
- CAULIEZ J. (2001) – *La céramique du Néolithique final du sud-est de la France*. Mémoire à l'université de Provence.
- CHILDE V.G. (1935) – Changing methods and aims in Prehistory. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 1, 1935, p. 1-15.
- COMBIER J. (1976) – Les sépultures de Fontaine-le-Puits. In : *Néolithique et âges des métaux dans les Alpes françaises*. Livret-guide de l'excursion A9, Nice 1976, p. 169-171.
- CONTI A. M., PERSIANI C. et PETITTI P. (1997) – I riti della morte nella necropoli eneolitica della Selvicciola, *Origini*, 21, p. 169-185.
- COSTANTINI G. (1992) – Les productions métalliques du groupe des Treilles et leur répartition dans le midi de la France. In : *Le Chalcolithique en Languedoc. Archéologie en Languedoc, 1990/1991*, 1992, p. 59-66.
- COURTIN J., SAUZADE G. (1975) – Un poignard de type Remedello en Provence. *Bull. Soc. Préhist. Fr.*, 6, 1975, p. 184-190.
- D'ANNA, A. (1995) – Le Néolithique final en Provence, In : *Chronologies néolithiques*. Actes du colloque d'Ambérieux-en-Bugey, 1992, ed. par J.-L. Voruz 1995.
- D'ANNA A. (1998) – Les Statues-menhirs du Midi de la France. État de la question et perspectives de recherche, in : *Actes du 2^e Colloque international sur la statuaire mégalithique 1997*, *Archéologie en Languedoc*, 22, 1998, p. 21-30.
- DORNHEIM S. (2003) – Die voreisenzeitlichen Stelen in Südfrankreich, Norditalien und der Westschweiz. Magisterarbeit Univ. Freiburg i.Br. 2003.
- EIBNER C. (1982) – Kupfererzbergbau in Österreichs Alpen. In : *Südosteuropa zwischen 1600 und 1000 v. Chr.* Ed. B. Hänsel, Berlin, 1982, p. 399-408.
- HANSEN S. (2003) – “Übersausstattungen” in Gräbern und Horten der Frühbronzezeit. In: Vom Endneolithikum zur Frühbronzezeit: Muster sozialen Wandels. Ed. J. Müller. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, 90. p. 151-174.
- JEUNESSE Ch. (1998) – À propos de la signification historique des dépôts dans le Néolithique danubien ancien et moyen. In: *Tradition and Innovation. Festschrift Strahm*. 1998, p. 31-50.
- LICHARDUS J. (1991) – *Die Kupferzeit als historische Epoche*. Bonn.
- LICHARDUS J., LICHARDUS-ITTEN M., BAILLOUD G., et CAUVIN J. (1985) – *La protohistoire de l'Europe*, Paris, 1985.
- MULLER A., JORDA M., GASSEND J.-M. (1991) – Les gravures préhistoriques de la vallée de l'Ubaye. In : *Le Mont Bego. Une montagne sacrée de l'Âge du bronze*. Tende 1991, prétirages, Tome 1, p. 155-161.
- MÜLLER H. (1909) – L'Âge du cuivre dans les Alpes françaises. Sépultures de Fontaine-le-Puits, *Association Française pour l'Avancement des Sciences*, 38^e session, Lille 1909, p. 836-845.
- NARR K.J. (1957) – *Abriss der Vorgeschichte*. München 1957.
- PITTIONI R. (1951) – Prehistoric Copper-mining in Austria: Problems and Facts. 7th Annual Report, Institute of Archaeology of the University of London, p. 16-43.
- PLESLOVÁ-STIKOVÁ E. (1977) – Die Entstehung der Metallurgie auf dem Balkan, im Karpatenbecken und in Mitteleuropa (kulturoökonomische Interpretation), *Památky archeologické*, 68, 1977, p. 56-73.
- ROUSSOT-LARROQUE J. (1998) – Premiers objets de cuivre dans le sud-ouest de la France. In : FRÈRE-SAUTOT M.-C. – *Paléoméallurgie des cuivres*, Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 1997. Montagnac p. 131-150.
- 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, 2002, p. 105-126.
- SANGMEISTER E. (ce volume) – Les débuts de la métallurgie dans le sud-ouest de l'Europe. L'apport de l'étude des analyses métallographiques.
- SAUZADE G. (1979) – Le dolmen des Gavots à Orgon. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 39, 1979, p. 65-80.
- SERVELLE C. et G. (1991) – *Premier métal, ultime pierre dans le sud-ouest de la France*. In : Découverte du métal. Paris, Picard, p. 229-250.
- SIMON K. (1990) – Höhensiedlungen der älteren Bronzezeit im Elbsaalegebiet. *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte*, 73, 1990, p. 287-330.
- STEINIGER D. (ce volume) – L'Enéolithique en Italie.
- STRAHM Ch. (1982) – *Zu den Begriffen Chalkolithikum und Metallikum*. In: Atti del X simposio Internazionale sulla fine del Neolitico e gli inizi dell'Età del Bronzo in Europa. Verona, 1982, p. 13-26.
- STRAHM Ch. (1992) – L'introduction de la métallurgie en Europe Centrale, *Archéologie en Languedoc 1990/91*, 1992, p. 15-25.
- STRAHM Ch. (1994) – Die Anfänge der metallurgie in Mitteleuropa, *helvetia archaeologica*, 25, 1994, p. 2-39.
- STRAHM Ch. (1996) – Le concept Bronze ancien. In : *117^e congr. nat. soc. hist. scient., Clermont-Ferrand, 1992*. 1996, p. 667-674.
- STRAHM Ch. (1998) – Les séquences socio-culturelles de la première métallurgie, in : FRÈRE-SAUTOT M.-C. – *Paléoméallurgie des cuivres*, Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 1997. Montagnac p. 151-153.
- STRAHM Ch., BUCHVALDEK M. (1992) – *Schlussbetrachtung*. In: Die kontinentaleuropäischen Gruppen der Kultur mit Schnurkeramik. Schnurkeramik Symposium 1990. Praehistorica 19, 1992 p. 349-356.

Christian STRAHM

Université de Fribourg-en-Brigau
Institut de Pré et Protohistoire, Belfortstrasse/22
D-79085 FRIBOURG-EN-BRISGAU, Allemagne

William O'BRIEN

La plus ancienne métallurgie du cuivre en Irlande

Résumé

La métallurgie du cuivre a probablement été introduite en Irlande dans la deuxième moitié du troisième millénaire avant J.-C., dans le cadre du réseau de contacts établi par les Campaniformes à travers tout le nord-ouest de l'Europe. Bien que les influences technologiques soient mal identifiées, l'abondance d'objets catalogués prouve que la production du cuivre en Irlande est très bien maîtrisée dès 2400 avant J.-C. Cet article examinera certains aspects de la première production de cuivre en Irlande, du début de l'utilisation du métal à l'utilisation courante du bronze à base d'étain à partir de 2000 avant J.-C.

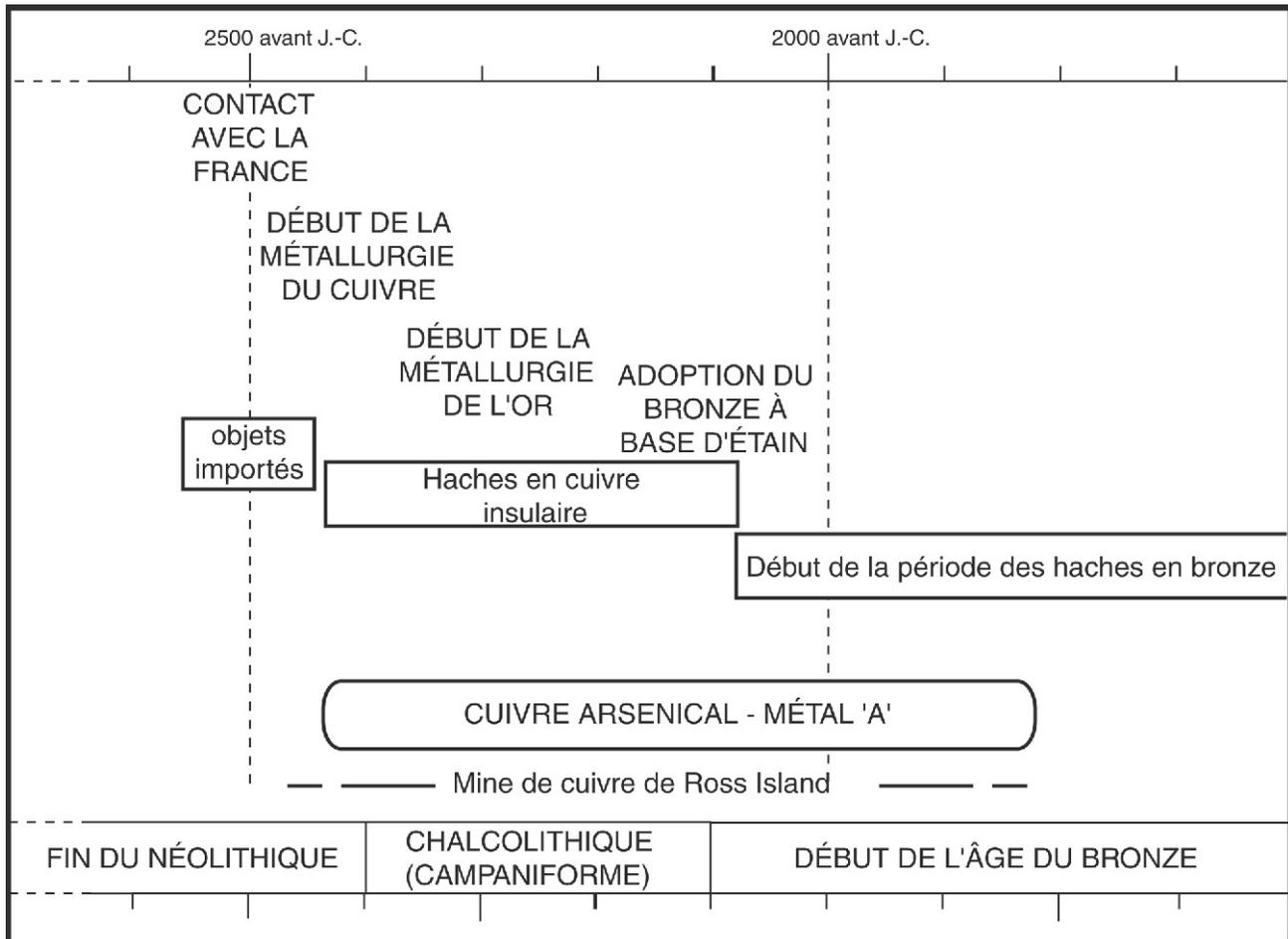
Abstract

In Ireland we see an early use of copper and gold, beginning possibly as early as 2500-2400 BC and ending with a rapid transition to the use of tin-bronze around 2100 BC. This first metal-using period broadly corresponds with currency of Beaker pottery in Ireland. The first copper made in Ireland was a low-arsenic composition produced from sulpharsenide ores sourced in the Beaker copper mine at Ross Island, Co. Kerry. This metal type achieved a wide circulation across Ireland between 2400-2200 BC, with some exchange into Britain through the Beaker network of contacts. The use of arsenicated copper in Beaker/Early Bronze Age Ireland is linked to a particular ore resource and not to any deliberate "alloying" practice. The production of this metal at Ross Island was based on the smelting of primary sulpharsenide ore, principally tennantite, using a primitive, non-slugging process. This primitive technology was first developed in Europe for the smelting of oxidized ores, using blowpipes with hearths or crucibles. It may subsequently have been applied to the treatment of fahlores in different regions as the advantages of arsenic or antimony content in the smelted metal were appreciated. The first copper metallurgy in Ireland is therefore part of a wider Beaker tradition of using fahlore, which appears in many parts of Atlantic Europe, including western France (Ambert 2001), in the mid-third millennium BC.

INTRODUCTION

L'Irlande est l'une des dernières régions d'Europe occidentale à connaître l'usage d'objets en métal mais aussi la pratique de la métallurgie. On peut avancer, avec plus ou moins de certitude, que la datation de la plus ancienne production de métal remonte à la deuxième moitié du troisième millénaire avant J.-C. L'île semble avoir été à l'écart des développements

techniques survenus antérieurement en Europe. Alors que les origines de la métallurgie irlandaise restent contestées (voir Sheridan 1983 sur ce débat), l'adoption rapide de cette nouvelle technique ainsi que la forme et le degré de sophistication des premiers objets en métal suggèrent que la production de métal a d'emblée connu un niveau technique assez avancé. Ceci est généralement attribué à d'importantes influences extérieures, liées habituellement à l'apparition d'objets campaniformes vers 2500 avant J.-C. Cette nouvelle



Tabl. 1 – La plus vieille métallurgie d'Irlande.

technique s'est rapidement diffusée en Irlande et des objets en cuivre apparaissent presque partout, le temps d'une génération environ. Dès 2100 avant J.-C., la pratique courante de la métallurgie de l'étain, et la maîtrise de la fabrication de l'or sont des preuves que, en ces temps-là, le travail du métal était au même niveau technique qu'en Europe.

L'indication la plus ancienne de l'utilisation de métal en Irlande, à savoir la circulation d'objets en cuivre non allié et en or, remonte à la fin du Néolithique, soit entre 2500/2400 et 2200/2100 avant J.-C. (tableau 1). Ce court Âge du cuivre se termine avec l'utilisation courante du bronze à base de cuivre à partir de 2100 avant J.-C., période considérée en Irlande comme préliminaire à l'Âge du bronze (Brindley, 1995). Il existe environ 2400 objets connus en cuivre et en bronze datant du premier millénaire de l'utilisation du métal (entre 2400 et 1500 avant J.-C.), et seulement quelque 700 d'entre eux appartiennent exclusivement à l'Âge du cuivre. Ces objets en métal manquent pour la plupart d'un contexte archéologique solide, d'un réseau d'associations utiles ou de datations indépendantes, ce qui rend difficile la compréhension de la chaîne opératoire de production, de circulation et d'utilisation.

Bien que le cycle de vie de ces objets en métal soit très peu connu, leur forme et leur composition offrent

un aperçu des débuts de la métallurgie en Irlande. Les 500 premières années de l'utilisation du métal (2400-1900 avant J.-C.) sont caractérisées par un éventail réduit de types d'objet en cuivre et en bronze. Plusieurs types de hache plate, de poignard à manche riveté et soie et de hallebarde à manche riveté forment le gros de la production, complétée par des petits objets comme des rivets et des alènes (Harbison, 1967; 1969a; 1969b). L'absence d'autres types d'objet en cuivre et en bronze est surprenante lorsqu'on considère la qualité du travail de l'or de cette époque. Ce dernier métal est représenté dans un premier temps par un petit nombre d'objets en forme de corbeille qui sont plus particulièrement présents dans les tombes campaniformes du sud de la Grande-Bretagne et du continent. Depuis, soit environ 2200 avant J.-C., le travail de l'or est très élaboré en Irlande, avec notamment des disques décorés et de magnifiques lunules (Taylor, 1980; Eogan, 1994).

Si des objets comme la hallebarde ou la lunule soulignent l'important rôle social joué alors par le métal, les avantages pratiques apportés n'en étaient pas moins appréciés. Les chemins de planches des tourbières des plaines du centre de l'Irlande et plus particulièrement celui de Corléa 6, dans le comté de Longford, sont une bonne illustration de cet apport technique, notamment

pour le travail du bois : les fouilles y ont révélé des morceaux de bois ronds avec des empreintes de haches en métal (O'Sullivan, 1996). La datation dendrochronologique de 2259 ± 9 avant J.-C. apporte la preuve irréfutable de l'utilisation de haches en métal (vraisemblablement en cuivre) pour le travail du bois à la fin des périodes campaniforme et néolithique.

LES PREMIERS SIGNES DU DÉVELOPPEMENT DE LA MÉTALLURGIE IRLANDAISE

Comment les connaissances métallurgiques se sont-elles répandues en Irlande à la fin du Néolithique ? La "phase préliminaire" définie par Strahm (1994) pour le début du développement de la métallurgie en Europe

est complètement inexistante en Irlande, où il n'a été trouvée aucune preuve d'extraction par percussion des métaux régionaux ou des minerais métalliques pendant le Néolithique. En l'absence d'innovation et de liens avec le continent, les populations insulaires de cette époque ne semblent pas avoir eu de contacts avec les cultures utilisant le métal avant 2600 avant J.-C. Il existe peu de ressources géologiques en cuivre en Irlande et, de plus, aucun objet en cuivre antérieur à cette date n'a été identifié.

En fait, il n'y a par ailleurs aucune preuve que, au cours du Néolithique, les métaux natifs ou les minerais oxydés aient pu être traités par la chaleur. Pendant la phase initiale, il n'y a pas d'importations en provenance de régions d'Europe où le métal est utilisé. Toutefois, le manque de précision en ce qui concerne

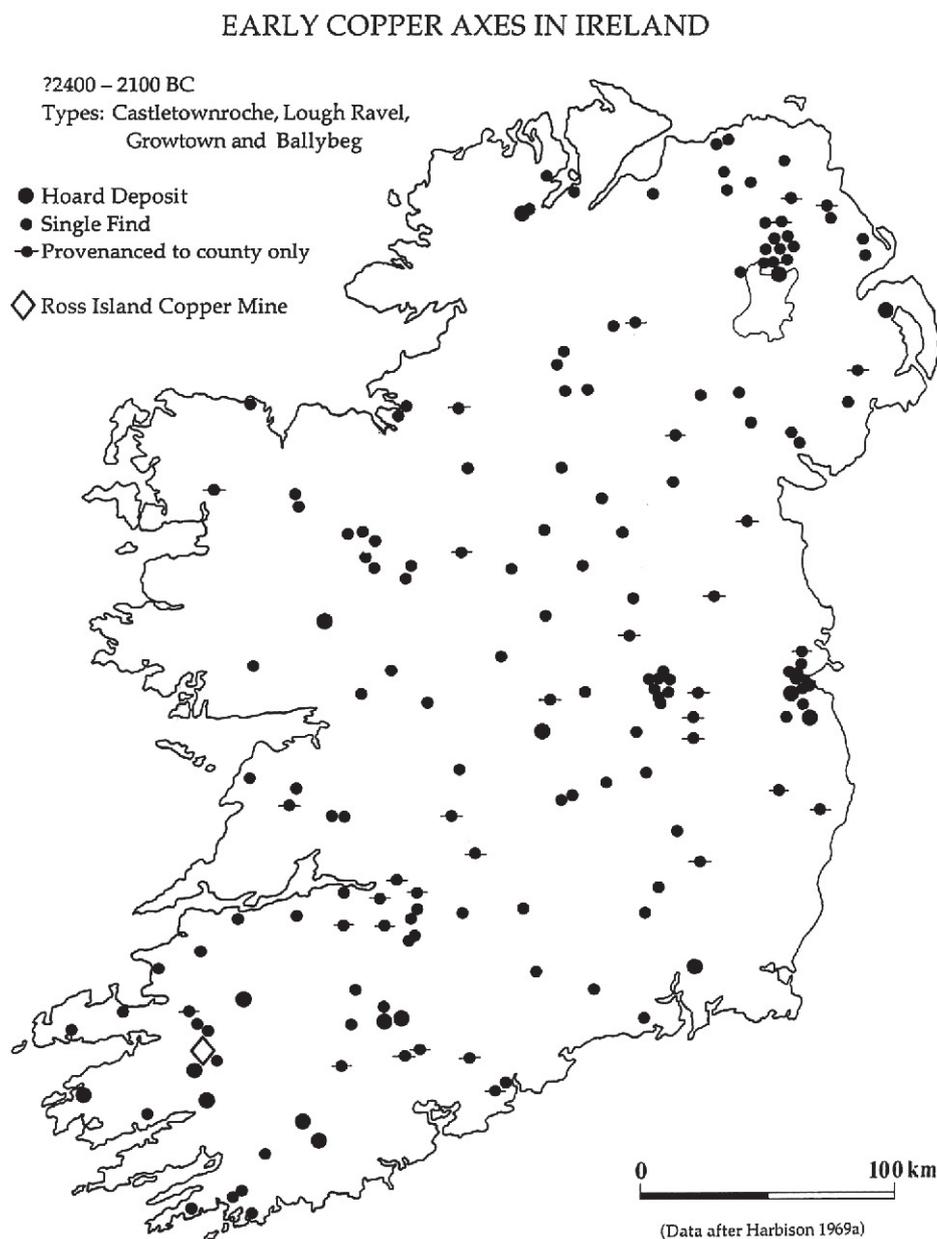


Fig. 1 – Répartition des haches en cuivre produites avec un métal de type Ross Island (comté du Kerry), durant le Campaniforme Irlandais.

les objets importés représente une difficulté majeure pour la compréhension de la transmission de cette nouvelle technique en Irlande.

La plus ancienne métallurgie du cuivre dans cette région peut être liée à la diffusion progressive de l'utilisation du métal à travers l'Europe occidentale au début

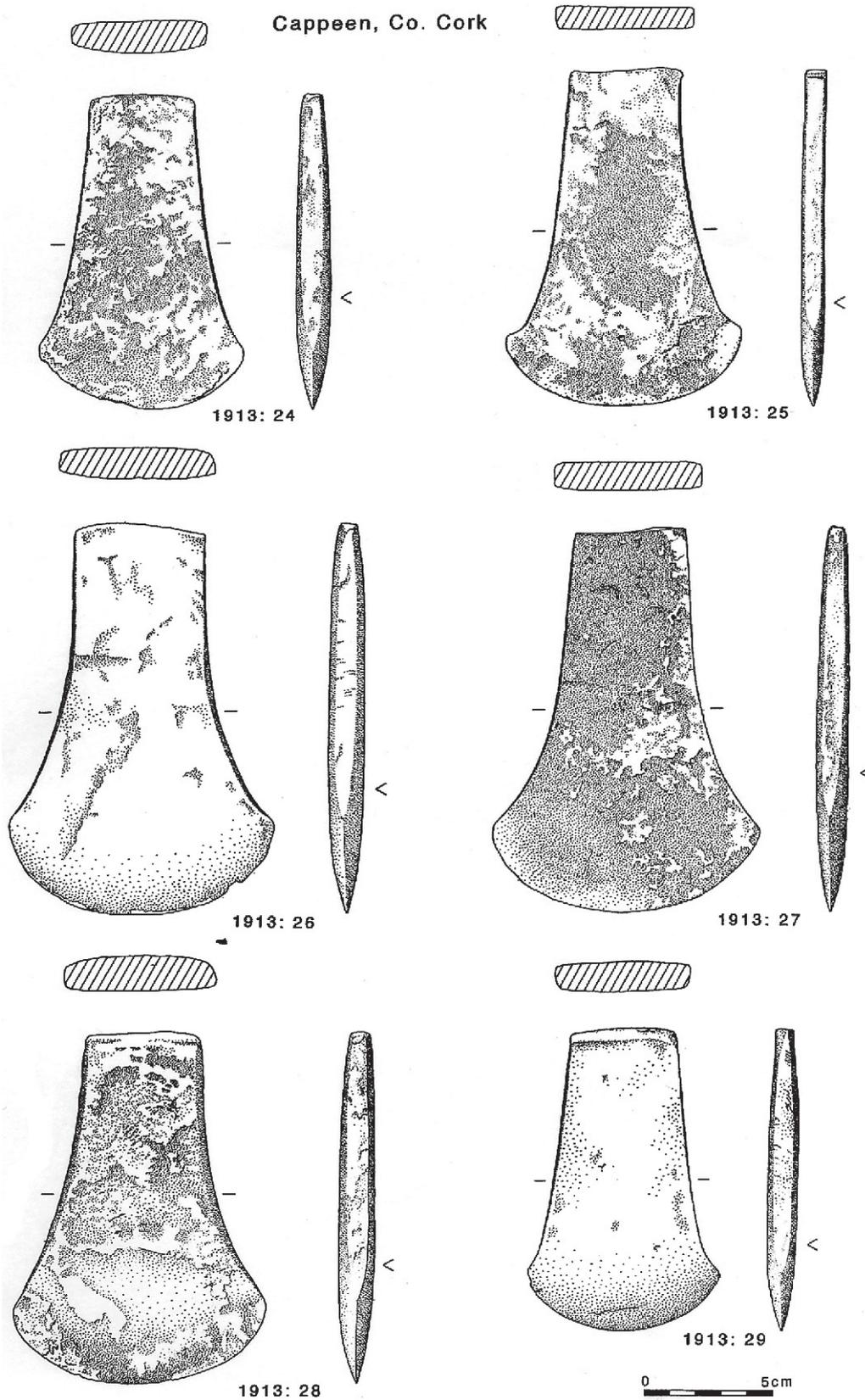


Fig. 2 – Un dépôt de haches en cuivre de Cappeen (comté de Cork) considérées comme caractéristiques de la plus vieille production métallurgique d'Irlande.

de la moitié du troisième millénaire avant J.-C. C'est la "phase de consolidation" de Strahm. L'apparition d'un grand nombre de haches plates en cuivre aux environs de 2400 avant J.-C. (fig. 1) comme la production de poignards en cuivre, de hallebardes, de disques en or et de lunules tout au long des trois siècles qui suivent, marquent le début de la production de métal à une échelle importante (tableau 1).

L'étude de la typologie des objets et des dépôts a permis à Burgess (1979) de définir quatre étapes pour le développement de la première métallurgie du cuivre en Irlande de 2400 avant J.-C. à 2000 avant J.-C. :

- Étape 1 : L'introduction, à partir du continent, de la métallurgie du cuivre est marquée par l'apparition de haches en cuivre trapézoïdales à base épaisse (type Castletownroche), ce qui correspond à la "Phase Archaique" de Case. Bien que les contours de ces haches ressemblent à ceux des haches continentales, la technique utilisée ne peut pas être différenciée de celles employées pour les autres types des premières haches en cuivre irlandaises. Ces haches de type Castletownroche doivent donc être considérées comme des objets de fabrication strictement locale ayant gardé la forme des premières importations. Il ne reste aucune trace de ces dernières qui ont probablement été recyclées très tôt. En l'absence d'associations fiables au sein des dépôts on ne peut dater ni préciser le contexte de cette possible première phase de la métallurgie irlandaise.
- Étape 2 : La métallurgie est adoptée rapidement avec la naissance de la hache en cuivre de Castletownroche, forme insulaire à côtés courbes et à base épaisse (type Lough Ravel, fig. 2). Case (1966) parle à son sujet de "Phase d'impact", la métallurgie irlandaise étant alors fortement influencée par la technique campaniforme enracinée à l'origine en Europe centrale. Cette influence est évidente pour les haches en cuivre à côtés droits et à base mince (type Growtown) et pour les couteaux en cuivre à manche riveté. Les dépôts de Knocknagur (comté de Galway) permettent de relier cette première période de la production de haches en cuivre d'Irlande avec les poignards à manche riveté du Campaniforme international.
- Étape 3 : Une nouvelle forme de hache en cuivre combinant côtés courbes et base mince (type Ballybeg) mais aussi les hallebardes et les couteaux dentelés apparaissent. Les dépôts de Frankford (comté d'Offaly) sont un exemple typique de cette phase. Bien que plus tardives, les haches à base mince n'ont peut-être pas remplacé celles à base épaisse au moment de l'introduction du bronze.
- Étape 4 : L'apparition et l'adoption rapide du bronze freinent le développement des haches en cuivre dans l'intervalle 2200-2000 avant J.-C. La distribution, à travers l'Irlande, du style de hache de Killaha illustre cette tendance (fig. 3).

La plupart des spécialistes se sont accordés sur le fait que la métallurgie s'est développée rapidement, à travers l'Irlande pendant les phases de Frankford et de

Knocknagur (Burgess, étapes 2 et 3). Elle est alors influencée par les techniques continentales liées au travail campaniforme du métal. En ce qui concerne les origines de cette métallurgie, la difficulté réside dans la connexion avec la "Phase archaïque" de Case, caractérisée par la production, en Irlande, de haches en cuivre trapézoïdales de type continental (Burgess, étape 1). Les haches en cuivre trapézoïdales sont en effet très répandues en Europe depuis les époques campaniforme et pré-campaniforme et leur influence sur les premiers développements de la métallurgie irlandaise ouvre aussi la possibilité d'une métallurgie pré-campaniforme en Irlande. Alors que ce style de hache dit de Castletownroche peut trouver des équivalents sur le continent, aucun spécimen produit avec du métal importé n'a été identifié en Irlande. Les haches irlandaises de ce type sont peu nombreuses; elles ne peuvent ni être datées avec précision ni être reliées à aucune tradition du travail des métaux sur le continent.

LE PREMIER MÉTAL IRLANDAIS

Plusieurs programmes scientifiques confirment que le cuivre le plus ancien utilisé en Irlande a une composition chimique particulière (Coghlan et Case, 1957; Coghlan, 1963; Case, 1966; Junghans *et al.*, 1968; Allen *et al.*, 1970). L'analyse de ces haches, de ces couteaux et de ces hallebardes en cuivre révèle des impuretés d'arsenic, d'antimoine et d'argent (As<Sb<Ag), fréquentes et caractéristiques. Ce métal est catalogué en "A" dans la classification des types de métaux de l'Âge du bronze insulaire (Northover, 1980; 1982). Il contient en effet comme seules impuretés quantitativement significatives de l'arsenic, de l'antimoine et de l'argent (tableau 2). La teneur en arsenic est très variable, oscillant entre 1 % et 5 %.

La composition initiale des minerais comme les pratiques métallurgiques (transformant l'arsenic en oxyde ou en vapeur) peuvent expliquer ces variations. Globalement, les teneurs en arsenic diffèrent selon les types d'objet.

Les lames de hallebardes ont la teneur la plus forte ce qui est probablement dû à la combinaison du type de minerai retenu et de l'utilisation de moules fermés pour la coulée. Les grosses haches ont une teneur plus basse due au moindre degré de contrôle et aux pertes consécutives à la fonte et à la coulée en moule ouvert. Les petites haches et les hallebardes à manche riveté ont des teneurs en arsenic, basses mais variables, liées sans doute aux recyclages répétés. Cette perte est peut-être également le résultat d'un phénomène naturel survenant lors des différentes étapes de la production plutôt que l'effet d'une réduction délibérée par oxydation (McKerrell et Tylecote, 1972; O'Brien, 1999a).

En Irlande, l'utilisation du cuivre à la fin du Néolithique et de la période campaniforme est dominée par les métaux de type "A" dont 95 % des objets sont composés. Toutes sortes d'objets sont représentées, en particulier plusieurs types de haches, de hallebardes, avec ou sans rivets, de poignards. Des petits objets comme les alènes n'ont pas été analysés, mais leur

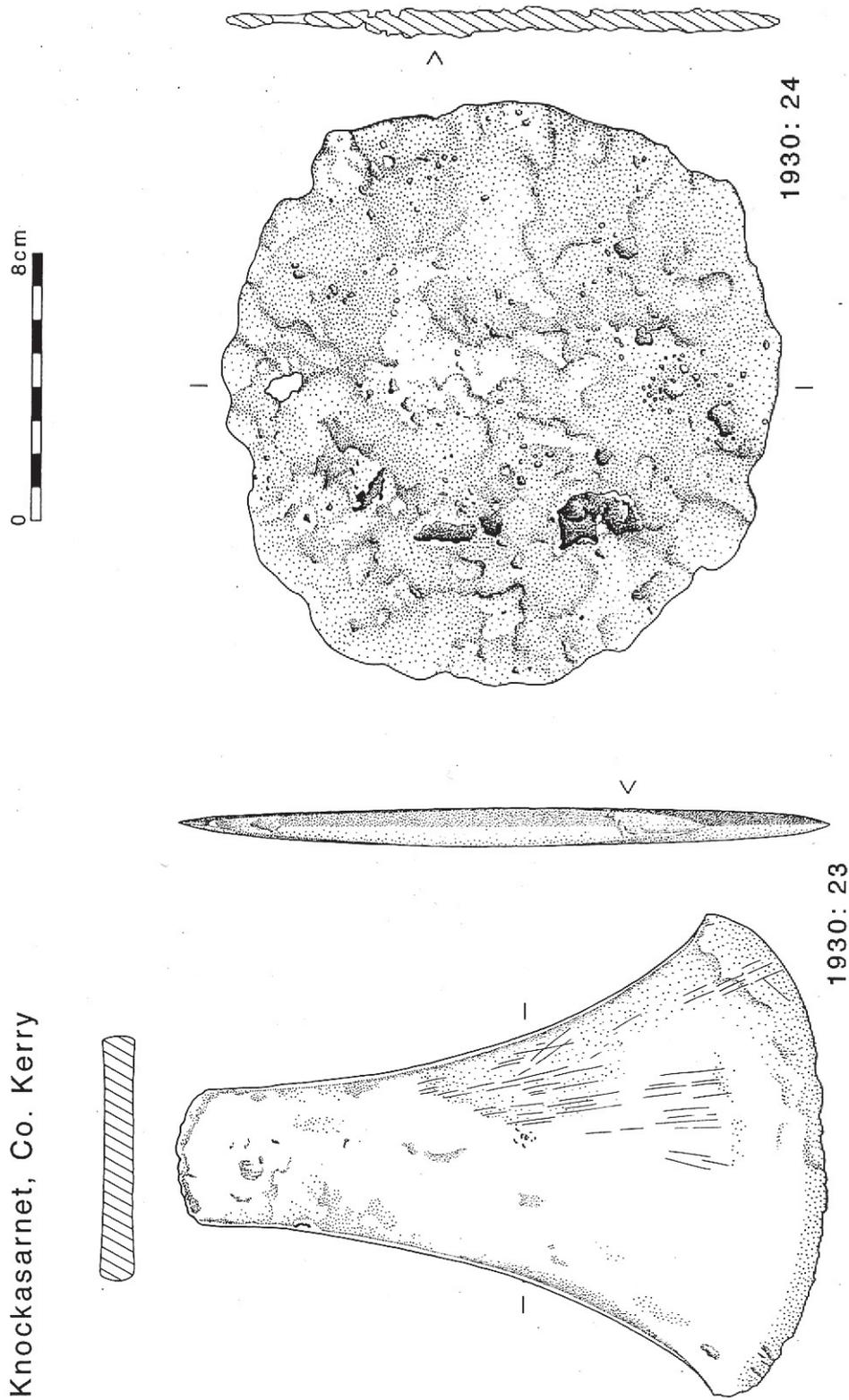


Fig. 3 – Hache en bronze et lingot de cuivre de Knockasarnet (comté de Kerry), proche de la mine de Ross Island, où ce type de cuivre a été produit. La hache en bronze est typique de la plus vieille production de bronze en Irlande (2200-2000 BC).

Provenance	Type	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sb	Sn	Ag	Bi	Pb	Au	S
Ballynagallagh, Co. Limerick	Copper flat axe	0.01	0.01	0.02	97.70	0.01	1.25	0.52	0.00	0.28	0.06	0.11	0.04	0.01
Ballycasheen, Co. Kerry	Copper flat axe	0.06	0.00	0.01	97.13	0.00	2.15	0.40	0.02	0.19	0.00	0.02	0.01	0.01
Clashbredane, Co. Cork	Copper flat axe	0.02	0.01	0.00	95.53	0.00	2.37	1.41	0.01	0.39	0.03	0.17	0.03	0.02
Cappeen, Co. Cork	Copper flat axe	0.03	0.01	0.01	98.80	0.00	0.88	0.14	0.00	0.09	0.02	0.00	0.01	0.01
Clontoo, Co. Kerry	Copper flat axe	0.01	0.00	0.02	98.26	0.01	1.15	0.20	0.00	0.26	0.02	0.02	0.03	0.02
Ballyfinnane, Co. Kerry	Bronze flat axe	0.02	0.01	0.03	86.36	0.00	0.46	0.29	12.69	0.07	0.00	0.03	0.02	0.01
Knockasarnet. Co. Kerry	Bronze flat axe	0.01	0.01	0.01	88.78	0.00	3.71	1.15	5.79	0.28	0.03	0.19	0.01	0.03
Knockasarnet. Co. Kerry	Copper ingot	0.01	0.01	0.01	97.78	0.08	0.69	0.09	0.02	0.21	0.00	0.02	0.03	1.05
Ross Island mine Co. Kerry	Copper droplet	0.05	0.01	0.00	97.04	0.38	2.22	0.01	0.00	0.17	0.03	0.00	0.00	0.09
Ross Island mine Co. Kerry	Copper prill (experiment)	0.00	0.01	0.02	97.99	0.00	0.81	0.76	0.00	0.34	0.00	0.01	0.01	0.05
Ross Island mine Co. Kerry	Copper prill (experiment)	0.01	0.01	0.01	96.98	0.01	1.78	0.62	0.00	0.46	0.02	0.04	0.02	0.04
Ross Island mine Co. Kerry	Copper prill (experiment)	0.00	0.01	0.03	96.75	0.00	2.10	0.55	0.00	0.48	0.03	0.00	0.00	0.05

Tableau 2 – Analyses (electron microprobe) de plusieurs haches en cuivre et en bronze du sud-ouest de l’Irlande, de la goutte de cuivre de la métallurgie de Ross Island et de trois gouttes produites par métallurgie expérimentale à partir de la tennantite de Ross Island (avec l’autorisation de P. Nothover).

composition est certainement la même que celle des rivets et des petites haches. Ce cuivre à basse teneur en arsenic a continué de se propager après l’apparition des premières productions de bronze, vers 2200-2100 avant J.-C.

La circulation des métaux de type “A” n’est pas limitée à l’Irlande car les trois-quarts environ des 140 plus vieux objets en cuivre (haches, poignards, hallebardes, rivets, alènes et ornements personnels) analysés en Grande-Bretagne ont pour impuretés majeures l’arsenic, l’antimoine et l’argent. Quelque 80 % des haches en cuivre analysées en Grande-Bretagne sont composées de métaux de type “A” et sont concentrées à l’ouest de ce pays. Les 20 % restant ont une composition qui ne correspond pas aux métaux de type “A” : Ils sont localisés au centre, à l’est et au sud de la Grande-Bretagne ainsi qu’à l’est de l’Écosse. Case (1966) et Northover (1982 ; 1999) se demandent si les haches en cuivre liées par leur typologie à la première industrie irlandaise constituent l’exemple le plus ancien du travail du cuivre connu à l’ouest de la Grande-Bretagne.

Enfin, l’utilisation la plus ancienne de bronze en Irlande est représentée par l’importante production de haches du style Killaha, production qui aurait pris place aux environs de 2200-2000 avant J.-C. (Harbison, 1969a). Ce nouveau métal a été utilisé de façon courante durant les 15 siècles qui correspondent à l’Âge du bronze irlandais.

La réussite de l’introduction de cet alliage est d’autant plus remarquable lorsque l’on connaît la pénurie des ressources naturelles en étain en Irlande mais aussi la qualité des réserves en cuivre arsenical au moment de l’apparition du bronze. Il semble que

l’adoption du bronze à base d’étain a entraîné une plus grande utilisation du métal dans la société, avec notamment la production de meilleurs outils de travail et armes. En outre, l’étain est un agent d’alliage de qualité supérieure qui, au contraire de l’arsenic, ne nécessite pas de gros travaux après moulage pour obtenir une dureté plus grande.

Alors que le premier Âge du bronze se poursuit en Irlande, la quantité (mais pas la qualité) d’objets produits se développe progressivement grâce à la découverte de nouvelles ressources minières ainsi qu’aux progrès du recyclage et à la diffusion de la connaissance des techniques de la métallurgie. Un grand nombre de haches en bronze illustrent cette tendance, certaines très sophistiquées et décorées remontent aux environs de 2000-1600 avant J.-C. (Harbison, 1969a).

LES RESSOURCES MINIÈRES

Après l’introduction de la métallurgie fut introduite en Irlande, les autochtones ont rapidement été très compétents. La disponibilité des ressources en cuivre a été un facteur important dans l’adoption de cette nouvelle technique. Jusqu’à récemment, nous ne connaissions aucun site de production ou mine datant de cette première phase de la métallurgie irlandaise. La découverte, en 1992, de la mine de cuivre de Ross Island, datant de la période campaniforme, située aux alentours de Killarney au sud-ouest de l’Irlande, a changé la donne. Les premiers objets en cuivre fabriqués en Irlande (O’Brien, 1995) peuvent directement être rattachés à cette mine. La datation au carbone 14

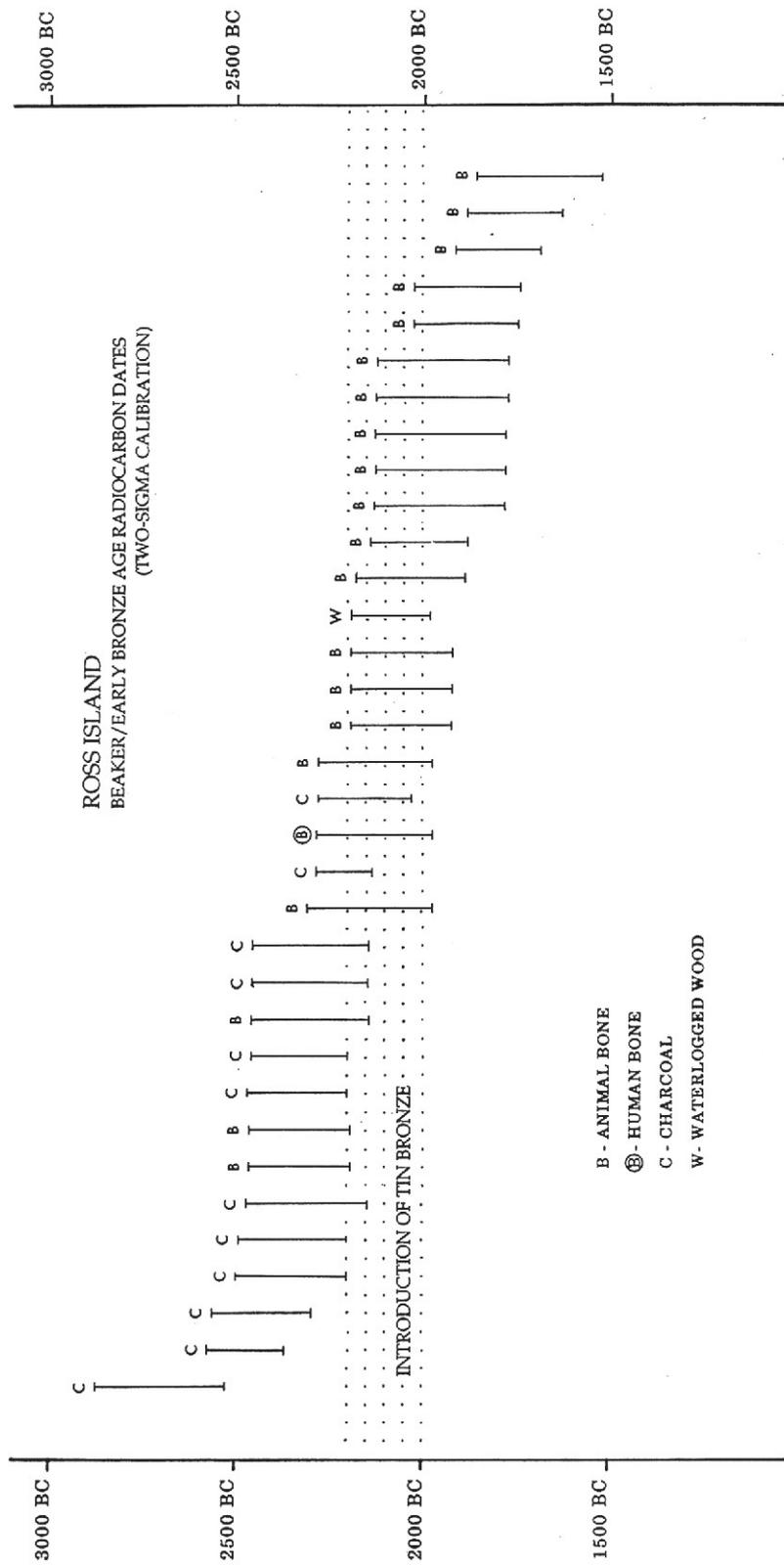


Fig. 4 – Chronologie radiocarbone de la mine de cuivre de Ross Island (comté de Kerry) à la charnière Campaniforme-Bronze Ancien.

corrobore l'existence d'une première phase d'exploitation minière du cuivre dans ce site vers 2400 avant J.-C. et d'une seconde qui se poursuit probablement jusqu'en 1900 avant J.-C. Les analyses confirment que les minerais riches en sulfure et en arsenic de Ross Island fournissaient une bonne partie du cuivre à faible teneur en arsenic caractéristique de la production de métal de cette période (Northover, O'Brien et Stos, 2001). Le fait que la période de circulation du métal de type "A" corresponde étroitement à la datation au carbone 14 de la mine de Ross Island (fig. 4) est significatif.

De plus, la découverte de céramiques campaniformes très anciennes permet d'établir un lien culturel avec ces populations que l'on associe généralement à l'introduction de la métallurgie en Irlande.

Bien que nous n'ayons pas découvert de haches en cuivre à base épaisse (style de Lough Ravel), il est cependant certain que la mine de Ross Island fournissait le métal pour leur fabrication. Les repères chronologiques ainsi que les connaissances métallurgiques de l'époque le prouvent. Toutefois, il est moins évident que ce site ait contribué à l'avènement de la production de cuivre (étape de Castletownroche) si l'on considère le manque de datations fiables concernant le contexte culturel de l'apparition des premières haches trapézoïdales. Il est aussi important de souligner que l'on ne peut pas différencier le métal utilisé pour celui de nombreuses haches archaïques en cuivre

et celui des haches insulaires de style Lough Ravel. Le cuivre à faible teneur en arsenic utilisé pour ce type de haches n'est pas propre à la production irlandaise. Il était aussi en circulation à travers tous les réseaux campaniformes du continent (Ambert, 2001). Néanmoins, nous pouvons très probablement faire correspondre la mine de Ross Island au tout début de la métallurgie irlandaise car elle était probablement la plus importante source de métal "A" même s'il est possible que des importations de métaux provenant du continent aient eu lieu antérieurement au 24^e siècle avant J.-C.

Aux environs de 2000 avant J.-C. (O'Brien, 1999a), d'importantes modifications affectent les ressources en cuivre d'Irlande et de Grande-Bretagne, à savoir le déclin de l'approvisionnement en métal "A" à partir de 1900 avant J.-C. ainsi que l'apparition de métaux de composition différente, pratiquement au même moment (Northover, 1980; 1982). Ces changements reflètent la fin des ressources des métaux "A". Ils motivent de nouvelles exploitations minières dans d'autres sites géologiques d'Irlande et de Grande-Bretagne. Citons notamment, les mines du Mont Gabriel au sud-ouest de l'Irlande (O'Brien, 1994) et les très grandes exploitations de Great-Orme, des montagnes de Pary, de Cwm Ystwyth et d'Alderly Edge en Grande-Bretagne (voir O'Brien, 1996 pour détails).

Ore Types	Sample	Cu	Zn	Fe	Ag	Cd	Co	Ni	Sb	As	S	Total
Tennantites	21	43.61	4.01	3.41	0.07	na	na	na	0.43	19.01	28.38	98.92
	398	43.14	4.25	5.05	0.22	na	na	na	2.93	18.23	28.03	101.85
	1010	43.38	3.52	4.39	0.15	0.07	nd	0.01	0.01	21.17	27.84	100.54
	3643	42.98	3.89	4.85	0.10	0.09	0.06	nd	0.47	21.62	27.81	101.88
	3763	42.43	4.19	4.59	0.04	0.10	nd	nd	1.04	20.28	28.21	100.82
	3763	42.00	4.58	3.47	0.18	0.07	0.01	0.01	5.18	17.68	27.14	100.31
	399	43.03	3.42	3.54	0.04	0.15	na	na	0.04	21.25	28.08	99.65
	Ross 2	43.28	3.93	3.37	0.40	na	na	na	2.08	18.69	28.34	100.09
	Ross 5	44.03	2.99	4.04	0.09	na	na	na	0.17	19.35	28.16	98.83
	B-1	40.02	4.70	4.20	0.93	0.07	nd	nd	0.45	20.51	27.98	98.90
Blue Hole	Blue Hole	40.11	4.04	4.36	1.24	0.07	nd	nd	0.33	20.55	28.09	98.80
	Blue Hole	40.30	5.10	2.95	0.92	0.05	0.01	nd	2.14	19.38	27.66	98.50
Chalcopyrites	3763	34.31	na	29.67	nd	nd	nd	0.01	nd	0.10	34.11	98.20
	3643	34.29	na	29.13	0.01	0.04	0.03	0.00	0.08	0.09	34.30	97.97
	Ross 21	34.00	na	30.90	nd	na	nd	0.03	na	0.05	34.66	99.64
	398	33.97	na	30.40	nd	na	nd	0.02	na	nd	34.81	99.20
	399	34.20	na	29.95	0.30	0.04	na	na	nd	0.04	34.48	99.01
Bornites	21	61.63	na	11.20	0.24	na	nd	0.02	na	0.06	27.57	100.72
	1010	51.09	na	14.33	1.50	0.05	nd	nd	nd	0.01	31.88	98.86
	3643	59.43	na	10.06	0.61	0.02	0.05	nd	0.01	0.04	30.07	100.29
	399	54.42	na	14.19	0.43	0.06	na	na	nd	nd	31.82	100.92
	4991	64.03	na	6.94	0.29	na	na	na	0.04	0.46	27.83	99.59

Tableau 3 – Analyses des minerais de cuivre de la mine de Ross Island, Co. Kerry, réalisée avec CAMECA SX100 electron microprobe (par R.A.D. Patrick, Department of Earth Sciences, University of Manchester). * National University of Ireland, Galway.

LA PRODUCTION DE MÉTAL

Les éléments apportés par Ross Island confirment que la technique minière à l'époque campaniforme est marquée en Irlande par l'utilisation du feu, de marteaux en pierre, d'os et aussi probablement d'outils en bois. Le concentré de minerai de cuivre était réalisé, avant la fonte, par concassage et par tri manuel du minerai. Des marteaux en pierre et des enclumes étaient utilisés à cet effet. Le broyage et probablement l'utilisation de l'eau pour la séparation du minerai et des morts terrains étaient alors mis en œuvre.

Différentes formes minérales de sulfure de cuivre étaient traitées à Ross Island au début de la métallurgie irlandaise. Il existe des preuves irréfutables de l'utilisation de minerais riches en sulfure et en arsenic (surtout de la tennantite), des sulfures de cuivre comme la bornite, mais aussi la chalcopirite (tableau 3). La capacité à réduire et à concentrer ces minerais sulfurés est une indication tangible de la compétence métallurgique considérable déjà acquise au tout début de la production de métal en Irlande. Les antécédents de ce savoir sont à rechercher en Europe car un tel niveau technique dans la production minière n'existe pas en Grande-Bretagne antérieurement à 2400 avant J.-C. (Northover, 1999).

La première utilisation de cuivre arsenical extrait des fahlerz revient en effet à des métallurgistes établis en Europe occidentale quatre mille ans avant J.-C. (Strahm, 1994; Ambert, 2001). La teneur en arsenic de ce métal ne correspond pas à un ajout délibéré mais plutôt à l'utilisation de minerais de cuivre naturellement riches en arsenic comme, par exemple, la tennantite de Ross Island. Bien que les métallurgistes préhistoriques n'aient pas pris en compte les propriétés de l'arsenic, l'utilisation préférentielle de ce cuivre arsenical pendant plus de 500 ans en Irlande indique probablement qu'il était reconnu comme facile à produire et à façonner. En effet, si la teneur en arsenic sert à diminuer la température de fonte et à réduire la viscosité, elle a aussi pour effet d'être un désoxydant performant lors du moulage (O'Brien, 1999a).

La seule preuve indiscutable de fonte du cuivre à cette période provient de la mine de Ross Island. La fouille d'un atelier a mis au jour des témoignages de la transformation de minerais de cuivre dans des fosses peu profondes (*pl. coul. VIII, n° 1*). Des échantillons confirment que les mineurs traitaient des fahlerzs riches en tennantite ainsi que de la chalcopirite et bornite associés présentant des taux variables en arsénopyrite et tennantite. Ces différentes associations de minerais étaient probablement fondues pour donner du métal arsenical.

Les fosses de Ross Island sont d'une importance particulière car elles apportent les arguments les plus anciens de traitement métallurgique en Irlande. Elles se divisent en deux grands types : les grandes fosses de forme ovale et celles de dimensions plus petites entourées de pierres. Elles ont été découvertes dans une zone d'activité métallurgique bien définie à l'intérieur de l'atelier de la mine chalcolithique.

Six grandes fosses de forme ovale à profil arrondi ont été identifiées. Creusées dans le sol, elles mesurent entre 0,8 et 1,2 m de diamètre et 0,4 à 0,8 m de profondeur (*pl. coul. VIII, n° 1*). Dans certains cas, elles étaient entourées de pieux, mais en général ne possédaient pas de superstructure apparente. Les bords supérieurs portaient la trace de feux intenses; par contre les parois et les fonds n'étaient pas rougis par le feu. Les fouilles ont révélé des dépôts de remblais limoneux, de charbon de bois et de cendres bien que les fosses aient été vidées des produits de la fusion. Des traces éparses de cendres et de sable de quartz ont aussi été trouvées à leur proximité immédiate, ainsi que des dépôts de minerai de cuivre finement broyé.

Deux petits fourneaux ont également été découverts au même endroit, caractérisés par de plus petites dépressions creusées dans le sous-sol, entourées de pierres. La première de ces dépressions est de forme ovale et mesure entre 0,3 et 0,4 m de diamètre et 0,24 m de profondeur. Elle est bordée d'un côté par un aménagement de trois pierres probablement utilisé comme support pour des soufflets ou des tuyaux de soufflerie. La cuvette contenait une grande quantité de chalcopirite-tennantite que les métallurgistes n'étaient apparemment pas parvenu à fondre. Le second fourneau de petite taille présente des pierres disposées en U dans un puits peu profond (*pl. coul. VIII, n° 2*). La forme et la taille de ces deux fosses sont quasi similaires à celles des petits fourneaux actionnés par des soufflets ou par des tuyaux de soufflerie. L'hypothèse d'une telle utilisation est d'ailleurs corroborée par la présence de traces – à l'intérieur et autour de ces deux puits – résultant d'une exposition à une chaleur intense.

La découverte d'une gouttelette de métal à proximité immédiate d'un des grands fourneaux de forme ovale apporte une preuve définitive de la production de métal sur ce site. Cette gouttelette a récemment été analysée par Peter Northover, docteur à l'université d'Oxford, qui a aussi examiné un petit lingot de cuivre provenant de ce site. Un plus gros lingot de cuivre a également été trouvé à Knockasarnet, à environ six kilomètres au nord de cette mine. Northover a confirmé que la gouttelette de Ross Island était constituée de cuivre brut fondu mêlé à du sulfure de cuivre ou de la matte. Avec un taux d'arsenic de 7,35 %, cette gouttelette pourrait bien représenter le début de la production de cuivre en ces lieux. Il est possible que l'accumulation de ces gouttelettes puis leur fusion en petits lingots aient entraîné une perte d'arsenic par oxydation. Les lingots de Ross Island et de Knockasarnet présentent respectivement des taux d'arsenic de 1 % et 0,67 %.

Sans scories, tuyères, ni cheminées réfractaires, il est très difficile de reconstituer les premiers procédés métallurgiques de Ross Island. L'absence de scories ne permet pas de savoir si le sable mentionné plus haut avait pu être utilisé comme agent purifiant. Il est par ailleurs possible que les scories aient été transportées à un autre endroit du site pour permettre en présence d'eau d'en extraire gouttelettes de cuivre. Néanmoins cette hypothèse se heurte à leur absence totale, car alors quelques fragments de scories auraient dû subsister à l'intérieur ou autour de ces cuvettes. L'explication

la plus crédible est que la fusion du minerai de cuivre dans ces fosses ne produisait pas de scories et ne nécessitait pas de tuyères. En effet, les scories et les tuyères sont des indicateurs d'un procédé de fusion qui n'existait peut-être pas encore en Irlande.

On peut néanmoins proposer une autre hypothèse pour rendre compte de la fusion du cuivre à Ross Island à l'époque campaniforme. Il pourrait s'agir d'un procédé de fusion à basse température qui impliquerait alors forcément des conditions de réduction très médiocres dans ces petits fourneaux.

Les grandes fosses de forme ovale ont peut-être été utilisées pour une cuisson lente d'un minerai à haute teneur en tennantite sur un lit de charbon de bois. Une fois le minerai cuit, il était isolé par lavage dans l'eau avant d'être fondu avec des gouttelettes de métal dans des petits fourneaux parementés avec des pierres. Des soufflets ont alors pu être utilisés. Ce procédé ne produisait pas de scories et les résidus étaient des fragments de minerais brûlés et de gangue partiellement fondue.

Les impuretés les plus importantes de la tennantite de Ross Island sont le sulfure (de 27 à 29 %) et l'arsenic (de 17 à 22 %) ainsi que le fer et le zinc (de 2 à 5 %). Les autres éléments sont présents en quantité infime (tableau 3). Les taux de sulfures, de zinc et d'arsenic de ce minerai étaient progressivement réduits durant la cuisson et la fonte du minerai mais aussi, par la suite, durant la coulée dans le moule de l'objet. La perte par oxydation a entraîné à une faible teneur en arsenic (de 1 à 5 %), concentration habituellement rencontrée dans les premières productions de cuivre irlandais (groupe "A").

Si l'on prend en considération la teneur en fer de ce minerai (5 %), la fusion à Ross Island de minerais à forte teneur en tennantite devait en effet permettre une fusion sans scories, si l'on avait pris soin au préalable d'éliminer la gangue siliceuse entourant le minerai. Des expériences préliminaires confirment que la fusion de la tennantite, sous ces conditions, pouvait produire des gouttelettes de cuivre sans scorification importante. D'autres expériences en cours, visent une meilleure connaissance de ce procédé.

Nous devons également prendre en considération l'extraction des sulfures de cuivre ferreux (chalcopyrite et bornite) à Ross Island au début de l'Âge du bronze et de la période campaniforme. Nous pouvons rapprocher ces sulfures de l'arséno-pyrite, minerai qui contient de la tennantite et peut donc, en théorie, donner du cuivre à faible teneur en arsenic. On peut alors se demander si ces sulfures de cuivre ferreux, dont la teneur en fer approche les 30 %, peuvent être fondus à basse température selon un procédé ne produisant pas de scories. Certaines études suggèrent que ceci est réalisable sous des conditions de réduction raisonnables (Zwicker *et al.*, 1985 ; Rostoker *et al.*, 1989).

De nombreuses questions concernant la fonte du sulfure de cuivre ferreux à Ross Island sont encore sans réponse. Néanmoins, quel que soit le procédé employé, il semble qu'il n'ait pas produit de scories. Les méthodes de l'époque devaient être très différentes des techniques utilisées plus tardivement à Ross Island,

entre le 7^e et le 8^e siècle après J.-C., pour fondre la chalcopyrite. Les fouilles ont mis au jour pour cette période des plaques de dépôts de scories, des tuyères et des fragments de murs de fourneaux qui démontrent l'existence d'une technique utilisant des fourneaux à haute température (Rehren, à paraître). Le contraste entre les deux procédés métallurgiques est tout à fait frappant.

Les éléments fournis par Ross Island étayaient fortement la théorie selon laquelle la plus ancienne pratique de la fonte du cuivre en différentes régions d'Europe se faisait à basse température, suivant un procédé d'oxydation effectué dans des « fours » ou des creusets (Craddock, 1995 ; 1999). Craddock explique l'absence de scories dans la première métallurgie ou au sein des habitats contemporains par l'utilisation d'un procédé de fonte primitif dont ne subsisteraient que très peu de traces tangibles. Selon cet auteur, les procédés de fonte les plus anciens ne pouvaient générer la chaleur et la capacité de réduction suffisantes pour produire des scories.

Cela semble bien être le cas à Ross Island où la fusion de minerais riches en sulfure et en arsenic dans des fosses et dans des "fours" aux parois de pierre a laissé des gouttelettes de métal sans qu'on ait trouvé ni scories, ni tuyères ou fourneaux.

Craddock s'appuie sur le caractère systématique de la basse teneur en fer des objets de l'Âge du bronze en Europe pour légitimer l'hypothèse d'un procédé rudimentaire de réduction. La basse teneur en fer des métaux de type "A" campaniformes comme l'utilisation d'une tennantite pauvre en fer à Ross Island peuvent être aussi des éléments d'explication.

Alors que de nombreuses questions restent à élucider, les preuves recueillies à Ross Island militent en faveur du modèle proposé par Craddock pour les débuts de la métallurgie dans différentes régions d'Europe. La composition des premiers objets en cuivre et en bronze en Irlande (métaux du groupe "A") confirme l'utilisation de cuivre riche en arsenic. C'est ce métal que nous trouvons à Ross Island où la datation au carbone 14 confirme que la durée de l'exploitation minière correspond sensiblement à la période 2400-1900 avant J.-C., celle qui connaît une grande richesse en métaux de type "A". L'absence de minerai de cuivre arsenical secondaire à Ross Island atteste que des dépôts de minerais riches en tennantite ont dû être utilisés pour produire des métaux de type "A". Les résultats des fouilles semblent confirmer que l'opération était réalisée à partir de tennantite à basse teneur en fer et selon un procédé primitif, non scorifiant.

LA TECHNIQUE DE FABRICATION

Les sites chalcolithiques prouvant l'existence du travail du métal et les découvertes d'objets en métal de la période de la céramique campaniforme sont rares en Irlande. Ceci est sans doute à mettre au compte du manque de fouilles archéologiques correspondant à cette période et aussi de l'absence d'associations d'objets significatives dans les sites funéraires, contrairement

à la présence de celles, célèbres, dans les tombes campaniformes de Grande-Bretagne. Ne disposant pas de vestiges d'ateliers, nous devons alors nous tourner vers les objets pour comprendre les techniques de fabrication utilisées à cette époque.

La production la plus ancienne d'objets en cuivre et en bronze en Irlande est surtout caractérisée par l'utilisation de moules en pierre peu creusés où étaient façonnés des gros objets plats comme des haches, des hallebardes et des lames de poignards. C'est par forgeage à froid ou à chaud que des objets plus petits, comme des alènes, étaient obtenus. Il n'existe pas d'exemple d'objet en forme de tige ou de ruban, et les petites perles cylindriques en bronze trouvées dans un site funéraire du début de l'Âge du bronze à Tara, dans le comté de Meath (Harbison, 1967 p. 99), ont sans doute été importées.

Nous n'avons aucun vestige de moules, de creusets, ni de "fours" dans les sites de la période campaniforme et du début de l'Âge du bronze irlandais.

Les seuls moules ouverts en pierre connus ont été trouvés hors contexte (Coghlan et Raftery, 1961). En Grande-Bretagne, les plus anciens moules sont liés à la production de haches et de poignards en bronze à base d'étain et aucun exemple ne remonte avant 2200 avant J.-C. Nous n'avons pas connaissance de l'existence de moules en pierres utilisés pour les premières haches en cuivre en Irlande ni en Grande-Bretagne. C'est pourquoi l'hypothèse de moules en sable a-t-elle été avancée (Britton, 1963 p. 261). Néanmoins, si aucun moule de poignard ou de hallebarde en cuivre n'a été trouvé, les cannelures ou les motifs en relief que portent ces objets pourraient faire penser à l'existence de moules bivalves en Irlande dès 2200 avant J.-C.

Des études métallographiques ont mis au jour des détails prouvant que les objets de bronze étaient travaillés après "moulage" à cette époque (Coghlan, 1963; Allen *et al.*, 1970; Northover, *com. pers.*). La plupart des haches en bronze et en cuivre étaient forgées dans des moules plats puis travaillées à froid mais aussi à chaud, de façon répétée. Il en allait de même pour obtenir la forme finale des poignards et des hallebardes : Ils étaient forgés et leurs fils étaient ensuite aiguisés et durcis par martèlement. Nous n'avons pas trouvé de preuves de l'existence d'ateliers mais des objets en pierre découverts à côté de haches en bronze dans les habitations campaniformes de Newgrange avaient peut-être été utilisés pour le travail du métal (O'Kelly et Shell, 1979).

LA CIRCULATION DES ALLIAGES ET DES MÉTAUX

Comme nous l'avons déjà mentionné, le bref Âge du cuivre en Irlande s'est terminé vers 2100-2000 avant J.-C. avec l'adoption et la généralisation rapide de l'étain. Alors que les premiers bronzes d'Irlande contiennent une faible teneur en étain – en accord avec la rareté des ressources régionales – des métaux avec des teneurs en étain de 8 à 12 % sont fréquents à partir de 2000 avant J.-C. (Craddock, 1979, fig. 7; Northover, 1980). La quasi-totalité de l'étain utilisé à cette époque

provient du sud-ouest de la Grande-Bretagne, l'Irlande n'en possédant qu'une infime quantité. La découverte, sur le continent, d'objets en cuivre, en bronze et en or confectionnés en Irlande est une preuve supplémentaire de l'existence de vastes réseaux d'échange de métaux au début de l'Âge du bronze (Megaw et Hardy, 1983; Butler, 1963; Needham, 1979; Northover, 1982).

En l'absence de découverte de cassitérite ou de métal d'étain, il est difficile de comprendre les méthodes utilisées à cette époque pour la production du bronze. De plus, aucun creuset correspondant à la période Âge du cuivre/début de l'Âge du bronze n'a été trouvé. Ceci met de nouveau en lumière l'insuffisance de sites fouillés en Irlande.

Aux nombreux échanges de produits finis s'est également très tôt ajoutée la circulation de lingots. Des fragments de métal brut, appelés "gâteaux de cuivre", ont été découverts avec les premières haches en cuivre connues en Irlande, à Monastery, dans le comté de Wicklow, et à Carrickshedoge, dans le comté de Wexford (Harbison, 1969a p. 13, 19). D'autres lingots ont été découverts à proximité des plus vieilles haches en bronze, notamment à Knockasarnet à proximité de Ross Island et à Toormore, dans le comté de Cork (O'Brien, Northover et Cameron, 1989/90). En outre, un ensemble d'environ 60 objets du début de l'Âge du bronze, pratiquement tous en cuivre, peut être rapporté à des "haches-lingots" (Harbison, 1969a p. 22-24). Ce sont peut-être des moulages grossiers, voire de simples formes, pratiques pour l'échange de métaux.

La présence de haches cassées en cuivre dans le dépôt de Monastery, comté de Wicklow, mais aussi en bronze dans le dépôt à l'est de Killaha, comté de Kerry (Harbison, 1968) sont deux exemples des débuts du recyclage du métal.

CONCLUSIONS

Les débuts de la métallurgie en Irlande coïncident avec l'arrivée d'objets en cuivre et en bronze vers 2400 avant J.-C. Ces objets sont contemporains de l'expansion du réseau campaniforme à travers tout le nord-ouest de l'Europe. Les hypothèses suggérant l'existence d'une métallurgie pré-campaniforme pendant le stade de Castletownroche restent infondées. La première phase de la production du cuivre est représentée par les dépôts de Knocknagur et de Frankford. Elle dure trois siècles et est caractérisée par une production importante de métal uniforme qui était utilisé pour la fabrication de haches, de poignards et de hallebardes. L'emploi de moules, en pierre, ouverts ou bivalves, est possible. La mine de cuivre chalcolithique de Ross Island, dans le comté de Kerry, semble être directement liée à la première métallurgie irlandaise. L'exploitation minière et la fusion de minerai régional riche en sulfure et en arsenic ont fourni beaucoup de cuivre à faible taux en arsenic, principal trait caractéristique du métal de cette période.

L'introduction de l'étain, entre 2200 et 2100 avant J.-C. et la production de bronze caractérisent, avec l'étape du dépôt de Killaha, les débuts de l'Âge du

bronze irlandais. L'éventail de produits en métal était encore réduit, se limitant à des haches, des lames et à d'autres objets plus petits. Cependant, la production a régulièrement augmenté et s'est diversifiée pendant cette période. Le développement de la métallurgie a été lent mais constant. Pour atteindre un niveau industriel au milieu de l'Âge du bronze (vers 1600-1300 avant J.-C.), époque qui a fourni environ 2500 objets en bronze (Ramsey, 1995). Le métal était alors utilisé pour fabriquer des armes et des outils ainsi que des ornements et des objets de prestige. La longue tradition de production de haches plates, de poignards et de hallebardes céda la place, entre environ 1500 et 1350 avant J.-C., à une production de haches à rebords, de dagues et de rapières ainsi que de pointes de flèches à rivets. Ces nouveaux objets, comme la capacité à mouler des formes creuses et l'utilisation généralisée de moules en pierre bivalves (Coghlan et Raftery, 1961 ; Eogan, 1993), témoignent des avancées techniques effectuées. La rapière de Lissane (comté de Derry), moulage parfait d'une longue et fine lame de 80 cm, est la meilleure illustration des progrès accomplis à cette époque dans le travail du bronze.

UNE CONNEXION AVEC LA FRANCE ?

Les contacts avec les réseaux campaniformes de Grande-Bretagne étaient suffisamment importants pour permettre la transmission de nouveaux objets de métal en Irlande, objets qui provenaient à l'origine d'Europe centrale (Case, 1966). De notables différences entre les traditions campaniformes irlandaise et anglaise soulèvent la possibilité de l'existence d'influences techniques venant directement de la façade atlantique européenne. Une étude récente sur la métallurgie chalcolithique en France (Ambert, 2001) souligne que la composition caractéristique en arsenic des poignards, des pointes de Palmela, des épées et des alènes est probablement liée à la fonte de tennantite. Ces outils correspondent aux débuts de l'utilisation du métal le long de la façade atlantique française et ont peut-être circulé dans le cadre d'une diffusion plus généralisée de la métallurgie à cette époque, de l'Ibérie à l'Irlande. Nous pouvons envisager que la première production de cuivre à partir des fahlerz de Ross Island appart-

nait à une tradition métallurgique chalcolithique plus large, répandue sur toute la façade atlantique européenne pendant la seconde moitié du III^e millénaire avant J.-C.

Le cuivre arsenical, parfois produit à partir des alliages de métaux mais plus souvent obtenue par une sélection avisée de minerais de cuivre riches en arsenic, était très largement utilisé en Europe pendant les IV^e et III^e millénaires avant J.-C. Cette utilisation de cuivre arsenical à grande échelle est généralement expliquée par le fait que cette composition permet de faire de meilleurs moulages et offre aussi d'autres avantages techniques. Elle représente une amélioration notable par rapport à l'utilisation du cuivre pur. La production de ce métal est aussi la preuve qu'à cette époque les techniques de fonte étaient suffisamment élaborées pour transformer ces fahlerz riches en cuivre et à faible teneur en fer. Les découvertes faites à Ross Island montrent qu'il est possible que les métallurgistes aient utilisé un procédé à basse température, ne donnant pas de scories, pour produire du cuivre arsenical. Cette technologie primitive s'est tout d'abord développée en Europe pour la fonte de minerais par oxydation en utilisant une combinaison de "fours" activés par des soufflets, puis de creusets. Elle a ensuite été employée pour le traitement des fahlerz dans différentes régions, en toute connaissance des avantages de la présence d'arsenic et d'antimoine dans le métal fondu. Ce système primitif avait cependant des désavantages : une efficacité limitée et un faible rendement de métal. Ces inconvénients sont apparus de plus en plus évidents à mesure de l'augmentation de la demande en cuivre pendant l'Âge du bronze, d'autant que le cuivre gris des fahlerz avait tendance à s'épuiser. La chalcopryrite utilisée en remplacement qui peut être fondue sous des conditions de réduction raisonnables (Rostoker *et al.*, 1989), nécessitait des procédés à haute température, avec alimentation en air par des soufflets, produisant de nombreuses scories dans des fourneaux à bonde latérale. Cette technique est apparue en Europe à partir du II^e millénaire avant J.-C et l'utilisation de la chalcopryrite s'est rapidement généralisée. ■

Remerciements : à Emmanuelle Vinçon O'Callaghan, pour la traduction et P. Ambert, J. Vaquer et P. Giraud, pour leurs relectures du texte.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEN I.M., BRITTON D. & COGHLAN H. (1970) – *Metallurgical reports on British and Irish Bronze Age Implements and Weapons in the Pitt-Rivers Museum*. Oxford: Occasional Papers on Technology 10.
- AMBERT P. (2001) – La place de la métallurgie campaniforme dans la première métallurgie française. In Harrison R. *et al.* (eds.) *Bell Beakers Today*, Proceedings of the Riva del Garda conference, May 1998, Trento, p. 577–588.
- BRINDLEY A. (1995) – Radiocarbon, chronology and the Bronze Age. In Waddell J. and Shee Twohig E. (eds.), *Ireland in the Bronze Age*, 4-3. Dublin: Stationary Office.
- BURGESS C. (1979) – The background of early metalworking in Ireland and Britain. In Ryan M. (ed.) *The Origins of Metallurgy in Atlantic Europe*. Proceedings of the Fifth Atlantic Colloquium. Dublin, p. 207-247.
- BUTLER J.-J. (1963) – Bronze Age connections across the North Sea. *Palaehistoria*, 9, p. 1-286.
- CASE H.-J. (1966) – Were Beaker-people the first metallurgists in Ireland? *Palaehistoria*, 12, p. 141–77.
- COGHLAN H.-H. (1963) – A note on Irish copper ores and metals, in *Ores and Metals*, p. 1-33. A Report of the Ancient Mining and Metallurgy Committee, Royal Anthropological Institute.
- COGHLAN H.-H. & CASE H.-J. (1957) – Early metallurgy of copper in Britain and Ireland. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 23, p. 91-123.

- COGHLAN H.-H. & RAFTERY J. (1961) – Irish prehistoric casting moulds. *Sibrium*, 6, p. 223-244.
- CRADDOCK P.-T. (1979) – Deliberate alloying in the Atlantic Bronze Age, in M. Ryan (ed.), *The Origins of Metallurgy in Atlantic Europe*, p. 36985. Dublin: Proceedings of the Fifth Atlantic Colloquium.
- CRADDOCK P.-T. (1995) – *Early Mining and Metal Production*, Edinburgh.
- CRADDOCK P.-T. (1999) – Paradigms of metallurgical innovation in prehistoric Europe. In Hauptmann *et al.* (eds.), *The Beginnings of Metallurgy*, Der Anschnitt, Beihaft, 9, p. 175-192.
- EOGAN G. (1993) – Aspects of metal production and manufacturing systems during the Irish Bronze Age. *Acta Praehistorica et Archaeologica*, Band ,25, p. 87-110. Berlin.
- EOGAN G. (1994) – *The Accomplished Art. Gold and Gold-working in Britain and Ireland during the Bronze Age*. Oxbow Monograph 42, Oxford.
- HARBISON P. (1967) – Some minor metal products of the Early Bronze Age in Ireland. *Journal of the Cork Historical and Archaeological Society*, 721, p. 93-100.
- HARBISON P. (1968) – Catalogue of Irish Early Bronze Age associated finds containing copper or bronze. *Proceedings of the Royal Irish Academy*, 67C, p. 35-91.
- HARBISON P. (1969a) – *The Axes of the Early Bronze Age in Ireland*. Prahistorische Bronzefunde 9.1. Munich.
- HARBISON P. (1969b) – *The Daggers and Halberds of the Early Bronze Age in Ireland*. Prahistorische Bronzefunde 6.1. Munich.
- JUNGHANS S., SANGMEISTER E. & SCHRODER M. (1968) – *Kupfer und bronze in der fruhen Metallzeit Europas*. Berlin: Studien zu den Anfängen der Metallurgie 2.1-3.
- MEGAW B.-S. & HARDY E.-M. (1938) – British decorated axes and their distribution. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 4, p. 272-307.
- MCKERRELL H. & TYLECOTE R.-F. (1972) – The working of copper-arsenic alloys in the Early Bronze Age and the effect on the determination of provenance. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 38, p. 209-218.
- NEEDHAM S. (1979) – The extent of foreign influence on Early Bronze Age axe development in southern Britain. In Ryan M. (ed.), *The Origins of Metallurgy in Atlantic Europe*. Proceedings of the Fifth Atlantic Colloquium. Dublin, p. 265-293.
- NORTHOVER J.-P. (1980) – Bronze in the British Bronze Age. In Oddy W.A. (ed.), *Aspects of Early Metallurgy*. London: British Museum Occasional Paper, 17, p. 63-70.
- NORTHOVER J.-P. (1982) – The exploration and long distance movement of bronze in Bronze Age and Early Iron Age Europe. *Bulletin of the Institute of Archaeology*, 19, p. 45-72.
- NORTHOVER P. (1999) – The earliest metalwork in southern Britain. In Hauptmann A. (ed.), *The Beginnings of Metallurgy*, Proceedings of the International Symposium, April, 1995, p. 211-226. Bochum.
- NORTHOVER J.-P., O'BRIEN W. & STOS S. (2001) – Lead isotopes and metal circulation in Beaker/Early Bronze Age Ireland. *The Journal of Irish Archaeology*, 10, p. 25-48.
- O'BRIEN W. (1994) – *Mount Gabriel: Bronze Age Mining in Ireland*. Galway.
- O'BRIEN W. (1995) – Ross Island and the origins of Irish-British metallurgy. In Waddell J. and Shee Twohig, E (eds.), *Ireland in the Bronze Age*, p. 38-48. Dublin.
- O'BRIEN W. (1996) – *Bronze Age Copper Mining in Britain and Ireland*. Shire Publications, Princes Risborough.
- O'BRIEN W. (1999a) – Arsenical copper in early Irish metallurgy. In Budd P., Ixer R. and Young S., (eds.), *Metals in Antiquity*, Proceedings of the 1997 Harvard conference, p. 33-42. British Archaeological Reports (international series), 792. Oxford.
- O'BRIEN W. (1999b) – Resource availability and metal supply in the insular Bronze Age. In Hauptmann *et al.* (eds.), *The Beginnings of Metallurgy*, Der Anschnitt, Beihaft, 9, p. 227-235. Bochum.
- O'BRIEN W. (2001) – New light on Beaker metallurgy in Ireland. In Harrison R. *et al.* (eds.), *Bell Beakers Today*, Proceedings of the Riva del Garda conference, May 1998, Trento, p. 144-160.
- O'BRIEN W., NORTHOVER J.-P. & CAMERON E. (1989/90) – An Early Bronze Age metal hoard from a wedge tomb at Toormore, Co. Cork. *The Journal of Irish Archaeology*, 5, p. 9-17.
- O'KELLY M.-J. & SHELL C. (1979) – Stone objects and a bronze axe from Newgrange, Co. Meath. In Ryan M. (ed.), *The Origins of Metallurgy in Atlantic Europe*. Proceedings of the Fifth Atlantic Colloquium, p. 127-44. Dublin.
- O'SULLIVAN A. (1996) – Neolithic, Bronze Age and Iron Age wood-working techniques, in Raftery B. (ed.), *Trackway Excavations in the Moundillon Bogs, Co. Longford, 1985-1991*. Irish Archaeological Wetland Unit, transactions, 3, p. 91-342. Dublin.
- RAMSEY G. (1995) – Middle Bronze Age metalwork: are artefact studies dead and buried? In Waddell J. and Shee Twohig E. (eds.), *Ireland in the Bronze Age*, p. 49-62. Dublin.
- ROSTOKER W., PIGOTT V.-C. & DVORAK J.-R. (1989) – Direct reduction to copper metal by oxide-sulfide mineral interaction. *Archaeomaterials*, 3(1), p. 69-87.
- SHERIDAN A. (1983) – A reconsideration of the origins of Irish metallurgy. *The Journal of Irish Archaeology*, 1, p. 11-19.
- STRAHM C. (1994) – Die Anfänge der Metallurgie in Mitteleuropa. *Helvetica Archaeologica*, 25, p. 1-39.
- TAYLOR J. (1980) – *Bronze Age Goldwork of the British Isles*. Cambridge.
- ZWICKER U., GREINER H., HOFMANN K. & REITHINGER M. (1985) – Smelting, refining and alloying of copper and copper alloys in crucible furnaces during prehistoric up to Roman times. In Craddock P.T. and Hughes M.J. (eds), *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*, British Museum Occasional Paper 48. London, p 103-116.

William O'BRIEN

Department of Archaeology
National University of Ireland, GALWAY

II.

La première métallurgie en France

*1. Le district minier-métallurgique
de Cabrières-Péret (Hérault) : données nouvelles*

Jacques CASTAING,
Benoît MILLE,
Antoine ZINK,
David BOURGARIT
et Paul AMBERT

L'abattage préhistorique au feu dans le district minier de Cabrières (Hérault) : évidences par thermoluminescence (TL)

Résumé

L'utilisation préhistorique de l'abattage au feu dans les mines de Cabrières a été récemment suggérée par les alvéoles sphériques de taille métrique si nombreuses à Pioch-Farrus IV. La thermoluminescence (TL) permet de révéler les vestiges de la chauffe enregistrée sur les parois de cette mine. En effet, en l'absence de chauffage, les minéraux donnent un signal TL intense correspondant à l'âge géologique des matériaux. Ce signal est considérablement diminué pour un minéral ayant été porté à une température supérieure à 300°C. Divers tests ont été menés afin de valider cette méthode et attester l'emploi de l'abattage au feu dans les mines de Cabrières.

Abstract

Prehistoric firesetting in the mining district of Cabrières (Hérault, France): evidence by Thermoluminescence (TL) – It has been suggested that firesetting was used in the Cabrières mines, during prehistoric times, to make the meter size spherical cavities found in large number in Pioch-Farrus IV. Yet, complementary techniques in addition to those used until now, such as thermoluminescence (TL), allow us to confirm the use of fire and to record the heating extension on the walls of this mine. TL is a well known dating technique. Here, a simplified TL measurement is used to detect eventual heating of minerals collected in various places of the mine pit. Indeed, in the absence of heating, one obtains strong signals corresponding to the geologic age of the materials. The signal intensities are substantially decreased for materials annealed at temperatures above 300°C; they cannot be recovered by exposure to natural radioactivity during 4000 years. The forty specimens collected from Pioch Farrus IV had sizes between 1 cm and 20 cm. Powders were obtained by shock grinding and sieving to provide the 10 mg necessary for each TL measurements. About 150 TL specimens have been used. According to X ray diffraction, the most abundant minerals are dolomite, calcite and quartz. Various tests have been performed in order to validate the technique. A calibrated, source is used to regenerate the TL after the natural TL has been measured. By comparison of the two TL signals, the equivalent dose (ED) giving the natural signal is determined. Unheated specimens collected in Pioch Farrus IV give ED larger than 500 Gy. Specimens expected to have been heated give a large distribution of values from less than 5 Gy to more than 500 Gy; the lower values in the distribution correspond to materials that have been heated in the past. More than a dozen specimens are in this case, thus confirming the use of firesetting in the Cabrières mines.

INTRODUCTION

Le district minier de Cabrières a été étudié en détail depuis plus de vingt ans (Ambert, 1995 ; Ambert *et al.*, 2002). Les minerais de cuivre y sont distribués au sein de filons de quartz centimétriques inclus dans des roches dolomitiques particulièrement résistantes. Cela rend difficile leur exploitation à l'aide uniquement de maillets de pierre posant la question des techniques employées il y a environ 4000 ans. Les indices relevés sur le site de Pioch Farris IV ont conduit à proposer la pratique de l'abattage par le feu complété par la percussion avec des maillets en pierre (Ambert, 2002). Bien que nécessitant de grande quantité de bois, la fragilisation des roches par la chaleur a perduré à travers les siècles jusqu'à des époques récentes (Dubois, 1996 ; Weisgerber et Willies, 2001). Des expérimentations ont permis d'évaluer le niveau des températures atteintes, la forme des alvéoles formées et l'efficacité du procédé (Téreygeol, 2000 ; Dubois, 1996).

À la suite de l'abattage par le feu, des roches chauffées il y a environ 4000 ans doivent exister sur le site au pied des parois et sur les parois si le travail au maillet n'a pas été trop poussé. La thermoluminescence (TL) permet de dater la dernière chauffe subie par des minéraux (Aitken, 1985). Sur le site de Pioch Farris IV, des âges (2235 ± 100 BC et 2380 ± 100 BC) ont été obtenus en datant, par le carbone-14, des charbons de bois piégés dans des déblais miniers (Ambert, 2002), ce qui réduit l'importance d'entreprendre des datations par TL. Cependant, la TL est une technique unique pour déterminer si des roches prélevées dans les parois ont été chauffées. C'est pourquoi, nous nous sommes limités à identifier l'existence d'une chauffe récente (quelques milliers d'années) par rapport à l'âge des minéraux (plusieurs millions d'années) à l'aide d'une procédure expérimentale simple appliquée à un nombre d'échantillons importants.

PROCESSUS EXPÉRIMENTAL

Prélèvements : Environ quarante échantillons ont été prélevés sur le site Pioch Farris IV (fig. 1) sur les parois de la carrière romaine (en partie basse) et au niveau du balcon suspendu qui la domine à l'est (en partie haute). Dans certains cas, on a extrait des parois des carottes d'environ 10 à 15 mm de diamètre et au maximum 20 mm de long ; ces carottes sont dans des boîtes listées dans le tableau 1. Dans d'autres cas, on a fracturé la roche pour extraire des blocs (tableau 2). Les échantillons proviennent principalement de zones présumées chauffées, c'est-à-dire d'alvéoles et de cavités ovoïdes. Quelques échantillons ont été prélevés dans les seuils au pied d'alvéoles (tableaux I et 2). Seuls six échantillons (boîtes 1, 2, 15, 16 et blocs AGP-NC et EPA-NC) correspondent à des zones loin de toute possibilité de chauffage.

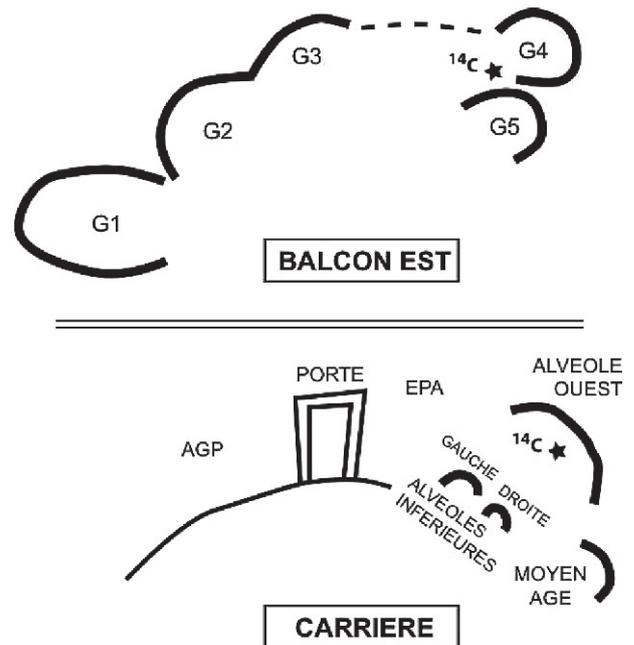


Fig. 1 – Mine Pioch Farris IV de Cabrières. Représentation schématique des zones de prélèvements pour les mesures de TL, “balcon est” et “carrière”.

Préparation des échantillons pour la TL

Pour une datation TL, on détermine l'émission de lumière au cours d'une chauffe jusque vers 500°C (Aitken, 1985). La mesure se fait sur 2 à 10 mg de poudre de grains sélectionnés en taille et en composition minéralogique. Un tel objectif est hors d'atteinte dans le cas présent à cause de la forte hétérogénéité des roches naturelles et du travail nécessaire à une telle préparation. La procédure suivante a été appliquée à tous les échantillons :

- prélèvement de quelques cailloux en écartant, si possible les couches blanches souvent présentes à la surface des parois (formation récente de calcaire par ruissellement des eaux) ;
- fracturation par chocs dans un concasseur à piston ; la haute vitesse réduit la possibilité de déformation plastique et l'introduction de défauts électroniques additionnels (triboluminescence) pouvant fausser les mesures ;
- tamisage des produits fracturés avec trois dimensions de passage : 500 μm , 250 μm et 125 μm . Trois types de poudres ont été obtenues. Ils ont été baptisés “g” pour ce qui est recueilli entre 250 et 500 μm , “m” entre 125 et 250 μm et “p” pour ce qui est passé à travers le tamis de 125 μm .

Ces diverses opérations sont menées en lumière rouge afin d'éviter de vider les pièges électroniques sous l'influence de la lumière du jour. Une cinquantaine de broyages ont été effectués ce qui représente 150 échantillons pour les mesures de TL.

Boîte	Localisation	Description	Chauffe selon TL	Remarques
1	AGP proche entaille romaine	Débris cm ou mm; carottage	Non	DRX : D, C, Q (malachite)
2	Idem	Carotte brune	Non	DRX : C, D, Q
3	Alvéole ouest, creusé, voir C, D, E, PF IV W	3 cm; en profondeur	Oui	
4	Moyen âge, à droite alvéole	Carotte brisée; beige gris	?	
5	Idem	Idem; quartzite?	Non	DRX : Q
6	Idem	Carotte tronquée gris	Non	
7	Alvéole ouest, carottes à gauche	couche blanche, rose dessous ; 3 disques ;	Oui	DRX : D, C, Q (aragonite)
8	Idem; entre les 2 trous ci-dessus	≈10 fragments blanc ou brun	Oui	
9	Idem, à droite	Carotte; fragments; poussière	?	
10	G1 à gauche	Blocs de petite taille	Oui	
11	G2 cavité vidée d'eau	Débris avec grains brillants	Non	
12	Idem	Carotte blanche; cristaux visibles	Non	
13	G3	Carotte et débris bruns	Non	DRX : C, Q
14	Idem	Carotte brune	Non	DRX : C, Q, D
15	Au dessus G3 ; non chauffé	Blocs divers bruns	Non	DRX : D, Q, C
16	à droite de G4/G5 ; non chauffé	Blocs bruns avec points brillants	Non	
17	alvéole inférieure droite	Carotte grise	Non	
18	Idem	Carotte grise avec veine blanche	Non	
19	Alvéole inférieure gauche	Carotte grise	Non	
21	Idem	idem	Non	

Tabl. 1 – Liste des fragments de roche de petite dimension (inférieures à 3 cm) obtenus par carottage dans la plupart des cas. Le tableau donne leur localisation (fig. 1), une brève description, l'existence d'une chauffe révélée par la TL et quelques remarques portant sur la composition minéralogique, déterminées par diffraction de rayons X (DRX) et par pétrographie (PETRO). On trouve essentiellement de la dolomite (D), de la calcite (C) et du quartz (Q). En DRX, les minéraux sont donnés dans l'ordre d'abondance décroissante, ceux entre parenthèses étant à la limite de détection de la méthode.

BLOC	Localisation	description	Chauffe selon TL	Remarques
A	Alveole ouest, écaïlle à gauche	Fissuré, en 3 morceaux; 5 cm	Oui	Voir boîte 3
B	Idem	Bloc 4 cm	Oui	DRX : Q, D, C
C	plancher alvéole ouest, déblai	Bloc 14 cm	?	PETRO : argile, calcite, quartz. DRX : C, Q, D (goethite) ;
D	Idem	Bloc 6 cm	Non	DRX: C, Q
E	Idem	Bloc 8 cm	Oui	
G1g ; G1 à gauche,	Haut; cavité vidée d'eau, en souterrain ; cf boîte 10	des kg; brun; jaune	?	PETRO ; calcite, argile, quartz. DRX : D, C, Q
G1f ; G1 au fond	Idem	Bloc 8 cm	Oui	DRX : D, C, Q
G1d ; G1 à droite	Idem	Bloc 6 cm	Oui	
G1s ; G1 au seuil	Idem	Bloc 10 cm	Non	
G4/G5 d déblai inf.	Seuil entre 2 cavités; déblai inférieur	Bloc 6 cm	?	
G4/G5 s Seuil	Idem; roche extraite du seuil	Fragments, débris, poudre	Non	
AGP-NC	A gauche de la porte, non chauffé, extraction au burin	5 fragments brun de plusieurs cm	Non	PETRO : argile, quartz, calcite. DRX : D, C, Q (goethite)
EPA-NC	Entre porte et alvéole	Idem	Non	PETRO : argile, calcite, quartz. DRX : D, C, Q
EPA-C	Idem	fragments rubéfiés	oui	DRX: C, D, Q
PF IV W sup P. 27	Alvéole ouest (datation ¹⁴ C) ; voir C, D et E	Fragments centimètres	?	PETRO : calcite ; quartz, argile
PF IV E sup	G4/G5 seuil	idem	Oui	

Tabl. 2 – Même légende que dans le tableau 1 pour les fragments de roches de grandes dimensions

Nature des échantillons

Afin de minimiser les problèmes, il serait préférable d'utiliser les signaux du quartz qui a un comportement assez bien connu en TL et qui est un minéral stable dans les conditions de Cabrières. Nous avons procédé à quelques analyses pour connaître les minéraux sur lesquels les mesures ont été menées. Deux techniques ont été utilisées :

1. Coupes pétrographiques (Leclaire, 2001) ;
2. Diffraction des rayons X (DRX) ; outre l'objectif de préciser la nature minéralogique des échantillons,

on a cherché à détecter l'influence de la préparation et de chauffes sur la composition des échantillons.

Les résultats sont rassemblés dans les tableaux 1 et 2.

Les observations pétrographiques et la DRX montrent que les échantillons sont principalement constitués par de la calcite, de la dolomite et du quartz en proportions variables, avec de l'argile, et d'autres minéraux ne dépassant pas une fraction 1-6 % du total (invisibles en DRX). Après broyage et tamisage, on peut imaginer que l'argile se trouve principalement dans la fraction la plus fine ; elle n'a pas été détectée

par DRX. Les pics DRX de calcite sont décalés ce qui signe la présence de magnésium en solution (calcaire magnésien). On observe dans quelques cas une variation de composition minéralogique (intensités des pics DRX) avec la taille des grains (“p”, “m” & “g”); en fait, cette variation des intensités relatives des pics risque de représenter plutôt les variations de volume diffractant les rayons X selon la taille des grains.

Un travail récent de diffraction des neutrons (de Aza *et al.*, 2002) renseigne sur les conditions de décomposition des carbonates au cours d’une chauffe analogue à celle de la TL (vitesse de chauffe lente, 2°C/min, à comparer à 5°C/sec en TL). La dolomite CaMg (CO₃)₂ de provenance espagnole montre les premiers signes de décomposition à 500°C, la vitesse maximum étant atteinte à 750°C. La calcite CaCO₃ qui apparaît à 550°C se décompose en CaO à partir de 950°C. On peut donc conclure que les conditions de chauffage en TL ne permettent de décomposer ni la dolomite, ni la calcite, excluant ces réactions chimiques comme

sources des bruits de fond anormaux rencontrés dans quelques cas.

Toutefois, les DRX semblent conduire à une corrélation entre des bruits de fond TL anormaux et les hautes teneurs en dolomite. Dans un cas, on a trouvé en DRX de l’aragonite qui est instable à température ambiante; ce minéral se transforme facilement en calcite et pourrait être responsable du pic de bruit de fond TL observé à 180°C (tableau 1, boîte 7). Ce type de signal en TL a cependant été observé aussi pour G 1 au fond (tableau 2) sans qu’on ait trouvé de l’aragonite en DRX dans ce cas. Les anomalies à basse température en TL sont dues à des transformations de minéraux en concentrations indétectables en DRX.

La teneur en radio éléments a été évaluée par comptage de particules (Aitken, 1985) sur trois échantillons (boîte 8, G 1 à droite et EPA-C). Les résultats donnent des taux de comptage similaires pour les deux premiers (0,72 ± 0,03 et 0,6 ± 0,01 coups par milliers de secondes, respectivement) correspondant à une

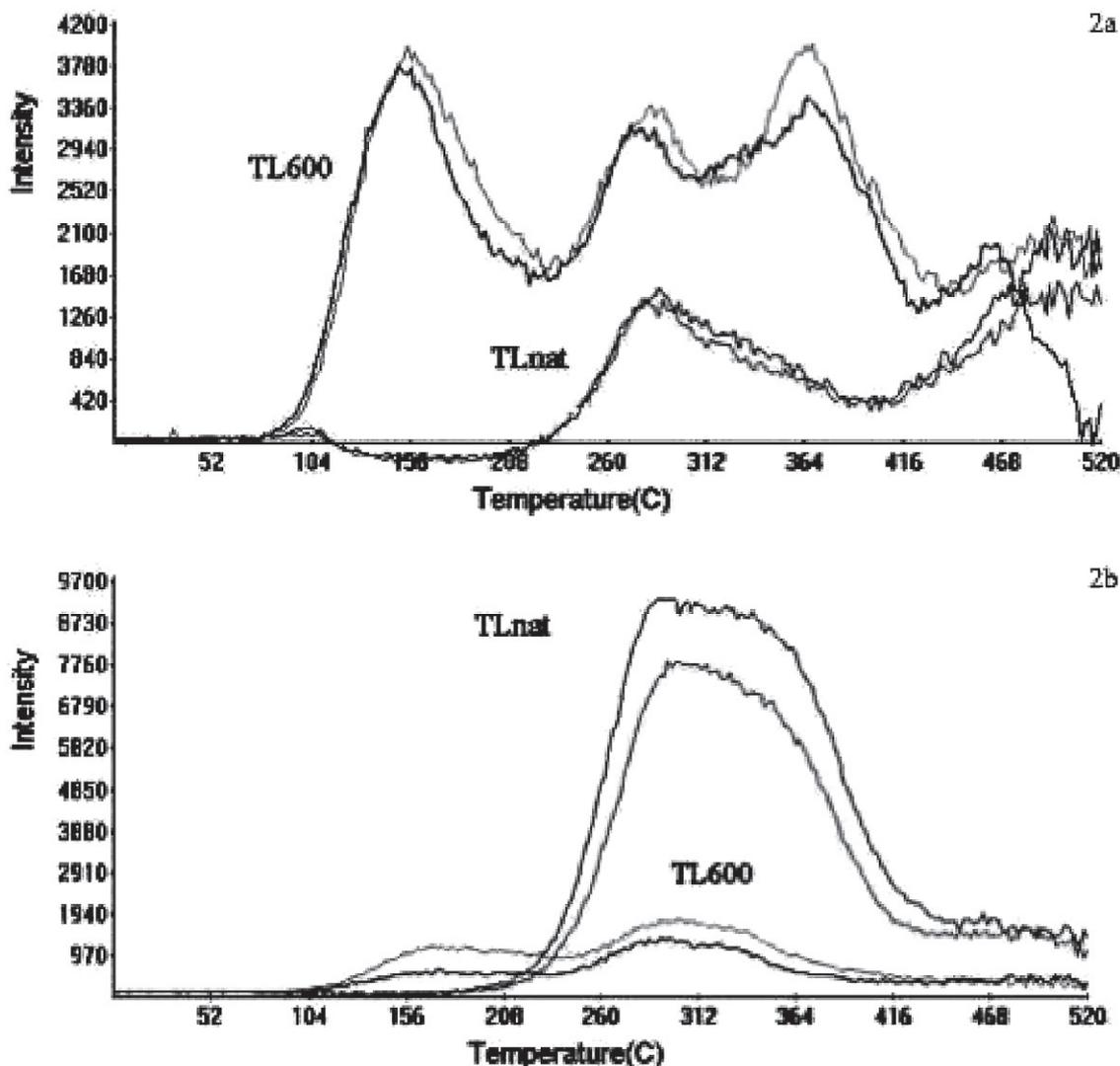


Fig. 2 – Courbes de TL pour quatre échantillons de granulométrie “m”. Dans chaque cas, on compare TLnat et TL600. Autour de 160°C, TL600 présente un pic qui disparaît après 27 jours de pause, les autres pics restant inchangés. a) TL600 est plus grande que TLnat, révélant une chauffe il y a 4000 ans (boîte 7). La TL négative entre 100 et 200°C correspond à un bruit de fond anormal; b) TLnat est plus grande que TL600 indiquant que cette roche n’a pas été chauffée (AGP-NC).

	Cup nb	Run 1	Run 2	Run 3
Set 3	1 à 48	* TL 520°C, 5°C/s, N ₂ , bckgrd sub	*TL sans bckgrd sub	β 600 sec
Set 4	2	Pause 43200 sec		
Set 5	1 à 48	* TL 520 (mesure de TL600)		

Tabl. 3 – Protocole de mesure de TL. Chaque coupelle, de 1 à 48 (cup), est mesurée à son tour. La première TL du set 3 donne la TLnat avec le bruit de fond (bckgrd) soustrait. La deuxième TL du set 3, correspondant à une troisième chauffe, est destinée à observer le bruit de fond (bckgrd). On compare TLnat à la TL régénérée (TL600) (set 5) par une irradiation b de 600 secondes (79 Gy) (set 3) à l'aide de la source calibrée de l'appareil RISOE DA 15. Une pause de 12 heures est insérée (set 4) pour laisser relaxer les pièges à courte durée de vie, comme par exemple le "pic à 110°C" du quartz (durée de vie de l'ordre de 10 heures).

radioactivité "normale". La valeur de 1,76 trouvée pour EPA-C est forte tout en restant inférieure au maximum de la distribution (3 coups par milliers de secondes).

Mesures de TL

Lorsqu'on chauffe un cristal contenant des électrons (ou des trous) piégés sur des défauts ou des impuretés, on induit des transitions électroniques avec diminution d'énergie qui se transforme en chaleur ou en radiations électromagnétiques ; si les photons émis sont observables, on a, au cours de la chauffe, une thermoluminescence (TL) (fig. 2). La quantité de lumière émise en TL est proportionnelle à l'énergie injectée (déformation plastique, irradiation, ...) dans le cristal pour placer les électrons sur des niveaux de hautes énergies (Aitken, 1985). Après une première chauffe, il n'y a plus de TL car tous les électrons sont dans leurs niveaux énergétiques les plus bas. La mesure initiale donne la TL "naturelle" (TLnat) (fig. 2) due à l'effet de la radioactivité interne et externe à l'échantillon depuis la dernière chauffe (terres cuites ou pierres chauffées) ou depuis la formation des minéraux. Par comparaison avec l'effet d'une source radioactive calibrée de particules (fig. 2), on mesure la dose équivalente (DE), selon la TL, à celle reçue naturellement par les minéraux.

Les doses équivalentes DE ont été déterminées à l'aide d'une procédure simple basée sur la comparaison (fig. 2) des TLnat et des TL régénérées par une irradiation de 600 sec ou 78,7 Gy (TL600). La séquence de mesure est reportée dans le tableau 3.

La valeur de DE est obtenue avec l'équation suivante : $DE = 600 (TLnat / TL600)$

ou DE est en secondes; pour la conversion en gray (Gy), on prend le débit de la source, de l'appareil RISOE en juillet 2002 : 7,87 Gy/mn ou 0,131 Gy/sec. Dans l'équation, les valeurs de TL (fig. 2) sont intégrées entre les températures 280 et 450°C environ, ce qui couvre un domaine où les pièges ont normalement une grande durée de vie.

Ce calcul suppose que DE croît linéairement avec la dose administrée aux échantillons et que la nature des pièges ne varie pas au cours des premiers chauffages à 520°C et de l'irradiation (tableau 3). La première condition a été vérifiée sur 24 échantillons jusqu'à des irradiations de 3000 sec (393 Gy); seuls quelques rares cas ont montré une TL avec une courbe

de croissance légèrement non-linéaire. La deuxième condition n'est pas toujours vérifiée ; comme on peut le voir (fig. 2a), TLnat et TL600 sont différentes autour de 350-420°C. L'accord est souvent satisfaisant (fig. 2b) ce qui indique que les minéraux ne sont pas trop modifiés par les traitements subis en cours de mesures de TL.

Une deuxième TL (tableau 3) est destinée à observer le bruit de fond (bckgrd). Il est normalement lié à l'émission thermique, mais on trouve parfois une contribution supplémentaire à la troisième chauffe, ce qui a une incidence sur les courbes de TL (fig. 2a). On ne connaît pas de façon absolue le bruit de fond qu'il faut retrancher pour avoir les TLnat, mais les effets anormaux semblent toujours négligeables.

Les mesures de TL ont été effectuées sur les trois granulométries de poudres ("p", "m" et "g") en déposant manuellement environ 5 mg dans des coupelles en acier inoxydable (masse 100 mg), avec 2 coupelles pour chaque granulométrie. Dans de nombreux cas, en fin de mesures de TL, le carrousel supportant les coupelles était couvert de grains de poudres qui avaient été éjectés des coupelles. Ce phénomène était surtout marquant pour les poudres "g" de gros grains et était, dans certains cas, associés à des pics intenses de TL. Cela semble être la signature d'explosions dues aux chocs thermiques au cours du chauffage TL, ce qui n'est pas sans rappeler l'abattage par le feu. Quelques mesures n'ont pu être exploitées à cause de ce phénomène et nous avons considéré les mesures "g" comme moins fiables que celles sur "p" et "m".

TL : influence des conditions de mesures

Nous avons exploré l'influence de divers paramètres expérimentaux sur les résultats des mesures de TL. Deux types de types de prélèvements ont été effectués (tableaux 1 et 2). Les échantillons carottés (tableau 1) sont assez petits et ont des valeurs identiques lorsqu'on a répété les TL. Il n'en est pas de même pour les blocs (tableau 2) qui ont montré une certaine hétérogénéité. C'est particulièrement le cas de "G 1" (fig. 1) pour lequel nous avons récolté plusieurs blocs pouvant peser au total quelques kilogrammes. Les TL ont été faites à partir de divers fragments indépendants pouvant être de couleurs jaune à rouge, et sur du quartz pur. Les intensités de TL sont assez largement distribuées (1000 à 106 pour le quartz pur). Les dix valeurs de DE pour "G 1" sont aussi assez dispersées, entre 110 Gy et

795 Gy, la première pouvant correspondre à une roche chauffée, ce qui n'est pas le cas de la dernière. Le volume de matière prélevée en "G 1 à gauche" témoigne sans doute de la distribution des températures atteintes par la roche résiduelle suite à l'abattage par le feu.

L'exposition à la lumière peut provoquer un vidage plus ou moins important des pièges électroniques et donc une diminution des signaux de TL (Aitken, 1985). Deux échantillons, EPA C et "G 1" ont été broyés à la lumière artificielle du laboratoire et en lumière rouge. Dans le premier échantillon, il n'y a aucun effet (DE de 70 à 100 Gy) et peut-être une diminution de DE dans le deuxième (200-600 Gy à 100-300 Gy). Par ailleurs, des coupelles ont été exposées à la lumière naturelle à travers les vitrages du laboratoire. La TL semble avoir été insensible avec, parfois, une tendance à l'augmentation de TL par une exposition à la lumière, contrairement à ce que l'on attend. On peut conclure que nos mesures de TL ne sont pas modifiées par une exposition modérée à la lumière.

Les matériaux collectés dans la nature pourraient contenir des matières organiques dont la combustion donne un signal parasite même sous balayage d'azote (tableau 3). L'attaque à l'eau oxygénée H_2O_2 à 30 volumes (attaque pendant 24 heures, suivie de trois rinçages et décantations à l'eau déminéralisée, puis séchage à l'étuve à 55°C) a été employée dans cinq cas pour tenter d'éliminer les impuretés combustibles. Ce traitement n'a pas d'effet notable ni sur les "explosions" (voir plus haut), ni sur les TLnat, sauf pour bloc C où le signal est sensiblement augmenté. Un traitement à l'eau normale, au lieu de H_2O_2 , semble accroître la TL pour bloc D "p" et être sans influence pour bloc D "g". Son influence est donc difficile à séparer de celle de H_2O_2 .

La vaporisation de l'eau au cours de la TL est parfois rendue responsable d'émission de lumière parasite. Nous avons cherché à vérifier cela par deux approches. L'étuvage à 90°C dans l'air pendant un week-end devrait permettre d'éliminer de l'eau sans altérer les signaux de TL. Aucune influence n'a pu être déterminée sur bloc C "m", G 1 "m" et EPA-C "p". Inversement, des coupelles contenant G 1 "m" et bloc C "m" ont été maintenues pendant un week-end dans une boîte à 20°C en présence d'eau. Il n'a pas été détecté d'influence sur la TL.

Enfin, nous avons examiné l'influence de chauffes des roches sur la TL. Ces conditions pourraient être représentatives du traitement subi par les matériaux résiduels sur les parois des mines dans les zones ayant subi l'abattage au feu. Les pics TL utilisés dans cette étude sont situés au dessus de 300°C. Ils sont considérés comme stables pendant de très longues durées à la température ambiante. Afin de déterminer l'impact d'une chauffe sur les roches de Cabrières, nous avons soumis trois fragments de (G 1 "m" et huit poudres (G 1 à gauche "p", "m" et "g"; bloc C "p", "m" et "g"; AGP-NC "p", et "g")) à des traitements thermiques à 340 + 10°C dans l'air pendant 19 heures et 3 heures. Les courbes ne montrent aucun signal TL

jusqu'à des températures supérieures à 400°C. Les recuits ont vidé tous les pièges électroniques donnant des pics TL au dessus de la température de recuit additionnée de 60-80°C.

RÉSULTATS TL

Les figures 2a et 2b montrent diverses courbes de TL naturelle (TLnat) et régénérée par 600 secondes d'irradiation (TL600) qui sont représentatives. On a en général des pics très larges qui coïncident mal entre TLnat et TL600 (fig. 2a). Les divers types de régénération de la TL que nous observons, à haute température, demeurent inexplicables. Les TL régénérées (TL600) sont dominées par deux ou trois pics de TL : un vers 150-160°C qui est instable et disparaît après une pause de 27 jours à 55°C ; un pic vers 280-300°C toujours proche ou en dessous du maximum de TLnat ; un pic vers 370°C qui pourrait être fréquemment incorporé dans le pied du pic à 280-300°C (fig. 2a). Le premier pourrait être associé au "pic à 110°C" du quartz et le second pourrait correspondre à la calcite (Aitken, 1985). Les pièges électroniques associés à des pics observés aux alentours de 300°C ont des durées de vie très longues (millions d'années) (Aitken, 1985) et ils sont adaptés aux objectifs du présent travail.

Les résultats des valeurs de dose équivalente DE sont rassemblés sur l'histogramme (fig. 3) correspondant au grains de taille intermédiaire "m". La distribution pour les grains les plus petits "p" est analogue à celle trouvée pour "m" (fig. 3). Pour certains échantillons, on a procédé à plusieurs mesures TL et on a porté les valeurs correspondantes de DE dans la figure 3. La plus grande partie des valeurs de DE est entre 0 et 800 Gray. Supposons un débit de dose naturel de 5 mGy/an; pour un minéral chauffé il y a 4000 ans au point d'effacer tout signal antérieur ($T > 300-400^\circ\text{C}$), on doit trouver une TLnat correspondant à DE de l'ordre de 20 Gy. Pour une roche non-chauffée, âgées de quelques millions d'années, les valeurs mesurées dépendent du niveau de saturation du signal TL en fonction de la dose absorbée; on peut s'attendre à des valeurs de DE de l'ordre du millier de Gray. Cela correspond aux deux groupes de valeurs de la figure 3, les faibles DE correspondant à des roches chauffées il y a 4000 ans, et les fortes DE à des roches non-chauffées.

Dans la bosse de la distribution entre 400 et 800 Gy, on trouve les six échantillons intentionnellement prélevés dans des zones "non chauffées", en gras sur l'histogramme (fig 3). Les autres échantillons ont été prélevés dans des zones où ils pouvaient avoir été chauffés, c'est à dire dans des alvéoles éventuellement formées par abattage au feu. Cependant, dans de nombreux cas, les DE sont dans l'intervalle 400-800 Gy (fig. 2).

On a estimé ci-dessus que la DE des minéraux, remis à zéro en TL il y a 4000 ans, devrait être de l'ordre de 20 Gy; admettant une forte radioactivité et une erreur de mesure en TL, on peut penser que de tels échantillons pourraient avoir une DE maximum de

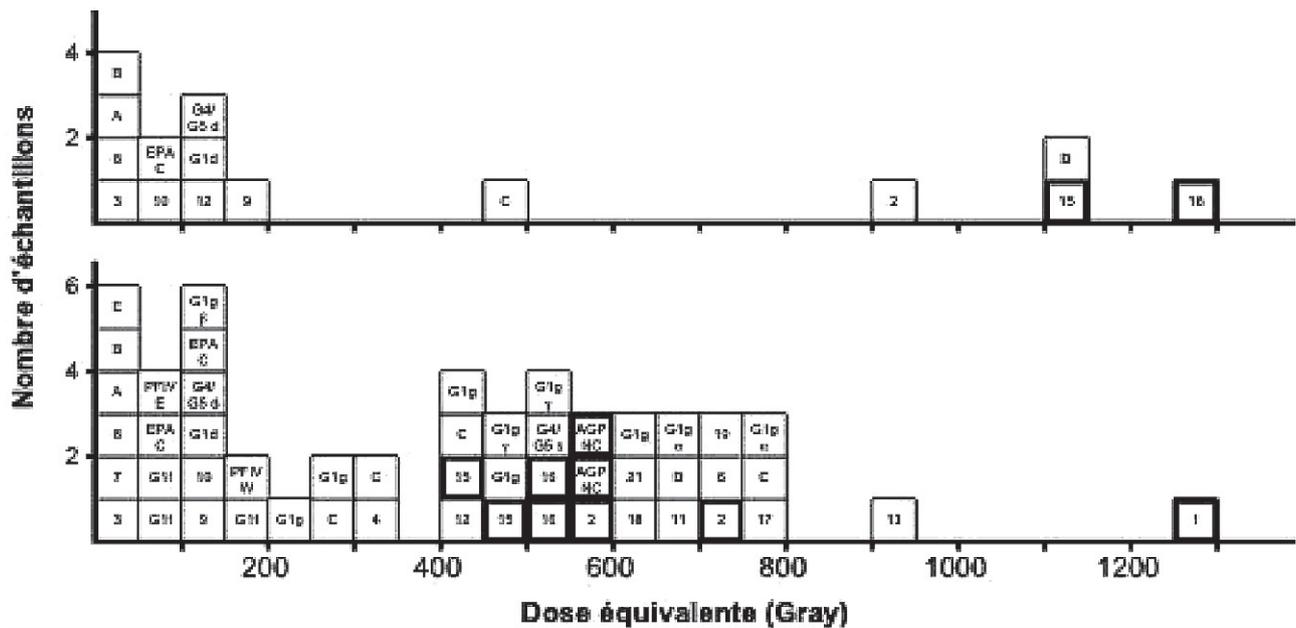


Fig. 3 – Distribution des valeurs de dose équivalente (DE) pour les échantillons de granulométrie “m” (tailles entre 125 et 250 μm). Les valeurs pour les échantillons non-chauffés sont en gras. En bas, poudres sans traitement. En haut, poudres après attaque à HCl et rinçages à l'eau. Des valeurs supérieures à 1400 Gy ont été trouvées pour blocs D (1530 Gy), EPA-NC (2040 et 2280 Gy), G1 au seuil (3130 Gy) et boîtes 1 (1680 Gy), 5 (2170 Gy), 14 (2620 Gy)

150 Gy. Dans ces conditions, on peut considérer que les échantillons des trois premières colonnes de l'histogramme (fig. 3) ont été chauffés il y a 4000 ans. Cependant, au vu des importantes formations de calcaire (Ambert, 2002) qui pourraient être une conséquence du ruissellement des eaux chargées en sels au cours de 4000 dernières années, il est possible que l'on ait mesuré une TL largement affectée par des minéraux jeunes de calcite. C'est pourquoi, pour éliminer la calcite, nous avons procédé à une attaque chimique de 16 poudres “m” par HCl à 10 % pendant 72 heures, suivie de cinq rinçages à l'eau déminéralisée. Les résultats ne diffèrent pas de ceux obtenus sur les poudres non traitées (fig. 3), sauf, peut-être pour les échantillons non-chauffés ayant une forte DE. La distribution des DE avec un groupe de valeurs proche de zéro et un autre au delà de 400 Gy permet de conclure que les roches du premier groupe ont été chauffées dans un passé récent.

DISCUSSION

Abattage par le feu et doses équivalentes

L'abattage au feu a été suggéré par la présence de nombreuses cavités sphériques du site de Pioch Farrus IV. L'ancienneté de l'exploitation a été montrée grâce à la datation de charbon de bois (Ambert, 2002) découverts au seuil de l'alvéole ouest supérieure de la carrière (photo) et entre les alvéoles G4/G5 du balcon est (fig. 1). Nous discutons la répartition des températures subies par les roches prélevées (tableaux 1 et 2) en divers endroits de Pioch Farrus IV (fig. 1).

Échantillons prélevés dans la carrière inférieure

Alvéole ouest, supérieure (fig. 1)

Les blocs A et B viennent de l'alvéole; ils ont tous des DE inférieures à 50 Gy typiques de matériaux chauffés. Les échantillons des boîtes 7, 8 et 9 proviennent de carottes dans la paroi de l'alvéole; 7 et 8 ont été chauffés selon la TL, ce qui est moins clair pour 9. Le désaccord n'est pas trop violent et peut être attribué à la dispersion des températures résiduelles des parois abattues au feu. Les blocs C, D, E et boîtes 3 ont été prélevés dans les déblais du débitage au feu conservés sur le plancher de l'alvéole. Ce dépôt contenait également les charbons qui ont donné la date 14 C de 2235 BC (Ambert, 2002). Il est clair qu'il s'agit de restes de l'abattage au feu; la dose équivalente du bloc E est compatible avec une chauffe, mais ce n'est pas le cas de C & D, ce qui résulte de l'introduction dans les déblais de fragments rocheux non chauffés.

Alvéole daté du “Moyen-Âge”

Les boîtes 4, 5 & 6 sont des carottes: aucun des échantillons ne semble avoir été chauffé. Cela est compatible avec les traces de martelage avec des outils en fer (Ambert, 2002) qui ont permis d'éliminer efficacement les roches chauffées. La température atteinte par les roches restées en place n'a pas permis la remise à zéro de la TL.

Alvéoles inférieures (fig. 1)

Ces deux alvéoles sont de petite dimension. Les carottes des boîtes 17, 18, 19 et 21 donnent des DE entre 600 et 800 Gy; aucun de ces échantillons ne semble avoir été chauffé au delà de 300°C.

EPA, entre porte et alvéole dans la partie basse

Dans cet endroit, la paroi ne présente pas de forme alvéolaire. Cependant, l'aspect rubéfié des roches suggère qu'elles ont subi un chauffage. Cela est confirmé par la TL qui fournit une dose équivalente de 80 à 100 Gy pour EPA-C et de 2040 à 2280 Gy pour des prélèvements voisins de zone non-chauffée (EPA-NC).

Échantillons prélevés dans les alvéoles du balcon

Alvéole G 1

Cet alvéole est très profond. On a extrait des blocs au burin dans quatre endroits de la cavité. Ces blocs sont de grandes dimensions. Ils peuvent être hétérogènes au niveau de la chauffe comme ils le sont à celui de la couleur. Un travail systématique sur "G 1 à gauche" n'a pas permis de corréler les DE avec les couleurs. Les valeurs sont très largement distribuées entre "G 1 au fond" (DE de 70 à 100 Gy), boîte 10 (130 Gy) et 795 Gy pour un échantillon de "G 1 à gauche". On peut donc conclure que dans nos multiples prélèvements, on a des minéraux chauffés et d'autres qui ne l'ont pas été (fig. 3).

Alvéole G2

Les carottes des boîtes 11 et 12 donnent des DE supérieures à 400 Gy. Les roches n'ont pas été chauffées au dessus de 300°C.

Alvéole G3

Les carottes des boîtes 13 et 14 viennent de roches non chauffées. Les valeurs de DE sont très fortes, autour de 1000 Gy ou au dessus. Dans cette zone, on peut observer des traces de martelage qui pourraient n'avoir laissé en place que des roches faiblement chauffées.

Alvéoles G4 et GS

On a examiné des blocs ramassés dans les déblais sur le seuil entre les deux alvéoles ou extraits du seuil rocheux, à l'endroit d'où l'on a prélevé des charbons ayant donné la date C-14 de 2380 BC (Ambert, 2002). Deux échantillons extraits du déblai donnent des DE (64 et 130 Gy) compatibles avec un chauffage. Par contre, l'échantillon extrait du seuil a une DE supérieure à 500 Gy et ne peut pas avoir été chauffé au-dessus de 300°C.

Chaleur et fragilisation des roches

La TL a permis de mettre en évidence que certaines roches ont été chauffées à des températures supérieures à 300°C lors de l'exploitation des mines, il y a 4000 ans. Ces observations impliquent que les mineurs n'ont pas toujours réussi à récupérer des fragments ayant été portés à la température de 300°C, alors que les traces de martelage sont nombreuses et les maillets en pierre ont été trouvés en abondance (Ambert, 2002). Cela pose la question de l'adéquation des mesures de TL pour déterminer la façon dont l'exploitation de la mine a été menée. A partir des expériences récentes

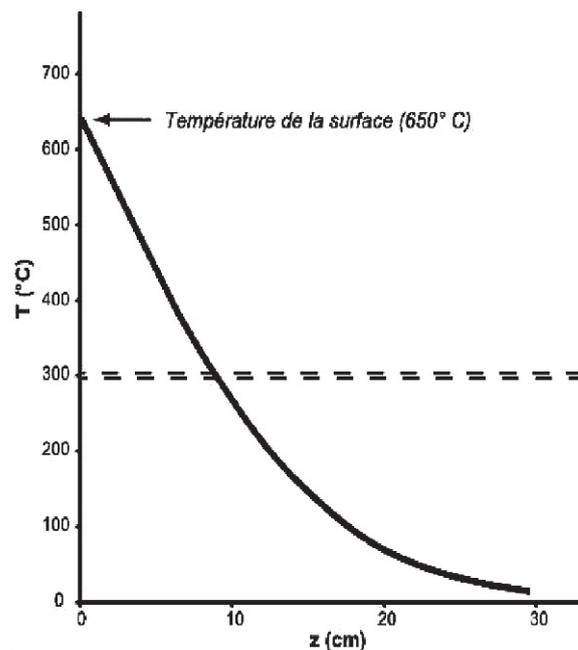


Fig. 4 – Profil de température dans un sol moyen ayant un coefficient de diffusion de la chaleur de 0,007 cm²/s. Température superficielle 650°C, durée du chauffage 3 heures.

(Dubois, 1996; Téreygeol, 2000), on peut faire une estimation du processus liés à la fragilisation thermique et à la diffusion de chaleur dans les roches.

Les résultats de Téreygeol (2000) permettent de calculer un coefficient de diffusion thermique de l'ordre de 0,007 cm²/s en accord avec les valeurs pour un sol "moyen" ou des briques (Jouguet, 1961). Cela permet de calculer, à l'aide de l'équation de Fourier (Jouguet, 1961), le profil de température, obtenu dans la paroi, au bout de 3 heures avec 650°C à la surface (fig. 4), ce qui correspond à des conditions moyenne pour une avance de front de taille de l'ordre de 10 cm (Dubois, 1996). Dans un tel cas, la température atteinte à la surface de l'alvéole, à 10 cm de la position initiale, serait de 300°C (fig. 4), ce qui est détectable par TL. Les variations autour des valeurs des paramètres employés dans cette estimation (coefficient de diffusion thermique, température de surface, durée de chauffe, avance du front) peuvent facilement conduire à des situations où la surface obtenue par abattage au feu n'a pas atteint une température supérieure à 300°C, ce qui est encore favorisé par un éventuel martelage. Ce calcul explique que nous n'ayons pas toujours trouvé des roches chauffées sur les parois des alvéoles. En outre, il indique que la fragilisation de la dolomie de Cabrières n'est effective que pour des températures dépassant 300°C.

CONCLUSIONS

L'usage de l'abattage au feu dans les mines est attesté sur des millénaires sur la base d'un faisceau d'observations : forme ovoïde des cavités, aspect de la surface des parois, nature des déblais et abondance

du charbon de bois, ... Il est donc très intéressant de disposer de techniques de laboratoire complémentaires pour apporter d'autres éléments de preuve de l'emploi du feu dans l'exploitation minière, en particulier au cours de la préhistoire.

Dans le cas de Cabrières, la thermoluminescence (TL) a permis d'identifier certaines zones dans les parois du site de Pioch Farris IV qui ont été chauffées à des températures supérieures à 300°C. Il s'agit certainement de vestiges d'abattage par le feu. Les roches chauffées correspondent à des cavités alvéolaires, en particulier celle où des charbons de bois vieux d'environ 4000 ans ont été découverts.

La procédure expérimentale employée pour les mesures de TL est suffisante pour aboutir à cette conclusion ; aucune des variations de conditions de préparation des échantillons n'a d'influence sur le résultat. La TL permet donc d'identifier les zones où les parois rocheuses ont été chauffées. La combinaison de la diffusion thermique et de la fragilisation fait que la TL n'est pas systématiquement une technique adaptée à la détection de la pratique de l'abattage par le feu. En effet, dans une paroi très fragile et conduisant mal

la chaleur, les minéraux restant sur les parois, peuvent n'avoir atteint que des faibles températures rendant la TL inopérante. C'est, en particulier, le cas si l'abattage par le feu a été suivi d'un intense travail mécanique au maillet ou à la pointerolle.

Dans les cas où la TL permet d'identifier des zones ayant subi une chauffe, comme à Cabrières, il est envisageable de tenter une datation par TL. Cette deuxième étape requiert un investissement expérimental important : sélection minéralogique et granulométrique des échantillons pour la TL, mesure des diverses contributions au débit de dose de radioactivité, optimisation des conditions de mesure de TL. Des incertitudes de l'ordre de 20 % sur l'âge pourraient être atteintes dans les meilleures conditions expérimentales. ■

Remerciements : Ils s'adressent au Ministère de la Culture et de la Communication qui assure depuis 1996 le financement du PCR "Mines et métallurgies préhistoriques du Midi de la France" dont ce texte est la contribution n° 29. Soulignons en outre que P. Galant (SRA LR) a joué un rôle technique essentiel pour le bon déroulement de cette opération.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AITKEN M.-J. (1985) – Thermoluminescence Dating, Academic Press, London, 359 p.
- AMBERT P. (1995) – Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault) : quinze ans de recherches. État de la question, *Bull. Soc. Préhist. Franç.*, t. 92, n° 4, p. 499-508.
- AMBERT P., COULAROU J., CERT C., GUENDON J.-L., BOURGARIT D., MILLE B., DAINAT D., HOULES N. et BAUMES B. (2002) – Le plus vieil établissement de métallurgistes de France (III^e millénaire av. J.-C.), *C.R. Paleovol.*, t. 1, p. 67-74.
- AMBERT P. (2002) – Utilisation préhistorique de la technique minière d'abattage au feu dans le district cuprifère de Cabrières (Hérault), *C.R. Paleovol.*, t. 1, p. 711-716.
- DE AZA A.-H., RODRIGUEZ M.-A., RODRIGUEZ J.-L., PENAR P., CONVERT P., HANSEN T. et TURILLAS X. (2002) – Decomposition of dolomite monitored by neutron thermodiffraction, *J. Amer. Ceram. Soc.*, t. 85, p. 881-888.
- DUBOIS C. (1996) – L'ouverture par le Feu dans les Mines : Histoire, Archéologie et Expérimentations, *Rev. d'Archéométrie*, t. 20, p. 33-46.
- JOUGUET M. (1961) – Cours de physique : chaleur, thermodynamique, acoustique. Éditions Eyrolles, Paris, 192 p.
- LECLAIRE A. (2001) – Étude de cinq roches du district minier de Cabrières, *Compte-rendu d'Étude C2RMF*, n° 2304
- TÉREYGEOL F. (2000) – L'abattage au feu : étude des variations de température et de la nature des roches lors d'une attaque au feu, in *Art du Feu et Productions Artisanales ; actes des XX^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, sous la Direction de P. Pétrequin, P. Fluzin, J. Thiriot et P. Benoit, Éditions APDCA, Antibes, p. 531-544.
- WEISGERBER G. et WILLIES L. (2001) – The use of fire in prehistoric and ancient mining: firesetting, *Paléorient*, CNRS Éditions t. 26/2, p. 131-149.

**Jacques CASTAING, Benoît MILLE,
Antoine ZINK, David BOUGARIT**

Centre de recherche et de restauration des musées
de France, CNRS UMR 171,
6, rue des Pyramides, 75041 PARIS Cedex 01

Paul AMBERT

Centre d'anthropologie, CNRS UMR 8555,
39, allées Jules Guesde, 31080 TOULOUSE Cedex

Quelques réflexions concernant les structures minières chalcolithiques de la région de Cabrières

Alexandre MAASS

Résumé

Les recherches récentes menées dans la région minière de Cabrières ont conduit à des résultats étonnants concernant l'industrie minière chalcolithique (3^e millénaire av. J.-C.). Il est désormais permis de souligner que les mineurs préhistoriques possédaient de grandes connaissances et une organisation complexe. La richesse des filons était évaluée avant l'exploitation, laquelle pouvait atteindre 15 m de profondeur. Les outils de mineur, principalement des maillets étaient réalisés en quartzite, roche extraite, non loin des mines de cuivre, dans des carrières où elle présente des qualités exceptionnelles. Le bois employé comme combustible pour l'exploitation et le traitement du minerai était de provenance locale (cf. bruyère de Roque-Fenestre). Le métal était produit dans le district minier (la Capitelle du Broum) avant d'être transporté vers les agglomérations principales, puis au-delà, dans les régions périphériques.

Abstract

The chalcolithic mining structures in the area of Cabrières – Since 1998 a Franco-German project on the examination of the mining industry and the metallurgy in the Chalcolithic Age of Southern France is in progress. Systematic excavations and examinations were executed in prehistoric mines, which produced new insights forwards the structures of the mining industry from the 3rd millennium. The purposeful pursuit and examination of the ore-deposits could be observed, as well as the systematic exploitation of the zones rich in ore. Unique for Europe are also the indications of the infrastructure necessary for the operation of the copper mines in the Chalcolithic Age.

INTRODUCTION

Depuis 1998, un Projet d'Action Intégré PROCOPE Franco-Allemand, Toulouse-Fribourg, sous la conduite du Dr. Paul Ambert (CNRS Toulouse) et du Prof. Christian. Strahm (université de Fribourg-en-Brisgau) étudie, dans le cadre de recherches dévolues à la première métallurgie de l'Europe de l'Ouest, plusieurs aspects de l'industrie minière métallurgique du Chalcolithique du sud de la France. Grâce à la bonne conservation des traces de l'industrie minière préhistorique

de Cabrières, le projet PROCOPE a permis d'acquérir des connaissances importantes et novatrices, concernant les structures de l'industrie minière chalcolithique.

RAPPEL CONCERNANT LA GÉOLOGIE DE LA RÉGION MINIÈRE DE CABRIÈRES

À l'est du ruisseau de la Boyne, trois secteurs d'industrie minière de cuivre préhistorique sont connus jusqu'à présent (fig. 1) : au nord, Les Neuf Bouches, sur la colline de Vallerade ; directement à l'est de



Fig. 1 – La région minière de Cabrières.

Cabrières, la colline de Pioch Farrus ; au sud-est du village, La Roussignole. Sur la rive ouest de la Boyne, seule une mine antique a été trouvée jusqu'ici, au Mougno, mais, sur la même colline, des découvertes d'objets préhistoriques (céramique, galet à cupule) montrent qu'il devait aussi y avoir des activités minières préhistoriques. Les gisements minéraux se trouvent dans des lambeaux dolomitiques du Dévonien ou au contact des schistes du Primaire. Le minerai se présente dans des filons d'une épaisseur de seulement quelques centimètres, préférentiellement situés dans une gangue de quartz. Dans quelques secteurs, le minerai de cuivre est associé à la baryte et se présente sous forme de nids. Dans les calcaires, aucune minéralisation de cuivre n'a encore été constatée.

DONNÉES CONCERNANT L'EXPLOITATION MINIÈRE

Les mineurs chalcolithiques paraissent avoir agi de manière très ciblée dans la recherche de minerai et à l'exploitation du filon. Les prospecteurs cherchaient à localiser en surface les filons minéraux grâce aux minerais secondaires de couleur bleue et verte, l'azurite et la malachite. Aux endroits potentiellement les plus riches, des galeries de prospection de taille minimale suivaient le filon et permettaient d'examiner son épaisseur et la teneur du minerai. Au cours de l'étude de Pioch Farrus IV et de La Roussignole 2, on a observé des galeries qui ont pu jouer cette fonction.

Au printemps 1999, la mine chalcolithique de Pioch-Farrus IV (Ambert et Barge-Mahieu, 1991), a fait l'objet de nouvelles recherches sous la direction de Laurent Carozza. Bien que le plafond ait été détruit en grande partie à l'époque romaine, on peut reconstituer une partie d'une galerie, d'une hauteur oscillant entre 0,8 et 1 m, peu profondément creusée au moyen de l'abatage au feu (fig. 2). Sa section, variable, mais de faible taille, plaide pour une recherche de zones riches en minerai à partir de filons sans doute étroits.

Une galerie de prospection peut être observée plus clairement encore dans la mine de La Roussignole 2 (Maass, 2003) (fig. 3). Horizontale, cette galerie d'environ 30 x 60 cm de section (fig. 4) devait mesurer sensiblement 19 mètres de longueur à partir de l'ouverture préhistorique, aujourd'hui effondrée. Elle longeait dans cette première partie le remplissage d'une cavité karstique aujourd'hui écroulée et en grande partie détruite par les activités romaines à l'intérieur de la mine. La galerie de prospection de La Roussignole 2 est, contrairement à celle de Pioch Farrus IV, creusée par percussion directe au maillet, sans recourir à l'abatage au feu.

Lorsqu'une zone de minéralisation riche était repérée par une galerie de prospection ou en surface, elle était intégralement exploitée. Les traces d'abatage montrent que le travail s'effectuait depuis l'entrée, en suivant le filon en pente raide, quelquefois quasi-verticalement vers la profondeur du massif. Quand le minerai avait été découvert par prospection souterraine,

il pouvait arriver qu'une nouvelle excavation devienne nécessaire puisque, pour des raisons techniques, un élargissement de la galerie initiale n'était pas possible. C'est ainsi qu'à La Roussignole 2 la galerie de prospection recoupait un filon riche au niveau de la chambre

d'exploitation n° 1, à une profondeur de 8 m environ. L'étroitesse de la galerie initiale, rendant difficile le transport à l'extérieur des produits miniers, permet de supposer la mise en œuvre d'un nouveau boyau minier, que nous n'avons pas encore pu localiser. Son existence



Fig. 2 – La mine préhistorique de Pioch Farrus IV (cliché A. Maass).

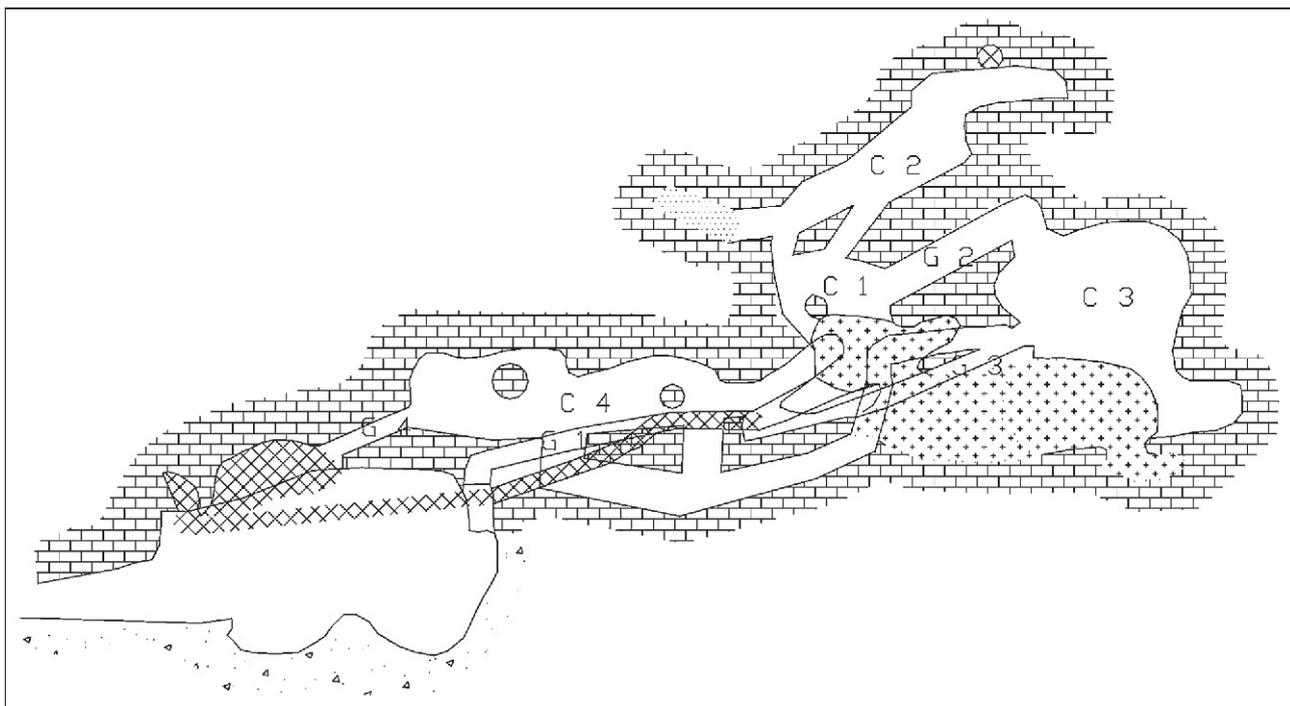


Fig. 3 – Le plan de La Roussignole 2 avec les deux mines préhistoriques (dessin A. Maass).



Fig. 4 – La galerie de prospection dans La Roussignole 2 (cliché A. Maass).

nous paraît néanmoins hautement vraisemblable, d'autant que plusieurs d'entre eux sont généralement comblés ou largement détruits par des activités d'exploitation ultérieures. C'est ainsi que les dimensions et la forme des exploitations préhistoriques n'ont pu être reconnues que dans quelques cas seulement.

À Pioch Farrus IV, outre les traces minières chalcolithiques mentionnées ci-dessus, on a pu observer des restes d'une mine préhistorique recoupée par une mine romaine à ciel ouvert. Il s'agit de coupoles, typiques de l'abattage au feu, dont les traces peuvent être observées jusqu'à la profondeur de 8 m, mais il n'est pas impossible que cette cote puisse être un minimum. En effet, à La Roussignole 2, les travaux préhistoriques peuvent atteindre une profondeur de 15 m environ. Mais, comme à Pioch Farrus IV, leur point le plus bas reste inaccessible puisqu'il est recouvert par une importante épaisseur de déblais miniers.

LES MOYENS TECHNIQUES MIS EN ŒUVRE DANS L'EXPLOITATION MINIÈRE

D'après Weisgerber (1989), les modes d'exploitation nécessitent des dispositifs spécifiques qui peuvent être, selon les cas, le boisage des galeries, la création de descenderies, l'évacuation de l'eau, l'aération et l'éclairage des ouvrages. La technique d'exploitation la plus courante dans les régions minières préhistoriques est sans aucun doute l'écrasement, travail qui consiste à

écraser le rocher à l'aide des maillets de pierre. Cette pratique, usant rapidement les maillets, expliquerait l'abondance des exemplaires cassés sur les haldes préhistoriques. L'abattage au feu, qui a été utilisé jusqu'au Moyen Âge avant celui à l'explosif, a été employé dès l'époque préhistorique (Ambert, 2002) (fig. 5). La technique en est simple : on allumait un feu vif (de plus de 700°C) contre la dolomie minéralisée, très dure, pour la fissurer, la rendre cassante, puis l'abattre plus facilement. C'est la diffusion radiale de la chaleur dans le rocher qui explique les formes d'exploitation en coupoles si caractéristiques des parois de Pioch Farrus IV. Il est vraisemblable que des outils pointus en matériau périssable (attestés par ailleurs dans des mines de la même époque) aient pu servir après l'abattage au feu. Ils n'ont pas été conservés dans les remplissages relativement secs et bien aérés de Cabrières.

La comparaison avec d'autres mines préhistoriques, en particulier avec les mines de silex néolithiques ou les mines de cuivre de l'Âge du bronze, permet néanmoins d'envisager l'utilisation d'autres techniques à Cabrières. C'est ainsi que pour l'éclairage, indispensable dès les premiers mètres, ont pu être utilisés des torches en copeaux de résineux, comme dans la mine de silex polonaise de Krzemionki, ou des lampes en pierre utilisant la matière grasse (fig. 6) comme à Grimes Graves en Angleterre (Mercer, 1981).

La descente dans les mines presque verticales et mal éclairées devait être d'autant plus risquée qu'avec



Fig. 5 – Une coupole d’abatage au feu à Pioch Farrus IV (cliché A. Maass).

l’utilisation de l’abatage au feu les parois lisses n’offraient que très peu de prises. L’accès aux parties profondes ne pouvait se faire sans échelles ou cordes, alors que des treuils devaient permettre la remontée du minerai et des morts terrains. On connaît d’ailleurs des “treuils” archaïques dans les mines néolithiques de Rijckholt en Hollande et de Spiennes en Belgique (fig. 7), un véritable treuil de l’Âge de bronze ayant

été découvert dans la mine du Mitterberg en Autriche (Klose 1918). Toujours dans le cas de l’abatage au feu, avec la profondeur, le danger d’asphyxie par du CO₂ et du CO devait augmenter rapidement, surtout à l’extinction du feu. En effet, le feu étant allumé, le gaz était transporté vers le haut avec l’air chaud, mais le danger était très grand quand le feu s’éteignait lentement ou quand la chaleur baissait, le gaz toxique restant alors à l’intérieur. On ne sait pas comment les mineurs préhistoriques ont résolu ce problème. Ils quittaient probablement la mine pendant l’abatage au feu à cause de la chaleur (Craddock, 1996) mais, de ce fait, ils devaient ensuite aérer la mine.

Enfin, il est vraisemblable que la roche minéralisée devait être traitée grossièrement non loin de l’ouverture de la mine, le traitement final du minerai se faisant sans doute dans les sites métallurgiques (Ambert *et al.*, 2002).

L'INFRASTRUCTURE SOCIALE DE L'EXPLOITATION MINIÈRE

Une industrie minière importante, du type de celle de Cabrières, devait nécessiter une infrastructure sociale complexe (fig. 8). Un nombre suffisant de mineurs et de personnes intervenant au cours de toute la chaîne des travaux métallurgiques devait être mobilisé. Un modèle possible de ce fonctionnement élaboré à partir des connaissances acquises dans le district de Cabrières est proposé (fig. 8). Il est néanmoins impossible de connaître le nombre de travailleurs requis, au cours du III^e millénaire av. J.-C. pour cette exploitation. Dans le dessin, les silhouettes symbolisent un nombre indéterminé de travailleurs indispensables pour chaque phase de l’exploitation. Selon certaines indications obtenues dans des régions connaissant une industrie minière intensive dès le Néolithique, des mineurs, approvisionnés de l’extérieur en produits alimentaires, vivaient, au moins de manière saisonnière, dans des camps proches des mines. Les mineurs venaient probablement des agglomérations de base ou principales qui se trouvaient plus loin dans une zone plus fertile, propice à l’agriculture et l’élevage. La distance entre

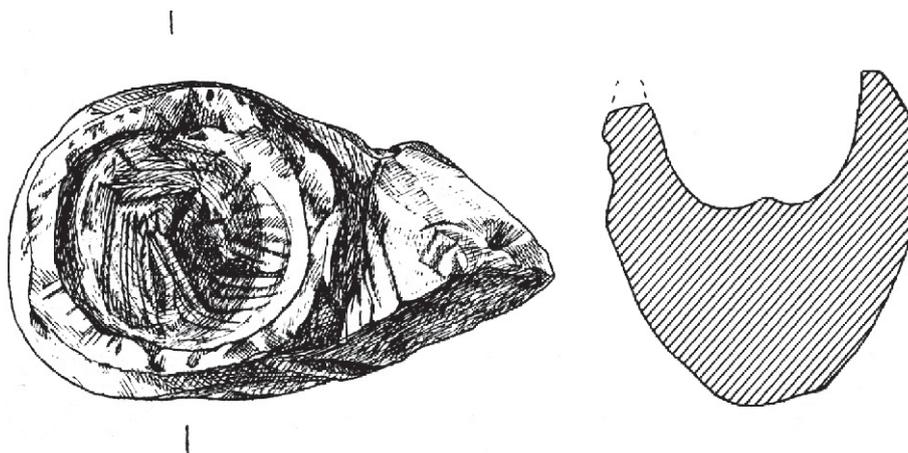


Fig. 6 – Une lampe de matière grasse de Grimes Graves en Angleterre (dessin R.-J. Mercer).

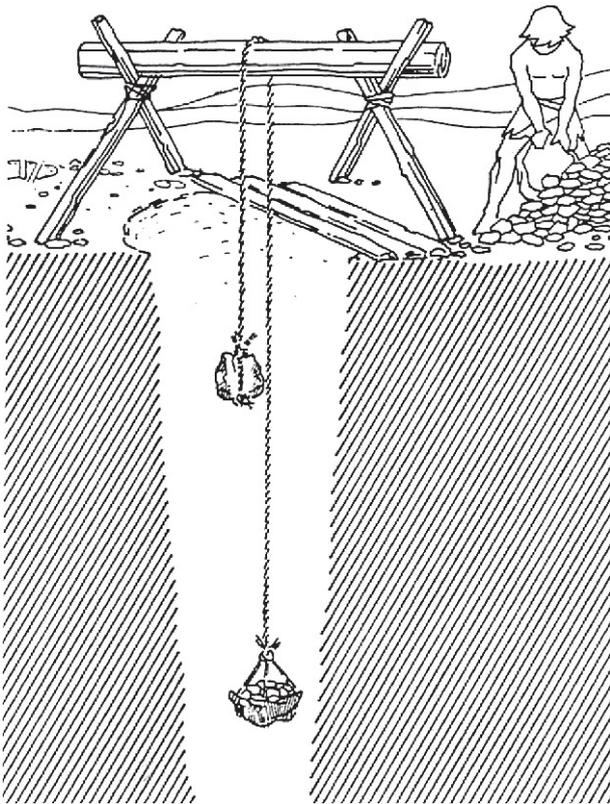


Fig. 7 – La reconstruction d'un treuil de Spiennes en Belgique (dessin F. Hubert).

la région minière et l'agglomération de base pouvait s'élever à plus de 15 kilomètres.

Dans le centre de la région minière de Cabrières, à La Capitelle de Broum, une petite agglomération chalcolithique est fouillée depuis 2001 (Ambert *et al.*, 2002). Sa situation géographique et surtout les outils de métallurgistes découverts (maillets, "galets à cupules", résidus de production) montrent qu'il s'agit d'un établissement de métallurgistes (Ambert *et al.*, ce volume). La plupart des objets pourtant, comme la céramique, les silex, les outils en os et les restes de faune, renvoient à la vie quotidienne des exploitants. Néanmoins, peu nombreux et souvent de mauvaise qualité, ces outils laissent à penser qu'il pouvait s'agir d'un établissement fréquenté de façon périodique.

De grandes agglomérations datant de cette période sont connues dans la plaine de l'Hérault, dans un rayon d'une quinzaine de kilomètres. C'est le cas du site de Puech Haut, près de Paulhan, fouillé sous la direction de A. Vignaud et L. Carozza, lors de la construction de l'autoroute A 75. Cette grande agglomération chalcolithique pourrait être l'un des réservoirs humains de la région minière de Cabrières. Les arguments de cette hypothèse restent néanmoins fragiles, car une seule fosse du site a livré quelques outils en cuivre (com. de L. Carozza).

Dans la région autour de Cabrières, localement riche en forêts encore aujourd'hui, le bois ne devait pas manquer, réduisant d'autant le temps de transport. L'approvisionnement en bois qui était nécessaire pour

les différentes étapes du travail, de l'exploitation jusqu'au produit fini, nécessitait une gestion particulièrement rigoureuse. Puisque le rendement en énergie du bois sec est supérieur à celui du bois vert, nous pouvons supposer qu'une économie sylvicole systématique a été mise en place. Le bois devait être abattu et séché suffisamment longtemps avant de pouvoir être utilisé. De plus, les essences de bois étaient sans doute sélectionnées en fonction de l'usage. L'abattage au feu par exemple demande un bois qui brûle très rapidement et qui produit ainsi une chaleur élevée (tels les conifères).

La quantité de bois consommée pour l'abattage au feu reste encore mal connue. Lors des expériences à Great Orme au Pays de Galles, on a constaté que le poids du combustible était légèrement supérieur à celui de la roche exploitée (Lewis, 1990 tableau 1). Mais les roches sédimentaires de Great Orme sont fragiles. Dès lors, la transposition au contexte de Cabrières n'est pas possible. Pour le traitement du minerai, nous ne savons pas encore si on a utilisé du charbon de bois ou si le bois suffisait.

L'approvisionnement en maillets posait un autre problème aux préhistoriques. En général, ils utilisaient des galets en roche dure dans lesquels ils créaient une gorge circulaire pour permettre la fixation d'un manche. Toutefois, ce type de pierre étant absent dans les rivières des environs de Cabrières, cette technique n'est pas ici représentée. À la place, les mineurs chalcolithiques produisaient les maillets à partir de blocs de quartzite, une roche qui affleure en de nombreux endroits, en particulier dans quelques grands filons de Roque Fenestre et à La Roussignole. À la base d'un escarpement de quartzite qui ne semble pas contenir du minerai de cuivre, dit mine 8 de La Roussignole, nous avons trouvé plusieurs maillets, dont certains n'ont pas été utilisés, et des éclats de cette roche. Faut-il y voir, comme nous le croyons, une carrière destinée à la production de maillets? En l'absence de fouilles d'importance, seules quelques anfractuosités d'environ 0,6-1 m de diamètre, profondes d'autant, dont la plus importante se situe à la base de l'affleurement, plaident en ce sens.

Si c'est le cas et, si l'abattage au feu a été utilisé dans cette carrière, le feu devait être contrôlé et maintenu autour de 400°C, comme l'ont montré les travaux réalisés sur la dolérite de Sélédin. L'expérimentation suggère même qu'un chauffage de ce type améliore plutôt la qualité du matériau par rapport à l'extraction à l'état brut (Roden, 1983). Néanmoins, on ignore encore si le quartzite réagit de la même façon. Ces outils en quartzite, maillets ou percuteurs, étaient également utilisés dans la préparation du minerai préalablement à sa transformation métallurgique. La fragmentation et le tri s'effectuaient près des points d'eau, les galets à cupules de la taille d'une paume jouant à ce niveau un rôle déterminant. Ces galets sont principalement en basalte local et peuvent avoir été récoltés dans les alluvions de la Boyne ou au front des coulées volcaniques.

Le traitement du minerai et la production des formes brutes, tels les lingots de cuivre, avaient lieu sur des places centrales, comme le site de la Capitelle de

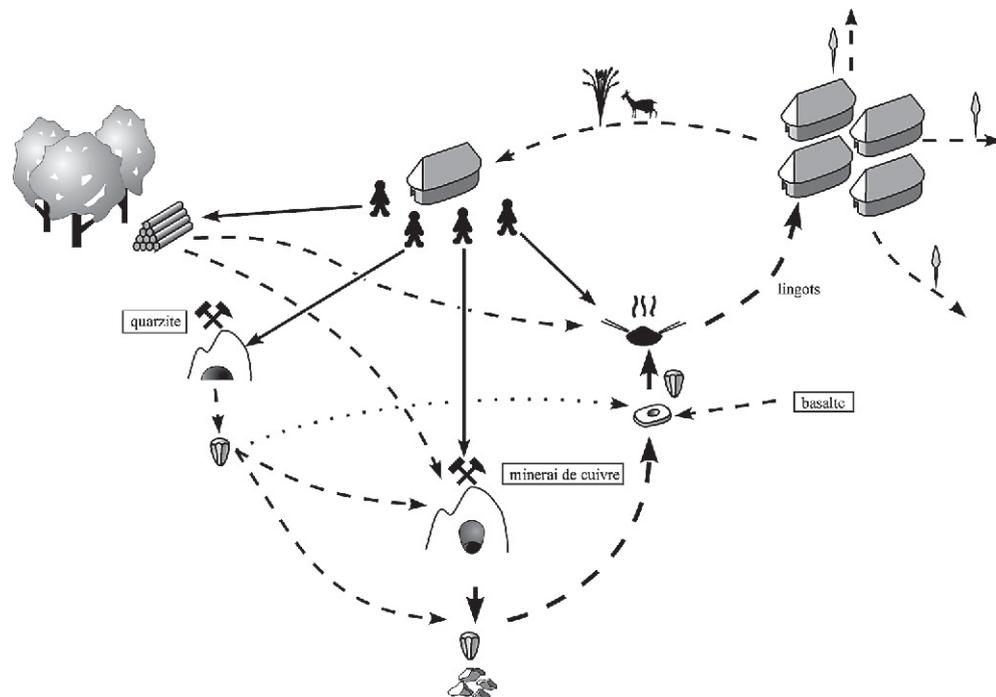


Fig. 8 – Le modèle de l’infrastructure de l’industrie minière préhistorique à Cabrières (dessin A. Maass).

Broum. Ce dernier est le meilleur exemple de transformation de minerai en métal connu dans le district de Cabrières ; toutes les phases de la métallurgie sont représentées (Ambert *et al.*, ce volume) et on y a trouvé plusieurs fragments de moules de fonte pour des lingots et des outils.

Enfin, soulignons qu’en l’état actuel des connaissances, il est impossible de préciser si la diffusion des objets après leur fabrication prenait le caractère d’un véritable commerce ou d’une autre forme d’échange de biens économiques.

CONCLUSIONS

Les remarques concernant les structures de l’industrie minière préhistorique développée à Cabrières représentent le résultat de nombreuses études échelonnées sur 23 années de recherche. Même si encore

beaucoup de points demeurent mal connus et si l’on peut espérer de nouveaux développements par l’extension des prospections et des fouilles, ces quelques pages permettent néanmoins de proposer une image très complexe de l’industrie minière chalcolithique. L’ensemble des opérations, de l’exploitation du minerai jusqu’au produit fini, est désormais précisé. Elle exigeait une organisation rigide, bien que la production soit encore loin de la métallurgie industrielle de l’Âge de bronze. ■

Remerciements : Cette étude a bénéficié du Programme Procope Fribourg/B (Prof. Strahm) – Toulouse (Ambert) et du PCR Mines et métallurgies Midi de la France dont elle forme la contribution n° 34. Nous tenons à remercier tout particulièrement le Professeur Strahm, l’équipe de Cabrières, nos collègues de Fribourg et Bochum de leur aide. La traduction française a été améliorée par J. Vaquer et P. Giraud.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMBERT P., BARGE-MAHIEU H. (1991) – Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault), Mohen J.-P. (dir.), *Découverte du métal* ; Paris, p. 259-277.

AMBERT P. (2002) – Utilisation préhistorique de la technique minière d’abattage au feu dans le district cuprifère de Cabrières (Hérault). *Palevol*, p. 1-10.

AMBERT P., COULAROU J., CERT C., GUENDON J.-L., BOURGARIT D., MILLE B., DAINAT D., HOULES N., BEAUMES B. (2002) – Le plus vieil établissement de métallurgistes de France (III^e millénaire av. J.-C.) : Péret (Hérault). *Palevol*, p. 67-74.

CAROZZA L. (2000) – Économie et territoire aux débuts de la métallurgie dans la Moyenne Vallée de l’Hérault : émergence d’une problématique, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, Toulouse 1998, Éditions Archives d’Ecologie Préhistorique, p. 1-19.

CRADDOCK, P.T. (1996) – *Early metal mining and production*. Edinburgh, 363 p., 157 fig.

HUBERT (1988) – *L'exploitation du silex à Spiennes*. Bruxelles (Archaeologicum Belgii Speculum XV), 63 p., 45 fig.

KLOSE G. (1918) – Die prähistorischen Funde vom Mitterberge bei Bischofshofen im städtischen Museum Carolino-Augusteum zu Salzburg und zwei prähistorische Schmelzöfen auf dem Mitterberge, *Österreichische Kunsttopographie*, t. 17, p. 2-40.

LEWIS A. (1990) – Firesetting Experiments on the Great Orme, 1989, CREW P. and CREW S., *Early Mining in the British Isles*. Plas Tan y Bwlch, p. 55-56.

MAASS A. (2002) – La mine La Roussignole 2 – premiers résultats des recherches, *Archéologie en Languedoc*, t. 26, p. 55-62.

MERCER R.-J. (1981) – *Grime's Graves, Norfolk-Excavations 1971-1972: Volume I*, London (Department of the Environment Archaeological Reports, 11), 122 p., 59 fig.

RODEN Chr. (1985) – Der jungsteinzeitliche Doleritbergbau von Sélédin (Côtes-du-Nord) in der Bretagne. *Der Anschnitt*, t. 35, n° 3, p. 86-94.

WEISGERBER G. (1989) – Montanarchäologie – Grundzüge einer systematischen Bergbaukunde für Vor- und Frühgeschichte und Antike. Teil 1. *Der Anschnitt*, t. 41, n° 6, 1989, p. 190-204.

Alexandre MAASS

Université de Fribourg-en-Brigau

Institut de Pré et Protohistoire

Belfortstrasse/22

D-79085 FRIBOURG-EN-BRISGAU, Allemagne

Michaël PRANGE
et Paul AMBERT

Caractérisation géochimique et isotopique des minerais et des métaux base cuivre de Cabrières (Hérault)

Résumé

Le cuivre gris (tétraédrite), la malachite et l'azurite sont les minerais les mieux représentés dans les exploitations préhistoriques de la région de Cabrières. Il en est de même pour les minerais découverts dans l'habitat de La Capitelle. Par contre, dans le secteur de Pioch Farrus, la chalcopryrite est présente. Cette différence se retrouve dans l'analyse isotopique du minerai de Pioch-Farrus 448, qui tranche, par sa jeunesse, sur l'âge des autres minerais du district de Cabrières. Les analyses géochimiques montrent de hautes teneurs d'argent, d'arsenic et d'antimoine dans le cuivre gris mais aussi dans le cuivre pur trouvé à La Capitelle. Selon l'étude statistique il y a une forte corrélation entre les minerais de La Roussignole et de Vallarade et le cuivre de La Capitelle. Les études isotopiques du plomb valident les résultats géochimiques puisque le cuivre de La Capitelle correspond très bien aux minerais des exploitations de La Roussignole. La corrélation avec les minerais de Vallarade, plus proches de l'habitat, est moins probante. Ces résultats préliminaires permettent de souligner pour la première fois quelques différences au sein des minerais du district de Cabrières. Aussi la poursuite de la caractérisation des isotopes du plomb dans les minerais de ce district est-elle l'une de nos priorités.

Abstract

The circulation of copper artefacts high in antimony and silver during the Chalcolithic/Early Bronze Age in southern France is well known in archaeology due to the researches of Junghans et al. (1960, 1968) on the beginnings of metallurgy. Less known, however, are the sources and compositions of ores these copper artefacts have been smelted from. The most promising candidates are fahlore deposits (Cu-As-Sb-Ag-sulphides) in the region of Cabrières/Hérault where ample evidences of mining activities, and also some remains of smelting were found from the beginning of the 3rd millennium BC (Ambert, 1995, 2002). The aim of the study is to demonstrate the use of these fahlores for the production of the above mentioned artefacts. This contribution describes a geochemical comparison of ore samples taken from the prehistoric mining-sites around Cabrières – La Roussignole, Pioch Farrus and Vallarade – and copper metal – prills and artefacts – found in the prehistoric settlement – La Capitelle – by minor and trace element analyses. In addition, a set of metal objects and copper ores were analysed for their lead isotope abundance ratios as trace element analyses are not a secure basis for provenance studies. The copper mineralization in the prehistoric mines around Cabrières (La Roussignole, Vallarade and Pioch Farrus) consists mainly of “fahlore” (tetrahedrite), azurite and malachite; the same ores are found at La Capitelle. Chalcopryrite is

found in an ore outcrop (Pioch Farrus 448). There is a good geochemical correlation between the ores from La Roussignole and Vallarade and the metals and ores excavated at La Capitelle. This correlation is shown by groupe analysis also. Determination of the lead isotope abundance of some ores and metals verifies the geochemical results, that a part of the metals excavated at Capitelle could be smelted from local ores. These investigations are the first step to set up a reference-group "Copper from Cabrières", which will provide a comparison of copper artefacts high in antimony and silver from southern France.

INTRODUCTION

Depuis les recherches de Junghans et Sangmeister (1960, 1968), on sait que, dès le Chalcolithique, la métallurgie du midi de la France est caractérisée par des objets en cuivre, riches en antimoine et en argent. La découverte des mines contenant de minerais compatibles avec la composition métallique de ces objets est un fait beaucoup plus récent (Ambert *et al.*, 1984; Leblanc, 1997). Celles de Cabrières (Hérault) sont les mieux connues (Ambert, 1995). Un nombre important de mines du III^e millénaire, exploitant le cuivre gris, y

a été découvert (fig.1). Désormais, notre information provient des trois principaux districts miniers (La Roussignole, Pioch Farrus et Vallarade) mais aussi de l'habitat métallurgique de l'Âge du cuivre de La Capitelle du Broum, récemment découvert (Ambert *et al.*, 2002). À partir de cette base, nous cherchons à déterminer un groupe de référence "cuivre de Cabrières" permettant d'établir une comparaison plus fiable entre les minerais de ce district et les outils en cuivre régionaux riches en antimoine et en argent. C'est aux premiers résultats de cette enquête qu'est consacré cet article.

LES MOYENS MIS EN ŒUVRE

Pour établir un groupe de référence, il est nécessaire de soumettre à une étude géochimique et à une analyse isotopique des échantillons de toute la chaîne métallurgique, les minerais, les scories, le cuivre pur, les lingots de cuivre et, en bout de chaîne, les objets en cuivre. Il convient ensuite de comparer entre eux tous ces documents à l'aide d'une méthode statistique multi-variante appropriée. Dans un premier temps, les minerais des exploitations de La Roussignole, de Pioch Farrus et de Vallarade ainsi que les minerais, le cuivre pur et les objets de l'habitat de La Capitelle ont été caractérisés grâce à la géochimie. On cherche alors dans un second temps, à établir, par des regroupements d'analyses, une relation entre le métal et le gisement qui a fourni le minerai.

À ce niveau d'analyse, seuls les éléments des minerais dont la teneur est relativement constante peuvent être pris en compte dans la discussion de leur origine. Ce sont : l'antimoine, l'arsenic, le plomb, le cobalt, le nickel, l'argent et le bismuth. Bien que n'appartenant pas à cette liste, le fer et le zinc, qui fournissent des indications concernant les techniques de production, doivent être également pris en compte. Les progrès réalisés au niveau des techniques d'analyse, ces dernières années, ont permis d'améliorer nos connaissances concernant le comportement des oligo-éléments du minerai pendant le traitement métallurgique. La variation de composition du minerai au sein d'une même mine comme notre ignorance des modifications de sa composition chimique au cours du traitement métallurgique et du procédé de refonte utilisé ne permettent pas d'établir en toute rigueur une relation entre l'origine du minerai et le métal. Le seul marqueur constant reliant minerai et objets métallurgiques ou

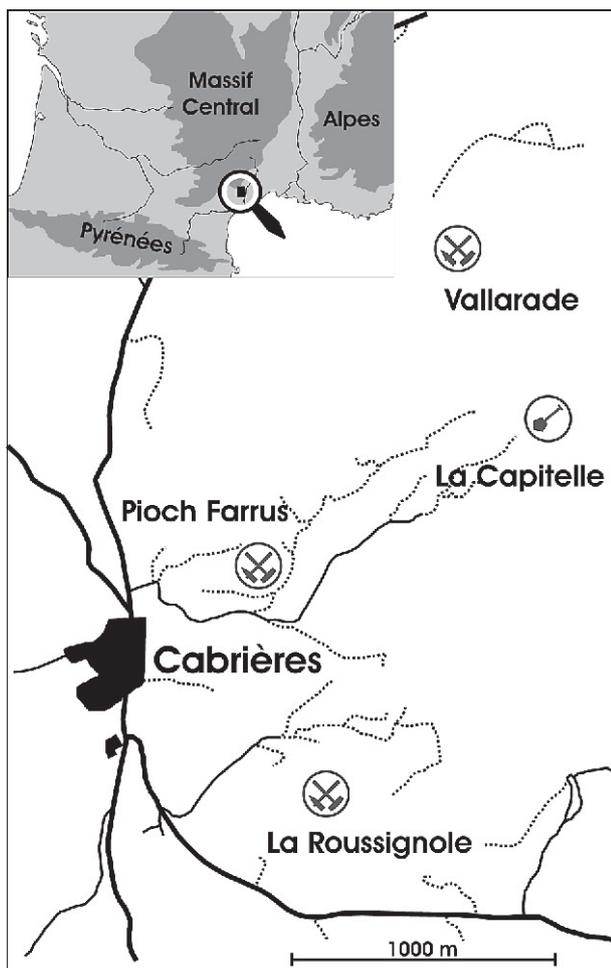


Fig. 1 – La situation de Cabrières avec les sites préhistoriques de Vallarade, Pioch Farrus et La Roussignole et l'habitat de La Capitelle du Broum.

métalliques est la composition isotopique du plomb du minerai. C'est à cette fin que dans cette note, les analyses des isotopes du plomb de neuf minerais et de trois métaux, ont été effectuées pour valider les résultats de l'étude géochimique. Ces recherches permettent d'établir une première définition d'un groupe de référence "cuivre de Cabrières".

Préparation des échantillons/méthode d'analyse

Les échantillons des minerais recueillis dans les mines, sur les terrils et pendant les fouilles, se présentent sous forme de fragments de différente grandeur. Des prélèvements d'environ 4-5 g, évidemment riches en cuivre, sont moulus finement dans un broyeur à billes d'agate et ensuite séchés jusqu'à retour à leur poids initial. Au niveau des métaux, s'agissant, à l'exception d'une alène, de gouttes de cuivre plus ou moins corrodées, il a été nécessaire d'enlever la couche de corrosion avant l'analyse. Les études radio-diffractométriques des phases minérales sont réalisées avec un diffractomètre, Typ Siemens D 500.

L'identification des teneurs des éléments importants – antimoine, arsenic, plomb, fer, cobalt, cuivre, nickel, argent, bismuth et zinc – est faite par un Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer (ICP-OES), Type TJA IRIS/AP HR. Les poudres de cuivre sont dissoutes par micro-ondes, les métaux sont dissous de façon conventionnelle.

Après avoir séparé les éléments de la matrice, les isotopes du plomb sont mesurés grâce à un Multi-Collector Thermo-Ion-Mass-Spectrometer (MC-TIMS), type VG Sector 54.

CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE DES ÉCHANTILLONS

Résultats obtenus sur les principaux centres miniers

La Roussignole

Dans la région de La Roussignole (LR), huit exploitations sont connues. La plupart étaient partiellement exploitées depuis la Préhistoire. Les 22 échantillons de minerais examinés proviennent des exploitations LR 1, LR 2, LR 5 et LR 7 (Prange, 2000). Dix proviennent directement des parois des mines, les autres des terrils des exploitations. Le cuivre gris de type tétraédrite est partout présent, avec la malachite et l'azurite. Les figures 2 à 10 reflètent la relation des éléments (0,001-100 poids %) en forme de Box-Whisker-Plots. Dans les rectangles gris se trouvent les moyennes des échantillons. Les "Whiskers" reflètent les variations de toutes les teneurs mesurées et, parallèlement, les moyennes arithmétiques et médiane sont consignées. Pour pouvoir comparer les échantillons entre eux, on a ramené leur composition à 100%, couplée à un système logarithmique.

La figure 2 présente les analyses des échantillons directement extraits des mines. Leurs teneurs élevées en argent (0,4-0,7 poids %), arsenic (3-5,5 poids %), antimoine (37,7-65,8 poids %) et zinc (4,9-12,4 poids %) sont caractéristiques des cuivres gris. Elles sont comparables à celles des minerais (fig. 3) provenant des terrils et des environs des mines, ce qui indique une bonne homogénéité des minerais. En effet, la teneur plus faible de ces derniers en argent (0,25-0,66

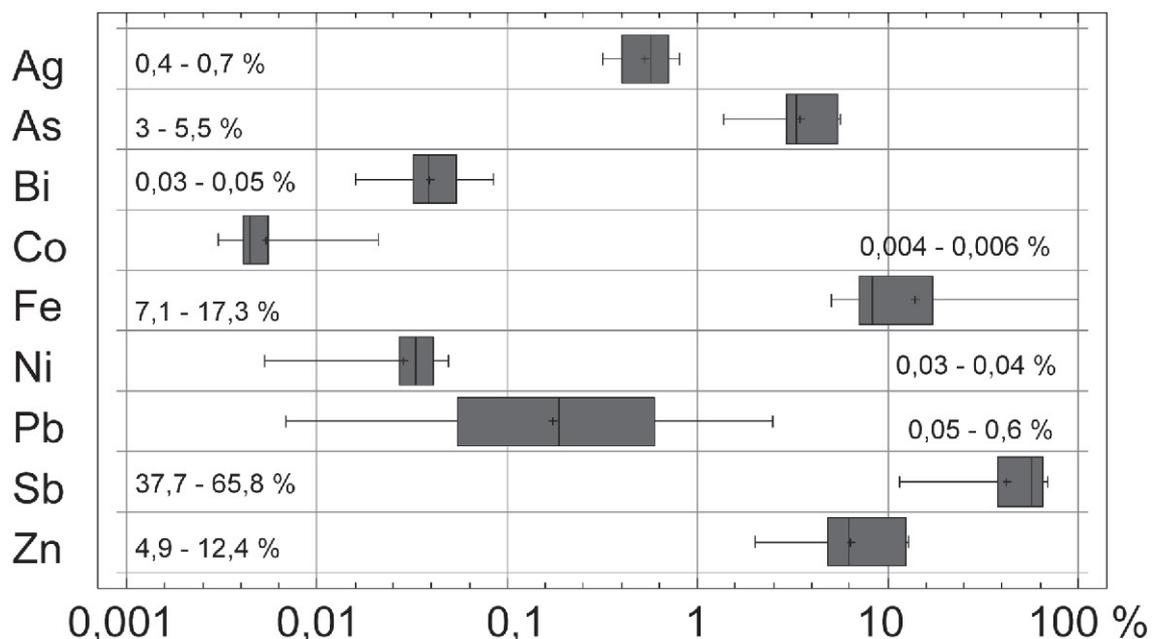


Fig. 2 – Distribution des éléments de 10 échantillons de minerai de La Roussignole, en forme de Box-Whisker-Plots. Les minerais sont originaires des mines. (Les concentrations des éléments standardisés à Cu = 100 % sont inscrites en logarithme. La ligne noire dans le box est la médiane, la croix est la valeur moyenne. Dans le box se trouvent 50 % des mesures, les Whiskers représentent les autres 50 %).

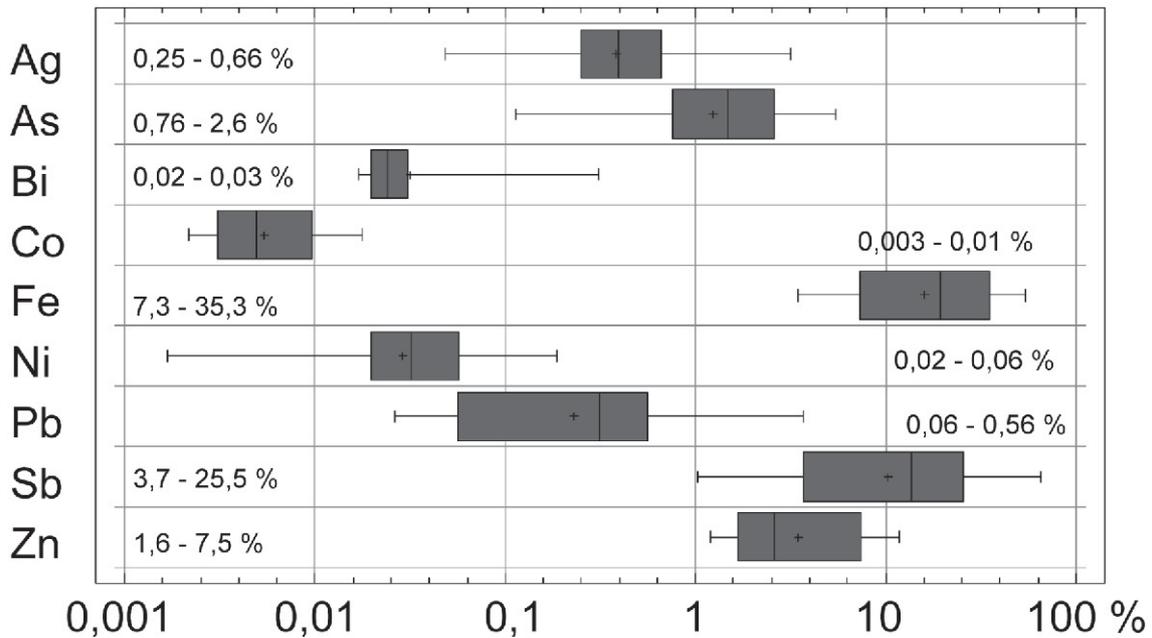


Fig. 3 – Distribution des éléments de douze échantillons de La Roussignole. Il s'agit de ramassages dans les terrils et à la proximité des mines.

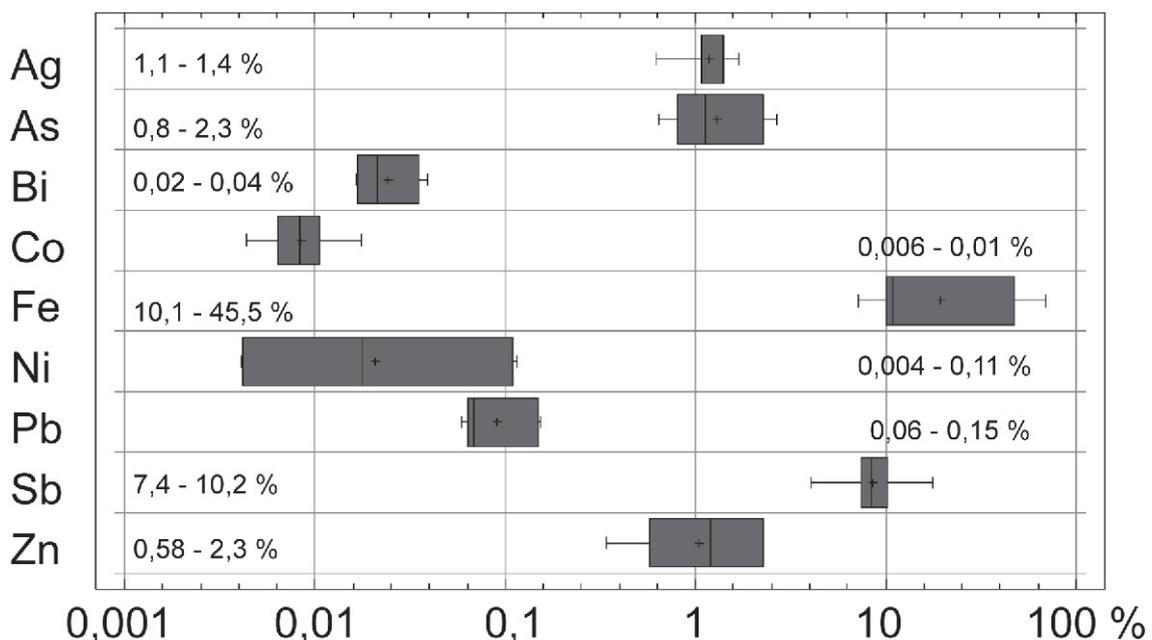


Fig. 4 – Distribution des éléments de cinq échantillons de Vallarade. Les minerais proviennent directement des mines.

poids %), arsenic (0,76-2,6 poids %), antimoine (3,7-25,5 poids %) et zinc (1,6-7,5 poids %) s'explique par un taux de corrosion plus important. L'étude au diffractomètre le confirme, puisque dans ces minerais, les teneurs en minéraux secondaires, malachite et azurite, produits de corrosion des cuivres gris, sont plus élevées.

Vallarade-Neuf-Bouches

Les échantillons des minerais de la région de Vallarade (VAL), au nord-est de Cabrières, proviennent des exploitations VAL 1 (Les Neuf Bouches), VAL 2,

VAL 3 et VAL 6 (Maass, 2002). Du minerai était exploité aux Neuf-Bouches dès le début du III^e millénaire avant J.-C. (Ambert, 1996). La minéralisation est semblable à celle de La Roussignole : on trouve surtout des cuivres gris (tétraédrite), de la malachite et de l'azurite.

Les minerais montrent (fig. 5) les teneurs typiques en argent (1,1-1,4 poids %), arsenic (0,8-2,3 poids %), antimoine (7,4-10,2 poids %) et zinc (0,58-2,3 poids %). La composition des minerais étudiés est comparable à celle de La Roussignole, avec néanmoins des teneurs en cuivre plus élevées.

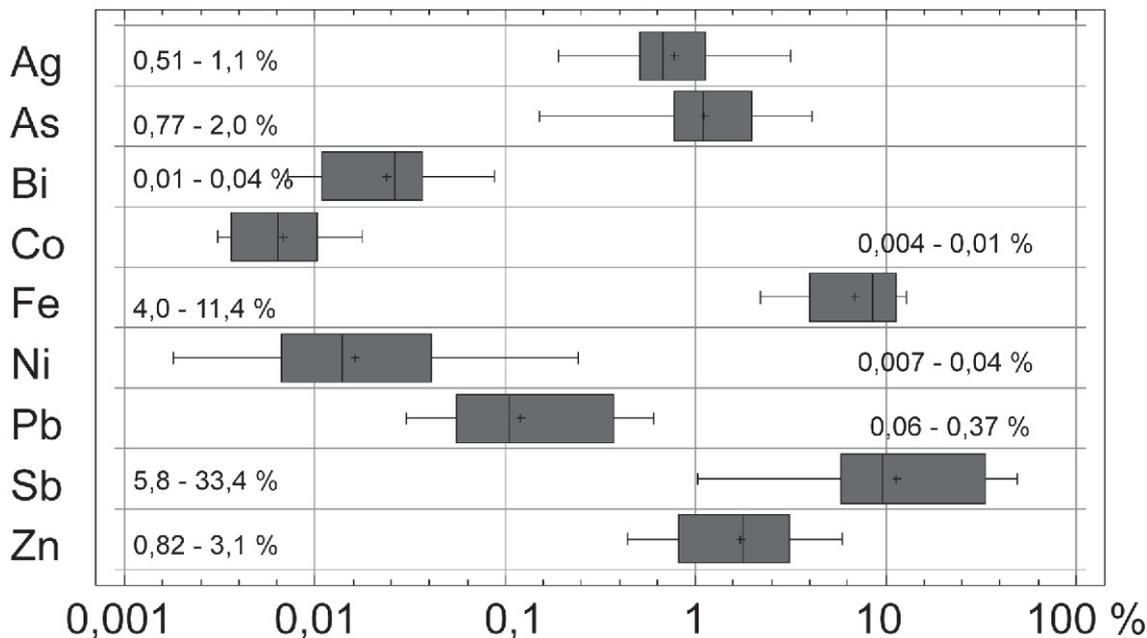


Fig. 5 – Distribution des éléments de onze échantillons de minerai de Vallarade. Il s’agit de ramassages dans les terrils et à la proximité des mines.

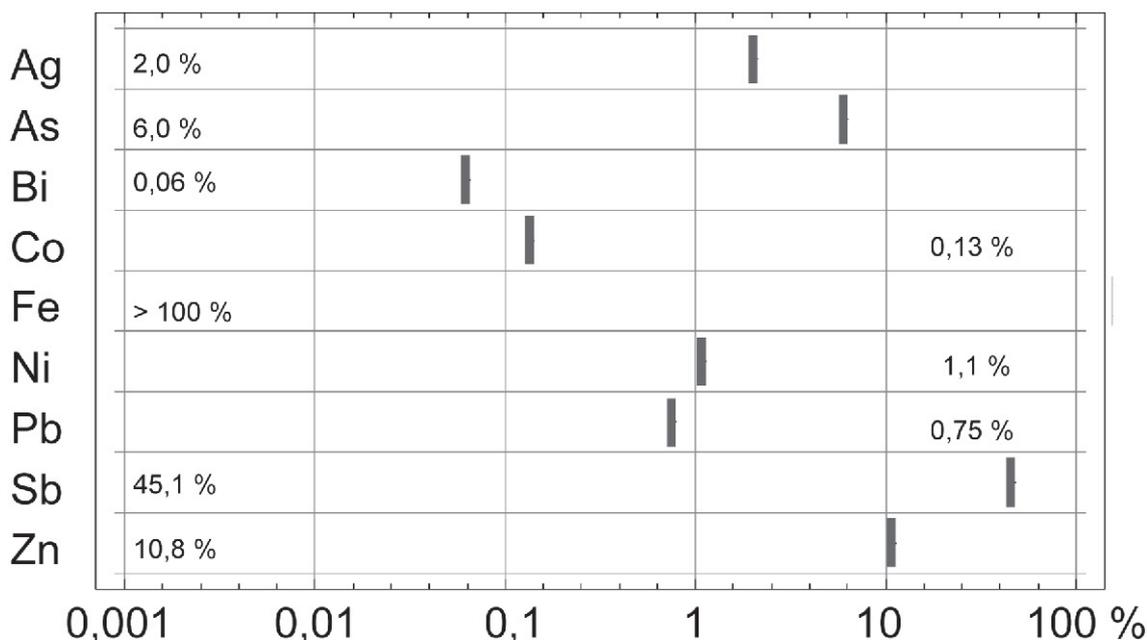


Fig. 6 – Distribution des éléments d’un échantillon de l’exploitation Pioch Farrus 4.

Pioch Farrus

À Pioch Farrus (PF), nous n’avons examiné (fig. 6) pour l’instant qu’un échantillon de la mine PF IV (Salvaire *et al.*, 1997) et trois prélevés à proximité de la fosse PF 448 (Espérou *et al.*, 1994). Le minerai de la mine PF IV est une tétraédrite typique de la région, avec une haute teneur en argent (2 poids %), arsenic (6 poids %), antimoine (45,1 poids %) et zinc (10,8 poids %). Les échantillons de PF 448 sont principalement formés de chalcopyrite, comme l’indiquent leur faible teneur en argent (0,01-0,26 poids %), arsenic (0,04-0,45 poids %), antimoine (0,001-0,58 poids %)

et zinc (0,04-0,24 poids %) et, à l’inverse, leur taux élevé en fer (57,1-94,6 poids %).

La Capitelle du Broum

Les fouilles de La Capitelle du Broum (Ambert, 2002 et ce colloque) présentent de nombreux indices d’activité métallurgique. Les scories, minerais, gouttes de cuivre pur, objets métalliques sont nombreux. Il s’agit donc d’un site exceptionnel qui permet d’établir un groupe de référence “Cabrières”. Les minerais correspondent ici encore à de la tétraédrite, comme l’indique la distribution des éléments :

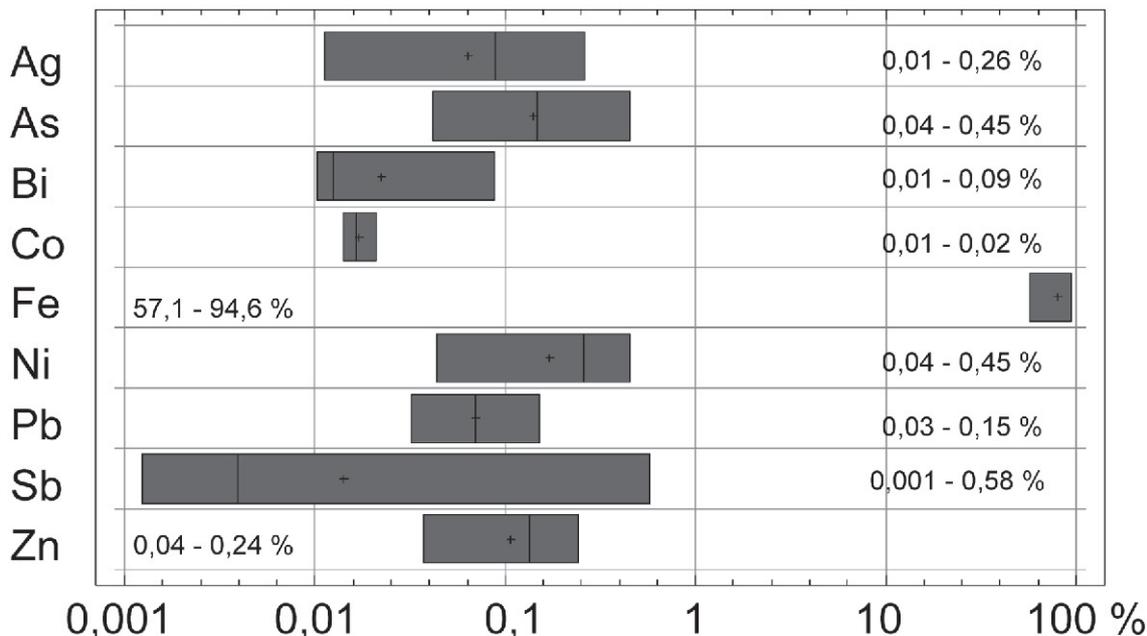


Fig. 7 – Distribution des éléments de trois échantillons du filon Pioch Farrus 448.

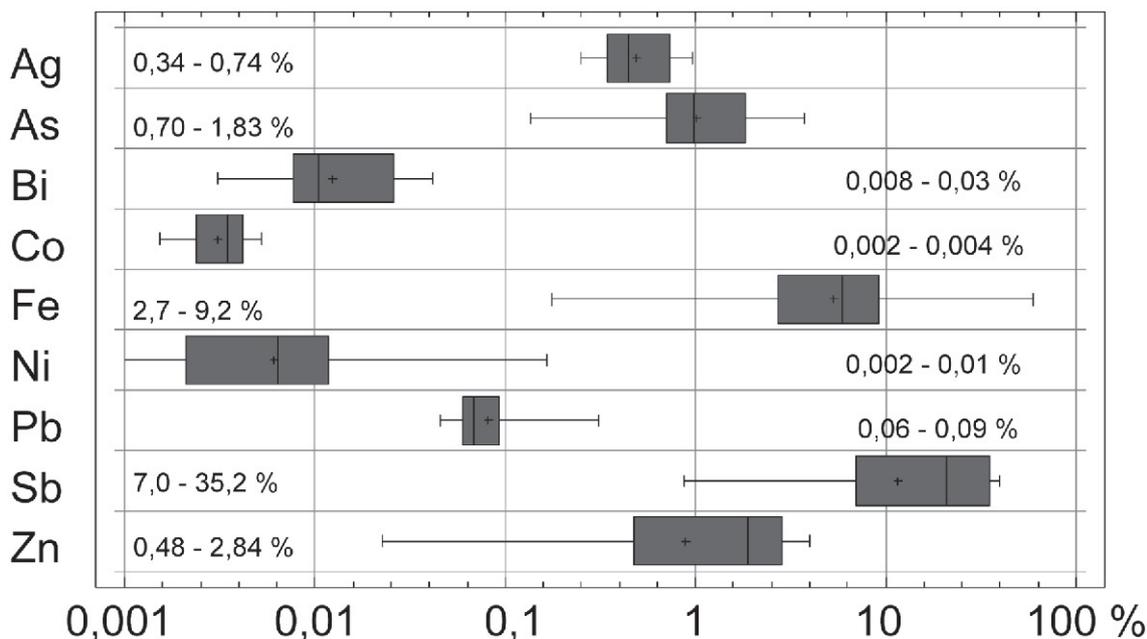


Fig. 8 – Distribution des éléments de 13 échantillons de minerai de l'habitat de La Capitelle du Broum.

argent (0,34-0,74 poids %), arsenic (0,7-1,38 poids %), antimoine (7-35,2 poids %), zinc (0,48-2,45 poids %).

Nous avons analysé en outre 13 gouttes de cuivre pur plus ou moins corrodées et une alène bien conservée. L'alène semble dater d'une période plus tardive de l'habitat, car elle contient 8 poids % d'étain. Dans tous ces métaux, les teneurs en argent (0,05-0,22 poids %), arsenic (0,27-0,68 poids %), et antimoine (0,9-4 poids %) sont élevées. Elles correspondent bien à la composition des minerais de la région (fig. 9). Les concentrations en zinc (0,001-0,03 poids %) et en fer (0,03-0,2 poids %) sont par contre nettement infé-

rieures à celles de ces minerais, car ces éléments se concentrent dans les scories et ne passent guère dans le cuivre. Par ailleurs, les teneurs en bismuth (0,01-0,05 poids %), cobalt (0,001-0,002 poids %), nickel (0,001-0,34 poids %) et plomb (0,01-0,05 poids %) ont des taux en rapport avec ceux des minerais régionaux, ce qui confirme une production de métal à partir d'un gisement local.

Si on compare les compositions en argent, arsenic et antimoine de la Capitelle du Broum avec les minerais et métaux des autres sites, on peut faire deux constatations :

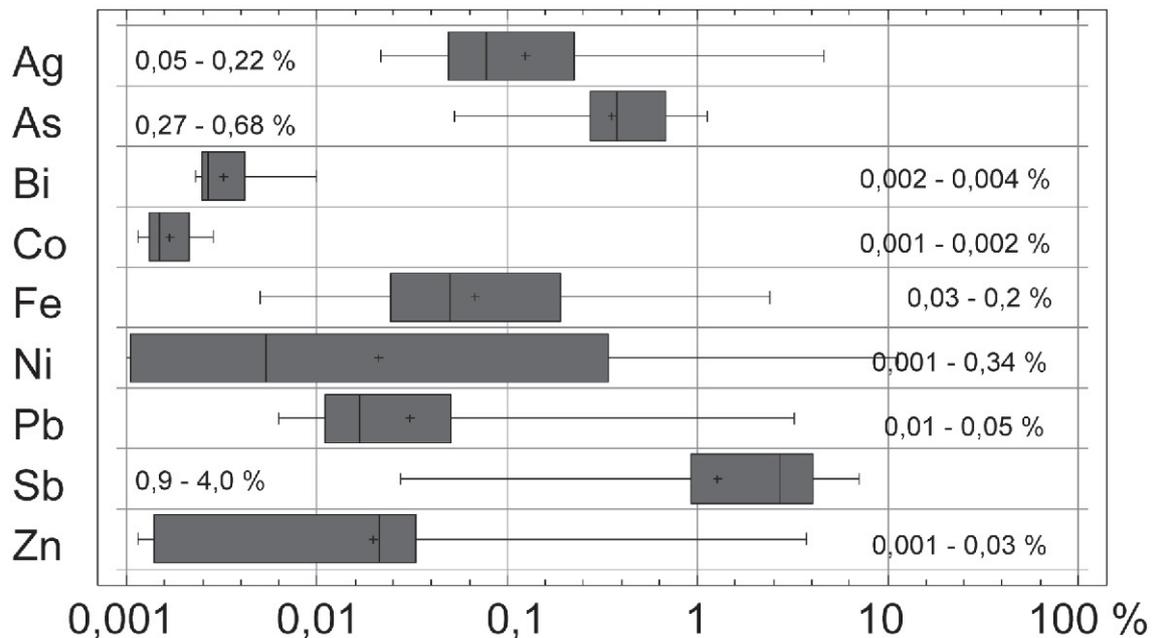


Fig. 9 – Distribution des éléments de 14 fragments de cuivre métal de l'habitat de La Capitelle du Broum.

- des différences nettes avec les documents de PF 448 qui ont des teneurs significativement inférieures, ce qui est normal pour la chalcopryrite ;
- d'étroites similitudes avec les minerais de La Roussignole, Pioch Farris IV et Vallarade.

Les minerais de La Capitelle semblent donc provenir de ces gisements, voire d'un seul d'entre eux. Dans les métaux les concentrations en particulier en arsenic et antimoine sont, bien sûr, du fait de l'oxydation thermique inférieures à celles des minerais. Cela ne saurait étonner.

Études statistiques

La recherche de l'origine des minerais prend surtout en compte les éléments antimoine, arsenic, bismuth, plomb, cobalt, nickel et argent qui servent de base pour les études statistiques suivantes.

Les minerais et les éléments sont traités par "Cluster-analyse". Ce procédé statistique multi-variant permet d'évaluer toutes les teneurs des éléments chimiques d'un échantillon et leurs inter-connexions. Cela permet de mettre en évidence des regroupements statistiques, en fonction desquels on crée des groupes (Cluster), de façon que les classes internes soient homogènes et les classes externes bien séparées les unes des autres. De cette façon, on fabrique des nuages de points dans un espace de dimension x , laquelle correspond au nombre des éléments. Ce système exclut de l'étude statistique les objets qui présentent des teneurs peu significatives. Pernicka (1990) a néanmoins établi une méthode qui permet de les prendre en considération.

Le regroupement des échantillons selon leur similitude peut se faire en utilisant un arsenal d'algorithmes.

L'algorithme retenu ici, la méthode Average-Link, commence avec la partition la plus fine, chaque échantillon équivalant à un groupe. On calcule les distances entre les échantillons, deux par deux, avant de réunir dans un seul groupe les deux échantillons séparés par la distance la plus petite. L'opération est répétée jusqu'à ce que tous les objets soient rassemblés dans un seul groupe.

Le problème le plus difficile à résoudre dans ce type d'analyse est la détermination du nombre optimal de subdivisions. Dans cet article, on utilise les paramètres du statistique-software (Statgraphics Plus, Manugistics) qui fournissent des indications pour optimiser cette détermination.

En groupant les 55 minerais et les 14 métaux examinés dans ce travail, le nombre maximal s'établit ainsi à huit (tableau 1) permettant de proposer quelques remarques:

- un groupe de quatre éléments permet d'identifier trois ensembles différents. Le premier est formé par les trois minerais de PF 448, le second d'un minerai de l'exploitation PF IV, le troisième d'un métal et d'un minerai de La Roussignole ;
- dans le cas d'un regroupement par cinq, le groupe principal de 13 métaux et 50 minerais se sépare en cinq sous-groupes avec un nombre maximal de huit cluster.

Pour un nombre d'échantillon aussi faible (69 échantillons) le nombre des groupes est très important puisque 60 % des métaux et 33 % des minerais sont rassemblés. Ceci confirme les conclusions des études géochimiques : la plus grande partie des minerais trouvés à La Capitelle du Broum proviennent des gisements locaux de La Roussignole et de Vallarade, et les métaux qui y ont été recueillis sont compatibles avec la fonte de ces minerais.

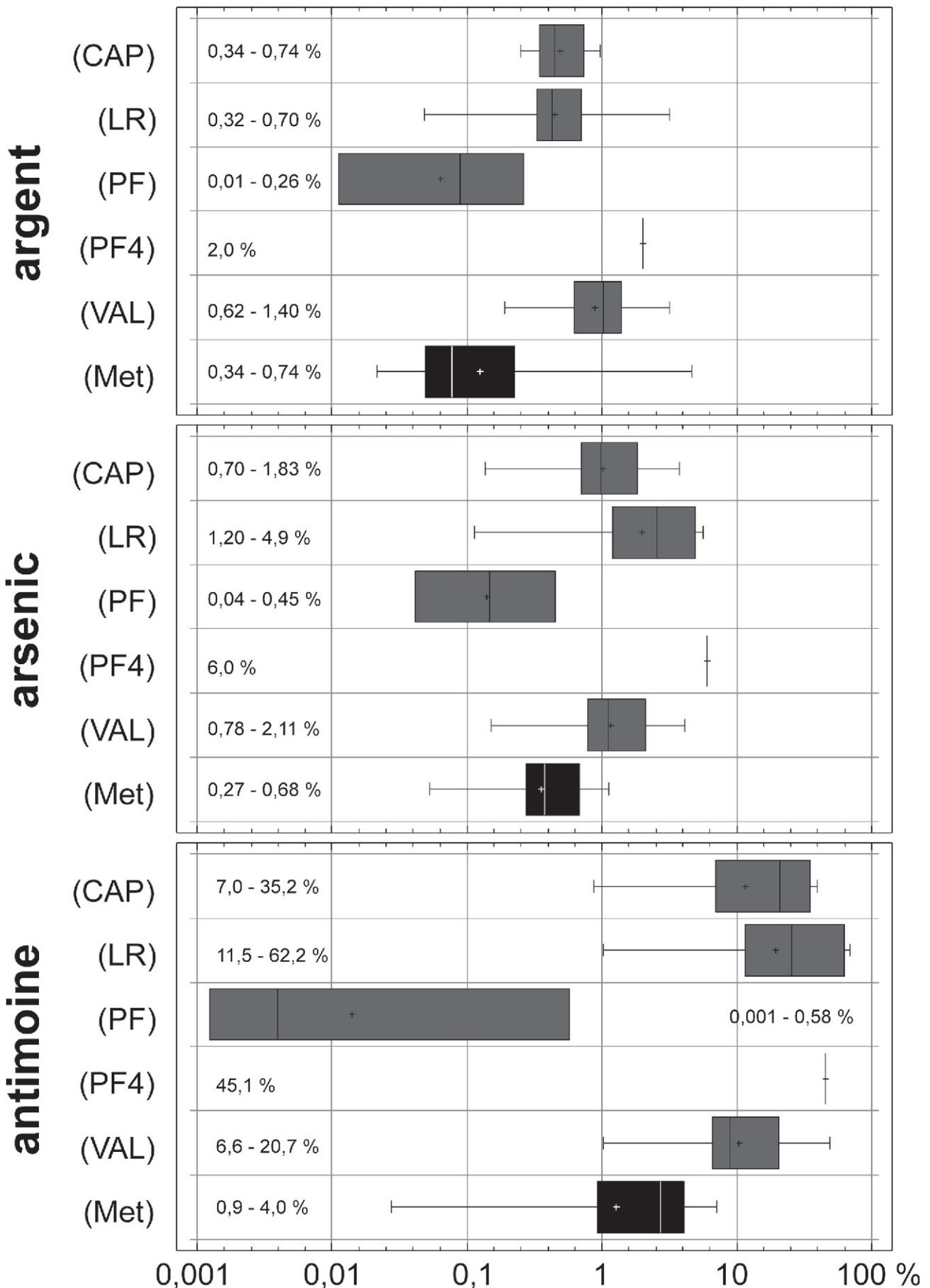


Fig. 10 – Distribution par sites miniers des teneurs d'argent, d'arsenic et d'antimoine – La Roussignole (LR), Pioch Farrus (mine PF 4, déblais PF), Vallarade (VAL) – Comparaison avec les métaux (MET) et les minerais (CAP) de La Capitelle du Broum.

**PREMIÈRES CARACTÉRISATIONS
DES MINERAIS ET DE LA MÉTALLURGIE
DE CABRIÈRES PAR LES ISOTOPES DU PLOMB**

Pour vérifier les conclusions des études géochimiques et statistiques, neuf minerais et trois produits métalliques ont fait l'objet d'une caractérisation isotopique ($^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$). Les résultats sont consignés à la figure 11.

Il est à noter que la plus grande partie (75 %) des échantillons examinés se situe, sur le diagramme, entre $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 2,07-2,09$ et $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 0,838-0,85$. Ces 75 % correspondent à trois minerais de La Roussignole, un minerai de Vallarade et deux métaux de l'habitat de La Capitelle du Broum, ce qui permet d'envisager une relation entre ces deux mines et le gisement métallurgique. Néanmoins, la réalité reste complexe, puisque deux minerais de Vallarade ($^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} < 2,05$) et un fragment de métal ($^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} > 2,1$) font partie des 25 % restants et sont à ce jour inclassables.

À ce niveau, il apparaît clairement qu'il convient de multiplier les analyses (travaux en cours), en priorité au niveau des nombreuses mines de Vallarade et du gisement de La Capitelle du Broum, les deux sites étant séparés de seulement quelques centaines de mètres l'un de l'autre.

Le résultat isotopique le plus intéressant ($^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} < 1,8$) concerne l'échantillon du minerai de PF 448. Ce résultat démontre que ce type de minerai appartient à un gisement très différent de ceux des mines de La Roussignole et de Vallarade. Cela est quelque peu étonnant et nécessite l'étude de plusieurs minerais des autres exploitations de Pioch-Farrus pour valider ou infirmer cette différence isotopique.

Si elle se confirmait, cette particularité permettrait de différencier, de façon formelle, les productions de Pioch-Farrus des autres minerais et productions régionales du district de Cabrières-Péret. Il est pour l'heure seulement possible de souligner que les minerais de Pioch-Farrus n'ont pas été repérés dans la métallurgie de la Capitelle du Broum.

NOMBRE DE GROUPES									
1	[69] 13 CAP, 22 LR, 3 PF, 1 PF-4, 16 VAL 14 MET								
2	[67] 13 CAP, 22 LR, 1 PF, 1 PF-4, 16 VAL 14 MET							[2] 2 PF	
3	[66] 13 CAP, 22 LR, 1 PF, 16 VAL 14 MET					[1] 1 PF-4	[2] 2 PF		
4	[63] 13 CAP, 21 LR, 16 VAL 13 MET				[3] 1 PF 1 LR 1 MET	[1] 1 PF-4	[2] 2 PF		
5	[43] 8 CAP, 19 LR, 10 VAL, 6 MET,			[20] 5 CAP, 2 LR, 6 VAL 7 MET	[3] 1 PF 1 LR 1 MET	[1] 1 PF-4	[2] 2 PF		
6	[38] 8 CAP, 19 LR, 10 VAL 1 MET		[5] 5 MET	[20] 5 CAP, 2 LR, 6 VAL 7 MET	[3] 1 PF 1 LR 1 MET	[1] 1 PF-4	[2] 2 PF		
7	[34] 6 CAP, 19 LR, 9 VAL	[4] 2 CAP 1 VAL 1 MET	[5] 5 MET	[20] 5 CAP, 2 LR, 6 VAL 7 MET	[3] 1 PF 1 LR 1 MET	[1] 1 PF-4	[2] 2 PF		
8	[34] 6 CAP, 19 LR, 9 VAL	[4] 2 CAP 1 VAL 1 MET	[5] 5 MET	[15] 5 CAP 1 LR 6 VAL 3 MET	[5] 1 LR 4 MET	[3] 1 PF 1 LR 1 MET	[1] 1 PF-4	[2] 2 PF	

Tabl. 1 – Distribution statistique des 69 échantillons étudiés [14 métaux (MET) et 55 minerais (13 La Capitelle (CAP), 22 La Roussignole (LR), 1 Pioch Farrus (PF 4), 3 PF 448 (PF), 16 Vallarade (VAL))]. Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre des objets dans un groupe.

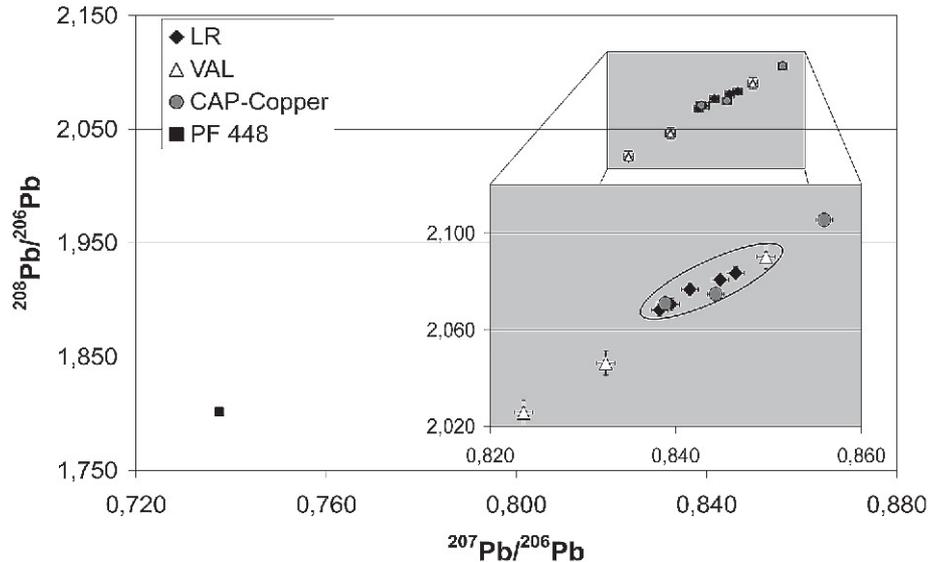


Fig. 11 – Comparaison des relations isotopiques (Pb^{208}/Pb^{206} vs. Pb^{207}/Pb^{206}) des minerais des exploitations de La Roussignole (LR), Vallarade (VAL) et PF 448, et du cuivre métal (MET) et minerai (CAP-Copper) de l'habitat de La Capitelle du Broum.

CONCLUSIONS

Le travail présenté dans cet article s'était fixé deux objectifs :

- établir un "groupe de référence" des minerais de cuivre du district Cabrières-Péret ;
- comparer les résultats obtenus avec la composition des objets métalliques et métallurgiques de l'Âge du cuivre régional.

Ces objectifs sont aujourd'hui seulement en partie atteints :

- l'étude géochimique portant sur plus d'une trentaine d'échantillons de minerais des trois principaux secteurs miniers (La Roussignole, Vallarade-Neuf-Bouches, Pioch-Farrus) confirme la présence constante et très largement dominante de la tétraédrite. Il en est de même pour ceux du site métallurgique de La Capitelle du Broum ;
- le même type d'analyse appliqué aux produits métallurgiques permet de souligner une nouvelle fois à nouveau l'utilisation de cette tétraédrite et plus largement des cuivres gris et de la chalcopryrite locaux dès l'origine de la métallurgie régionale (cf. infra) ;
- à Pioch-Farrus 448, la composition géochimique quelque peu particulière des productions métallurgiques de cette fosse chalcolithique (Espérou *et al.*, 1994) s'explique en partie par l'utilisation de la chalcopryrite présente dans un filon proche ;
- l'originalité de ce filon est plus nettement exprimée encore par sa composition isotopique. Cette dernière est totalement différente de celles des échantillons des trois autres secteurs analysés (La Roussignole, Vallarade-Neuf-Bouches, La Capitelle du Broum) dont les compositions sont par contre similaires. Leur relative homogénéité peut de ce fait servir à

caractériser le "groupe de référence" des minerais de cuivre du district Cabrières-Péret.

Au vu de ces premiers résultats, il nous semble indispensable en premier lieu d'étoffer notre échantillonnage au niveau des minerais (particulièrement ceux de Pioch-Farrus IV et de La Roussignole) comme à celui des produits métallurgiques (La Capitelle du Broum, Roque-Fenestre, Pioch-Farrus 448). Nous poursuivrons en parallèle l'établissement des corpus géochimique et isotopique des productions métallurgiques et métallurgiques locales, mais aussi régionales, dans trois directions :

- analyse des objets et produits métallurgiques réputés autochtones, les plus anciens (La Capitelle, Roque-mengarde, Cambous, ...)
- analyse des objets en métal de l'Âge du cuivre pouvant être liés à des importations lointaines (palmelas, poignards, ...) ou proches (poignard des Grands Causses) ;
- analyse des objets en métal du Launacien, en priorité ceux du dépôt de Beutarès, découvert sur les marges du district minier de Cabrières-Péret (Cazalis, 1898), qui a fait l'objet d'une nouvelle investigation (Laroche, 2003). ■

Remerciements : Ils s'adressent à M. Alexander Maass (Fribourg/B), pour son aide dans les récoltes d'échantillons, à Dirk Kirchner et Wolfgang Steger pour les études minéralogiques-chimiques et au laboratoire central de géochronologie de l'université de Münster, Prof. Klaus Mezger, PHD, pour les recherches concernant les isotopes du plomb. Une mention particulière ira à P. Giraud pour sa relecture constructive. Cette étude a bénéficié du programme Procope Fribourg/B (Prof. Strahm)-Toulouse (Ambert) et du PCR Mines et métallurgies du midi de la France dont elle forme la contribution n° 36.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMBERT P., BARGE H., BOURHIS J.-R. et ESPEROU J.-L. (1984) – Mines de cuivre préhistoriques de Cabrières (Hérault) : Premiers résultats. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 81/3, p. 83-89.
- AMBERT P. (1995) – Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault) : Quinze ans de recherches. État de la question. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 92/4, p. 499-508.
- AMBERT P. (1996) – The copper mines of Cabrières (France) and results of the experimental metallurgy. *Archéologie en Languedoc*, 20, p. 13-19.
- AMBERT P., COULAROU J., CERT C., GUENDON J.-L., BOURGARIT D., MILLE B., DAINAT D., HOULES N. et BEAUMES B. (2002) – Le plus vieil établissement de métallurgistes de France (3100-2880 Cal BC), Péret-Hérault, *C.R. Palevol. Acad. Sc. Paris*, 1, 1, p. 67-74.
- CAZALIS de FONTDOUCE P. (1900).- L'Hérault aux temps préhistoriques, Montpellier, *Bull. Soc. Lang. Géog.*, 1900. p. 1-195, (Géographie générale du département de l'Hérault, III, 1).
- ESPEROU J.-L., AMBERT P., BOURHIS J.-R., ROQUES P., GILOT E. et CHABAL L. (1994) – La fosse chalcolithique Pioch Farrus 448 (Cabrières, Hérault). *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, 37, p. 53-62.
- JUNGHANS S., SANGMEISTER E. et SCHRODER M. (1960) – Metallanalysen kupfer zeitlicher und frühbronzezeitlicher Bodenfunde aus Europa. Studien zu den Anfängen der Metallurgie, Bd.1, RGZM, Berlin.
- JUNGHANS S., SANGMEISTER E. et SCHRODER M. (1968) – Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas. Studien zu den Anfängen der Metallurgie, Bd.1-2, RGZM, Berlin.
- LAROCHE M. (2003) – *Le dépôt launacien de Beutarès (Fontès, Hérault) dans son cadre géologique et archéologique local*. Comparaisons avec les autres dépôts laurentiens, Mémoire de Maîtrise, Montpellier III, 123 p.
- MAASS A. (2002) – La mine de La Roussignole 2 (Cabrières, Hérault). Premiers résultats des recherches, *Archéologie en Languedoc*, n° 26, p. 55-62.
- PRANGE M. (2000) – La Roussignole – Geochemische Charakterisierung prähistorischer Abbaue in Cabrières/Hérault. *Metalla*, Bochum, 7.2 p. 47-54.
- SALVAIRE M *et al.*, (1997) – Les travaux du PCR Mines et Métallurgies préhistoriques du midi de la France à la mine de Pioch-Farrus IV à Cabrières Hérault, en 1996 et 1997 : résultats et perspectives. *Archéologie en Languedoc*, n° 21, p. 83-92.

Michaël PRANGE

Deutsches Bergbau-Museum, Forschungsstelle
Archäologie und Materialwissenschaften,
Fachbereich Archäometallurgie, Herner Str. 45,
D-44787 BOCHUM, Germany

Paul AMBERT

UMR 8555 du CNRS, Centre d'anthropologie,
39, allées Jules Guesde, 31000 TOULOUSE, France

Paul AMBERT,
Laurence BOUQUET,
Jean-Louis GUENDON
et Doris MISCHKA

La Capitelle du Broum (district minier de Cabrières-Péret, Hérault) : établissement industriel de l'aurore de la métallurgie française (3100-2400 BC)

Résumé

Le gisement de la Capitelle du Broum, situé dans le district minier-métallurgique de Cabrières-Péret (Hérault), a révélé le plus ancien établissement métallurgique de France (3100-2400 BC). Les sols archéologiques, fort opportunément conservés, permettent d'établir que les principales phases de la transformation des minerais de cuivre (oxydes et sulfures) en métal y sont présentes (tri du minerai, fusion partiellement réductrice, refonte oxydante). Les aires de transformation métallurgique – les seules de cette époque en France – simples fosses, sont nombreuses. Elles sont associées, sans que leur contemporanéité soit prouvée, avec des cabanes à murs en pierre sèche à absides, jusque-là inconnues à l'ouest de la rivière Hérault.

Abstract

The settlement of metalworkers of la Capitelle du Broum (Péret-Hérault): new elements – *The recent excavations on the chalcolithic site of La Capitelle du Broum have furnished many remains and proofs of metallurgical occupation from the beginning of the third millenium BC until the Bronze Age. The first metallurgical activities can be dated around 3100-2400 BC on the basis of many slags and drops of copper but also on the basis of specific tools like crucibles and galets à cupule (on the contrary, any tuyère has been found yet). There are other evidences of this activity, which are quite unique of this period in France: little thirty-centimeters round seats of metallurgy extremely rubified and rich in metalliferous material. The novelty comes from the discovery of a pit or a ditch around two meters deep and ten meters long. On this basis, a real stratigraphy can be done with several floors plentiful of pottery and metallurgical material. Futhermore, there are several double facing dry stone wall huts, built with basalt and limestone, and an inner filling which contains metallurgical tools of the first period. Some other houses look to be built without filling of stones between two ranks of faced blocks. We can also prouved the continuity of this site of settlement by the presence of scoriaced-coal soil under the houses' foundations. The metallurgical activity is contemporaneous to the settlement and attested by several bronze tools. As a conclusion of these excavations, we are allowed to propose two periods for this local Chalcolithic age. We focus our attention on stratigraphy, C 14 datations and potteries, the former ones of the type of the Broum'ceramic, the latter ones linked with the development of Fontbouisse.*

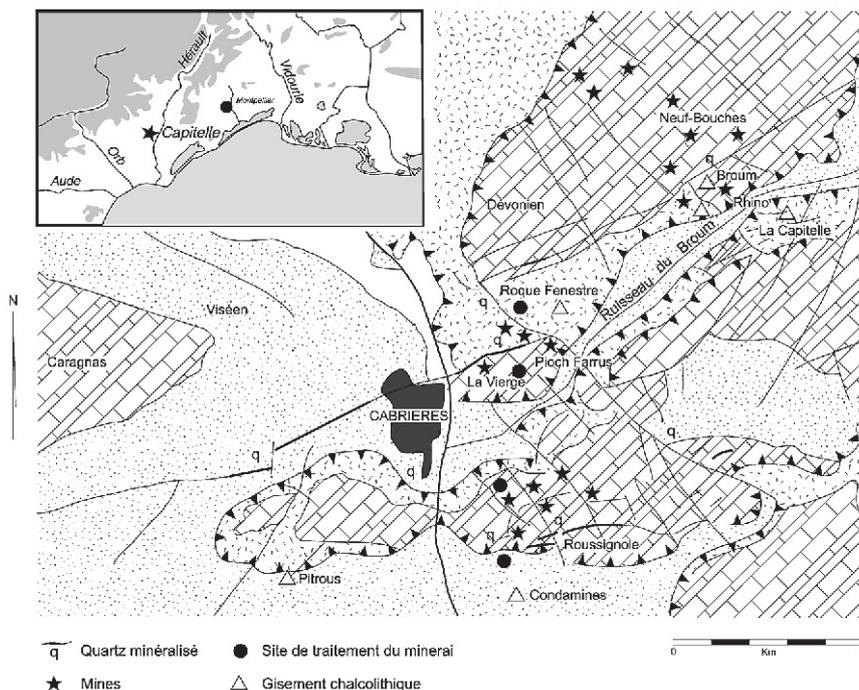


Fig. 1 – Situation, contexte archéologique et géologique du gisement de la Capitelle du Broum dans le district minier de Cabrières-Péret (dessin J. Coularou).

INTRODUCTION

Les découvertes, sur le site de la Capitelle du Broum (fig. 1) en 1982 puis en 1997, de scories et gouttes de cuivre comparables à celles, préhistoriques, des autres sites métallurgiques du district minier de Cabrières-Péret, Hérault (Roque-Fenestre, Ambert *et al.*, 1984; Bourgarit et Mille, 1997 et Pioch-Farrus 448, Espérou *et al.*, 1994) retenaient depuis lors notre attention. En effet, outre l'existence proche (fig. 1) de la grotte du même nom (Barge *et al.*, 1997), la vallée du Broum draine d'est en ouest, sensiblement de façon médiane, le périmètre minier base cuivre de Cabrières-Péret, exploité pendant la pré- et la protohistoire.

Aussi, dès le début des travaux de rénovation sur le site, de la vigne centenaire qui recouvrait les lieux, en octobre 2000, l'arrachage des ceps ayant permis d'établir clairement la localisation des scories, nous entreprîmes, avec l'accord bienveillant du propriétaire, Christian Vergnes, un sondage d'une dizaine de mètres carrés à l'emplacement précis d'où provenaient les documents.

Une aire métallurgique de l'Âge du cuivre, faiblement étêtée par les labours, fut alors mise au jour. La poursuite des travaux, en 2001 (Ambert *et al.*, 2002), 2002 et 2003, a confirmé les premiers résultats. Elle a permis de détecter, en sus des aires de métallurgistes, plusieurs infra-structures en pierre sèche. L'occupation préhistorique s'étend désormais sur plus de 800 m² (fig. 2).

RAISONS DE LA CONSERVATION EXCEPTIONNELLE DES SOLS ET DES STRUCTURES ARCHÉOLOGIQUES

L'établissement métallurgique occupe un col allongé (fig. 2 et *photo couleur pl. II, n° 1*), relativement plan, dominé de part et d'autre, mais surtout au sud, par des collines dolomitiques dont les versants étaient cultivés jusqu'à la dernière guerre. Cette bande dépressionnaire a été excavée dans des schistes particulièrement friables, recouverts en grande partie (cf. structure 19, II, 1-2), au cours du Quaternaire, par des dépôts argilo-caillouteux rouges dont l'épaisseur dépasse, dans nos sondages, plusieurs mètres. Ces argiles forment le substrat de l'installation des populations chalcolithiques. Elles sont parfaitement imperméables et ont conduit la formation de plans d'eau durables dans les secteurs mis en creux par nos fouilles. Si les préhistoriques ont pu tirer parti de cette conjoncture (Ambert *et al.*, 2002), elle est par contre particulièrement pénalisante pour nos travaux.

La plupart des documents archéologiques étaient indécélables après l'arrachage des ceps de vigne, malgré une prospection attentive de labours et trois sondages mécaniques. Cette apparente stérilité archéologique résulte du recouvrement postérieur à l'occupation chalcolithique par des formations colluviales d'argiles limoneuses. L'origine de ces dernières est à rechercher dans l'érosion des couvertures pédologiques, aujourd'hui disparues, des versants dolomitiques. Ces colluvions sont in fine recouvertes par des

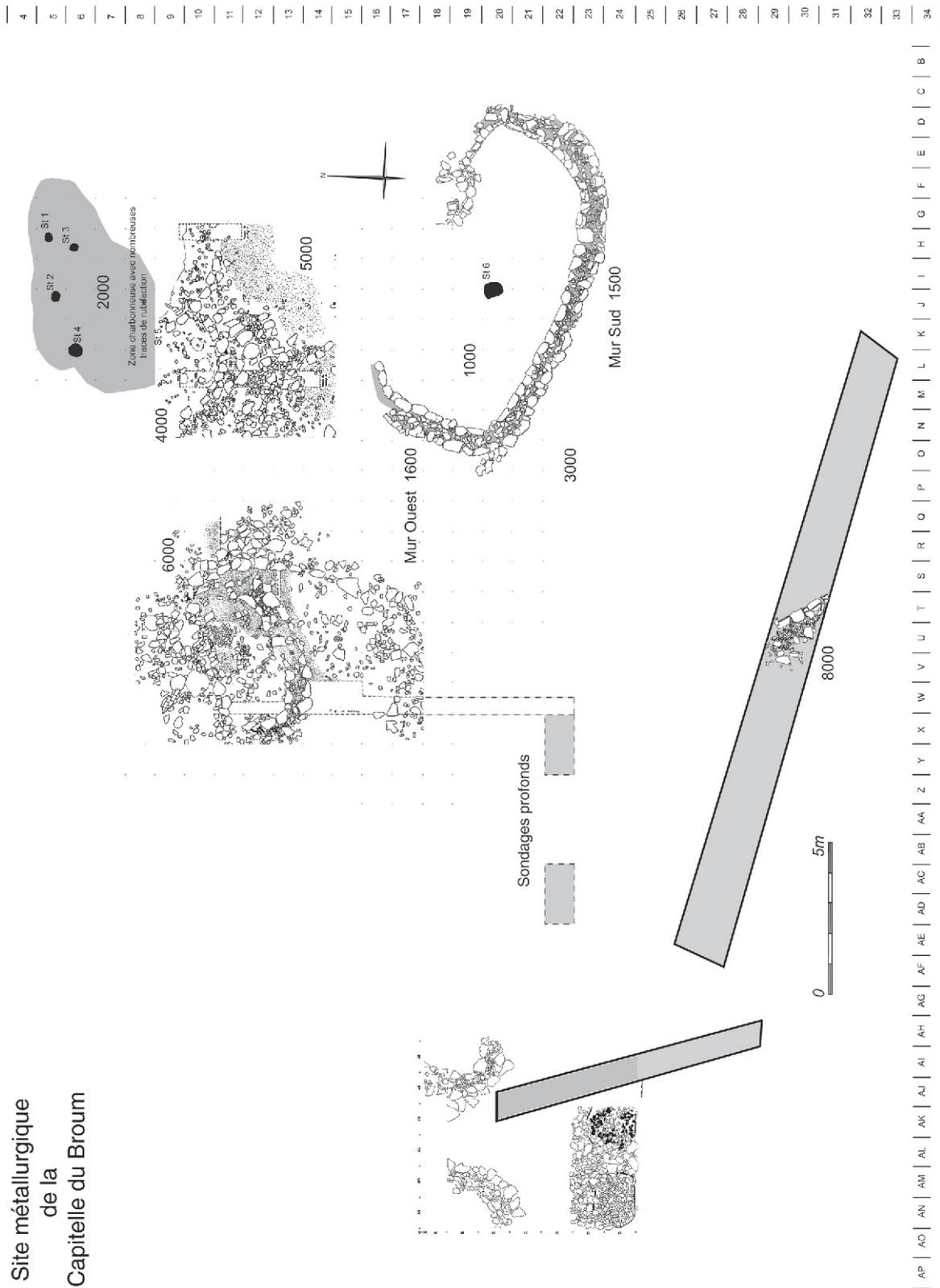


Fig. 2 – Extension actuelle de la fouille de la Capitelle du Broum.

apports plus grossiers originaires, eux aussi, des versants situés au sud du gisement. Ces deux apports sédimentaires assurent ainsi leur quasi-inviolabilité et donc leur sauvegarde ont soustrait les documents archéologiques aux impacts de la culture moderne, assurant leur sauvegarde. Même s'il n'est pas possible pour l'instant de préciser l'importance et le rôle de l'impact humain chalcolithique dans ce colluvionnement, l'arasement des maisons à murs en pierre sèche comme le comblement d'une partie des fosses sont par contre directement liés à l'activité humaine à l'Âge du cuivre.

ÉTAT DES CONNAISSANCES CONCERNANT LES STRUCTURES ARCHÉOLOGIQUES CHALCOLITHIQUES

Les structures en relation avec la métallurgie

Les deux premières années de fouilles ont permis de mettre au jour plusieurs témoignages complémentaires originaux en relation avec la métallurgie.

La plupart des structures métallurgiques sont de simples foyers-cuvettes, très colorés (*pl. coul. I et II*), qui présentent un ou plusieurs niveaux d'oxydes de cuivre inter stratifiés. Avec les scories et gouttes de cuivre périphériques (Bourgarit et Mille, ce colloque), ce sont les documents formels d'une pratique in situ de la transformation du minerai de cuivre en cuivre métallique. Ces documents, exceptionnels au Chalcolithique, uniques en France à notre connaissance, présentent entre eux des différences plus ou moins sensibles. Plusieurs ont subi les atteintes, plus ou moins importantes, des pratiques agricoles, d'autres relèvent du parti pris des constructeurs.

Description sommaire des foyers-cuvettes

En l'absence, momentanée, d'analyses de laboratoire, cette description sera réduite aux observations faites en cours de fouille.

La plupart de ces foyers correspondent à des cuvettes de petite taille de 40 à 50 cm de grand axe, d'une vingtaine de profondeur (*pl. coul. II, n° 2*). Certaines sont creusées dans le cailloutis superficiel du substrat calcaréo-dolomitique noyé dans un sol argileux brun plus ou moins rubéfié, caractéristique du pied de la colline dolomitique qui domine le site, au nord.

D'autres structures (14 et 15) sont creusées dans les couches de rejets, souvent noirâtres et charbonneuses, de foyers-cuvettes antérieurs. D'autres encore (structure 19) se superposent à ces dernières ou les recoupent. La vingtaine de structures mise au jour sont étroitement localisées dans les secteurs 2000 et 6000. Cette aire est circonscrite au sud par la juxtaposition de deux ou trois bâtis curvilignes de grosses dalles dont l'utilisation nous échappe mais que, compte tenu de leur forme sensiblement semi-elliptique, nous avons appelés provisoirement des "arceaux" (fig. 3 et *pl. coul. II, n° 3*).

Ces foyers-cuvettes, en coupe et/ou en plan, présentent des auréoles concentriques emboîtées, formées, de bas en haut ou de l'extérieur vers l'intérieur, d'une

triade de couleurs, variant respectivement du brun-rouge au rouge vif, du jaune au beige, du brun-noir au gris (*pl. coul. II n° 1, 2 et 4*). Cette succession, qui est la plus fréquente, n'est pas systématique. Elle peut être inversée et, au moins dans un exemple, elle présente un redoublement des trois couleurs superposées. Ce dernier cas semble indiquer une réutilisation du dispositif en question. Cependant, dans toutes les structures observées on remarque notamment la présence d'argile jaune-orangé qui, lorsque le foyer-cuvette est bien conservé, semble mouler le pourtour et le fond de la cuvette, en une couche d'un à plusieurs centimètres d'épaisseur.

Localement, dans la structure 19 (fig. 3), nous avons pu observer un passage chromatique latéral de cette argile jaune à jaune orangé, puis un passage à une argile de même teinte fortement durcie. Fine et non caillouteuse, cette argile jaune se distingue nettement du substrat immédiat et des faciès plutôt rougeâtres et brun-rouge des colluvions quaternaires visibles dans tous les secteurs sud et sud-ouest du site. Par contre, l'argile jaune paraît à première vue très comparable à celle qui affleure à quelques dizaines de mètres à l'est des foyers métallurgiques. Cette dernière formation est associée à des blocs de basalte très altérés et à de nombreux galets. Elle est attribuable, en première hypothèse, à un alluvionnement d'un paléo-cours du ruisseau du Broum, contemporaine (?) d'un lambeau de coulée basaltique émise par le volcan de Malhubert qui ferme l'horizon à l'est – sud-est. Il n'est d'ailleurs pas invraisemblable que ce soit le contact prolongé avec les terrains volcaniques qui ait transformé l'argile initiale en ce matériau dont semblent avoir tiré parti les métallurgistes chalcolithiques. C'est une piste de recherche en cours de développement.

Les arguments en faveur d'une très forte chauffe liée à des transformations métallurgiques s'appuient sur trois données concordantes :

- les blocs dolomitiques qui entourent, pas toujours semble-t-il de façon fortuite, les aires de chauffe sont fortement affectés par la chaleur, et en partie calcinés ;
- l'exceptionnelle concentration, à la périphérie des foyers-cuvettes, de scories, de gouttes de cuivre et de fragments de minerai (800 déchets métallurgiques ont été isolés dans les fouilles du secteur 2000 où se concentrent la plupart des dispositifs les plus remarquables ;
- à l'intérieur des foyers, un ou des lits de minerai réduit en poudre et partiellement fondu, où des gouttes ont été isolées (*pl. coul. II n° 1, 2*). Dans l'un d'eux (structure 4) une aire curviligne continue, située au contact du sédiment jaune, traversait, sensiblement en son milieu de part en part la structure. Cette forme indique, de façon approximative, celle de la cuvette originelle.

Les foyers-cuvettes du type de la structure 4 (il n'est absolument pas possible pour ces derniers, de parler de fours) paraissent avoir permis la transformation



Fig. 3 – Dessin du foyer-cuvette 19 dans son arceau périphérique de pierres plates.
 Noter que cet arceau s'appuie ou recoupe un autre arceau situé à l'est (cf. pl. II, n° 3).

métallurgique des minerais de cuivre sulfuré en gouttes métalliques. L'étude des produits métallurgiques (scories, gouttes de cuivre) et l'abondance des fragments de minerai de type cuivre gris démontrent qu'il s'agit d'une métallurgie utilisant l'association sulfures-carbonates suivant le concept de Co-smelting de Rostoker *et al.*, (1989). Ces dispositifs très ouverts, voire plats, fonctionnent en fait en utilisant l'avidité du soufre pour l'oxygène.

Les travaux de D. Bourgarit et B. Mille (ce colloque) soulignent que c'est une métallurgie faiblement réductrice avec des rendements relativement médiocres en regard de la qualité des minerais utilisés.

Les structures spécifiques, en relation plus ou moins directe avec la métallurgie

Une seule de ces structures de chauffe, la structure St 4 (*pl. coul. I, n° 4*), présente une morphologie différente. Elle est implantée sur les vestiges d'un grossier assemblage de pierres plates exogènes rubéfiées, recouverts de sédiments très charbonneux. C'est à sa proximité immédiate qu'ont été découverts une coulure de métal pouvant provenir d'une lingotière (Ambert *et al.*, 2002) et un important déchet métallique de type lingot (?). Aussi, est-il permis, à titre d'hypothèse, de considérer cette structure comme un possible appareil d'affinage des gouttes métalliques obtenues préalablement.

Dans l'emprise interne de la cabane 1, une petite cuvette oblongue, de 62 cm sur 48 cm et de 12 cm de profondeur, est remplie de sédiments dont certains peuvent correspondre aux rebuts de phases préparatoires (concassage et tri des minerais) d'une activité métallurgique. Plusieurs lits (fig. 4 et 5) de fragments

anguleux, millimétriques à centimétriques, de dolomie, calcaire, quartz et minerai sont inclus dans une matrice de sable roux très bien classé, constituée d'éléments infra-millimétriques, essentiellement dolomitiques. Les charbons de bois, peu nombreux, semblent surtout présents dans un fin niveau argileux. Aucun fragment de scorie n'a été repéré dans les échantillons observés.

Certes, l'hypothèse de l'utilisation de ces structures reste entachée d'incertitudes, elle devra être validée par la poursuite des travaux de terrain et de laboratoire. Néanmoins, il semble possible de considérer que toutes les étapes essentielles de la métallurgie chalcolithique sont ici identifiables : broyage-triage, fusion des minerais de cuivre (par co-smelting : oxydes + sulfures) permettant d'isoler le cuivre métallique, affinage et fabrication des objets.

Les cabanes en pierre sèche

La photographie aérienne (*pl. coul. II, n° 1*) souligne l'extension approximative des cabanes à murs en pierre sèche. La plupart, comme la cabane 1, présentent des murs à double parement et à bourrage interne avec de la blocaille. D'autres (6) semblent, en l'état des connaissances, consister en deux lignes de blocs-parements directement opposés. Enfin, dans d'autres secteurs (arceaux au sud de l'aire métallurgique 19, secteur 8000, fig. 3), les structures se réduisent à un seul alignement de blocs.

La cabane 1 possède une architecture en pierre sèche, à double parement et à double abside (Ambert *et al.*, 2002). La plupart des murs sont conservés sur une seule assise. Les blocs du parement sont de dimensions assez



Fig. 4 – Vue de la structure 6, fosse aux parois rubéfiées remplie d'un broyat de dolomies et de minerais.

régulières, une quarantaine de centimètres de long pour une largeur moyenne de 25 à 30 cm. Ce sont en alternance, des blocs locaux de basalte, de dolomie et de calcaire. Si leur disposition reste en grande partie aléa-

toire, on constate toutefois que le parement interne est plus riche en blocs de basalte. Le bourrage interne est constitué d'un cailloutis calcaréo-dolomitique assez bien calibré. L'angle que fait l'abside ouest par rapport

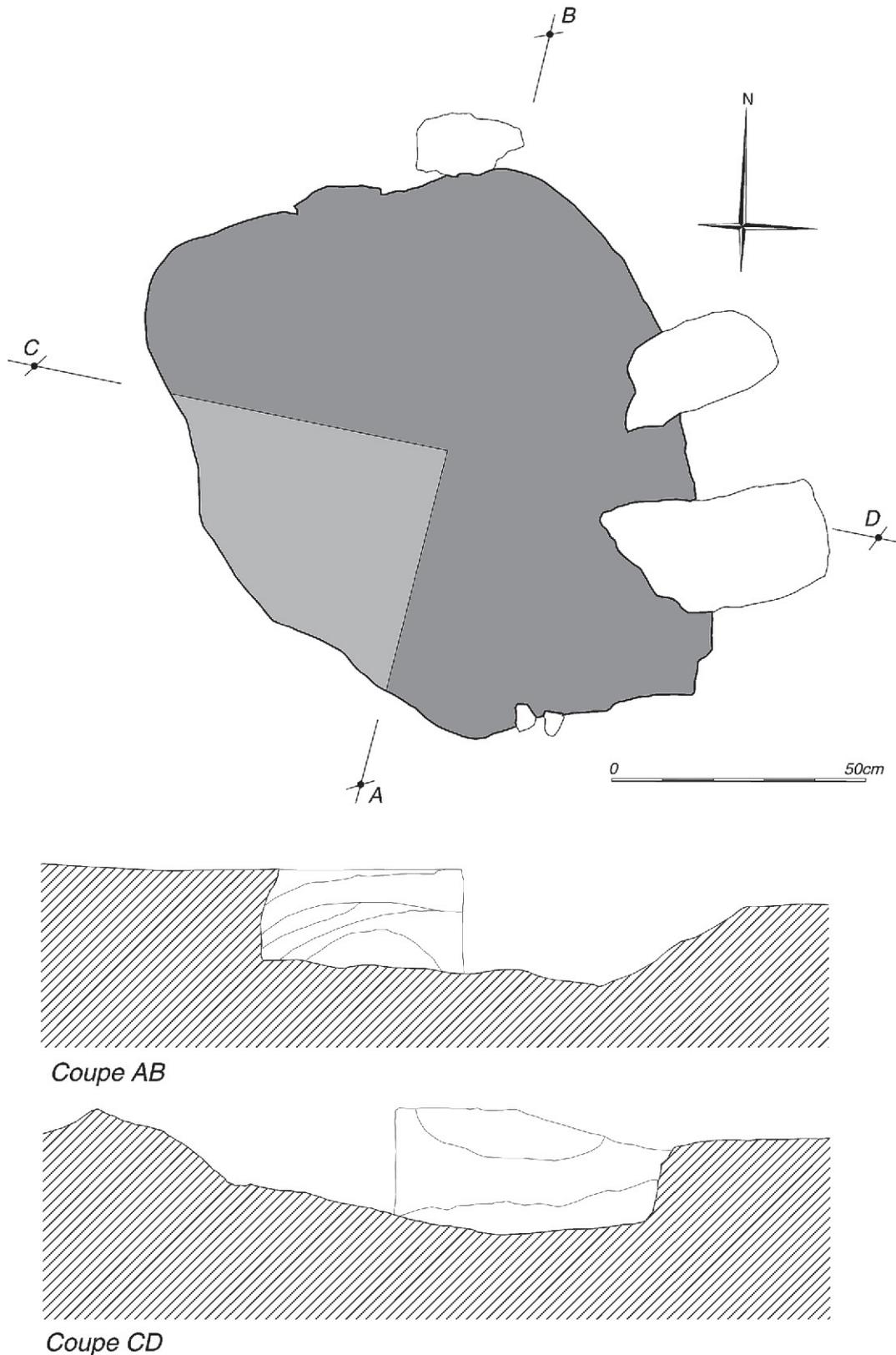


Fig. 5 – Relevé de la forme et du remplissage de la structure 6 (cf. fig. 4).

au grand mur sud semble témoigner d'une opération de réfection ou de réduction de la cabane initiale. À l'est, sensiblement en milieu d'abside, l'épaisseur du mur est brutalement réduite. Cette dernière peut être interprétée, du fait de la présence d'une dalle de seuil, comme l'emplacement d'une porte.

Dans sa restitution actuelle, cette cabane, incomplètement fouillée, mesure un peu moins de 10 mètres de grand axe. Sa largeur, plus difficile à estimer compte tenu de l'apparent état de destruction du mur nord, avoisine 5 mètres. Ce type d'architecture, bien connu dans les garrigues du nord-montpelliérais et généralement attribué au groupe de Fontbouisse, était totalement inconnu à l'ouest de l'Hérault (Gasco, 1976). En voici donc le premier exemple, bien que récemment Pouilleul (2001) ait signalé l'existence d'un témoignage partiel de cabane de ce type dans la commune de Mèze.

LES DONNÉES CHRONO-STRATIGRAPHIQUES DE LA CAPITELLE DU BROUM

Dans les secteurs où les cabanes en pierre sèche et les aires métallurgiques sont implantées, l'épaisseur des couches est faible (elle dépasse rarement 20 cm) alors que, comme semble le souligner l'architecture de la cabane 1, les remaniements y sont nombreux. Contrairement au secteur 2000 (fig. 2), aucun sol d'occupation contemporain des modifications de la cabane 1 n'a été identifié pour le moment. Seule certitude, sous la fondation du mur de l'abside ouest, une inflexion du substratum a permis la conservation d'un sol antérieur, caractérisé par l'abondance de charbons très scoriacés, attribuables à la métallurgie. Il y a donc bien une stratigraphie, avec une première phase métallurgique, la seconde étant au moins en partie occupée par un habitat. Compte-tenu des difficultés rencontrées pour établir

dans ce secteur une stratigraphie nette, pour essayer d'y remédier, la fouille de la fosse 9000, dans laquelle l'épaisseur des couches dépasse au moins localement deux mètres, est programmée dans les mois à venir. À l'heure actuelle, seuls quelques marqueurs céramiques ou lithiques et les datations ^{14}C permettent de fixer la durée de vie du centre industriel chalcolithique (tabl. I).

Les marqueurs chronologiques dédiés du mobilier archéologique

Comparées aux céramiques fontbuxiennes mises à jour dans les cabanes de même type de la région de Montpellier (Cambous, Boussargues), celles du site de la Capitelle du Broum paraissent plus anciennes. En effet, à La Capitelle du Broum, les cordons, nombreux, sont larges et arrondis. Certains forment des motifs orthogonaux déjà rencontrés à la grotte du Broum. Au niveau des décors, les pastilles au repoussé sont bien présentes (fig. 6). Plusieurs tessons possèdent de grosses pastilles, circulaires ou carrées. Enfin, comme dans le Néolithique de Roquemengarde (Guilaine *et al.*, 1987) et de la grotte du Broum (Barge *et al.*, 1987), un tesson porte la trace de coups de spatules alignés. On retrouve cette même influence dans les céramiques décorées d'incisions de la structure 6. Cette dernière a livré en outre un fragment de vase portant des impressions digitales connues en contexte Ferrières.

Toutes ces indications tendent, en accord avec les datations obtenues (cf. infra), à suggérer l'antériorité de ces constructions sur la plupart des archétypes du Montpelliérais (Canet et Roudil, 1978; Colomer *et al.*, 1990). Cela nécessite néanmoins prudence et confirmation, d'autant que la récente publication du site des Vautes (Guilaine et Escallon, 2003) souligne que l'architecture de ces cabanes n'est pas aussi spécifiquement fontbuxienne qu'on le croyait il y a encore peu de temps.

Localisation	Age BP (1)	Age cal BC (2)	n° labo
Aire métallurgie S1	4390 ± 40	3100-2900	Beta 155559
Aire métallurgie S4	4390 ± 50	3310-3230 et 3110-2900	Beta 155560
Aire métallurgie S19	4000 ± 40	2590-2455	Beta 181632
Aire métallurgie J/9	4110 ± 40	2870-2565 et 2515-2500	Beta 181634
Aire métallurgie J/9	3799 ± 27	2310-2130	Heildeberg n° ?
Sol cabane 1 ??	4280 ± 40	2930-2880	Beta 155561
Sol cabane 1 ??	4060 ± 40	2850-2820 et 2680-2440	Beta 169288
Sol cabane 1 M16/17 sous mur	4010 ± 40	2605-2560	Beta 181633
Fond fosse 9000	4230 ± 40	2900-2680 et 2810-2690	Beta 169285
Sol cabane 1 ??	3863 ± 24	2410-2200	Heildeberg n° ?
Sol cabane 1 ??	3857 ± 28	2410-2220	Heildeberg n° ?
Cabane 8	2290 ± 40	400-350 et 300-220	Beta 169289
Sommet fosse 9000	2490 ± 50	795-410	Beta 181631
Sommet fosse 9000	2530 ± 70	820-410	Beta 169286

(1) Ages radiométriques non calibrés, en années avant AD 1950.

(2) Ages radiométriques calibrés, en années avant notre ère (Stuiver *et al.*, 1998)

Tabl. I – Datations radiocarbone du site chalcolithique de La Capitelle du Broum (Péret, Hérault).

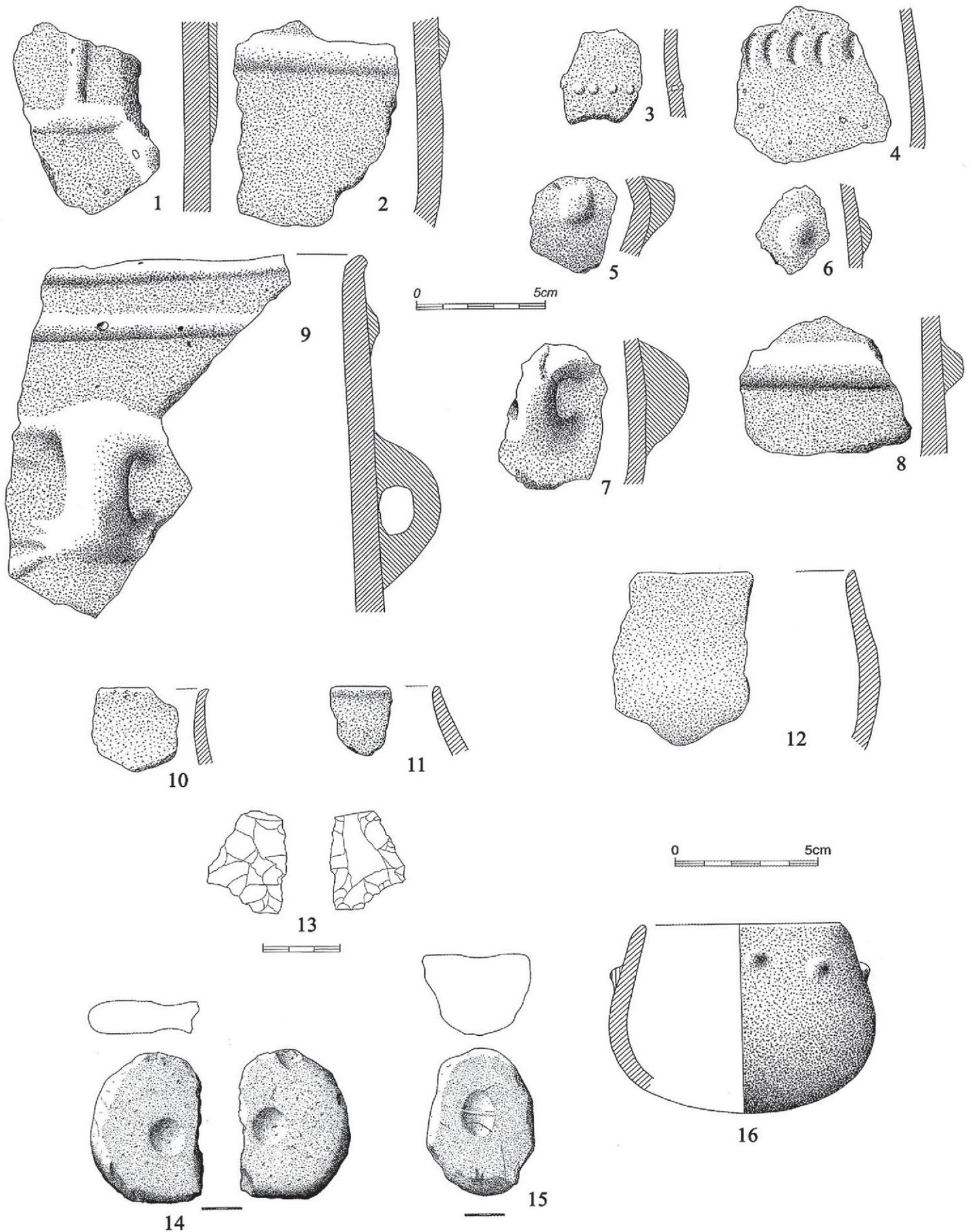


Fig. 6 – La Capitelle du Broum : Céramiques et pointe de flèche asymétrique hors stratigraphie (dessins J. Coularou).

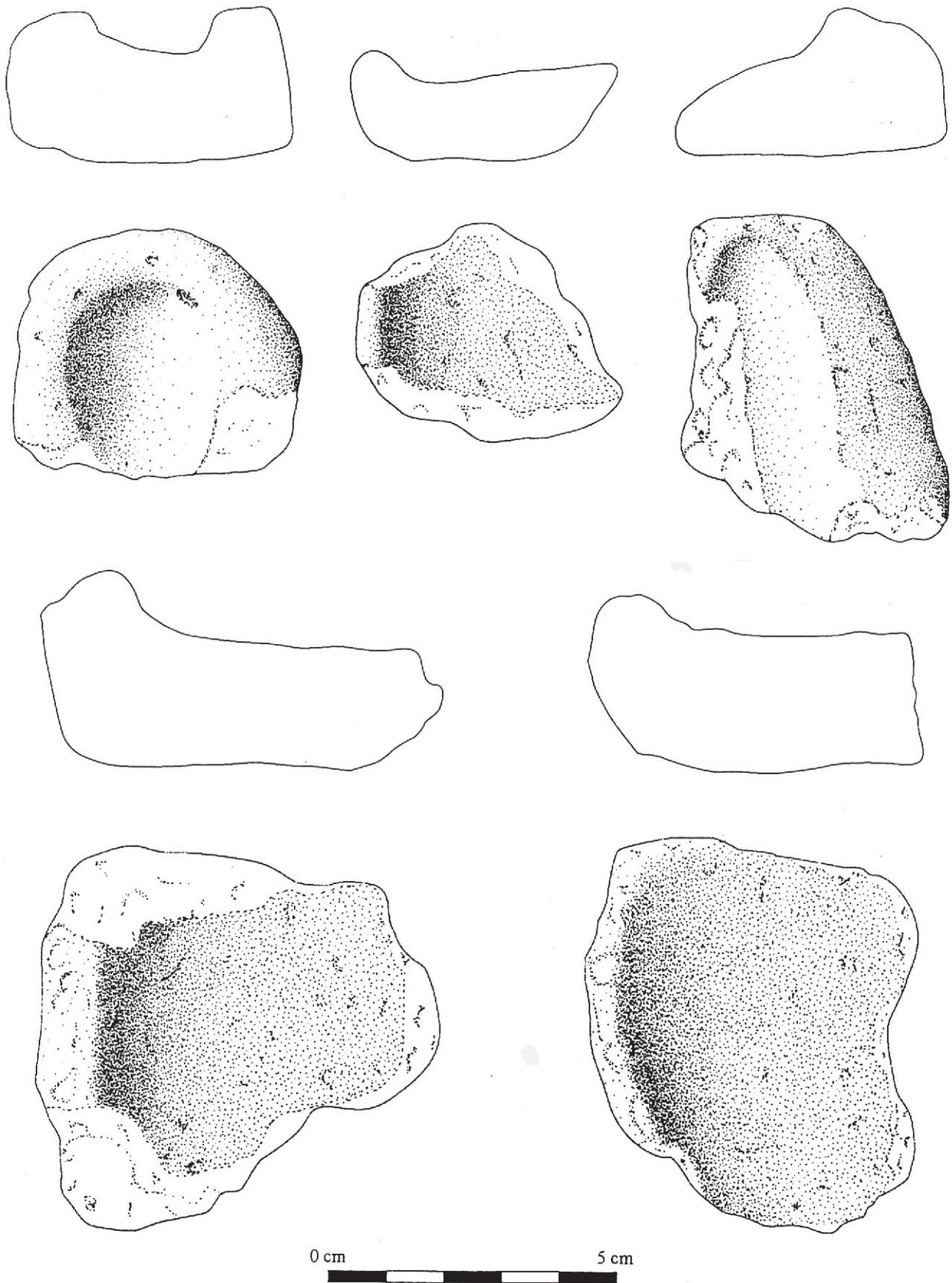


Fig. 7 – Quelques exemplaires de creusets, complémentaires de ceux présentés par C. Cert (cf. ce colloque).

Le silex est représenté par quatre flèches, de style et d'influences étonnamment divers. Les deux premières (Ambert *et al.*, 2002), découvertes hors stratigraphie, une flèche asymétrique (fig. 6) et une flèche bi-pointe, peuvent être rapportées à des influences saint-poniennes. Le Saint-Ponien est classiquement pré-métallique (Ambert, 2003), même si à Labeil (Bousquet *et al.*, 1966) des objets en métal apparaissent au sommet de la séquence. Les deux autres flèches, trouvées au contraire en place, sont sapiniformes, à pédoncule et ailerons, et renvoient à des influences caussenardes, ou l'on connaît une métallurgie précoce (Costantini, 1984, 1992).

Les objets en métal, rares, sont représentés par un couteau à rivets très usé, plusieurs alènes à section carrée et une perle.

Le reste du matériel, s'il ne possède pas de connotation chronologique forte, souligne le caractère industriel de la métallurgie. C'est particulièrement le cas des creusets et lingotières (fig. 7), dont nous possédons plusieurs exemplaires plus ou moins reconstituables, impressionnants par leur diversité, et de très nombreux fragments.

Les outils grossiers, en basalte et en quartzite, pouvant servir de masse, de marteau ou de pilon, sont présents à divers niveaux. Il en est de même des galets à cupule(s) (cf. C. Cert, 2003 et actes de ce colloque). On les a trouvés en position primaire dans le secteur des aires métallurgiques (2000) et de la structure 6000, mais également dans le remplissage circonscrit par les murs de la cabane 1. Plusieurs de ces outils se prêtent à une datation relative entre période d'activité métallurgique et phase de construction des cabanes, puisqu'ils ont été trouvés en réemploi dans le bourrage interne des parements de la cabane 1. Cette indication confirme la pré-existence des pratiques métallurgiques sur la construction de cette architecture.

Les datations absolues du site de La Capitelle du Broum (tableau I)

Le diachronisme des datations 14 C confirme l'hypothèse stratigraphique qui précède. Des treize datations réalisées à ce jour (tableau I), seule celle (Beta-169289 - 2290 ± 40 BP, cal BC 400-350 et 300-220) correspondant aux charbons de bois prélevés à l'intérieur de la cabane 8 est de toute évidence à rejeter.

Celles réalisées à partir d'une bûche du sommet du remplissage du secteur 9000 (Beta 169286 : 2530 ± 70 BP, cal BC 820-410 et Beta 181 631 : 2490 ± 50 BP, cal BC 795-410) s'accordent avec une réoccupation du site au début de l'Âge du fer, mal documentée jusqu'ici par le maigre matériel archéologique associé.

Dans cet article consacré à la métallurgie, nous ne retiendrons que les datations concernant les structures métallurgiques. Pour le reste du corpus, nous renverrons à Ambert *et al.*, 2002.

Les plus anciennes datations (4390 ± 40, cal BC 3100-2900, cal BC 3310-3230 et 4390 ± 50, cal BC 3110-2900) correspondent au principal groupe de foyers-cuvettes (secteur 2000). Elles proviennent respectivement des structures métallurgiques S1 et S4 et

soulignent l'existence, à La Capitelle du Broum, d'une implantation industrielle, base cuivre, à la charnière IV^e-III^e millénaires avant J.C.

Signalons enfin que dans le secteur 9000, un sondage métrique a permis de récolter plusieurs fragments de creuset. De surcroît, la datation (4230 ± 40, cal BC 2900-2680 et 2810 -2690) de la structure métallurgique (?) de pierres plates, située à la base du sondage du secteur 9000, a été obtenue sur les charbons associés aux minerais cuprifères.

Le foyer-cuvette n° 19, eu égard à son apparente complexité, a fait l'objet d'une datation. Les charbons ont été prélevés au niveau de la sole d'argile cuite. Ils ont donné une date plus récente que celles des précédentes structures (4000 ± 40 BP, cal BC 2590-2455). Cette datation confirme celle (4010 BP, cal BC 2605-2460) obtenue sur des charbons rejetés d'une aire métallurgique, sous-jacents à l'abside ouest de la cabane 1.

Aussi, pour l'heure, nous proposons une évolution chronologique et spatiale qui pourrait être synthétisée comme suit :

- une phase ancienne, reconnue au nord du site, possède dès l'origine une métallurgie avec de nombreux foyers-cuvettes (structure 4) et un foyer métallurgique plat dallé, lié peut-être à la refonte des gouttes préalablement obtenues. Cette phase est datée de l'intervalle 3100-2900 cal BC ;
- une phase métallurgique plus récente (2600-2450 cal BP), identifiée dans le même secteur du gisement. Elle occupe le secteur immédiatement voisin de la première. Elle se développe sur dizaine de mètres, puisqu'on retrouve des déblais au moins jusque sous l'abside ouest de la cabane 1. Elle intègre en particulier la structure 19, structure plus élaborée semble-t-il que les précédentes, et en tout cas plus complète. La poursuite de la fouille dira peut-être s'il s'agit du résultat d'un progrès technique, ou d'un dispositif métallurgique exceptionnel ;
- une troisième phase (2500-2200 cal BC), toujours chalcolithique, correspond à la cabane 1. Le sondage entrepris au sud de la structure 19, malgré la faible épaisseur des couches archéologiques et la proximité de leurs datations, confirme l'existence des deux phases récentes.

Si plusieurs des dates consignées dans le tableau I s'intercalent entre les trois phases précitées, les problèmes intrinsèques aux datations 14 C et AMS pour cette époque rendent cependant hasardeuse leur prise en compte.

LA CAPITELLE DU BROUM DANS LE CONTEXTE MINIER- MÉTALLURGIQUE RÉGIONAL (TABL. II)

Les dates les plus anciennes obtenues à la Capitelle du Broum (cf tableau I) : cal BC 3100-2900, cal BC 3310-3230 et cal BC 3110-2900) correspondent à l'apparition de la métallurgie régionale. Les datations de Roquemengarde (cal BC 3530-2880, cal BC

Localisation	Age BP (1)	Age cal BC	n° labo
Roquemengarde	4470 ± 150	3530-2880	Ly 4415
Roquemengarde	4430 ± 100	3370-2788	Ly 4414
Roquemengarde	4320 ± 120	3340-2650	Ly 4413
Roquemengarde	4020 ± 100	2920-2180	Ly 4412
Fosse Pioch-Farrus 448	4310 ± 75	3100-2825	Lv 2039
Tranchée Neuf-Bouches	4120 ± 40	2872-2506	Gif 9571
Roque-Fenestre	3900 ± 130	2870-2030	Ly 2689
Roque-Fenestre	4010 ± 70	2867-2354	Lv 1724
Roque-Fenestre	3870 ± 80	2576-2050	Lv 1723
Mine Pioch-Farrus IV	3900 ± 40	2480-2280	Beta 156928
Mine Pioch-Farrus IV	3830 ± 40	2340-2130	Beta 156929
Mine Neuf-Bouches	3380 ± 40	1740-1530	Beta 169644
Mine Neuf-Bouches	3010 ± 40	1390-1120	Beta 169643
Site des Vautes	4155 ± 50	2871-2586	Ly-8293

(1) Ages radiométriques non calibrés, en années avant AD 1950.

(2) Ages radiométriques calibrés, en années avant notre ère

Tabl. II – Datations radiocarbone des mines et des aires métallurgiques du district minier préhistorique de Cabrières-Péret (Hérault).

3370-2788, cal BC 3340-2650 et cal BC 2920-2180), dont les objets métalliques passent pour les plus anciens de France continentale (Guilaine, 1991), peuvent leur être comparées. La date de la fosse de Pioch-Farrus 448 (cal BC 3100-2825), qui était jusque là la plus ancienne du district de Cabrières-Péret (tableau II) leur est comparable. Les mines ou les déblais miniers n'ont pas révélé d'indices d'une telle antiquité, la plus ancienne (cal BC 2872-2506) provenant de la tranchée sud des Neuf-Bouches à Péret (fig. 1 et *pl. coul. I, n° 2*).

Néanmoins, à ce jour, ce sont les gisements sensiblement synchrones de la troisième phase chronologique du site de la Capitelle du Broum qui sont le mieux représentés au sein des mines et de la métallurgie du district cuprifère Cabrières-Péret. En effet, la métallurgie de Roque-Fenestre (cal BC 2870-2030, cal BC 2867-2354, cal BC 2576-2050) et l'exploitation par dépilage au feu de la mine voisine de Pioch-Farrus IV (cal BC 2480-2280 et cal BC 2340-2130) sont contemporaines. Ces deux dernières dates correspondent à l'indice local, le plus ancien de cette utilisation technique (Ambert, 2003) qui perdure à l'Âge du bronze aux Neuf-Bouches (cal BC 1740-1530 et cal BC 1390-1120).

À l'échelle du Languedoc, le constat reste le même que pour Cabrières-Péret. Peu de sites possédant des objets métalliques peuvent être attribués à la charnière des IV^e-III^e millénaires avant J.-C. C'est ainsi que, en sus de Roquemengarde (Guilaine, 1991), il convient de citer l'alène et le poignard de la grotte de Labeil (Bousquet *et al.*, 1966) dans un contexte mêlé où apparaissent des influences Ferrières. Les objets métalliques de Maurous, du Pas de Joulié, et sans doute de Lunas n'ont pas de meilleur

contexte. Ajoutons à cette liste, qui est loin d'être exhaustive, les objets en cuivre de la couche 12 du grand abri de Saint-Étienne de Gourgas (Arnal, 1972), les perles en cuivre et en plomb de la couche inférieure du dolmen de la Galaberte (Gutherz, 1984), les alènes de La Rouvière à Rogues (Galant *et al.*, 2001). Récemment enfin, le site des Vautes (Guilaine et Escallon, 2003) a fourni une alène en cuivre dans un contexte pré-Fontbouisse daté de cal 2871-2586 BC.

Au contraire, dans le milieu et la seconde partie du III^e millénaire avant J.C., les objets métalliques ils sont trop nombreux pour en faire l'inventaire. On n'atteint néanmoins pas l'importance des riches métallurgies contemporaines des pays voisins (Espagne, Italie).

CONCLUSIONS

Les fouilles du site de La Capitelle du Broum donnent corps à l'hypothèse du développement (local voire régional) de la première métallurgie, base cuivre, du Languedoc, dès la plus haute antiquité. Pour la première fois, nous sommes éclairés sur la structure des aires de métallurgie du Chalcolithique français. Ce ne sont pas des fours stricto sensu, mais des foyers-cuvettes, de petite taille, peu profonds, sans appareillage aérien complexe qui ont néanmoins permis de transformer les minerais (oxydes-sulfures associés) du district de Cabrières-Péret en cuivre métallique. Il s'agit en fait d'une réduction partielle à faible rendement qui, malgré ses imperfections, suffisait à la production, voire à la demande régionale d'objets en

cuivre. Il est permis de souligner que, malgré son caractère primitif, cette métallurgie qui suppose une chaîne de traitements complexes (extraction minière, tri du minerai, fusion en partie réductrice, refonte oxydante) ne peut être une invention *ex nihilo*. Elle souligne un diffusionnisme, dont nous verrions l'origine plutôt dans l'arc alpin (Italie, Suisse) qu'en Espagne, même si ce dernier pays joue incontestablement un rôle dans l'émergence de cette première métallurgie française (Rovira *et al.*, 2002). En effet, le seul foyer-cuvette chalcolithique qui semble très voisin des nôtres est celui de la Vela de Valbusa, dans le Trentin (Fasani, 1988 ; Perini, 1992 ; Ambert, 1997).

La poursuite de la fouille devrait permettre d'affiner cette hypothèse. En effet, les conditions géologiques

ont scellé de façon exceptionnelle les aires de fonctionnement industrielles et les ont mises hors d'atteinte des pratiques culturelles modernes. ■

Remerciements : ils s'adressent à tous les membres de l'équipe de la fouille de la Capitelte du Broum et plus particulièrement à M. Christian Vergnes. Ce travail est soutenu par deux PAI du ministère des Affaires Étrangères, Toulouse-Fribourg/B (C. Strahm) et Toulouse-Valladolid (G. Delibes de Castro), et par le PCR du ministère de la Culture "mines et métallurgies préhistoriques du midi de la France", dont il forme la contribution n° 30.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMBERT P. (1997) – Recherches sur les fours de métallurgistes chalcolithiques et de l'Âge du bronze d'Europe occidentale (domaines méditerranéen et alpin) : état de la question, perspectives de recherche. *Archéologie en Languedoc*, n° 21, p. 29-43.
- AMBERT P. (2002) – Utilisation préhistorique de la technique minière d'abattage au feu dans le district cuprifère de Cabrières (Hérault), *C.R. Palevol. I, Acad. Sc.*, Paris, p. 711-716.
- AMBERT P., BARGE H., BOURHIS J.-R. et ESPEROU J.-L. (1984) – Mines de cuivre préhistoriques de Cabrières (Hérault) : Premiers résultats, *Bull. Soc. Préhist. Fr.*, T. 81/3, p. 83-89.
- AMBERT P., COULAROU J., CERT C., GUENDON J.-L., BOURGARIT D., MILLE B., DAINAT D., HOULES N. et BEAUMES B. (2002) – Le plus vieil établissement de métallurgistes de France (3100-2880, cal BC), Péret-Hérault, *C.R. Palevol. Acad. Sc.*, Paris, 1, 1, p. 67-74.
- AMBERT P., COULAROU J. et GUENDON J.-L. (2003) – État des recherches concernant le village chalcolithique de métallurgistes de La Capitelte du Broum à Péret-Hérault (France), in Fernandez Manzano *et al.*, *Mineros y Fundidores en el inicio de la edad de los Metales, Valladolid*, p. 49-58.
- AMBERT P., GUENDON J.-L., LAROCHE M. et MISCHKA D. (2002) – Données nouvelles concernant le plus vieil établissement métallurgique de France : La Capitelte du Broum (district minier de Cabrières-Péret, Hérault), *Archéologie en Languedoc*, n° 26, p. 45-53.
- ARNAL G.B. (1972) – L'Abri sous-roche de Saint-Étienne de Gourgas (Hérault), *Gallia-Préhistoire*, t. 15, n° 2, p. 261-308.
- BARGE H., AMBERT P. et ESPEROU J.-L. (1997) – La grotte du Broum à Péret (Hérault), ses relations avec les mines chalcolithiques de Cabrières, *Archéologie en Languedoc*, n° 21, p. 65-78.
- BOURGARIT D. et MILLE B. (1997) – La métallurgie chalcolithique de Cabrières : confrontation des données expérimentales et archéologiques en laboratoire, *Archéologie en Languedoc*, n° 21, p. 51-64.
- BOURGARIT D. et MILLE B. (ce colloque) – Les nouvelles données de l'atelier métallurgique chalcolithique de la Capitelte du Broum dans le district minier de Cabrières (Hérault) : la transformation des minerais de cuivre à base de sulfures se précise !
- BOURGARIT D., MILLE B., PRANGE M., AMBERT P. et HAUPTMANN A. (2003) – Chalcolithic Fahllore smelting at Cabrières: Reconstruction of smelting processes by archaeometallurgical finds, in *Archaeometallurgy in Europe, Proceedings*, vol. 2, Milan, p. 431-440.
- BOUSQUET N., GOURDIOLE R. et GUIRAUD R. (1966) – La grotte de Labeil, près de Lauroux (Hérault), *Cahiers Lig. Préhist. Archéo.*, n° 15, p. 79-166.
- CANET H. et ROUDIL J.-L. (1978) – Le village chalcolithique de Cambous (Viols-en-Laval, Hérault), *Gallia-Préhistoire*, 21, 1, p. 143-188.
- CERT C. (2003) – Les outils de métallurgistes de La Capitelte du Broum à Péret (Hérault). Données préliminaires dans le contexte régional, in Fernandez Manzano *et al.* (dir.) *Mineros y fundidores en el inicio de la Edad de los metales*, Madrid, p. 59-69.
- COLOMER A., COULAROU J. et GUTHERZ X. (1990) – Bous-sargues (Argelliers-Hérault) : un habitat ceinturé chalcolithique : les fouilles du secteur ouest. *Doc. Archéo. Fr.*, n° 24, 220 p.
- COSTANTINI G. (1984) – Le Néolithique et le Chalcolithique des Grands-Causse. *Gallia-Préhistoire*, t. 27, p. 121-210.
- COSTANTINI G. (1992) – Les productions métalliques du Groupe des Treilles et leur répartition dans le midi de la France, *Archéologie en Languedoc*, n° 15, p. 59-66.
- ESPEROU J.-L., AMBERT P., BOURHIS J.-R., ROQUES P., GILOT E. et CHABAL L. (1994) – Datation C 14 de la fosse à creuset chalcolithique Pioch Farris 448 (Cabrières – Hérault). Etude des documents métallurgiques. Conséquences, *Bull. Mus. Anthropol. Préhist. Monaco*, t. 37, p. 53-62.
- FASANI L. (1988) – La sepoltura e il forno di fusione de la Vela de Valbusa (Trento), *Preistoria Alpina*, Trento, vol. 24, p. 165-181.
- GASCO (1976) – *La communauté paysanne de Fontbousse*, Archives d'Écologie Préhistorique, n°1, Laboratoire de Préhistoire, Carcas-sonne, 120 p.
- GUILAINE J. (1991) – *Roquemengarde et les débuts de la métallurgie en France méditerranéenne*, Découverte du Métal, Privat, Paris, p. 279-289.
- GUILAINE J. et ESCALLON G. sous la dir. de (2003) – *Les Vautes (Saint-Gély-du-Fesc, Hérault) et le Néolithique final du Languedoc oriental*. Toulouse, Archives d'Écologie Préhistorique, 255 p.
- GUILAINE J., COULAROU J., BRIOIS F. et RIVENQ C. (1987) – Le site de Roquemengarde à Saint-Pons de Mauchiens (Hérault), *Études sur l'Hérault*, N.S. 2-3, p. 1-10.
- GUTHERZ X. (1984) – *Les cultures du Néolithique récent et final en Languedoc oriental*, thèse 3^e cycle, Aix-en-Provence, 345 p., 247 fig.

- PERINI R. (1992) – Evidence of metallurgical activity in Trentino from chalcolithic times to the end of the Bronze Age, *Atti del Colloquio Internazionale di Archeometallurgia*, Bologna, ed C.L.U.E.B., p. 53-80.
- POUILLEUL C. (2001) – *Le Néolithique final-Chalcolithique de la moyenne vallée de l'Hérault et du littoral*. Le site de Puech Badiou (Mèze) et son contexte, DEA, EHESS, Toulouse, 86 p., 14 fig., 22 pl.
- PRANGE M., AMBERT P. et STRAHM C. (2003) – Geochemical and lead isotopic caractérisation of copper ores and metal objects from Cabrières (Hérault, Languedoc, France), *in* *Archaeometallurgy in Europe, Proceedings*, vol. 2, Milan, p. 283-292.
- ROVIRA S. et AMBERT P. (2002) – Les céramiques à réduire le minerai de cuivre : une technique métallurgique utilisée en Ibérie, son extension en France méridionale, *Bull. Soc. Préhist. Fr.*, t. 99, n° 1, p. 105-126.

Paul AMBERT
UMR 8555 du CNRS, Centre d'anthropologie,
39 allées Jules Guesde, 31080 TOULOUSE Cedex

Laurence BOUQUET
Association des amis de Cabrières,
34800 CABRIÈRES et université de Nanterre

Jean-Louis GUENDON
Maison méditerranéenne des Sciences de
l'Homme, UMR 6636 du CNRS,
BP 647, 5, rue du château de l'Horloge,
F-13094 AIX-EN-PROVENCE Cedex 2

Doris MISCHKA
Institut Für Ur-und Frühgeschichte der Universität
Freiburg I. Br, 22 Belfortstrasse,
D-79 085 FRIBOURG/BRISGBAU, Allemagne

Les nouvelles données de l'atelier métallurgique chalcolithique de La Capitelle du Broum dans le district de Cabrières (Hérault) : la transformation des minerais de cuivre à base de sulfures se précise

David BOURGARIT
et Benoît MILLE

Résumé

Les trois campagnes de fouille (2001-2002) sur le site chalcolithique de la Capitelle du Broum dans le district minier de Cabrières (Hérault) ont permis de mettre au jour plusieurs centaines de déchets métallurgiques (Ambert et al., 2003). Il s'agit pour la plupart d'échantillons de dimensions centimétriques et inférieures. Pour caractériser l'activité métallurgique du site, l'étude des déchets s'est faite en deux temps. En premier lieu, on a distingué à l'œil les déchets non chauffés, exclusivement des fragments de minerais de cuivre, et les déchets chauffés, portés à haute température. Tous les déchets du site ont été recensés, classés suivant ces deux groupes, pesés, et leur densité mesurée. Ceci a permis d'établir la distribution spatiale de ces deux grands types d'artefacts, et a clairement mis en évidence une concentration de déchets métallurgiques chauffés autour des foyers de la zone nord. Nous avons alors déterminé la composition chimique et la microstructure de l'ensemble des déchets métallurgiques chauffés de la zone des foyers, nous permettant d'identifier trois types de produits : des déchets partiellement vitrifiés que l'on a qualifié de scories, des petits fragments de cuivre métallique, les gouttes de métal, et des déchets d'aspect semblable au cuivre métallique mais qui s'avèrent être des sulfures de cuivre, la matte. On montre ainsi que la réduction de minerais de cuivre à base de sulfures a été pratiquée, selon une chaîne opératoire rudimentaire similaire à celle mise en évidence à partir de l'étude des fosses de Roque-Fenestre, sur le même district minier. L'importante quantité de déchets mise au jour et étudiée permet de conforter les résultats précédemment acquis, et de discuter plus avant la question cruciale du nombre d'étapes de cette métallurgie précoce. Mais plus intéressant encore, la Capitelle représente le premier atelier métallurgique connu en France pour le Chalcolithique, et notre étude montre que son organisation spatiale est relativement bien conservée. En particulier, les foyers mis au jour apparaissent clairement comme les réacteurs servant à cette métallurgie : ce sont les seuls connus en France pour cette période.

Abstract

New data on the chalcolithic metallurgical workshop at La Capitelle du Broum (mining district of Cabrières, Hérault, France): toward a better understanding of an original copper smelting process – The three excavation campaigns (2001-2002) at the chalcolithic site of La Capitelle du Broum (Hérault, France) have revealed hundreds of centimetric and smaller metallurgical wastes. In order to characterise the metallurgical activity performed on the site, the wastes have been investigated along two axes. First, two types of metallurgical wastes were identified by eye, unheated wastes, that is copper-ore fragments, and heated wastes. The global inventory of these wastes, their weight and density determination, and their spatial distribution have pointed out a clear concentration of heated wastes in the vicinity of the firing structures. Then, the chemical composition and the microstructure of a representative batch of heated wastes excavated nearby the firing structures have been determined, leading to a further 3-types grouping: partially vitrified samples which are sorted out as slags, small metallic copper prills, and copper-rich sulphide prills which are named white metal, a specific kind of matte. It shows that copper-sulphide based ore extractive metallurgy was performed, with a primitive smelting process similar to that recently put into light around the nearby Roque-Fenestre pits. The large quantity of wastes excavated and studied allows to ascertain previous results, and to further discuss the number of metallurgical steps required by the process. Even more interesting, this site provides us with the first chalcolithic metallurgical workshop known in France, whose spatial organisation was revealed by the present study to be well preserved. In particular, the firing structures appear to be the smelting furnaces themselves, the first known from chalcolithic times in France.

INTRODUCTION

Depuis la découverte du site de la Capitelle du Broum en 2001, trois campagnes de fouilles ont été menées (voir article de P. Ambert *et al.*, et ce colloque). Elles ont mis au jour la plus importante quantité de déchets apparentés à de la métallurgie du cuivre pour le district minier de Cabrières. De plus, des foyers ayant été le siège de hautes températures ont été retrouvés, ils sont eux aussi clairement associés à de la métallurgie. Sans connaître a priori leur rôle exact, et en particulier à quel type de métallurgie ils ont servi (métallurgie extractive¹, refonte), ces foyers attestent sans ambiguïté de la présence d'un atelier métallurgique sur le site même de la Capitelle, le seul atelier chalcolithique connu en France.

Cette présence d'un atelier métallurgique – et le besoin de préciser l'activité qui lui est associée – nous a conduits à aborder l'étude analytique des déchets métallurgiques en deux temps. En premier lieu, l'ensemble des déchets a été inventorié de manière exhaustive pour apprécier leur distribution spatiale. Quatre paramètres ont été retenus, type de déchet, masse, densité, et volume. La vision d'ensemble du site ainsi obtenue nous a permis de mettre en évidence un secteur particulièrement intéressant pour l'étude de la métallurgie. Nous avons alors dans un deuxième temps procédé à des analyses plus approfondies du matériel associé à ce secteur.

CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

Pour conduire l'inventaire du matériel, l'ensemble des échantillons a été observé à l'œil, photographié, et classé. Chaque déchet a été individuellement pesé après un rapide nettoyage à l'eau et à la brosse à dents. La densité et le volume ont été déduits par une double pesée, d'abord dans l'air puis en immersion aqueuse.

La composition chimique élémentaire globale des déchets métallurgiques a été déterminée par la méthode PIXE (Particule Induced X-ray Emission) sur l'Accélérateur Grand Louvre d'Analyse Élémentaire AGLAE (faisceau de protons de 3 MeV, d'environ 50 μm de diamètre avec balayage surfacique de 1 à 4 mm^2 , Calligaro *et al.*, 2000). Pour les échantillons métalliques, l'analyse a été réalisée directement sur des sections polies. Pour les autres types de déchets, l'échantillon a été homogénéisé en broyant une partie dans un mortier en carbure de bore, la poudre obtenue a été pressée en pastilles.

La composition chimique structurale globale des déchets autres que métalliques a été déterminée par diffraction des rayons X sur poudre (anticathode Co, Siemens 5000).

L'étude des microstructures a été menée à partir de sections polies (résine époxy, polissage SiC 4000), au microscope optique et au microscope électronique à balayage (MEB) avec micro analyse X par dispersion en énergie (EDS).

RÉSULTATS

Classification, inventaire et distribution spatiale des déchets métallurgiques

Deux types de déchets : chauffés et non chauffés

En observant les déchets à l'œil nu, deux grandes classes peuvent être définies :

- les déchets métallurgiques non chauffés (fragments de minerai de cuivre) ;
- les déchets métallurgiques chauffés (*cf pl. coul.IV*).

Le nombre de déchets et leur masse apparaissent dans le tableau 1. Avec plus de 250 fragments de minerai de cuivre représentant près de 400 g, et plus de 500 déchets métallurgiques chauffés représentant plus de 600 g, la quantité de matériel retrouvé apparaît comme relativement importante pour un site chalcolithique : la métallurgie devait constituer une grande part de l'activité du site de la Capitelle. Le très faible volume d'un déchet métallurgique "moyen" – environ $0,5 \text{ cm}^3$ – est à souligner.

La distribution spatiale des deux grandes classes de déchets sur l'ensemble des zones fouillées apparaît sur la figure 2 (*pl. couleur V*). Si cette distribution montre une répartition uniforme des fragments de minerais, elle met clairement en évidence une concentration des déchets métallurgiques chauffés dans la zone des foyers. Cela montre que les conditions de conservation du site sont relativement bonnes puisqu'on peut en partie appréhender son organisation spatiale. C'est dans la zone des foyers que se concentre l'essentiel des vestiges de l'activité pyrométallurgique du site. Il apparaît ainsi clairement que ce sont ces foyers qui ont produit les déchets métallurgiques chauffés, au moins en partie.

Cette activité et en particulier la fonction exacte des foyers reste à préciser, et pour cette première étude archéométallurgique de la Capitelle, nous nous sommes limités à une approche analytique approfondie des déchets métallurgiques provenant de cette zone des foyers. De plus, la caractérisation des minerais de cuivre associés au site faisant l'objet d'une étude à part entière (voir Prange *et al.*, ce colloque), nous ne nous sommes intéressés qu'aux déchets métallurgiques chauffés.

Classification des déchets métallurgiques chauffés dans le secteur des foyers : les trois types

La plupart des déchets métallurgiques chauffés trouvés dans le secteur des foyers ont été sectionnés, polis, et observés à la loupe binoculaire et en microscopie

	Déchets non chauffés	Déchets chauffés
Nombre	253	514
Masse totale	395 g	644 g

Tabl. 1 – Nombre et masse des 2 types de déchets mis au jour sur l'ensemble du site de la Capitelle (fouilles 2001-2002).

optique². Ces observations, couplées aux mesures de densité, permettent de distinguer trois types de déchets (*pl. coul. IV, n° 1*) :

- des échantillons partiellement vitrifiés, de faible densité ($< 2,7$) et de structure très hétérogène. Par la suite, nous parlerons de "scories". Dans la zone des foyers, 113 scories ont été répertoriées à partir des mesures de densité, représentant 206 g (parmi elles, 47 scories ont été sectionnées). La plupart affichent des volumes entre $0,05$ et $0,5 \text{ cm}^3$, mais on trouve toutefois un nombre conséquent de scories de plusieurs cm^3 (figure 4) ;
- des échantillons d'aspect semblable au cuivre métallique mais de densité inférieure ($2,7 < d < 4$), qui s'avéreront être des sulfures de cuivre. Le terme le plus juste en métallurgie extractive pour décrire ce type de matériau est "matte". 46 échantillons de matte (15 sectionnés) ont été identifiés dans la zone des foyers, leur distribution en volume est similaire à celle des gouttes de métal (figure 4) ;
- des échantillons de petite taille en cuivre métallique plus ou moins corrodé, dont la densité est supérieure à 4³. Par la suite, nous désignerons ces déchets comme étant des "gouttes de métal". Dans la zone des foyers, 77 gouttes de métal plus ou moins fortement corrodé ont été retrouvées, représentant une masse totale de 65 g (ce qui sous estime la quantité réelle compte tenu de la corrosion). Les échantillons sont pour la plupart de très petite taille, inférieure à $0,01 \text{ cm}^3$ (équivalent d'une bille de 2 mm de diamètre, figure 1).

Caractérisation analytique des trois types de déchets métallurgiques chauffés dans le secteur des foyers

Scories

Les 47 plus grosses scories ont fait l'objet d'examen et d'analyses approfondis, permettant de caractériser structure macroscopique, composition élémentaire globale, et microstructure.

Les 47 scories observées sur section polie à la loupe binoculaire montrent la même macrostructure hétérogène (*pl. coul. IV, n° 1*) : des fragments de quartz non fondus, parfois centimétriques sont agrégés par une phase qui est passée par l'état liquide, que nous appellerons par la suite "zone fondue" ; on note également la présence d'îlots d'argile fortement chauffée, qui dans nombre de scories occupent la majeure partie de la section observée ; signalons aussi que des fragments millimétriques de minéraux riches en baryum, soufre, et oxygène sont parfois observés. Très fréquemment, on rencontre des nodules de cuivre millimétriques en bordure des zones fondues, qui sont parfois pris dans une gangue de sulfure de cuivre. Souvent ces nodules de cuivre ont été transformés en hydroxycarbonates (malachite $\text{Cu}_2(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$), par altération du métal lors de l'enfouissement (milieu basique). Pareillement, les plages de sulfures qui constituent une autre phase souvent rencontrée au sein des scories, sont fréquemment altérées en hydroxysulfates (brochantite $\text{CuSO}_4\text{Cu}(\text{OH})_2$).

La composition élémentaire apparaît sur les graphes de la figure 2. Quatre points doivent être soulignés :

- la composition élémentaire globale des 47 scories étudiées est relativement homogène ;
- on note une très forte proportion de silicium, ainsi que d'aluminium, due en partie aux fragments

de quartz non fondus et à l'argile mentionnés précédemment ;

- la forte proportion de cuivre est à souligner (moyenne supérieure à 10 % en masse exprimée en oxyde CuO), qui reflète une perte importante du métal à extraire dans la scorie ;

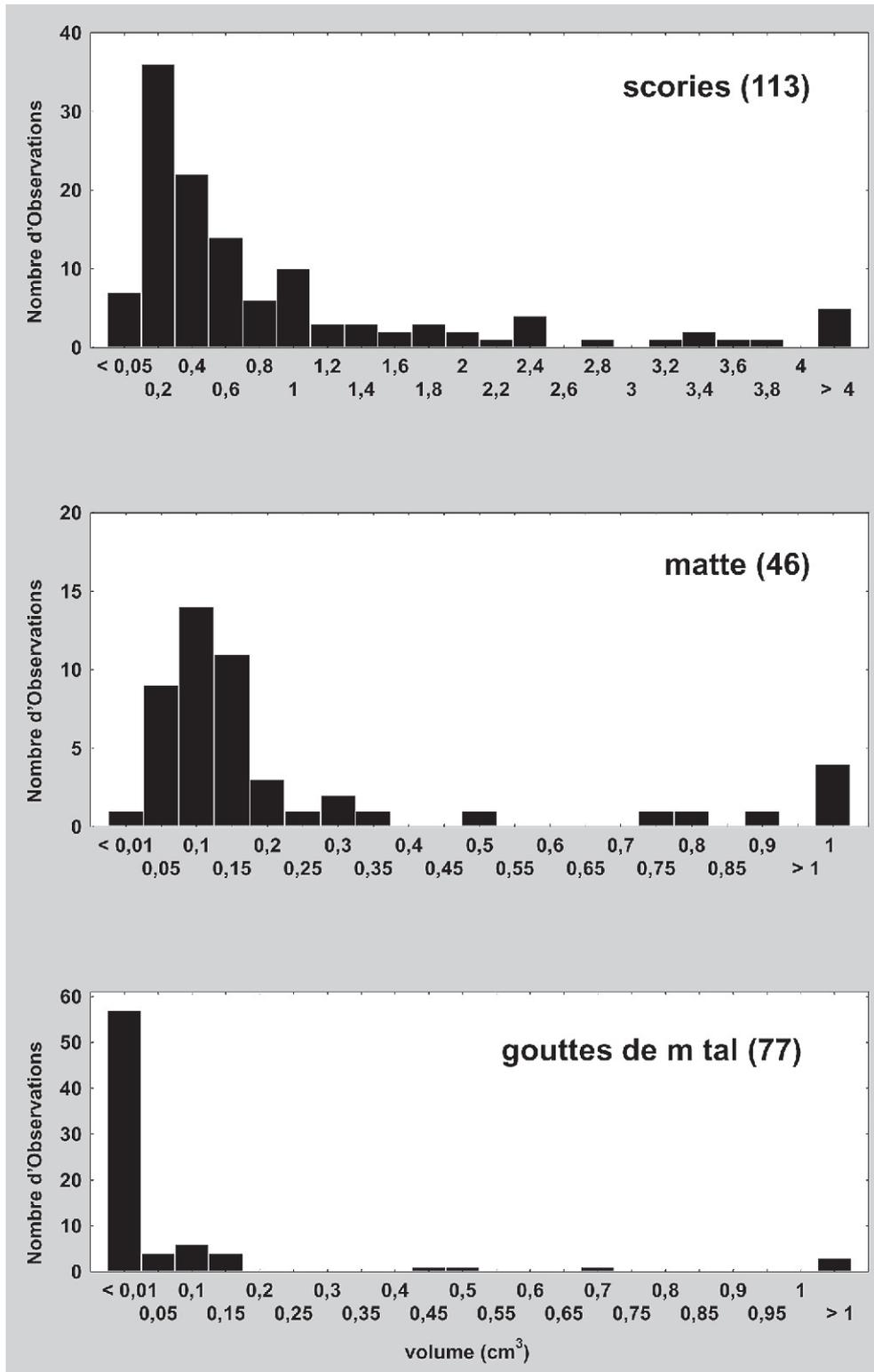


Fig. 1 – Distribution en volumes de l'ensemble des trois types de déchets métallurgiques chauffés, dans la zone des foyers (sur l'axe horizontal représentant les volumes, c'est la limite supérieure de chaque classe qui est indiquée ; entre parenthèses figure le nombre d'échantillons mis au jour et pris en compte dans le graphe).

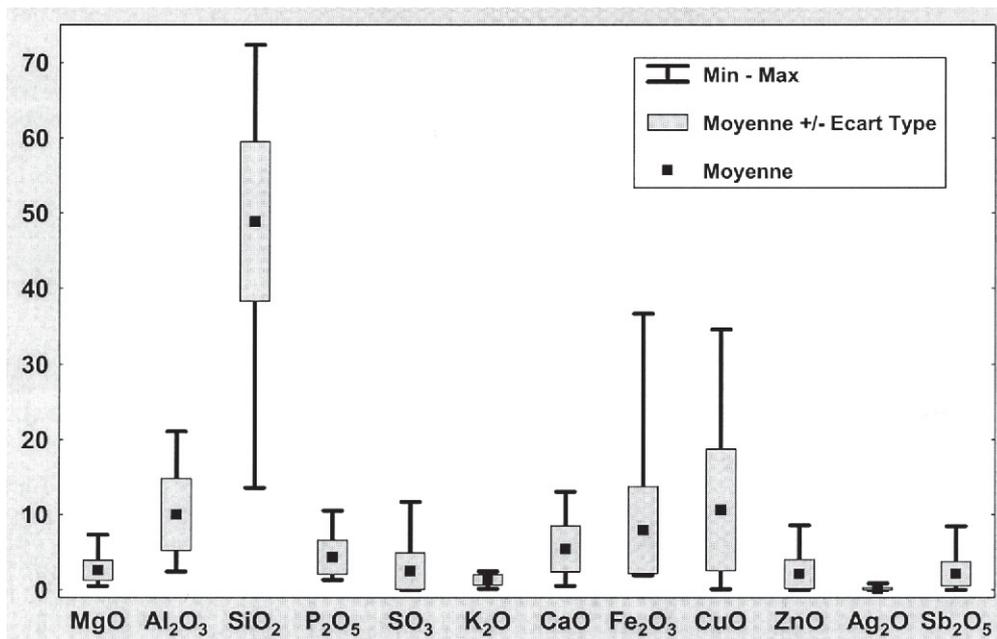


Fig. 2 – Composition élémentaire globale des 47 plus grosses scories de la zone des foyers (résultats en % pondéral d'oxyde).

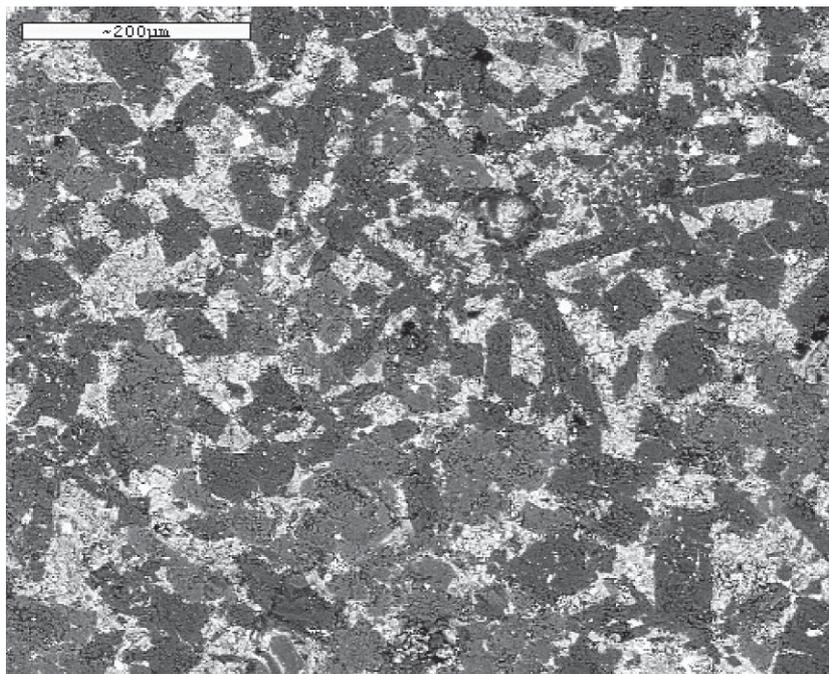


Fig. 3 – Les différentes microstructure des zones fondues des scories, vue en microscopie optique (MO) et au MEB en électrons rétrodiffusés (contraste en fonction de la masse atomique) : dans certains cas toute la zone fondue est cristallisée avec aiguilles d'augite Ca(Mg,Fe)Si₂O₆ (noir) et de willémite Zn₂SiO₄ (gris sombre), et une forte présence de magnétite Fe₃O₄ (grains polygonaux clairs).

- la présence en quantité non négligeable d'autres éléments hormis fer et cuivre, dont en particulier le soufre, le zinc et l'antimoine, est un premier argument en faveur de l'utilisation de minerais de type fahlerz (cf. ci-après).

La majorité des scories étudiées montrent des microstructures de zones fondues similaires, constituées

pour partie d'une phase vraisemblablement amorphe, dans laquelle trois grands types de composés ont cristallisé, silicates de type pyroxène, oxydes de fer type magnétite, et composés à base de cuivre (figures 3 et 4 et *pl. coul. IV, n° 3 et 4*).

La matrice amorphe affiche une couleur dominante rouge sous loupe binoculaire et en microscopie optique. La composition élémentaire du verre a été

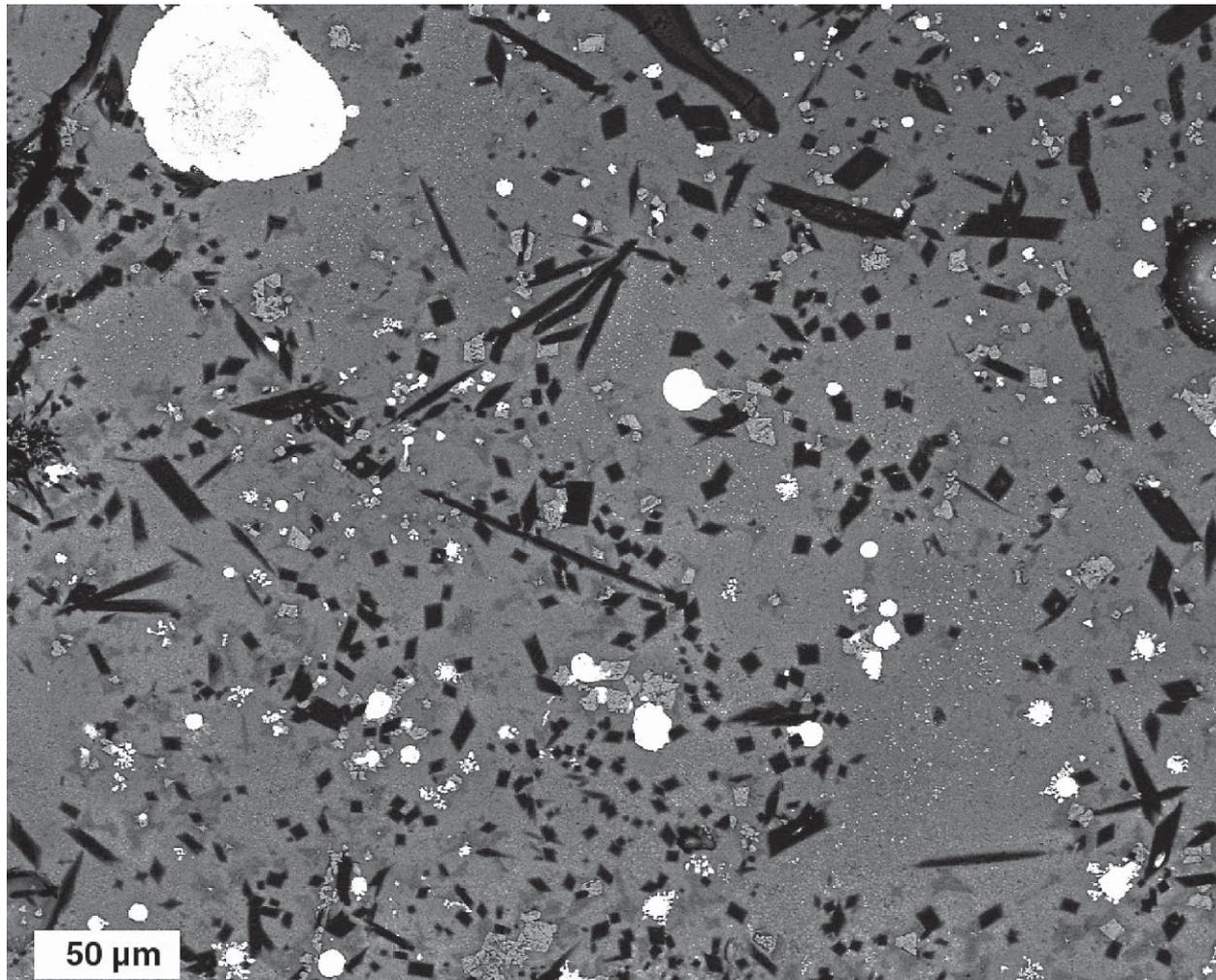


Fig. 4 – Les différentes microstructure des zones fondues des scories, vue en microscopie optique (MO) et au MEB en électrons rétrodiffusés (contraste en fonction de la masse atomique). La situation intermédiaire (par comparaison avec les figures 6 et 7) est la plus fréquente, avec une proportion sensiblement égale de phase amorphe et de phases cristallisées.

Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	K2O	CaO	TiO2	MnO2	Fe2O3	CuO	ZnO	As2O3	Ag2O	Sb2O3	BaO	PbO
4	4	3	40	2	< 0,7	2	10	< 0,7	4	11	4	6	< 0,5	< 0,5	7	*	< 0,5
0,9	1,0	1,6	4,3	0,8		0,6	1,8	0,1	2,3	3,0	2,6	2,9			2,3		

Tabl. 2 – Composition élémentaire de la phase amorphe au sein des zones fondues. Résultats en % pondéraux d'oxydes, moyenne de 22 analyses faites sur 11 scories par EDS au MEB sur des surfaces de quelques μm^2 (l'écart-type est indiqué en petits caractères). * 5 scories montrent des teneurs en Ba supérieures aux limites de détection (0,5 %), dont 1 affichant plus de 15 %.

déterminée par EDS sur 11 échantillons (tableau 2), qui montre en particulier de fortes teneurs en éléments métalliques (plusieurs pour cents massiques de Sb, Fe, Zn, Cu, Mn, voire Ba).

Les phases cristallines à base de cuivre sont du cuivre à l'état métallique, du cuivre sous forme de sulfures, et du cuivre sous forme de cuprite Cu_2O . Le cuivre métallique affiche des teneurs en argent et antimoine pouvant atteindre plusieurs % massiques. Les tailles des cristallites de métal sont très variables, de plusieurs centaines de micromètres à moins de cent nanomètres. Les sulfures ont une stœchiométrie proche de la chalcocite Cu_2S , et leur taille est similaire est celle du métal. À noter que leur morphologie sphérique atteste un passage par l'état liquide, indiquant que les

températures locales ont atteint au moins la température de fusion de la chalcocite, soit 1130°C . On rencontre aussi fréquemment des billes de cuivre métallique entourées d'une gangue de Cu_2S de plusieurs dizaines de micromètres. La cuprite apparaît en gros amas de plusieurs dizaines de microns, elle occupe une place relativement importante dans 1/5 des scories d'après les analyses par diffraction des rayons X (plus de 5 % de la masse totale de la scorie).

Les phases cristallines majoritaires sont la magnétite Fe_3O_4 , et des pyroxènes de type augite $\text{Ca}(\text{Mg,Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$. On identifie parfois également un autre silicate riche en zinc, la willemite Zn_2SiO_4 . La densité de ces cristallisations est variable suivant les scories. On passe ainsi graduellement de scories dont

les zones fondues sont constituées exclusivement de phase amorphe, à des scories dont les zones fondues sont presque entièrement cristallines (ce qui confère à l'ensemble une couleur grise). Les morphologies des cristaux suivent cette évolution, passant des plus fines aux plus grossières.

Matte

15 échantillons de matte ont été analysés (sur les 46 recensés dans le secteur des foyers). Ces échantillons sont constitués pour l'essentiel de sulfure de cuivre de stoechiométrie sinon variable, du moins que les moyens d'analyse employés n'ont pas pu préciser. Nous noterons ce sulfure Cu_{2-x}S , $x \in [0;1]$. Il renferme autour de 1 % en masse d'argent en solution solide. L'antimoine est systématiquement présent à hauteur de quelques %, essentiellement sous forme d'oxydes ségrégués. La matrice de sulfures de cuivre est presque systématiquement traversée de filets de malachite (*pl. coul. IV* et fig. 5). Par ailleurs, la plupart des échantillons révèlent à leur périphérie des zones constituées d'un matériau semblable aux scories précédemment décrites. Quelques uns sont même accolés à des fragments centimétriques de ces scories.

Plusieurs indices montrent sans conteste que ce type de produit est issu de transformations à hautes températures. Il est clair que les sulfures ont atteint l'état liquide, qui a permis la ségrégation de l'antimoine hors

de la solution solide de sulfure de cuivre. La morphologie des échantillons de matte le confirme et témoigne, comme celle des gouttes de métal, d'un refroidissement depuis l'état liquide. Compte tenu des faibles teneurs en argent, les températures minimales atteintes sont peu différentes de la température de fusion du Cu_2S , soit 1130°C sous 1 atm^4 . De plus, les veines de malachite ont la même morphologie que les veines de cuivre métallique que l'on rencontre habituellement au sein des mattes de cuivre, elles sont très vraisemblablement issues de l'altération du cuivre pendant l'enfouissement (milieu carbonaté). Or la formation d'un tel cuivre métallique dans la matte se fait à l'état liquide, à mesure que le système s'appauvrit en soufre (Biswas et Davenport, 1976). Enfin, la présence de zones scoriées en périphérie confirme, si besoin était, les hautes températures subies. Ce sont donc très clairement des produits néoformés dans des conditions de température équivalentes à celles qui ont présidé à la formation des deux autres types de déchets métallurgiques chauffés, gouttes de métal et scories. Il ne s'agit en aucun cas de simples reliquats de minerais de cuivre partiellement fondus.

Gouttes de métal

L'analyse de la composition chimique élémentaire du métal a été faite à partir de 12 échantillons provenant de la zone des foyers, de volume supérieur à

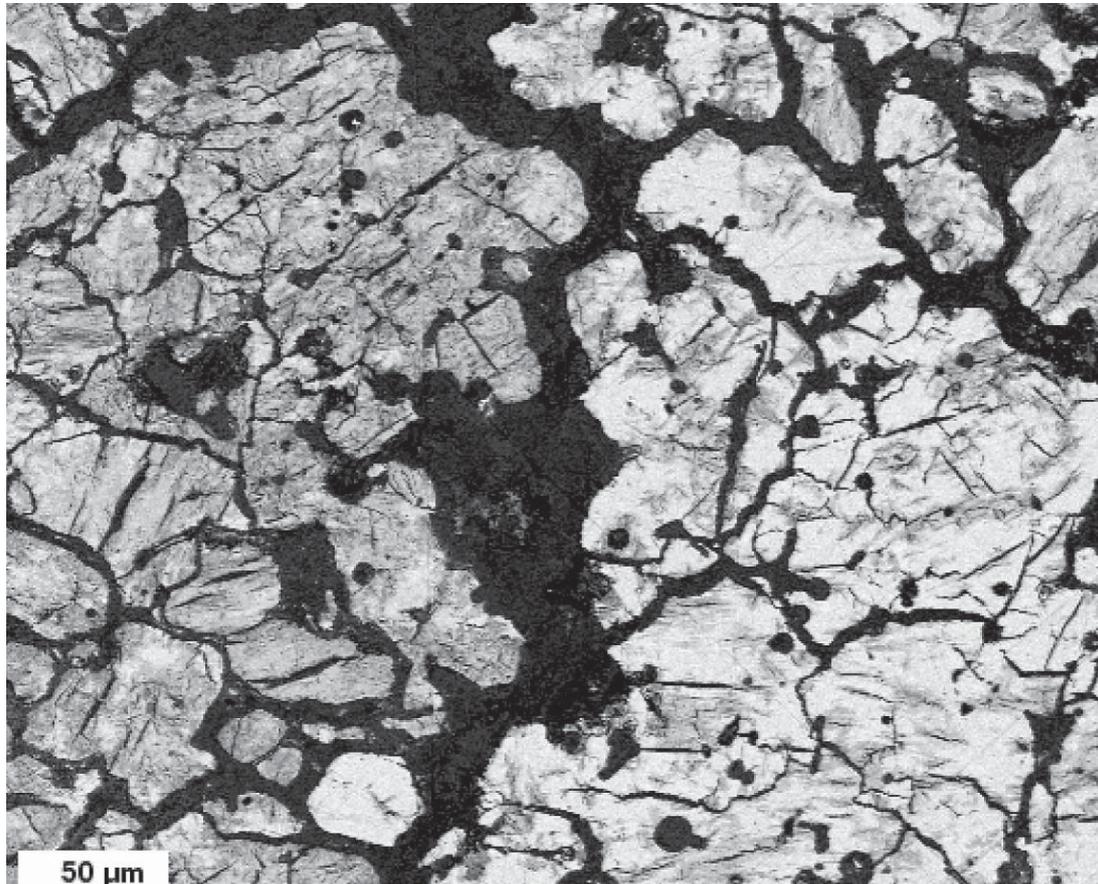


Fig. 5 – Micrographie électronique en électrons rétrodiffusés montrant la structure des échantillons de matte, une matrice de sulfure de cuivre Cu_{2-x}S , $x \in [0; 1]$ (en clair), lacérée de filets de malachite $\text{Cu}_2(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$ (en sombre).

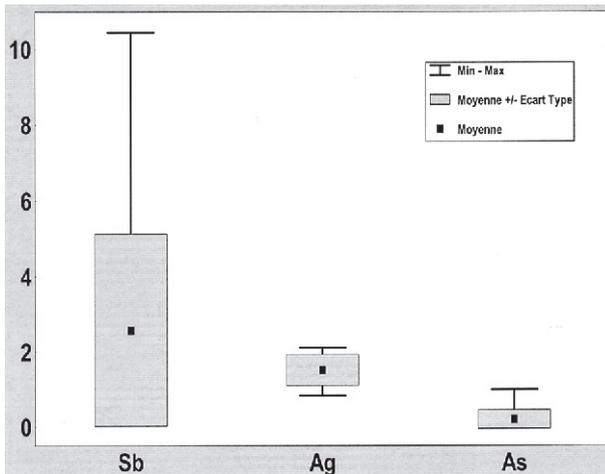


Fig. 6 – Composition chimique élémentaire de 12 gouttes de métal retrouvées dans la zone des foyers, montrant les teneurs des impuretés majeures, Sb, Ag, As (% massique)

0,03 cm³. Les résultats de la figure 6 montrent de fortes teneurs en antimoine et en argent (autour de 2 % massique en moyenne), et la présence systématique d'arsenic. L'utilisation de minerais sulfurés polymétalliques déjà évoquée à partir de l'étude des scories, se confirme et se précise, nous retrouvons là le faciès caractéristique des fahlerz de Cabrières riches en antimoine et en argent. On notera que la composition des gouttes de métal est similaire à celle des billes de cuivre piégées dans les scories.

DISCUSSION

La nature des déchets métallurgiques chauffés (scories, matte, gouttes de cuivre) et leur présence conjointement à des déchets métallurgiques non chauffés (fragments de minerais de cuivre) atteste la pratique de la métallurgie extractive du cuivre sur le site de la Capitelle du Broum. La composition élémentaire des déchets chauffés montre que le minerai traité était au moins en partie constitué de minerai de type fahlerz riche en argent et antimoine. La nature des fragments de minerais retrouvés sur le site corrobore entièrement cette assertion (voir Prange *et al.*, dans ce volume). Par conséquent, le site de La Capitelle du Broum est le témoin d'une métallurgie originale. Ces premiers métallurgistes savaient, dès le Chalcolithique, traiter des minerais de cuivre à base de sulfures, c'est-à-dire des minerais que l'on croyait jusqu'alors réservés à des exploitations beaucoup plus tardives. Le site contemporain de Roque-Fenestre appartenant lui aussi au district minier de Cabrières avait déjà révélé une telle précocité (Bourgarit et Mille, 1999). Seulement, le présent site constitue à plusieurs égards un potentiel de données bien plus riche pour caractériser cette métallurgie des sulfures. D'une part, en effet, la quantité de matériel retrouvé est nettement plus importante et variée : quelques dizaines de déchets métallurgiques chauffés ont été mis au jour à Roque-Fenestre contre plusieurs

centaines à la Capitelle, parmi lesquels un type particulier a été mis en évidence, la matte. D'autre part, la présence de foyers métallurgiques autour desquels se concentrent la plupart des déchets métallurgiques chauffés tend à montrer que l'organisation spatiale de l'atelier métallurgique de la Capitelle est en partie conservée. Ces foyers correspondent à n'en pas douter aux réacteurs pyrométallurgiques ayant servi à la transformation de minerais de cuivre : ce sont les seuls connus dans le district de Cabrières, et plus généralement les seuls foyers pyro-métallurgiques chalcolithiques connus en France. Le site de Roque-Fenestre n'est pour sa part constitué que de quelques fosses de rejet, dont le remplissage secondaire renfermait des déchets métallurgiques.

Ces nouvelles données nous permettent d'étoffer la caractérisation de cette métallurgie des sulfures entamée précédemment (Bourgarit et Mille, 1999). D'une part, elles confortent un des caractères principaux de cette métallurgie : ses pertes en cuivre importantes. D'autre part, elles permettent d'aborder la question du nombre d'étapes mises en œuvre au cours de l'extraction du métal, question cruciale pour ce type de métallurgie.

Une mauvaise extraction

Les scories retrouvées se distinguent par une importante quantité résiduelle de cuivre (fig. 7) : la majorité des scories étudiées renferment plus de 10 % en masse de cuivre. Il est difficile de parler de rendement sans connaître la richesse du minerai exploité. Néanmoins cette quantité de cuivre perdue est remarquable, et semble caractéristique des métallurgies extractives du cuivre chalcolithiques (Hauptmann *et al.*, 1996 ; Hauptmann, 2000 ; Bassiakos, à paraître). Ici, deux facteurs sont en cause, une mauvaise séparation scorie – métal, et une mauvaise extraction du cuivre.

Mauvaise séparation scorie – métal

Avant tout, on remarque une mauvaise séparation scorie – métal : de nombreuses gouttes de métal micrométriques voire millimétriques restent systématiquement piégées dans la scorie, et la petite taille des scories est très vraisemblablement le résultat d'une fragmentation systématique pour récupérer le métal. À noter que cette petite taille des déchets est habituelle en contexte chalcolithique (Glumac et Todd, 1991 ; Merkel et Rothenberg, 1999 ; Hauptmann, 2000).

Cette mauvaise séparation est essentiellement imputable à une importante viscosité des scories. La viscosité n'a pas été estimée, toutefois on peut supposer qu'elle était relativement grande compte tenu aussi bien de la macrostructure que de la microstructure des scories. Au niveau de la macrostructure, la fraction importante de fragments de quartz non fondus est clairement préjudiciable à la fluidité de la scorie. À celle de la microstructure, les zones dites fondues présentent vraisemblablement elles-mêmes d'importantes viscosités, eu égard aux grandes quantités de magnétite présentes (Biswas et Davenport, 1976).

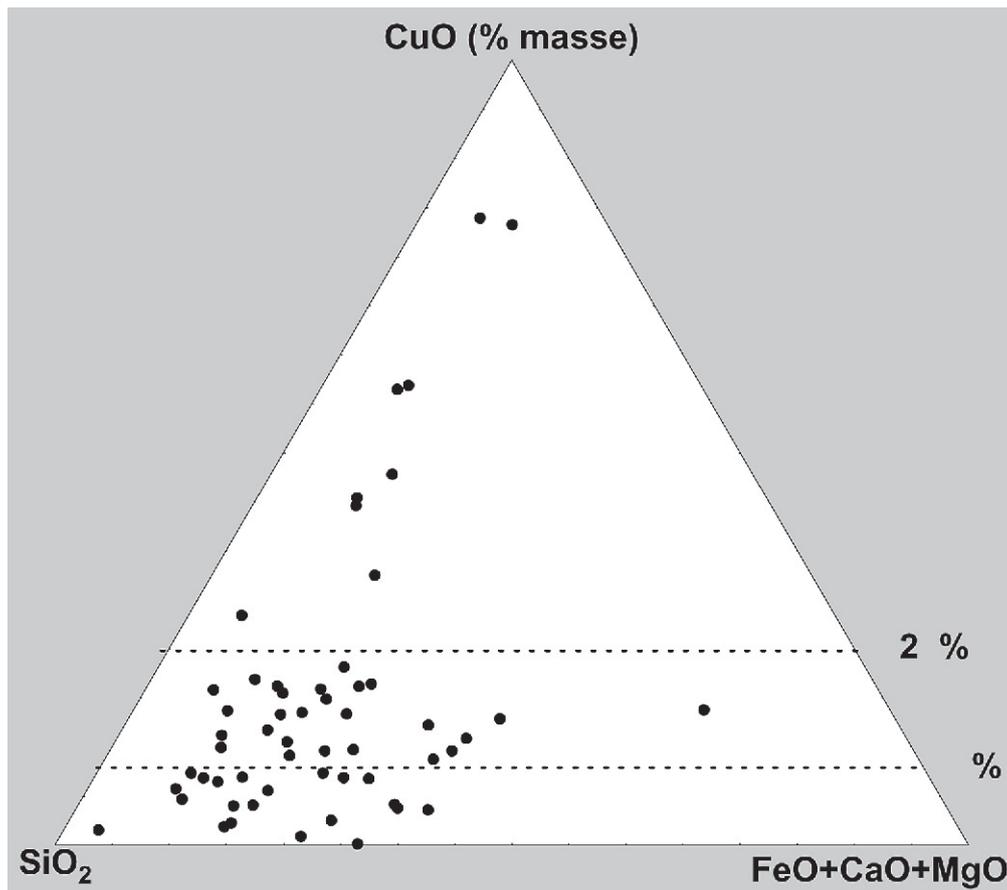


Fig. 7 – Proportion relative de Cu restant dans les scories de la zone des foyers (47 scories analysées). Cette quantité prend en compte tout le Cu présent quelle que soit sa forme, elle est exprimée par convention en % massique d'oxyde, et est normalisée par rapport aux éléments majoritaires (Si, Fe, Ca, Mg).

Plusieurs paramètres de la chaîne opératoire sont donc à mettre en cause pour expliquer l'importante viscosité. La forte présence de quartz n'ayant pas réagi témoigne de l'absence de maîtrise des fondants (fig. 8)⁵. Elle trahit probablement également des durées de maintien à haute température trop courtes. Le rôle de la température de réaction est, quant à lui, délicat à mettre en évidence : la présence de sulfures de cuivre fondus de type chalcocite Cu_2S garantit des températures locales supérieures à $1130^{\circ}C$, il est malheureusement difficile d'estimer les températures maximales atteintes. Enfin, les quantités importantes de magnétite révèlent des conditions trop oxydantes.

Mauvaise extraction du cuivre

Si du cuivre est resté dans la scorie, c'est également parce que tout le cuivre du minerai n'a pas été réduit en métal. En effet, les scories analysées renferment souvent une quantité importante de cuivre à l'état oxydé. Ce cuivre oxydé (état de valence I voire II) est soit sous forme de cuprite (Cu_2O), soit sous forme de sulfures ($Cu_{2-x}S$, $x \in [0; 1]$); la genèse de ces composés est visiblement contemporaine de la formation de la scorie.

La cohabitation de ces deux formes de cuivre au sein d'une même scorie est a priori contradictoire. En

effet, la présence de cuprite témoigne de conditions insuffisamment réductrices, qui ont également présidé à la formation de quantités importantes de magnétite. Au contraire, les sulfures de cuivre ont souffert d'un manque d'oxygène. Cet apparent paradoxe pose la question du procédé de transformation des minerais de cuivre à base de sulfures au chalcolithique, et en particulier du nombre d'étapes pyrométallurgiques : ce dernier point est discuté ci-après.

Combien d'étapes pour la transformation des sulfures ?

L'étude des déchets métallurgiques chauffés nous conduit à proposer un type de réacteur similaire à celui déduit de l'étude du matériel de Roque-Fenestre et des produits expérimentaux (Bourgarit et Mille, 1999) : les conditions plutôt oxydantes privilégient l'hypothèse d'un four bas ; la température dépassant les $1100^{\circ}C$ laisse penser qu'une ventilation forcée était mise en place, bien qu'aucun témoin direct n'ait été retrouvé (tuyère) et que de très hautes températures puissent être atteintes par ventilation naturelle⁶ (Juleff, 1998). Nous ne nous attarderons pas d'avantage sur cette question du ou des réacteurs et des paramètres qui les caractérisent. Nous ne disposons pas en effet à l'heure actuelle

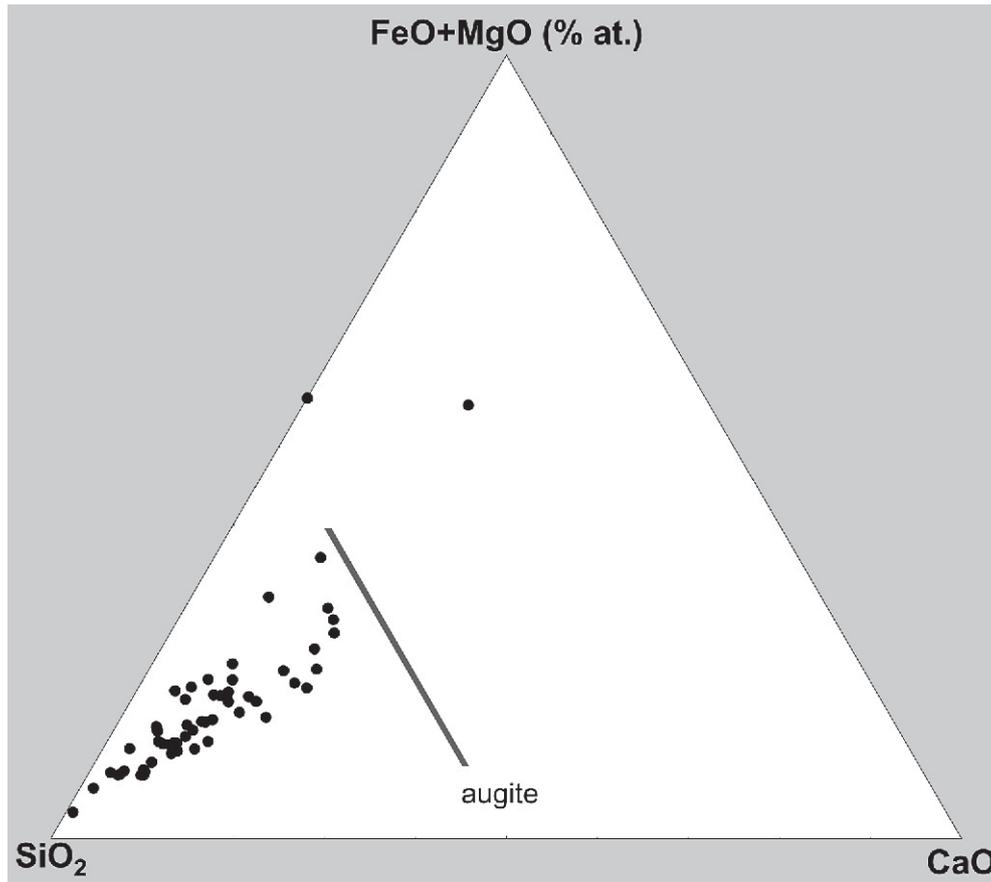


Fig. 8 – Proportion relative de Si dans les scories de la zone des foyers (47 scories analysées), exprimée en % atomique d'oxyde. Le domaine de composition de l'augite $\text{CaO} \cdot (\text{Mg,Fe})\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ est indiqué qualitativement par un segment de droite, pour montrer le surplus de silicium dans le système.

de données suffisantes en regard du potentiel d'informations que représentent les foyers eux-mêmes, et qui attend d'être exploré. Pour autant, nous pouvons d'ores et déjà discuter la chaîne opératoire dans son ensemble, c'est-à-dire le nombre d'étapes métallurgiques possiblement suivies.

Hypothèse d'une étape unique

Les premières métallurgies des sulfures de cuivre bien documentées remontent au Moyen Âge, elles sont décrites par Agricola (Agricola, 1556) comme se déroulant en deux grandes phases : une phase de grillage à relativement basse température (400-600°C) au cours de laquelle le minerai est partiellement oxydé ; une phase de réduction à haute température au cours de laquelle le cuivre est séparé du stérile et réduit à l'état métallique. La découverte de structures s'apparentant à des aires de grillage, associées à des structures identifiées comme étant des fours de réduction, pousse plusieurs auteurs à faire remonter une telle chaîne opératoire à l'Âge du Bronze Final notamment dans les Alpes autrichiennes (voir Presslinger *et al.*, 1988 ; Doonan *et al.*, 1996). Cependant, des travaux expérimentaux ont montré la faisabilité d'une réduction de minerais de cuivre à base de sulfures en une unique étape, sans grillage préalable (Rostoker *et al.*, 1989 ; Bourgarit et Mille, 2001). Pour l'atelier chalcolithique

de la Capitelle, plusieurs arguments plaident en faveur de cette hypothèse :

- un tel procédé est très simple à mettre en œuvre et les chaînes opératoires testées et validées sont tout à fait compatibles avec un contexte de métallurgie naissante, pour des résultats tout à fait similaires avec le type de produits retrouvés sur le site (Bourgarit *et al.*, à paraître). On notera en particulier que le charbon de bois n'est pas nécessaire à cette métallurgie ;
- un tel procédé repose sur une co-réduction sulfure de cuivre/oxyde de cuivre (chalcopryrite CuFeS_2 et cuprite Cu_2O dans nos expérimentations), ce qui est grandement facilité par la présence dans la charge initiale de sulfures et d'oxydes (ou carbonates) de cuivre. Or la plupart des minerais retrouvés sur le site sont constitués d'un mélange de sulfures (tétrahédrite) et de carbonates (malachite et azurite), voir Prange *et al.* dans ce volume. Ce mélange de minerais pourrait d'ailleurs expliquer la coexistence de prime abord surprenante de sulfures et d'oxydes de cuivre dans une même scorie.

Hypothèse d'un procédé en plusieurs étapes

Néanmoins, l'identification d'un type de déchet métallurgique très particulier, la matte, ne laisse pas d'interroger sur sa place dans la chaîne opératoire, et par là sur l'existence de plusieurs étapes dans le procédé

d'extraction. S'agit-il véritablement de déchets, obtenus au même titre que les scories à l'issue d'une unique étape de transformation pyrométallurgique ? Ils auraient alors été sélectionnés, et en particulier débarrassés de la scorie qui les environne, probablement pour être réintroduits ab initio dans la chaîne de transformation. Ou s'agit-il de demi-produits destinés à être transformés en cuivre métallique au cours d'une étape particulière, similaire à l'étape moderne de conversion de matte ? On aurait alors au moins deux étapes distinctes, toutes deux pratiquées à hautes températures.

L'état actuel des connaissances du matériel et du site de la Capitelle ne permet pas de répondre. On peut simplement signaler que la distribution des déchets métallurgiques chauffés retrouvés n'est pas tout à fait homogène vis à vis des cinq foyers identifiés (*pl. coul. VII, n° 4*). On remarque en effet une légère sur-concentration des scories autour des structures 1 et 4, alors que la matte et les gouttes de métal tendent à se concentrer autour de la structure 2. Est-ce à dire que les structures ont chacune des fonctions spécifiques au sein de la chaîne de transformation métallurgique, et donc en particulier que le traitement des minerais se faisait au moins en deux étapes bien distinctes ? La population observée n'est pas statistiquement fiable pour asseoir de telles affirmations, d'autant que les structures en tant que telles n'ont pas encore été étudiées.

CONCLUSION

L'étude des déchets métallurgiques issus des premières campagnes de fouilles confirme le caractère exceptionnel du site de la Capitelle du Broum.

Tout d'abord, la nature et l'importance du matériel détritique confèrent à ce site une activité principale de métallurgie extractive du cuivre. Et pas n'importe quelle métallurgie. Cet important matériel permet de mettre en évidence et caractériser plus avant une métallurgie extractive bien particulière, qui pour l'instant apparaît systématiquement pour le Chalcolithique à Cabrières : celle des minerais de cuivre à base de sulfures. On conforte ainsi le caractère a priori paradoxal

de cette métallurgie, qui parvient à traiter des minerais réputés complexes au cours de chaînes opératoires rudimentaires. L'aspect rudimentaire transparaît au travers des pertes importantes de métal, dues notamment à des conditions peu réductrices et à une absence de maîtrise des fondants.

Une chaîne opératoire tellement simple qu'elle pourrait parvenir à réduire les minerais à base de sulfure en une unique étape ? Malgré la quantité de matériel retrouvé et étudié, cette question fondamentale en terme d'organisation de l'activité ne peut toujours pas être tranchée. Cependant, des arguments en faveur d'un procédé en plusieurs étapes voient pour la première fois le jour. C'est d'une part la mise en évidence d'un type de déchets particuliers, les fragments de matte. C'est d'autre part l'examen de la distribution spatiale des déchets chauffés, qui semble assigner à certains foyers des fonctions spécifiques.

Si ce dernier point mérite d'être testé par une plus grande statistique, il souligne en tout cas le caractère le plus remarquable du site de la Capitelle mis en avant par cette étude. En effet, la distribution spatiale sur l'ensemble du site des déchets chauffés montre une nette concentration de ces derniers dans le secteur des foyers. On est donc non seulement en présence du premier atelier de métallurgie extractive du cuivre connu pour le Chalcolithique en France, mais en plus cet atelier a conservé pour bonne partie son organisation spatiale, et en particulier plusieurs de ses réacteurs pyrométallurgiques : ce sont les seuls connus à ce jour en France pour ces périodes ! Leur étude approfondie devrait permettre une avancée considérable dans la compréhension de cette métallurgie originale. ■

Remerciements : Un grand merci à Benoît Forel, alors stagiaire au C2RMF en licence de chimie à l'Université d'Orsay, et à Florence Mille pour leur aide lors de l'inventaire du matériel et des pesées. Cette étude a bénéficié du Programme Procope Fribourg/B (Prof. Strahm)-Toulouse (Ambert) et du PCR Mines et métallurgies Midi de la France dont elle forme la contribution n° 33.

NOTES

(1) Métallurgie extractive : ensemble de procédés permettant de transformer un minerai métallique en métal. C'est donc d'extraction de métal à partir de minerai qu'il s'agit, et non d'extraction minière : on parle dans ce dernier cas de métallurgie minière.

(2) Les seuls échantillons que nous n'avons pas examinés sont ceux de très petite taille (de l'ordre du millimètre). Au total 74/236 échantillons représentant 290/358 g ont été étudiés.

(3) À noter que trois gouttes de métal entièrement corrodé ont été sectionnées, leur densité est comprise entre 3,8 et 4,2 g/cm³.

(4) Le seul sulfure de cuivre stable à haute température est le Cu₂S, la pression partielle de soufre à l'équilibre pour le CuS est très élevée (pS₂ = 100 atm à 600°C, cf. Biswas, 1976).

(5) Le principe de la scorification consiste à piéger les éléments non désirables dans un système à bas point de fusion, typiquement en formant des silicates. Il faut alors ajuster la proportion des différents éléments (ici Si, Fe Ca, Mg pour former l'augite Ca(Mg,Fe)Si₂O₆). Mais la seule considération des proportions ne suffit pas, il faut garder à l'esprit que les éléments impliqués peuvent réagir pour former d'autres

composés. C'est le cas du Fe qui se transforme en magnétite Fe₃O₄. Ainsi le quartz n'ayant pas réagi peut être dû non pas à un surplus de quartz dans le système – et donc à une mauvaise gestion des fondants, mais uniquement à une mauvaise maîtrise des conditions d'oxydoréduction. Ce n'est pas le cas à la Capitelle. Le graphe démontre clairement que la quantité de Si est bien supérieure à celle des autres éléments pour être totalement incorporée dans des silicates, y compris celle du Fe total qui tient compte des quantités souvent importantes de Fe "perdus" dans la magnétite.

(6) Il convient d'après G. Juleff (1998) de distinguer four à ventilation naturelle ("natural draft furnace") et four ventilé par la force du vent ("wind-powered furnace"). Dans le premier cas c'est l'effet venturi qui est sollicité, ce qui nécessite une cheminée. Dans le deuxième cas, la seule force du vent suffit. À la Capitelle on aurait tendance à privilégier la 2^e situation, la présence d'une cheminée aurait dû laisser des traces et n'est de toutes façons a priori peu compatible avec une structure de foyer chalcolithique. La situation du site à proximité d'un col balayé par de forts vents serait un argument supplémentaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRICOLA G., (1556) – *De Re Metallica*, traduit par A. France-Lanord, 1987, édité et imprimé par Gérard Klopp S.A., Thionville.
- AMBERT P., COULAROU J., et GUENDON J.-L. (2003) – État des recherches concernant le village chalcolithique de métallurgistes de La Capitelle du Broum à Péret-Hérault (France), in Fernandez Manzano *et al.*, *Mineros y Fundidores en el inicio de la edad de los Metales*, Valladolid, p. 49-58.
- AMBERT P., BOUQUET L., GUENDON J.-L. et MISCKA D. (ce volume) – La Capitelle du Broum (district minier de Cabrières-Péret, Hérault) : établissement industriel de l'aurore de la métallurgie française (3100-2400 BC).
- BASSIAKOS Y. (à paraître) – Early copper production on Kythnos : Material and analytical reconstruction of metallurgical processes, *Bulletins de l'université de Sheffield*.
- BISWAS A.-K. et DAVENPORT W.-G. (1976) – *Extractive Metallurgy of copper*, Int. Series on Mat. Sci. And Tech., Pergamon.
- BOURGARIT D., MILLE B., BURENS A, et CAROZZA L. (à paraître) – *Smelting of chalcopryrite during chalcolithic times : some have done it in ceramic pots as vase-furnaces*, 33rd Int. Conf. on Archaeometry, 22-26 avril 2002, Amsterdam.
- BOURGARIT D. et MILLE B. (1999) – La métallurgie chalcolithique de Cabrières : confrontation des données expérimentales et archéologiques en laboratoire, *Archéologie en Languedoc*, n°21, p. 51-63
- BOURGARIT D. et MILLE B. (2001) – la transformation en métal de minerais de cuivre à base de sulfures : et pourquoi pas dès le chalcolithique ?, *Revue d'Archéométrie*, 25, p. 145-155
- CALLIGARO T., DRAN J.-C., IOANNIDOU E., MOIGNARD B., PICHON L. et SALOMON J. (2000) – *Development of an external beam nuclear microprobe on the AGLAE facility of the Louvre Museum*, NIM, B 161-163, p. 328-333
- DOONAN R.-C.-P., KLEMM S., OTTAWAY B.-S., SPERL G. et WEINEK H. (1996) – *The east alpine Bronze age copper smelting process: evidence from the Ramsau Valley, Eisenerz, Austria*, Archaeometry'94, Ankara, éd. Demirci S., Özer A.M., Summers G.D., p. 17-22
- GLUMAC P. et TODD J. (1991) – *Early metallurgy in south east Europe: the evidence for production, Recent trends in archaeometallurgical research*, Masca Res. Paper 8-1, p. 9-19
- HAUPTMANN A. (2000) – Zur frühen Metallurgie des Kupfers in Fenan/Jordanien, *Der Anschnitt*, Beiheft 11, Bochum: Deutsches Bergbau Museum
- HAUPTMANN A., BACHMANN H.-G. et MADDIN R. (1996) – *Chalcolithic copper smelting: new evidence from excavations et Feinan/ Jordan*, Archaeometry'94, Ankara, éd. Demirci S., Özer A.M., Summers G.D., p. 3-10
- JULEFF G. (1998) – *Early Iron and Steel in Sri Lanka*, ed Philipp von Zabern, Mainz
- MERKEL J. et ROTHENBERG B. (1999) – The earliest steps to copper metallurgy in the western Arabah, The Beginnings of metallurgy, eds. Hauptmann A., Pernicka E., Rehren T., Yalçin Ü., *Der Anschnitt*, Beiheft 9, Bochum, p. 149-165
- PRANGE M. et AMBERT P. (ce volume) – Caractérisation géochimique et isotopique des minerais et des métaux base cuivre de Cabrières/Hérault.
- PRESSLINGER H., WALACH G. et EIBNER C. (1988) – *Bronzezeitliche Verhüttung-sanalagen zur Kupfererzeugung in den Ostalpen*, Berg-und Hüttenmännische Monatshefte, 133, 7, p. 338-344
- ROSTOKER W., PIGOTT V.-C. et DVORAK J.-R. (1989) – Direct reduction to copper metal by oxide-sulfide mineral interaction, *Archeomaterials*, 3, p. 69-87

David BOURGARIT et Benoît MILLE

Centre de Recherche et de Restauration
des Musées de France, UMR 171 Culture, CNRS,
6, rue des Pyramides, F-75041 PARIS Cedex 01

Les outils de métallurgiste du site du Néolithique Final de La Capitelle du Broum (Péret, Hérault)

Claudine CERT

Résumé

Une partie du macro-outillage de la Capitelle du Broum, maillets de mineurs et pics en quartzite, est sans doute liée à l'activité minière du district de Cabrières. Il s'agit de maillets de mineurs et de pics en quartzite. En revanche, la fonction des galets à cupule(s) n'est pas encore bien identifiée. Ces derniers ont été soigneusement confectionnés à partir de blocs, façonnés par percussion et abrasion. Il existe divers types de galets à cupule(s), dont trois sont représentés à la Capitelle du Broum. Certains portent des traces de percussion nettes aux extrémités : ils ont indubitablement servi de broyeurs ou de percuteurs. Les galets plats pourraient être plutôt des enclumes ou des mortiers. Enfin, un seul galet à crête et à deux cupule(s) a été trouvé ; sa fonction reste énigmatique. Nous avons également retrouvé de nombreux fragments de creusets en céramique très cuite, grise, légère et poreuse, à dégraissant grossier. Bien que de tels exemples demeurent rares en France, ils ne sont pas uniques ; il en existe notamment en Ardèche qui sont datés du Ferrières.

Abstract

La Capitelle du Broum is in Cabrières' mining district, in a little valley near Neuf-Bouches' mines. Partial excavations have revealed living structures of Fontbouisse's type and also many rests of metallurgy. Many structures in situ were discovered: furnaces and pits. However, many others were disturbed: all the Northern area of the site has given abundant metallurgic rests: slags, drops, ingots... The charcoal in the ground proves that there were furnaces. Many metallurgists' tools have been discovered in La Capitelle. Some of them are unique in France. The big tools are mainly mallets and picks used for the mining work or crushing work and stones with cupul of different types: there are striking marks at the tops. These tools are probably crushing tools. Others are flat with two cupuls (one cupul on each side): they're probably anvils. The last ones are strange: the stone (basalt) doesn't allow to look at the striking marks and its strange form makes interpretation difficult. They're stones with crest. Two cupuls are located on each side of this crest. In any case, it's difficult to know with the cupul was used for: is it a fitting of a handle system (for the mallets) or a little mortar or an anvil. These tools may represent the material of crushing for the slags and the ores. "Ceramic" tools were discovered in La Capitelle du Broum too. They're clay pieces of crucibles or ingot's mould. The clay is raw in part: according to the J.L. Guendon's observations, the upper parts of this objet are cooked, whereas the lower part is raw (the clay is soluble). The firing was probably made in the upper part of the furnace when the crucible was used. So far, this material is unique in France for this period and is rare in Europe.

INTRODUCTION

À ce jour, La Capitelle du Broum est le seul site en France à avoir livré une telle abondance de matériel de métallurgiste du Néolithique final. De nombreux outils ont également été mis au jour sur des sites du district de Cabrières, comme Roque-Fenestre ou Pioch-Farrus, situés à deux kilomètres environ. L'ensemble de ces trouvailles a permis d'identifier avec plus de précision les diverses phases du processus métallurgique.

De plus, plusieurs foyers en place ont été découverts à la Capitelle du Broum. La plupart se trouvent dans le secteur nord, zone par ailleurs particulièrement riche en vestiges métallurgiques (scories, billes, minerai...). Cependant, beaucoup d'outils de métallurgiste ont été retrouvés en réemploi dans des murs de cabanes, attestant de la postériorité de ces dernières par rapport à l'exécution de certains travaux métallurgiques.

LE MACRO-OUTILLAGE EN PIERRE : L'EXTRACTION ET LA PRÉPARATION DU MINERAI.

Les maillets et les pics

Une partie du macro-outillage mis au jour doit être rattachée à l'activité minière du district de Cabrières : il s'agit de maillets de mineur et de pics.

Les maillets sont façonnés par quelques enlèvements dans des blocs de quartzite parfois très lourds (fig. 1, n° 1). Ils sont tout à fait semblables aux maillets de mineur que l'on retrouve sur les mines voisines, telle, celles Neuf-Bouches, situées à environ une demi-heure de marche de La Capitelle du Broum.

Deux pics en calcaire beige ont également été mis au jour durant la campagne 2001 (fig. 1, n° 2). Comme les maillets, ils sont façonnés par enlèvements. Deux pointes sont ainsi aménagées : l'une, active, porte des traces de percussion et d'écrasement répétés, l'autre, plus large, servait probablement de préhension.

Les maillets et les pics sont très abondants sur les sites miniers, notamment celui des Neuf-Bouches. Leur présence est plus surprenante sur un site de traitement du minerai, comme la Capitelle du Broum. Les mêmes personnes ont probablement travaillé dans les mines et sur les sites de transformation du minerai proches. On peut toutefois se demander si le site des Neuf-Bouches est parfaitement contemporain de celui de La Capitelle du Broum : elles utilisaient probablement le même type d'outil pour extraire le minerai et pour broyer ensuite le bloc. Cependant, il semble que les maillets/broyeurs de la Capitelle du Broum comme ceux des autres sites de traitement Roque-Fenestre et Pioch-Farrus, sont moins lourds que ceux des Neuf-Bouches et des autres outils recueillis sur les sites d'extraction, ce qui leur confère une certaine polyvalence. Par ailleurs, nous avons retrouvé sur le site de La Capitelle du Broum des outils pouvant également servir au broyage qui sont encore plus légers, mais qui

sont du type galet à cupule(s) (fig. 1, n° 4), Nous les décrirons plus loin.

La plupart des maillets de Cabrières sont donc de conception très simple : il s'agit de blocs de pierre grossièrement mis en forme ; seuls quelques exemplaires portent des encoches ou une ébauche de gorge. D'autres sites tels que ceux de Saint-Véran, dans les Alpes (H. Barge *et al.*, 1996), ou de Bouco-Payrol, dans l'Aveyron (H. Barge, 1985 ; Ambert *et al.*, 1998), ont livré de véritables maillets à gorge. Toutefois, ceux de Saint-Véran sont légèrement plus tardifs, datés par radiocarbone du Bronze ancien. Les maillets de Bouco-Payrol ont pour leur part été trouvés lors de prospections dans un contexte minier qui a livré un seul tesson du Néolithique Final (Ambert *et al.*, 1998) : il est donc seulement possible de proposer une datation par analogie avec le matériel de Saint-Véran.

Les galets à cupule(s)

Ces galets sont présents sur les sites de traitement du métal, mais non sur les sites miniers. Leur utilisation est liée, de toute évidence, à la transformation du métal, mais leur fonction exacte reste difficile à déterminer.

Quelques-uns ont manifestement servi à percuter, d'autres peuvent être des enclumes. Plus légers que la plupart des maillets de mineurs, ils sont donc plus maniables et peuvent servir pour des travaux plus délicats.

Les galets à cupule(s) présentent certaines caractéristiques : une ou plusieurs de leur faces sont aplanies par abrasion et servent de support à une cupule aménagée par piquetage. La forme générale du galet n'est pas due au hasard : soit le galet est sélectionné pour sa forme, soit celle-ci est obtenue par épannelage. Dans la plupart des cas, les matériaux sont locaux : quartzite, calcaire ou basalte.

Il existe plusieurs types de galets à cupule(s), probablement destinés à diverses fonctions. C'est le district de Cabrières qui en a livré la plus grande diversité (notamment les sites de Roque-Fenestre et Pioch-Farrus ; Ambert, 1995 ; Espérou, 1993), mais ils sont également présents dans divers autres sites du Midi (Les Clausis à Saint-Véran, dans les Hautes-Alpes, Bonne-Terre à Ouveillan, dans l'Aude). L'ensemble de ce matériel nous permet d'ores et déjà de dégager une typologie.

Les perceurs à unique cupule (fig. 1, n°s 4, 6, 7)

Ils sont souvent de section hémisphérique et portent une unique cupule. L'extrémité proximale du galet est nettement percutée et constitue un plan de frappe. L'extrémité distale est écrasée et cassée et est en général plus étroite.

La cupule ne porte pas de traces de percussion évidentes, et est le plus souvent polie, peut-être par l'usage ; c'est peut être alors une aide à la préhension car il est évident que l'outil est un maillet et non une enclume. En effet, la cupule a exactement la taille d'un doigt, et rend donc la prise en main de la pièce plus commode. La cupule pourrait aussi correspondre à

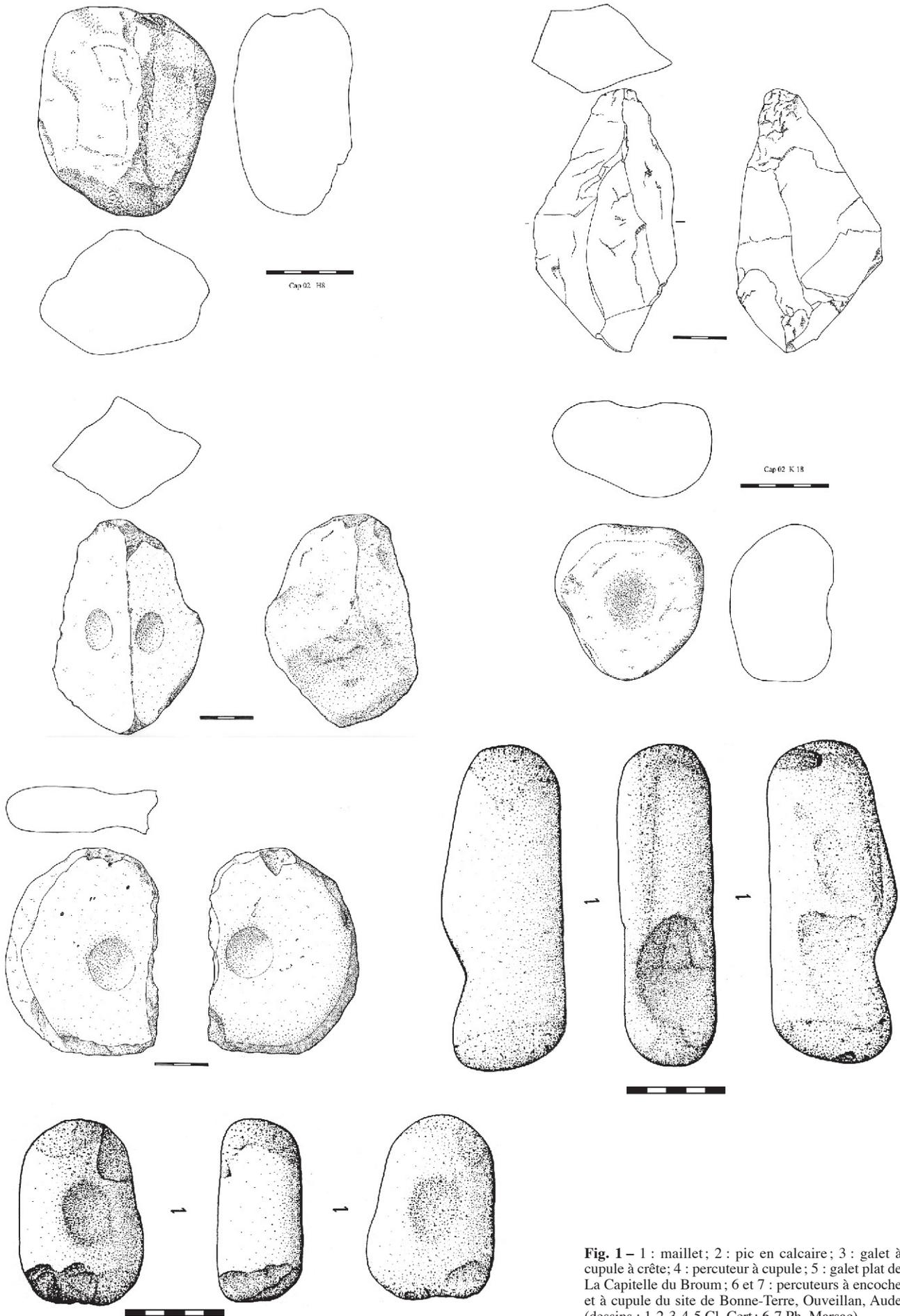


Fig. 1 – 1 : maillet; 2 : pic en calcaire; 3 : galet à cupule à crête; 4 : percuteur à cupule; 5 : galet plat de La Capitelle du Broum; 6 et 7 : percuteurs à encoche et à cupule du site de Bonne-Terre, Ouveillan, Aude (dessins : 1-2-3-4-5 Cl. Cert; 6-7 Ph. Marsac).

l'ajustement d'un système d'emmanchement, comme cela a été proposé par certains auteurs, mais cette hypothèse paraît improbable. Il est également possible que l'outil ait eu plusieurs usages : enclume et maillet par exemple, ou enclume puis maillet.

Un galet de quartz découvert à La Capitelle du Broum constitue un exemple particulièrement intéressant : il porte au centre de sa partie supérieure une dépression piquetée (fig. 1, n° 4). Il a pu être utilisé en outil intermédiaire, comme une sorte de pic. En effet, la dépression du sommet ne peut pas être le résultat d'une percussion directe de l'outil sur la roche, elle ne peut avoir été générée que par un autre outil, tel un burin utilisé par les mineurs avec un marteau en bois ou en bois de cerf, ou encore correspondre à une mise en forme volontaire, peut-être dans le but d'emmancher l'objet. Cette dernière hypothèse est confortée par un détail remarqué sur de nombreux maillets qui portent une gorge piquetée sur leur tour et une dépression au sommet. Vu de face, ce système a la forme d'un T inversé, ce qui permet d'imaginer plusieurs types d'emmanchement (Pickin, 1990).

Certains sites, comme ceux d'Ouveillan (Ph. Marsac, 1990), ont livré d'autres types de percuteurs légers (fig. 1, n°s 6, 7). Il s'agit de petits marteaux polis, de forme allongée, parfois à encoche ou à cupule, parfois simples (fig. 2, n° 9). À ce jour, nous n'en connaissons pas à La Capitelle du Broum et ils demeurent rares sur les autres sites du midi de la France. En revanche, il en existe en Espagne dans des contextes miniers mal datés (peut-être Bronze ancien / Bronze moyen) et inédits (fig. 2, n° 8).

Les galets plats (fig. 2, n° 5)

Les galets plats ont deux faces planes (parfois le revers est inégal ou cassé). Les extrémités du bloc ne sont pas écrasées comme sur les maillets. Cependant, il semble qu'ils ont été mis en forme par percussion et/ou abrasion. Ils peuvent porter deux cupule(s), une par face. Une zone, au centre est piquetée, formant une cupule parfois peu profonde et plus ou moins bien délimitée. Cette cupule semble parfois être à l'état d'ébauche : l'objet ressemble alors plutôt à une meule qu'à un galet à cupule.

Ces galets plats ont pu servir de petites meules ou d'enclumes. Par ailleurs, on retrouve de vraies meules dans certaines structures métallurgiques, à Roque-Fenestre par exemple. Elles sont accompagnées des classiques outils de métallurgiste : galets à cupule(s) (fig. 2, n°s 4, 5, 6), maillets (fig. 2, n° 1), pics (fig. 2, n° 2) et pelles en os. Leur présence peut aussi bien être liée à une activité métallurgique qu'à une activité domestique qui se déroulait à proximité et dont on n'a pas retrouvé la trace à ce jour.

Les galets à crête (fig. 1, n° 3)

Les galets à crête sont en général peu nombreux. La Capitelle du Broum n'en fournit qu'un exemplaire en basalte de section et de forme rhomboïdales. Les extrémités sont aiguës et portent, semble-t-il, des traces de percussion (il est toutefois assez difficile d'identifier ce genre de traces sur du basalte). Les deux faces

planes sont tangentes, portent des cupule(s) qui se trouvent ainsi de part et d'autre d'une crête. Etant donné la relative rareté de ces outils (il en existe un exemplaire à Roque-Fenestre – fig. 2, n° 4), il n'est pas possible de définir avec certitude leur fonction. Il est par ailleurs difficile dans le cas d'un outil en basalte d'imaginer un système d'emmanchement s'ajustant sur ce(s) cupule(s). Il est également hasardeux d'envisager que cet outil ait été un mortier, à moins que les cupule(s) n'aient pas servi simultanément, mais l'une après l'autre. Dans ce cas, le galet pouvait être calé sur le sol, l'une des faces orientée vers le haut. Cependant, si la forme des galets à crête est différente de celle des galets plats à cupule(s), c'est bien, semble-t-il, parce qu'ils n'ont pas la même utilisation.

Quelques exemples européens d'outils de métallurgiste en pierre

En fait, on s'aperçoit lorsque l'on considère ce type de matériel à l'échelle de l'Europe, que les maillets servant à l'extraction et au broyage du minerai ont partout des formes similaires, proches également de celles des outils retrouvés dans les mines de silex (à Lousberg en Rhénanie-Westphalie, Allemagne – J. Weiner, 1995) ou de variscite pour les époques antérieures (Bosch, cet ouvrage). Il semble que le critère déterminant la forme de l'outil est avant tout la nature et surtout la dureté du matériau encaissant. Par exemple, les outils de Gavà en Catalogne (communication de J. Bosch et A. Estrada) sont souvent de petite taille et en matériau léger : pics en bois de cerf ou en os et petits percuteurs, le schiste et les argiles enserrant le matériel à extraire étant tendre. Dans la plupart des mines de cuivre, à partir du Néolithique final/Bronze ancien (fig. 2, n°s 3, 7), les formes sont simples et la gorge est dans presque tous les cas présente.

LA RÉDUCTION ET LA COULÉE

Les vestiges "céramiques"

Tous les outils en céramique utilisés dans la métallurgie de La Capitelle du Broum sont fragmentaires. Ils sont tous en terre blanchâtre à grise, légère et poreuse.

La pièce la plus complète est un récipient de type lingotière (fig. 3, n° 1), long et étroit, avec des parois très épaisses (près de 2 cm). De petits encroûtements cuivreux piégés dans les creux sur le bord du récipient soulignent son utilisation métallurgique, mais les adhérences peu nombreuses à l'intérieur, le différencie de la plupart des creusets.

Les observations effectuées par J.-L. Guendon sur cet objet montrent que seul le bord aplati est scoriacé et vitrifié. La partie moyenne est plutôt blanchâtre, plus grise vers le bas. Le fond externe est couvert d'une couche d'argile fragile, sans doute à peine cuite. Il semble que le récipient a été partiellement cuit, sans doute à la suite de son utilisation dans un foyer dans lequel la chauffe a été effectuée verticalement de haut en bas (créant des conditions réductrices pour le fond du récipient).

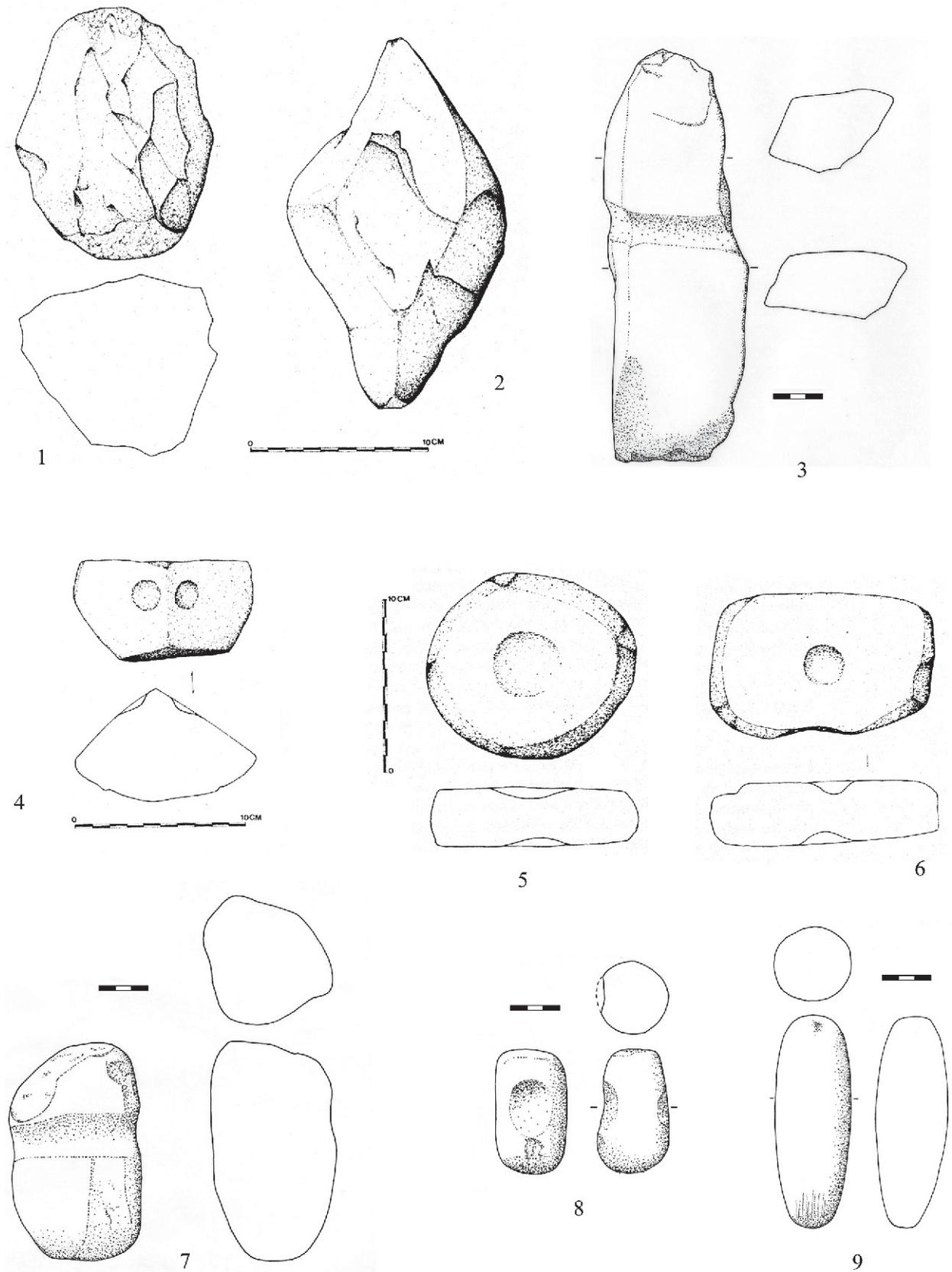


Fig. 2 – 1 : maillet ; 2 : pic ; 3 : pic à gorge ; 4 : galet à crête ; 5 et 6 : galets plats de Roque-Fenestre, Cabrières ; 7 : maillet à gorge ; 8 et 9 : perceurs de Cerro Muriano, Cordoue, Espagne (dessins : 1-2-4-5-6 J.-L. Espérou ; 3-7-8-9 C. Cert).

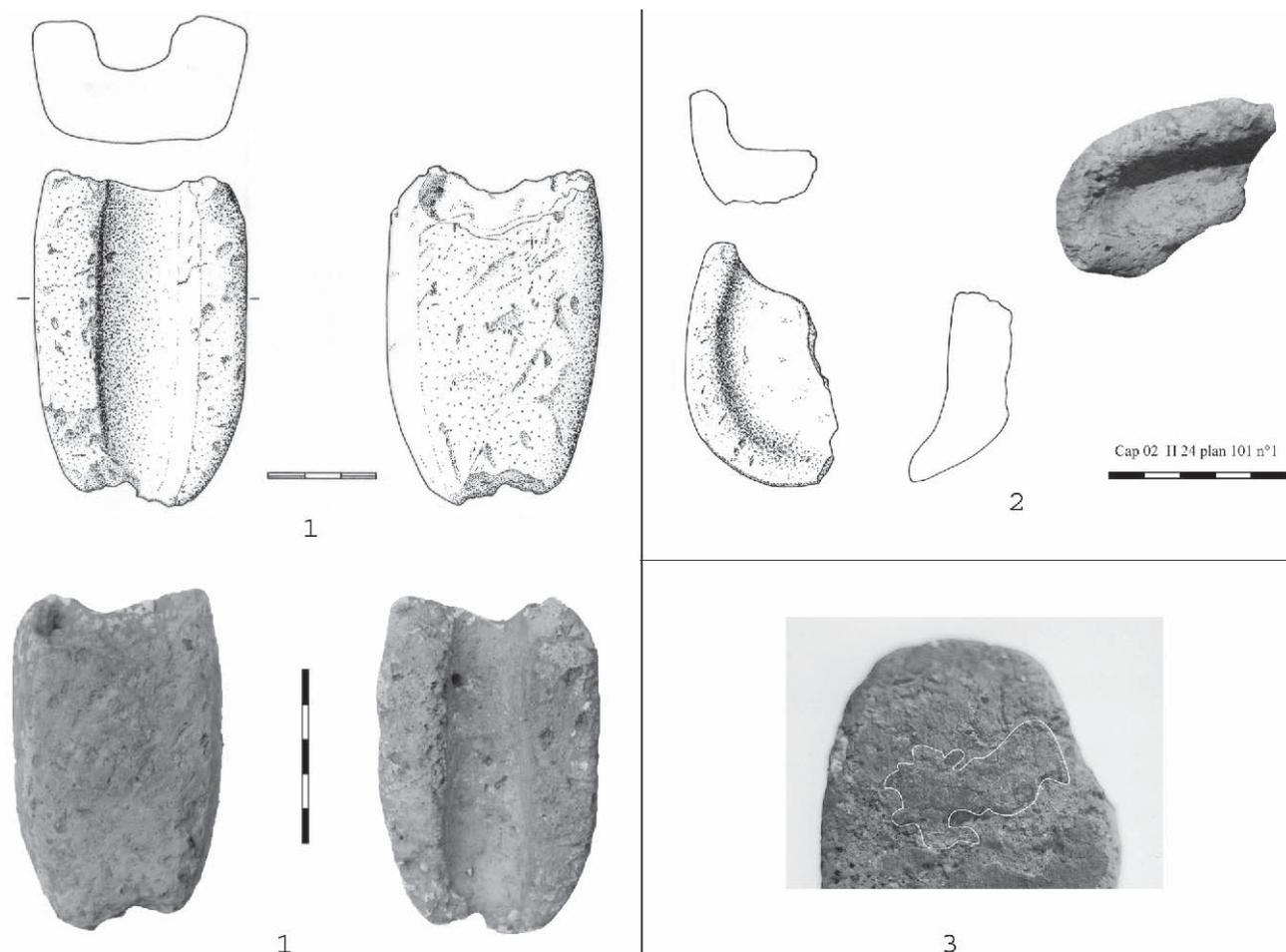


Fig. 3 – 1 et 2 : lingotières en terre grise de La Capitelle du Broum ; 3 : fragment de céramique (?) grise avec encroûtement de cuivre du Serre-de-Boidon, Grospièrre, Ardèche (dessins et Photos : Cl. Cert).

Par ailleurs, outre des fragments végétaux qui lui donnent son aspect poreux, la pâte de cette lingotière contient des débris de calcaire ou de dolomie et des fragments de scories et de terre cuite brun-noir. Une observation en lame mince effectuée sur un fragment de creuset similaire révèle des grains de quartzite et de roches carbonatées ou schisteuses ainsi que des fragments de charbon de bois et des débris végétaux. Ces éléments, présents en abondance dans les environs du site, pouvaient être naturellement inclus dans l'argile ce qui plaiderait en faveur d'un ramassage local du matériau utilisé (information J.-L. Guendon).

Cette lingotière quasi-complète est la seule à avoir été découverte près des vestiges d'une structure, bordée, au nord, de pierres rubéfiées dont le faible pendage évoque une cuvette très peu profonde. Cependant au sud, rien ne rappelait une telle dépression et aucune trace de cendre ni de charbon ne subsistait. C'est peut-être un ancien foyer vidangé de son contenu et en partie détruit. En effet, dans toute cette zone, le sédiment marron est ponctué d'éléments noirs et rouges très mélangés et sans doute abondamment piétinés.

D'autres fragments de ce même type de céramique, trouvés à La Capitelle du Broum, sont moins bien conservés. Certains semblent appartenir à des récipients

plus larges à bord plus évasé (fig. 2, n° 2). Les parois et le fond sont toujours très épais.

Il faut noter que ce type de céramique est relativement rare en France. Quelques fragments (fig. 3, n° 3), ont été cependant découverts en Ardèche sur le site de Serre-de-Boidons à Grospièrres (O. et A.-C. Gros, J.-R. Bourhis, 1997), mais il est impossible de déterminer la forme des récipients auxquels ils appartenaient. Deux tuyères très fragmentées ont également été mises au jour sur ce site, qui n'a été que partiellement fouillé.

CONCLUSION

La Capitelle du Broum est un site exceptionnel à plus d'un titre : les sites métallurgiques de cette époque sont très rares en France, et dans tous les cas, il s'agit de structures isolées. Grâce à l'abondance du matériel, connu sur le site et dans l'ensemble du district, il est possible d'affiner nos connaissances concernant les processus métallurgiques utilisés par les chalcolithiques du midi de la France.

Tout d'abord, l'importance de la série d'outils en pierre, notamment les galets à cupule(s), permet d'établir

une typologie, qui reste encore grossière, et d'essayer de préciser les fonctions de ces objets. De plus, la présence de maillets simples (sans gorge) pourrait être une indication d'ancienneté puisqu'on trouve habituellement des gorges sur des outils datés plutôt du Néolithique final/Bronze ancien. Les sites bien datés étant encore rares en France et en Espagne, il faut cependant rester prudent. De plus, la forme de ces outils est peut-être simplement tributaire de contraintes techniques telles que la dureté du matériau à travailler ou du matériau constitutif des maillets eux mêmes. Toute interprétation chronologique à partir de ces caractères doit être prudente, tant que les exemples restent aussi peu nombreux.

Par ailleurs, la présence d'outils de métallurgiste en céramique reste exceptionnelle en France, cet outil existe donc en Ardèche, mais aussi dans d'autres pays d'Europe de l'Ouest. Mais, il est probable que certains d'entre eux n'ont pas été identifiés au sein des séries céramiques de riches gisements. Espérons donc que les pièces et outils de métallurgiste présentés ici permettront à l'avenir d'attirer l'attention des fouilleurs sur ce type de vestige. ■

Remerciements : Cette étude a bénéficié du Programme Procopé Fribourg/B (Prof. Strahm) – Toulouse (Ambert) et du PCR Mines et métallurgies Midi de la France, dont elle forme la contribution n° 35.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMBERT P. (1995) – Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault) : Quinze ans de recherches. État de la question, *Bull. Soc. préhist. Fr.*, n° 3, p. 499-508.
- AMBERT P. *et al.* (2002) – Le plus vieil établissement de métallurgistes de France (III^e millénaire av. J. C.) : Péret (Hérault), *C. R. Palevol 1, Académie des Sciences*, p. 67-74.
- AMBERT P., CAROZZA L. et LECHELON B. (1998) – De la mine au métal au sud du massif central au chalcolithique (régions de Cabrières, Fayet, Villefranche de Rouergue). In *l'atelier du bronzier en Europe*, CTHS Paris, p. 59-70.
- ESPEROU J.-L. (1993) – La structure minière de Roque-Fenestre (Cabrières, Hérault), *Archéologie en Languedoc*, n° 17, p. 32-46.
- BARGE H. (1985) – Les indices de minerai de cuivre et les traces des anciennes exploitations minières de la bordure méridionale du Massif Central. Les avens-mines de Bouche-Payrol à Brusque (Aveyron). *Bulletin de la Société méridionale de spéléologie et de préhistoire*, n° 25, p. 61-68.
- BARGE H., ANCEL B., ROSTAN P., GUENDON J.-L. (1996) – La mine des Clausis à Saint-Véran (Hautes-Alpes) : exploitation et aire de réduction du minerai de cuivre d'époque préhistorique, *L'atelier du bronzier en Europe*, Actes du colloque de Neuchâtel-Dijon, t. II, p. 71-82.
- GROS O. et A.-C., BOURHIS J.-R. (1997) – Vingt années de recherches préhistoriques à Grospierres (Ardèche) et dans les environs. Les sites chalcolithiques et les débuts de la métallurgie (1), *Ardèche archéologie*, n° 14, p. 17-36.
- MARSAC P. (1990) – *La fin du Néolithique et les débuts de la métallurgie en Languedoc occidental et Roussillon*, Mémoire de thèse, E. H. E. S. S. de Toulouse, 232 p., 90 fig.
- PICKIN J. (1990) – Stone tools and Early metal mining in England and Wales, *Early Mining in the British Isles*, Crew ed., Park National du Snowdon, Paper 1, p. 39-42.

Claudine CERT

UMR 8555 du CNRS, Centre d'anthropologie,
39, allées Jules Guesde, 31080 TOULOUSE Cedex

II. *La première métallurgie en France*

2. L'état des recherches en France méridionale

Xavier GUTHERZ
et Luc JALLOT,
avec la collaboration
de Marc BORDREUIL

Âge du cuivre et changements sociaux en Languedoc méditerranéen

Résumé

Les auteurs se livrent d'abord à un bilan historique de l'émergence et du devenir du concept d'âge du cuivre dans le Midi de la France. Ils rappellent ensuite les termes du débat récent sur l'opportunité de maintenir le terme de Chalcolithique dans le système chrono-culturel en usage dans cette région. Ils montrent ensuite quel est l'enjeu idéologique qui soutend ce débat et tentent de répondre à la question qui est réellement posée : quel a pu être l'impact de la première métallurgie sur l'organisation économique et sociale du Languedoc au cours de la première moitié du 3^e millénaire ? Pour ce faire, ils examinent la répartition géographique de 1403 objets en cuivre et outils liés à la pratique de la métallurgie trouvés en Languedoc oriental, ce nombre étant le résultat d'un inventaire mis à jour à cette occasion. Il ressort de l'examen de la distribution de ces objets plusieurs éléments marquants : une grande majorité des objets provient de sépultures. La plus grande part des découvertes a été effectuée en milieu de garrigue et dans les contreforts calcaires des Cévennes. Les sites de plaine pourtant fouillés sur de grandes surfaces avec le développement de l'archéologie préventive ne livrent pas ou très peu d'objets métalliques et on n'y a observé aucune trace de pratique de la métallurgie. Les auteurs en concluent que la distribution des produits et celle des centres de production est liée à la proximité des lieux d'extraction. L'impact de la métallurgie n'a pas été suffisant pour que celle-ci se répande massivement dans toute la région et il est probable qu'on doive donner raison à Ch. Strahm qui considère que dans le Midi de la France on n'a atteint le stade "métallique" qu'au cours de l'âge du Bronze. En conséquence, les auteurs n'accréditent pas l'hypothèse du rôle majeur de la métallurgie dans les changements sociaux que l'on croit percevoir à la fin du Néolithique dans le Sud de la France. Il leur semble que les signes d'une telle transformation préexistent à la métallurgie.

Abstract

The authors of this paper first engage in a historical assessment of the emergence and evolution of the "Copper Age" concept in the South of France. Then, they recall the purpose of the recent discussion about the appropriateness of maintaining the term Chalcolithic into the regional chronocultural system. They then show the ideological stake that underlies in this discussion and attempt to answer the real question at hand: What was the impact of the first metallurgy on the economic and social setup in Languedoc during the first half of the 3rd millenium? With this aim, they examine the geographical distribution of 1403 copper objects and implemets related to the practice of metallurgy that were found in eastern Languedoc, this number being the result of an updated inventory. Some significant facts emerge from the examination of these artefacts' distribution:

Most of the discoveries have been made in the garrigue area or in the limestone foothills of the Cévennes. The sites of the plain, although excavated over large areas owing to the expansion of rescue archaeology, have not yielded or yielded very few metallic artifacts. No trace of metallurgy was observed. The authors conclude that the products and production centers distribution is closely linked to the proximity of the places of extraction. The impact of metallurgy had not been sufficiently widely spread in all the region and it is likely that one has to admit C. Strahm is right in considering that in South of France the "metallic stage" was reached only during the Bronze Age. Consequently, the authors do not agree with the hypothesis of the major role of metallurgy in social change that one believes to observe during the end of the Neolithic in the South of France. They think that the signs of a such change existed before metallurgy.

L'ÂGE DU CUIVRE EN LANGUEDOC, UN ÉTERNEL DÉBAT

La reconnaissance de l'existence, dans le sud de la France, d'un "âge du Cuivre de courte durée" est ancienne puisqu'il faut en attribuer le mérite à A. Jeanjean qui y fit référence pour la première fois dans son ouvrage *"L'Homme et les animaux dans les cavernes des Basses Cévennes"* publié en 1870. En 1884, après la fouille de la grotte des Morts, à Durfort (Gard), il crée le terme de "Durfortien" pour bien signifier le caractère autochtone de cet âge du Cuivre languedocien. Mais très rapidement, cette proposition est contestée. P. Cazalis de Fondouce, dans *"L'Hérault aux Temps Préhistoriques"*, publié en 1900, remet en cause l'existence de ce Durfortien, alors qu'elle est soutenue par P. Raymond dans son ouvrage *"L'arrondissement d'Uzès avant l'Histoire"* également publié en 1900. Pour Cazalis, les objets en cuivre et en bronze ont été importés dans l'arrière-pays par des colons orientaux établis sur la côte. On était alors sous le charme du mirage oriental. Cependant, en 1911, Vasseur publie sa découverte des mines de Cabrières qu'il attribue à l'âge du Bronze tout en confortant l'idée d'une métallurgie autochtone. Le Durfortien ne surviendra pas très longtemps dans le vocabulaire des préhistoriens méridionaux mais l'idée qu'il a bien existé un stade terminal du Néolithique où l'on a utilisé le cuivre n'est pas abandonnée. Et pour cause : on ne cesse de découvrir des objets en cuivre dans cette région, notamment à Fontbousse où sont trouvés des scories et des objets manufacturés. M. Louis, dans le système chronoculturel complexe qu'il élabore et publie en 1948, introduit un "état de civilisation énéolithique" dans lequel le cuivre fait son apparition sans incidence notable pendant sur les modes de vie. J. Arnal a développé dans sa thèse, soutenue en 1953 et publiée dix ans après, l'hypothèse d'un Chalcolithique que l'on pouvait alors identifier à travers l'apport d'objets en cuivre par les "Pyrénéiques", c'est-à-dire les Campaniformes, dans le Ferrières récent et le Fontbousse. C'est finalement bien plus tard, dans les années 80, que l'on abandonnera définitivement l'idée que ce sont les groupes à campaniformes qui ont introduit la métallurgie du cuivre dans le midi de la France. Audibert, pour

sa part, a eu le mérite de revaloriser l'impact de la métallurgie du cuivre. Il fait du Chalcolithique une période clé et établit un inventaire des objets métalliques et des analyses spectrométriques alors disponibles. Sa thèse est publiée *post mortem* en 1962 sous le titre *"La civilisation chalcolithique du Languedoc oriental"*. Audibert se démarque d'Arnal en accordant un intérêt mineur aux cultures archéologiques. Les céramiques à chevrons et les céramiques cannelées (en lieu et place des cultures de Ferrières et Fontbousse d'Arnal) ne sont que des expressions culturelles secondaires et contemporaines par rapport à la civilisation métallurgique. En 1970, une discussion est entamée sur la notion de Chalcolithique au cours du colloque de Narbonne. Elle débouche sur un consensus. Seront qualifiées de chalcolithiques les cultures qui ont effectivement pratiqué la métallurgie. C'est le cas de la culture de Fontbousse. Seront placées au Néolithique final, celles qui ne l'ont pas pratiquée, même si elles ont pu, de temps à autre, intégrer quelques objets métalliques produits ailleurs : tel est le cas du groupe de Ferrières. Ce point de vue intervient – ne l'oublions pas – alors qu'on ne connaît pas encore la métallurgie locale de Cabrières et ses datations isotopiques. C'est celui qui est adopté par l'un de nous (Gutherz, 1984) qui postule alors que les rares objets en cuivre trouvés dans des contextes ferrériens pouvaient provenir des secteurs à métallurgie précoce plus occidentaux (Cabrières, Brusque). La même année, P. Ambert, H. Barge et J.-L. Espérou publient leurs fouilles de la grotte du Broum à Péret et la structure métallurgique de Roquefenestre, qui fit auparavant l'objet du DEA de J.-L. Espérou (1981). Une série de datations encore restreinte mais cohérente, permet de situer l'extraction et la métallurgie du cuivre dans le district minier de Cabrières entre 4310 ± 75 BP (fosse Pioch Farrus 448) et 3870 ± 80 BP (Roquefenestre), soit une fourchette approximative en années calendaires, en tenant compte de l'écart à 2 sigmas, de 3090 à 2530 av. J.-C. Il est donc clairement avéré que la première métallurgie du cuivre est – en Languedoc – pré-campaniforme. Alors que les contours typo-chronologiques des faciès céramiques présents à Cabrières ne sont pas encore bien cernés, on peut observer que, par rapport aux groupes languedociens orientaux mieux définis, cette métallurgie se situe chronologiquement de la fin du Ferrières

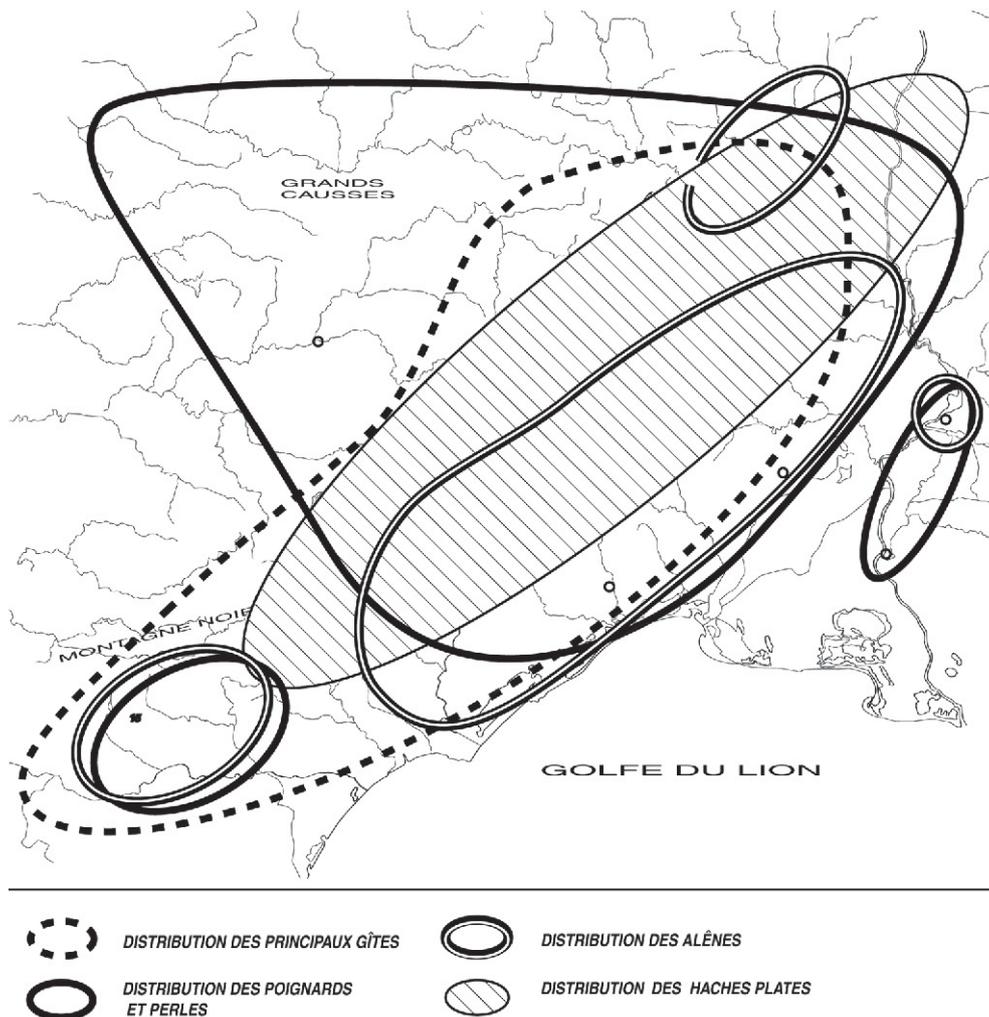


Fig. 1 – Carte de répartition géographique des principales catégories de production en Languedoc et Grands Causses (L. Jallot *del.*).

au plein Fontbouisse. En Provence, depuis la publication de la thèse de J. Courtin, le terme de “Chalcolithique provençal” a été retenu pour désigner l’ensemble de la période qui va de la fin du Chasséen au Bronze ancien. G. Sauzade le subdivisa en Chalcolithique ancien et Chalcolithique récent sur la base de la stratigraphie de l’hypogée de Roaix qu’il étudia dans sa thèse sur les sépultures du Vaucluse (Sauzade, 1983). Jusqu’aux travaux d’H. Barge à Saint-Véran et à ses efforts de revalorisation de la métallurgie du cuivre provençale (Barge-Mahieu, 1995), on considérait que cette région, peu pourvue en gîtes cuprifères, avait été peu active dans ce domaine.

Le débat sur le terme de Chalcolithique n’est pas relancé au deuxième colloque de Narbonne en 1977 mais à Ambérieu en 1992. Il est alors fait le procès de ce Chalcolithique avec les arguments suivants :

- le terme est totalement flou puisqu’une véritable métallurgie du cuivre apparaît dans des ensembles méridionaux qualifiés de Néolithique final ;
- dans l’ensemble du Bassin rhodanien, la métallurgie peut apparaître, selon les régions, à des époques

diverses, y compris à l’intérieur d’une même culture (cas du Tardi-néolithique du Minervois selon P. Ambert). Il n’est donc pas possible de conserver une valeur chronologique à ce terme ;

- un deuxième sens est donné par certains à la notion de Chalcolithique, celui de stade de développement techno-économique, ce qui ajoute à la confusion.

Suivant en cela la proposition d’A. D’Anna et celle que nous formulons également à cette occasion (Gutherz, Jallot, 1995) mais sans trop de conviction, J.-L. Voruz suggéra l’abandon définitif du terme de Chalcolithique au profit de celui de Néolithique final (*cf.* Actes du colloque d’Ambérieu, 1995 bilan p. 395).

Pour sa part P. Ambert, propose, dès 1994, de rétablir la terminologie d’Audibert et de Sauzade : Chalcolithique ancien et Chalcolithique récent. Pour lui, il ne fait aucun doute que la “chalcolithisation” du Languedoc (au sens méridional et non “Lichardien” du terme) débute largement dans le créneau chronologique du groupe de Ferrières et de celui des Treilles, peut-être dès avant 3000 av. J.-C. (*cf.* phase de Pioch Farrus 448 et Roquemengarde), pour se développer ensuite dans

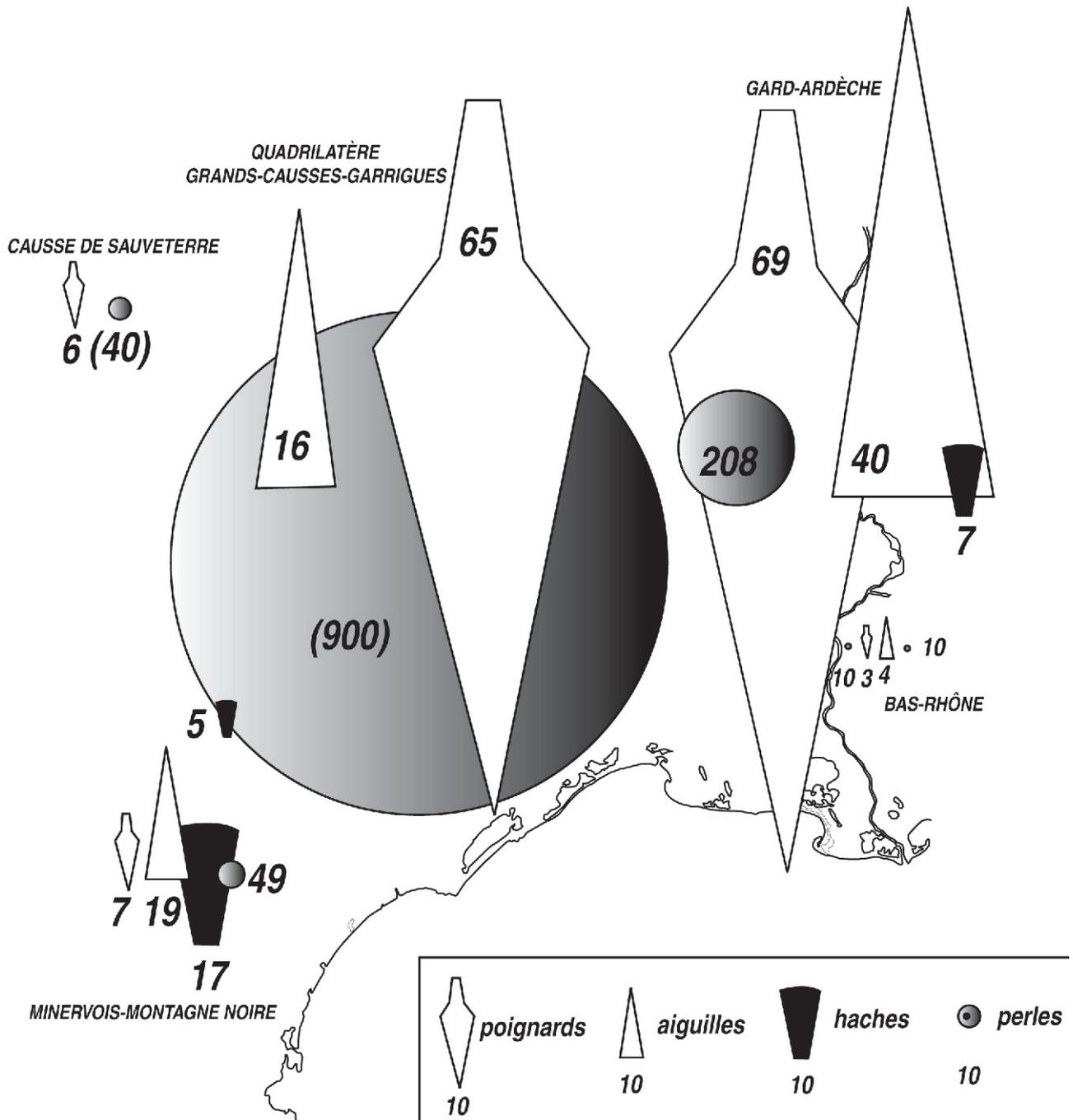


Fig. 2 – Répartition des objets en cuivre dans les principales zones géographiques (en nombre d'objets). Les dimensions sont proportionnelles à la quantité (L. Jallot del.).

le créneau du groupe de Fontbouisse jusque vers 2100 av. J.-C. (cf. fosses de Roquefenestre). Il ne s'agit ici que de référents chronoculturels puisque, culturellement, la première métallurgie apparaît à Cabrières au sein d'une "entité autochtone chalcolithisée, originale, s'individualisant à la fois par ses productions métalliques (objets de cuivre à fortes impuretés d'antimoine et d'argent) mais également par sa documentation céramique" (Ambert et Barge, 1991).

J. Guilaine, au colloque de Trévières en 1990, propose, sur la base des datations absolues fournies par

le site de Roquemengarde, de dater les premières manifestations de la métallurgie languedocienne autour de 2500 bc non calibré, (c'est-à-dire, selon lui, 3300 calibré), ce qui gommerait le retard par rapport aux cultures à métallurgie ancienne de l'arc méditerranéen (Almeria, sud-ouest de la Péninsule ibérique, Toscane, Lombardie). Cette proposition soulève tout de même un certain nombre de questions en dehors du simple fait que l'article cité ici jongle entre des dates BC non calibrées et une calibration approximative. Aucun des objets métalliques ne provient de

structures datées¹. La dernière date radiocarbone est dans la fourchette admise pour le Fontbousse et le site a donné des tessons cannelés de type Fontbousse et des tessons campaniformes en petite quantité. Les dates anciennes de Roquemengarde sont mises en parallèle par Guilaine avec “*un Ferrières plutôt ancien, le Saint-Ponien, les phases précoces du groupe des Treilles*”. Il est délicat de le suivre dans la mesure où les datations sont entachées d’un écart-type important (± 150) qui rend difficile le calcul d’une moyenne. En outre, 3300-3200 av. J.-C. si c’est la bonne moyenne de l’âge calibré serait plutôt une phase médiane pour le Ferrières. On peut donc s’autoriser à penser que Roquemengarde n’est pas le meilleur exemple pour prouver l’ancienneté de la métallurgie locale. Même si, selon nous, une métallurgie pré-fontbuxienne, c’est-à-dire antérieure à 2900 ans av. J.-C est tout à fait envisageable en Languedoc méditerranéen, pour le moment, la preuve de sa réalité s’appuie pour le moment sur les éléments obtenus récemment sur les aires métallurgiques de la Capitelle du Broum à Péret qui donnent une fourchette de probabilité de cal BC 3310-3230 (Ambert *et al.*, 2002)². La date de la fosse de Pioch Farrus 448, souvent citée, de cal BC 3000-2890, est plus récente³.

Enfin, pour éclairer la question de l’environnement culturel de cette production, il reste à affiner la caractérisation et la périodisation des complexes céramiques de la moyenne vallée de l’Hérault. Ce pourrait être une tâche relativement aisée dans la mesure où nous nous trouvons là dans la zone de convergence de groupes régionaux à large extension géographique qui ont manifestement influencé simultanément ou successivement le style céramique local : Treilles ancien, Ferrières, Saint-Ponien, Vérazien ancien pour la phase ancienne et Treilles récent, Vérazien classique/récent et Fontbousse pour la phase récente. Ces influences, visibles en particulier sur les décors de la céramique, peuvent servir de repères chronologiques pour préciser la périodisation, sauf à brandir à tout prix l’étendard du “localisme” et à considérer qu’on a affaire à une entité indépendante et qui a joué une “*place prépondérante dans la mise en place des groupes de la fin du Néolithique*” (Carozza, 2002), c’est à dire à inverser le sens des influences⁴.

Ce dernier thème de discussion nous amène directement au deuxième point que nous voudrions aborder ici pour tenter de répondre à la question soulevée par le titre de cet article à savoir l’impact de la métallurgie du cuivre sur l’organisation économique et sociale des sociétés néolithiques du Languedoc au cours de la première moitié du 3^e millénaire av. J.-C. C’est une question qui est actuellement débattue bien au-delà des limites de notre région d’étude. C. Strahm a été l’un des premiers à insister sur les changements sociaux-économiques profonds qu’a amenés l’introduction de la métallurgie dont il tente de décrire le processus évolutif en proposant une périodisation pour le domaine occidental de la métallurgie carpatho-balkanique (Strahm 1988) :

- phase 1 : importation d’objets, stade néolithique ;

- phase 2 : début de la production autonome, stade chalcolithique ;
- phase 3 : extraction dans la région, métallurgie, stade chalcolithique ;
- phase 4 : production métallique étendue et intensive, stade métallique.

Ce modèle bipolaire de développement de la métallurgie a été transposé par le même auteur à l’ouest de l’Europe centrale. À Carcassonne, Strahm l’a proposé dans une communication sur l’introduction et la diffusion de la métallurgie en France. Dans son résumé de présentation, il écrit ceci : “*À la différence de ce qui se passe dans d’autres régions, l’introduction de la métallurgie en France n’a pas eu les conséquences culturelles que lui attribue généralement la recherche paléométallurgique. Il semblerait que, dans l’hexagone, ce soit avant tout dans le domaine du sacré que les innovations influencent l’évolution culturelle et entraînent des changements cognitifs. Les changements techno-économiques n’ont joué, à la différence d’autres régions, qu’un rôle secondaire*”.

Selon lui, la première métallurgie indépendante, celle de la phase ancienne de Cabrières, trouve probablement son origine dans les contacts avec les centres dynamiques du nord et du centre de l’Italie (Rinaldone, Remedello). Son développement est d’abord modeste : il s’agit de petits gîtes dispersés dont l’exploitation relève d’une métallurgie artisanale qui n’a aucune conséquence socio-économique. Dans la seconde phase, qui peut être située à partir du deuxième quart du 3^e millénaire, la métallurgie est en plein essor (culture de Fontbousse, Artenacien). C’est la phase d’expansion jusqu’en Suisse occidentale. Toutefois, cette phase reste “chalcolithique”. Elle ne parvient pas au niveau de production qui pourrait la faire basculer dans le stade “métallique”. Celui-ci n’est atteint en France qu’avec le plein Bronze ancien où on peut repérer tous les indices de changements économiques et sociaux : hiérarchisation et spécialisation sociales accompagnant la production intensive de bronze, constitution de dépôts et développement des tombes de chef qui signent l’émergence des élites. À l’origine de cette nouvelle métallurgie dont le poids économique et les retombées sociales sont importants, se trouve l’expansion vers l’ouest de la culture d’Unetice. Strahm introduit ici une rupture entre le Chalcolithique et le Bronze ancien. Si, dans cet intervalle, se situe la deuxième phase du Campaniforme, il ne faut pas perdre de vue l’étonnante “déprise” qui marque le troisième quart du 3^e millénaire. Les villages fontbuxiens comme les enceintes sont abandonnées. Les styles céramiques amorcent une profonde recomposition. Tous ces éléments doivent être pris en compte bien que leur signification nous échappe encore.

Pour P. Ambert, qui a cherché à mesurer l’impact régional de la diffusion des cuivres de Cabrières, il ne fait aucun doute que l’importance de l’exploitation de ce gîte a eu des répercussions sur l’économie régionale, ne serait-ce qu’à travers la dynamique de diffusion ainsi créée. Il s’est donc interrogé sur l’impact potentiel de cette métallurgie sur “*les structures régionales de*

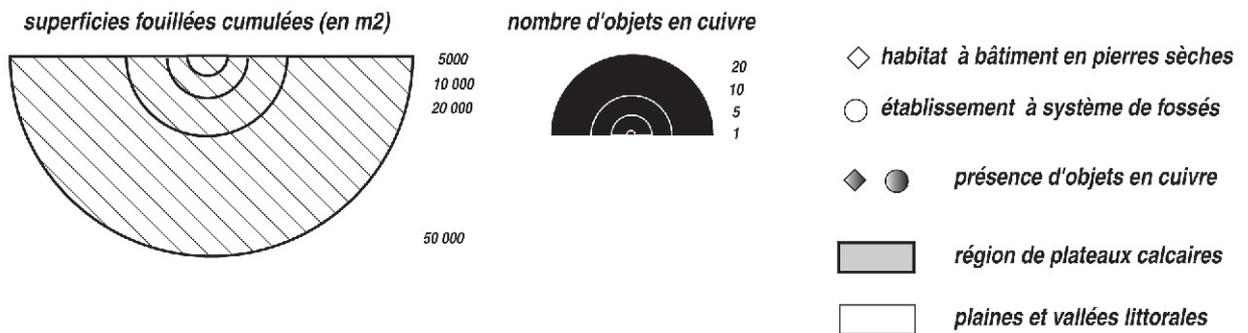
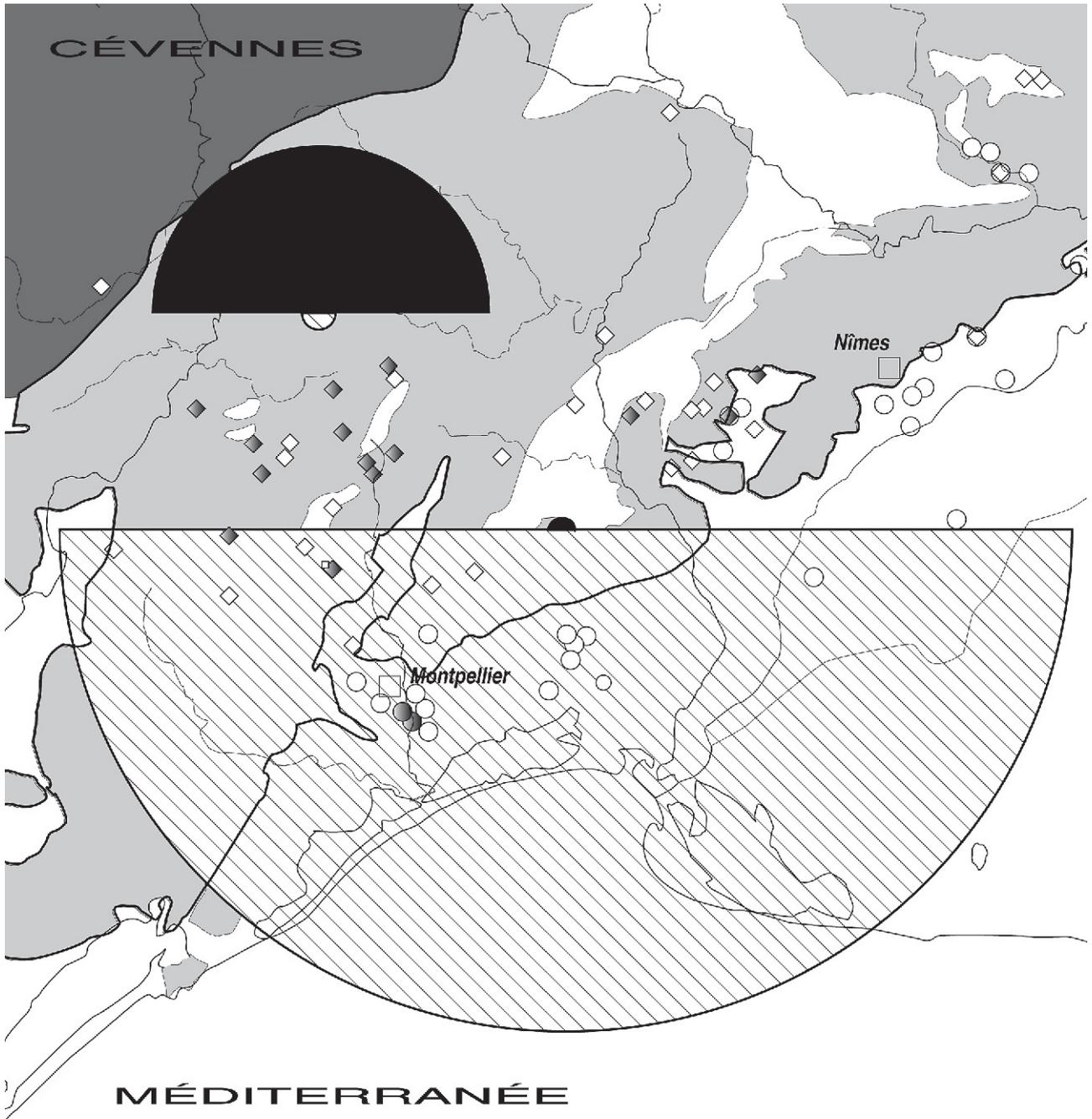


Fig. 3 – Carte des sites d’habitat fouillés et rapport entre le nombre d’objets en cuivre récoltés et les superficies explorées. *En haut* : zones calcaires (garrigues). *En bas* : zones de plaine (L. Jallot del.).

la fin du Néolithique” (Ambert, 1990) et pense en avoir trouvé un indice dans l'émergence et la généralisation de certains traits stylistiques céramiques dans une aire beaucoup plus vaste que celle qui correspond au seul “groupe du Broum”. Cette dynamique serait le marqueur de l'impact social de la métallurgie, qui a considérablement activé le réseau des échanges interculturels dans l'ensemble de la province sous-cévenole et caussenarde.

Dans une communication publiée dans les actes des 3^e rencontres méridionales de préhistoire récente (Carozza, 2000) et, plus récemment, dans un chapitre du DFS de la fouille de Puech Haut (Carozza, 2002), L. Carozza a élaboré un riche scénario de la chalcolithisation de la moyenne vallée de l'Hérault. Il pousse très loin le postulat selon lequel l'émergence de la métallurgie du cuivre dans cette partie centrale du Languedoc a largement contribué au processus de mutation sociale qu'il va tenter de décrire, en prenant en partie appui sur les résultats des travaux récents dans la vallée⁵.

Pour asseoir sa démonstration, il établit d'abord une périodisation des styles céramiques du Néolithique final de la moyenne vallée de l'Hérault, en soulignant la part des influences de voisinage, soit de la vallée de l'Hérault vers le Languedoc oriental, soit du Languedoc oriental ou des Grands Causses vers la vallée de l'Hérault. S'appuyant sur le séquençage des occupations successives rencontrées lors de la fouille de l'habitat à enceinte fossoyée du Puech Haut (Paulhan, Hérault, opération A 75), cette périodisation s'organise en 3 phases chronologiques : fin du 4^e millénaire av. J.-C., première moitié du 3^e millénaire et seconde moitié du 3^e millénaire. La phase 1 voit la confirmation de la notion, déjà avancée, de complexe multipolaire avec influences externes multiples intégrées par les groupes de la moyenne vallée de l'Hérault. La phase 2 voit l'affirmation d'une identité propre à la moyenne vallée de l'Hérault avec diffusion de traits décoratifs (pastilles) en direction de l'est, diffusion repérable par exemple dans la phase préfontbuxienne des Vautes, près de Montpellier⁶. La phase 3, pleinement contemporaine du Fontbousse, se manifeste à partir de 2600 av. J.-C. par une expansion vers l'ouest du groupe du Broum/Roquemengarde et par une mutation de ce dernier groupe avec l'apparition de formes carénées et de décors plastiques (cordons) ou en creux (impresions) qui sont imputés à une dynamique propre, indépendante du Fontbousse.

Une fois affirmée l'existence de cette dynamique culturelle, L. Carozza la met en parallèle avec l'essor de la métallurgie. L'évolution architecturale et les données sur l'économie du site de Puech Haut servent à construire la trame de ce scénario. Dans la phase récente, l'enceinte voit son système défensif renforcé. Ce caractère défensif exacerbé, même s'il n'a qu'une valeur symbolique, tendrait à démontrer le rôle privilégié de cet établissement dans l'organisation hiérarchisée d'un territoire, avec son pendant, sur la rive opposée du fleuve : l'éperon, défendu par un fossé, de Roquemengarde. Ces deux sites auraient assuré le contrôle des ressources cuprifères exploitées, non loin

de là, à Cabrières. Leur présence alimente un argumentaire visant à construire un modèle résolument évolutionniste, selon lequel la société de la fin du Néolithique franchirait une étape supplémentaire dans “*la progression linéaire de la complexité sociale et de l'accroissement des inégalités*”. C'est une hypothèse de travail qui, on l'aura compris, va à l'encontre du point de vue de Strahm, exposé ci-dessus, sur l'impact économique et social de cette métallurgie languedocienne.

OBSERVATIONS SUR LA DISTRIBUTION SPATIALE DES PRODUITS MÉTALLIQUES EN LANGUEDOC ORIENTAL

Pour tenter de contribuer à ce débat, examinons la façon dont se distribuent les produits métalliques du Languedoc oriental, région où les objets en cuivre de diverses catégories sont très nombreux et où plusieurs habitats fontbuxiens ont livré des témoignages de la pratique de la métallurgie. On sait aussi qu'il existe sur la bordure calcaire cévenole de cette région, dans les Cévennes méridionales en particulier, des gîtes cuivreux qui ont été exploités dès la période antique et jusqu'au XX^e s. pour certains; ceci explique sans doute qu'il est difficile d'y retrouver les traces d'exploitations préhistoriques car les gisements ont été considérablement transformés et chargés de déblais au fil des siècles et la forêt a bien souvent reconquis ces pentes abruptes. Ces secteurs d'exploitation préhistoriques sont très probables et tout à fait compatibles avec les spectres métallogéniques de certains objets.

Nous sommes finalement parvenus à un dénombrement des objets classés par catégorie et par département. Ces départements sont l'Ardèche, le Gard et l'Hérault, qui constituent la région naturelle du Languedoc oriental et l'aire d'expansion des groupes culturels de Ferrières et Fontbousse. Les catégories sont : les perles, les poignards, les haches plates, les alènes à section carrée ou ronde, les ciseaux (ou burins), les fragments divers et les traces de fusion (gouttes, scories). Ce sont ces derniers éléments et les objets liés au travail des métaux cuivreux, comme les tuyères, les galets à cupule, les maillets d'extraction et les creusets qui nous ont permis de recenser à nouveau les sites dits de production, à ne pas confondre avec les sites d'extraction (mines) même s'ils peuvent parfois être voisins comme c'est le cas à Cabrières.

Les dénombrements ne concernent que les catégories principales d'objets manufacturés : perles, poignards, haches, alènes. Au total, 1 403 objets appartenant à ces catégories ont été recensés. Il est bien évident que ce nombre est largement inférieur à la réalité de la production; il l'est même à la réalité des trouvailles dont certaines, anciennes, ont été égarées et, par ailleurs, nous ignorons le nombre d'objets trouvés sur certains sites, faute de publication. Il faut ajouter à cela l'action néfaste des collectionneurs privés qui ne font pas part de leurs découvertes et celle, catastrophique, des usagers du détecteur de métaux.

C'est le département du Gard qui a livré le plus grand nombre d'objets, soit 972 pour ces quatre catégories (perles, poignards, haches, alènes). Il domine largement les autres départements puisque l'Hérault ne le suit qu'avec seulement 310 objets et que l'Ardèche est encore moins pourvue avec 134 objets. En termes de catégorie, ce sont bien évidemment les perles qui sont les plus nombreuses, bien qu'elles ne représentent pas forcément au total la plus grande quantité de métal. 1217 perles ont été recensées, chiffre sans doute inférieur à la réalité. Citons également 100 alènes, 56 poignards et 30 haches, dont 15 dans le seul dépôt de Siran.

Un dénombrement a été également fait par type de gisement. Nous avons retenu deux types, sépulture et habitat, auxquels s'ajoute une troisième catégorie, celle des indéterminés. On ne sait notamment pas si les découvertes d'objets en cuivre faites dans les grottes fouillées anciennement se rapportent à un habitat ou à une sépulture.

Les résultats sont les suivants :

- sépultures : 1233 ;
- habitats : 133 ;
- indéterminés : 22 (+ 15 haches, dépôt de Siran).

Il est logique que les perles se trouvent préférentiellement dans les sépultures. On a donc procédé à un nouveau comptage en les excluant et avec les seules catégories : poignard, hache, alène :

- sépultures : 87 ;
- habitats : 54 ;
- indéterminés : 20 (+ 15 haches, dépôt de Siran).

Si l'on met à part le dépôt de Siran, on peut constater que, même sans les perles, les objets en cuivre sont plus nombreux dans les sépultures que dans les habitats. Est-ce que cela doit nous surprendre ?

Nous avons ensuite étudié la répartition des objets du point de vue de la localisation des sites. Pour cela, nous avons repris un certain nombre de données d'ordre géologique et géographique bien connues dont nous avons vu plus haut l'importance à propos de la distribution des traits culturels majeurs de la culture de Fontbouisse. Cette région est constituée de grandes zones successives qui la traversent de part en part du nord-ouest au sud-est et qui sont, en partant du littoral et de la vallée du Rhône, les terres basse lagunaires et les plaines de la région nîmoise, et du Lunellois. Au-delà de la faille de Nîmes et jusqu'à celle des Cévennes, on est dans le domaine de la garrigue; au-delà de la faille des Cévennes, on aborde l'extrémité méridionale des Grands Causses, la bordure calcaire cévenole et les Gras ardéchois. La localisation des gîtes minéraux du Languedoc oriental est bien entendu du plus grand intérêt : nous observons qu'il se situent au contact des calcaires et des roches métamorphiques de la chaîne hercynienne (pays viganais et de Ganges, Durfort-Anduze, Largentière en Ardèche). La quasi totalité des objets en cuivre provient de la zone des garrigues et de la bordure calcaire sub-cévenole. Trois sites sépulcraux fontbuxiens – la grotte de la Rouquette

à Saint-Hilaire-de-Brethmas, près d'Alès, la grotte Miguro à Corconne et la grotte d'Enquissé à Sainte-Anastasia – concentrent à eux seuls de très nombreux objets : 15 alènes, 1 hache, 59 perles à La Rouquette; 402 perles dont 6 grosses perles en tonnelet à Miguro; 125 perles, une hache et une alène à la grotte de l'Enquissé. D'autres grottes sépulcrales sont riches en perles de cuivre : 77 à la grotte 4 des Chèvres à la Cadière; 32 à la grotte du Pont-du-Hasard à Corconne; 43 perles et un fragment de poignard à la grotte du Chemin de Fer à Boucoiran; sans oublier la grotte des Morts de Durfort avec ses 32 perles en cuivre, dont 11 seulement sont conservées, une petite alène et des perles en plomb. S'agissant des habitats, on retiendra les deux plus riches qui sont les villages fontbuxiens de Cambous, avec ses 17 objets (12 perles, 1 poignard, 1 ciseau et 3 nodules de cuivre), et de Fontbouisse avec 1 perle, 3 poignards, 3 alènes, 1 ciseau et des scories. Mais dans de nombreux autres cas, compte-tenu des petits volumes de sédiments fouillés, le nombre d'objets devait être nettement plus élevé que ce que l'on a retrouvé.

En revanche, la plaine languedocienne, sans en être totalement dépourvue ne révèle qu'un petit nombre d'objets en cuivre. On pourrait penser que cette situation n'est ici que le reflet d'un faible investissement de la recherche avant les années 1980, surtout quand on sait que de très nombreuses trouvailles d'objets métalliques ont été faites très tôt dans les zones de garrigue ou les grottes de la bordure cévenole et qu'elles n'ont cessé de s'accroître depuis la fin du XIX^e siècle. Mais c'est peut-être une explication un peu rapide, car si l'on totalise les surfaces fouillées dans les sites de plaine chalcolithiques, sans cesse en augmentation ces dernières années avec l'archéologie préventive, on dépasse très largement les espaces exploités dans la garrigue. À titre d'exemple significatif on évoquera les grands sites d'habitat que sont les établissements fontbuxiens à système de fossés fouillés ces dernières années par différentes équipes d'archéologues du ministère de la Culture, de l'université de Montpellier et de l'AFAN (4,4 ha à Moulin Villard, 8 ha à Mas de Vignole-Cadereau d'Alès, 2,5 ha à Richemont, 1,2 ha à La Capoulière et bien d'autres fouillés sur de grandes surfaces, de 5000 m² à un hectare). Ces fouilles ont livré en tout et pour tout, après tamisage, 1 grande alène, 1 petite alène et une sorte de ciseau, qui proviennent de deux sites voisins, près de Montpellier. Les contextes des découvertes sont fontbuxiens (stade Richter) ou imprécis (plaine de Chrétien, fosse 50)⁷.

On pourrait également objecter que le nombre de sépultures fouillées est trop réduit puisqu'en zone de garrigue la majorité des objets en cuivre provient des espaces funéraires. Or, même si la plupart de ces sépultures sont encore inédites – il s'agit de fouilles préventives récentes – nos informations, très précises, nous ont permis de comptabiliser, pour l'ensemble du Néolithique final/Chalcolithique, 80 tombes individuelles en fosse en pleine terre et 5 sépultures multiples ou collectives en fosse parementée ou à tombes ovales comme celle de Bezouze. Aucune de ces sépultures,

par ailleurs très pauvres en mobilier, n'a livré d'objet en cuivre, malgré des fouilles fines.

La distribution des productions métalliques en cuivre en domaine fontbuxien peut être rapprochée de celle d'autres productions utilitaires et parfois, symboliques. L'analyse des relations entre garrigue et plaine, que nous avons formalisée il y a quelques années (Gutherz et Jallot, 1999), faisait déjà ressortir cette absence de cuivre dans les sites de plaine. Nous l'avons confirmée à la faveur de la réactualisation de l'inventaire régional des objets. Rappelons ici que sont aussi absentes les statues-menhirs, remplacées par des stèles aniconiques. D'autres différences majeures, que l'on admet plus difficilement, existent : abondance et variété des assemblages lithiques dans les habitats de garrigue, extrême rareté de l'outillage lithique dans les grands villages à systèmes de fossés de la plaine. On pourrait ajouter qu'à la richesse des mobiliers sépulcraux des grottes et des dolmens de l'arrière-pays s'oppose l'indigence des sépultures, notamment collectives, de la plaine.

Une autre approche, complémentaire des précédentes et elle aussi porteuse de sens, a été tentée en étudiant la répartition géographique par catégorie d'objet mais en l'étendant à une partie du Languedoc occidental, c'est-à-dire jusqu'à la région du Bas Minervo pour intégrer la riche zone d'Ouveillan et de Siran et en englobant également les Grands Causses. Même si on trouve un peu de tout partout, par exemple des perles annulaires, les plus fortes concentrations dans cette catégorie sont les grottes gardoises déjà évoquées. Quant aux perles biconiques de gros volume, facettées ou non, c'est encore une spécificité gardoise. Les poignards, souvent associés aux perles, sont répartis dans un vaste triangle dont la partie supérieure occupe la zone caussenarde très riche en poignards spécifiques au groupe des Treilles, dont les dix poignards du tumulus du Freyssinel. Les Causses livrent principalement des poignards et des perles ainsi que des pendeloques en griffe qui signent, comme les poignards, une métallurgie locale.

Les découvertes de haches plates se répartissent sur l'ensemble de la zone des garrigues de l'Ardèche au Minervo. Le dépôt de Centeilles à Siran et les nombreuses haches plates des bassins de l'Aude et du Lauragais sont sans doute à rattacher à une production régionale dont les ateliers restent à découvrir. Il se dessine nettement une zone où les alènes à section carrée sont plus nombreuses qu'ailleurs, celle des garrigues et des hautes garrigues du Gard central où se trouvent Fontbouisse, les gorges du Gardon et la grotte de la Rouquette. Cette répartition inégale des catégories d'objets, avec les cas significatifs des grosses perles biconiques, des alènes à section carrée ou encore des poignards à soie perforée caussenards, concorde parfaitement avec l'existence de plusieurs centres de production indépendants les uns des autres dont certains ont été reconnus, formellement ou avec de fortes présomptions, sur la base d'indices significatifs : dans l'Aude (Ouveillan), dans l'Hérault (Cabrières et Péret, Cambous, le Gravas) dans le Gard (Fontbouisse, la Cabane de Fabre), en Ardèche (Beaussement, Grospierres). Les

centres de production caussenards restent à découvrir mais une partie des centres miniers de la périphérie caussenarde sont déjà connus ou pressentis (Bouche Payrol).

CONCLUSION :
VERS UNE APPRÉCIATION MESURÉE
DE L'IMPACT RÉGIONAL
DE LA PREMIÈRE MÉTALLURGIE

On peut retenir de ce travail les points principaux suivants.

En Languedoc oriental, la métallurgie du cuivre a dû démarrer modestement autour de 3000 ans av. J.-C., peut-être un peu avant, dans un environnement culturel local encore dominé par le groupe de Ferrières puis par ses épigones (groupes de la vallée de l'Hérault, groupe des Vautes), considérés parfois comme les manifestations locales d'un ÉpiFerrières à répartition large. Elle ne s'est vraiment développée qu'après 2900-2800 av. J.-C. avec la culture de Fontbouisse.

À première vue, la production d'objets en cuivre n'atteint pas le seuil nécessaire en termes de quantité ou ne produit pas la puissance économique suffisante en terme de pouvoir pour bouleverser l'ordre social, l'économie et l'équipement traditionnels. Quoique, d'un point de vue théorique, cette assertion soit aussi difficile à vérifier qu'une vision inverse, elle s'appuie sur des faits matériels. Des produits lithiques de très grande qualité (poignards, plaquettes façonnées et polies) circulent pendant tout le Néolithique final et probablement encore au Bronze ancien en suivant des réseaux locaux, régionaux et inter-régionaux. On ne sent pas de rupture décisive dans ces réseaux avant l'épanouissement de l'âge du bronze, période pendant laquelle l'impact des productions métalliques semble orienter différemment les relations intra-régionales. Le Bronze ancien correspondrait en Languedoc au tout début du stade métallique de Strahm. Il est indiscutable que les objets en cuivre possèdent aussi une valeur symbolique puisqu'ils accompagnent souvent les défunts dans leurs tombes. Mais cette valeur est-elle supérieure ou très différente de celle accordée aux autres offrandes : couteaux et outils en roches, parures en coquillages, en os, en roche, en matière dure animale, poteries ? Les riches dépôts du tumulus de Freyssinel, des grottes de la Rouquette, ou de Miguro ont-ils symboliquement plus de prix que les concentrations de parures ou d'armatures de flèches, de poignards en silex dans quelques dolmens languedociens ? On peut admettre que le haut degré de compétence technologique des métallurgistes leur conférerait un statut de spécialiste et une place particulière dans la société, comme cela a pu être observé en ethnographie dans la plupart des sociétés traditionnelles. Cela suffit-il à donner à leur production un caractère exceptionnel ? Il est évident que la symbolique, les contraintes ou les privilèges liés à un métier sont souvent sans rapports directs avec les objets fabriqués. Ces questions complexes mériteraient un très long développement qui

n'a pas sa place ici. Notons simplement que les forgerons font l'objet d'une méfiance quasi générale que l'on retrouve d'ailleurs dans certaines de nos mythologies fondatrices, notamment la légende du dieu-forgeron Hépaïstos. Si le processus de transformation et les gestes qui accompagnent la pratique de la métallurgie font l'objets de tabous, le produit fini n'est apprécié qu'en fonction de l'habileté de l'artisan. Pour l'archéologue c'est l'investissement technique fourni plutôt que son poids symbolique qui donne une valeur particulière à cette industrie. Même si les productions métalliques possèdent une connotation culturelle indéniable, comme le montrent la distribution préférentielle de certains types d'objets et leur présence dans des tombes, l'investissement technique lourd que constitue la chaîne métallurgique, de l'extraction à la transformation du minerai jusqu'à sa fusion et à la finition, reste le critère généralement retenu. Mais on aurait tort de sous-estimer ce que la production d'objets en roches dures ou même de poteries implique en terme de gestion collective. Minières à silex, maîtrise de la taille, exploitations d'argilières, constructions de fours et maîtrise de la forme et de la cuisson engendrent d'importantes contraintes techniques et sociales. Les travaux bien connus de Petrequin sur les haches polies de Nouvelle-Guinée, les recherches sur les minières à Silex du Nord de la France, celles menées par Binder sur le puits d'extraction d'argile de Giribaldi (Nice, Alpes-maritimes) illustrent, parmi d'autres exemples, la complexité des processus mis en jeu.

L'industrie du cuivre fut sans doute plus répandue qu'il n'y paraît dans le sud de la France. Durant le troisième millénaire, les traces de production métallurgique réparties de la vallée du Rhône à la vallée de l'Aude restent discrètes (découvertes de goutelletes de cuivre, de fragments de creusets ou de possibles tuyères de fondeur), mais n'en prouvent pas moins sa pratique généralisée. Il est probable que d'autres centres miniers que celui de Cabrières (district d'Alzon, Saint-Laurent-le-Minier, Largentière) ont fonctionné pour alimenter les petits ateliers métallurgiques (itinérants ?) que l'on rencontre en divers endroits du vaste domaine des garrigues. Les difficultés inhérentes aux analyses spectrométriques, aujourd'hui en voie d'être abandonnées, ont empêché de confirmer la très large diffusion des cuivres de Cabrières vers l'est et la porte reste ouverte aux concurrents potentiels cévenols ou ardéchois. Le fait que le Gard soit le département de la région qui ait donné le plus grand nombre d'objets est sans doute un argument supplémentaire pour nous inciter à retrouver les mines des Basses Cévennes qui ont probablement alimenté cette riche production. Les nouvelles méthodes d'analyse à partir de l'étude des isotopes du plomb permettront sans doute de dépasser l'approche spectrométrique classique. La "cabane de fondeur" du Gravas (Saint-Mathieu-de-Trévières, Hérault) atteste l'exploitation et la transformation de cuivres gris (Ambert *et al.*, 1990-1991). Cette fouille montre que la métallurgie est pratiquée au sein de communautés d'agro-pasteurs fontbuxiens qui ne sont pas nécessairement localisées au contact direct des zones minières. À travers ces

exemples, se dessine donc un schéma classique d'expansion : le développement des produits manufacturés s'accompagne apparemment d'un éparpillement des centres de production dans l'ensemble des régions calcaires, des basses Cévennes aux Garrigues. À l'inverse, l'absence de production et de diffusion d'objets en cuivre de fabrication régionale dans l'ensemble de la plaine languedocienne (Jallot, 1995 ; Gutherz et Jallot, 1999) tend à accréditer l'idée que la première métallurgie de cette région reste un phénomène relativement secondaire dans l'économie néolithique. La fabrication des objets en cuivre est surtout liée à la proximité des centres d'extraction minière. Cabrières est encore dans la zone des garrigues et les contreforts calcaires des Cévennes sont peu éloignés (une trentaine de kms au plus) des centres de production fontbuxiens et des sites funéraires à grande concentration d'objets.

Tous ces éléments sont en fin de compte autant d'arguments qui tendraient à valider le modèle explicatif proposé par C. Strahm pour replacer la métallurgie du cuivre du midi de la France dans un registre plus modeste que celui où d'autres ont voulu ou veulent toujours la situer. Par ailleurs, des pratiques qui traduisent probablement une modification des rapports sociaux sont antérieures à son existence. À partir du milieu du quatrième millénaire, des grandes sépultures mégalithiques qui sont ainsi considérées par la plupart des auteurs comme le signe d'un ancrage territorial et, indirectement, d'une société hiérarchisée. Parallèlement, l'apparition des statues-menhirs traduit peut-être un culte du grand ancêtre ou de la divinité propre à un groupe lignager ou clanique. Ce sont en tout cas des instruments iconographiques susceptibles de répandre l'image du pouvoir. Ces monuments, attribués pour les plus anciens au Néolithique final posent aussi le problème d'un décalage chronologique entre, d'une part, la représentation d'attributs évoquant des poignards en métal et, d'autre part, l'usage avéré de ces derniers. C'est le cas de l'"objet", ustensile ou arme probablement en os ou en silex, comparable par sa position et assimilable par sa forme aux poignards en cuivre de statues-menhirs contemporaines du Nord de l'Italie. On peut également évoquer les stèles-haches un peu plus tardives de la nécropole de Château Blanc (Ventabren, Bouches-du-Rhône) dont l'une au moins évoque une hache en cuivre⁸.

Alors que la société du Néolithique final subissait une mutation profonde et devenait lentement perméable aux changements techno-économiques, a-t-on voulu représenter des modèles en métal de prototypes d'une extrême rareté, dont la diffusion a peut-être devancé la pratique métallurgique ? L'introduction de la métallurgie n'est sans doute pas l'unique facteur qui va conduire à la transformation des rapports sociaux, comme cela pu être le cas dans les régions de grande production où cette activité a rapidement prédominé dans les échanges et a fait émerger des hommes de pouvoir. Et s'il existe des signes d'une telle transformation, il faut aussi les chercher à travers des marqueurs qui préexistent à la métallurgie. ■

NOTES

(1) Les recherches de Jean Guilaïne ont fait connaître le site perché néolithique final de Roquemengarde (St-Pons-de-Mauchiens), implanté dans la basse vallée de l'Hérault. Cet habitat, qui a livré plusieurs objets en cuivre constitue un jalon important pour la connaissance des débuts de la métallurgie du cuivre en Méditerranée occidentale (Guilaïne *et alii*, 1986-87; Guilaïne, 1990-91; Guilaïne, 1991; Guilaïne, 1994).

Dans Guilaïne 1990-91 : 36-37, on trouve les dates calibrées suivantes :
- fossé : (4470 ± 150 BP), (2520 ± 150 bc), cal BC 3530-2880 ;
- silo 45 : (4320 ± 110 BP), (2370 ± 110 bc), cal BC 3355-2665
- silo 48 : (4430 ± 100 BP), (2480 ± 100 bc), cal BC 3375-2890 ;
- structure 43 : (4020 ± 150 BP), (2154 ± 150 bc), cal BC 2920-2180
(Dans Gasco 1990-91 : Cal BC 2860-2460 av. J.-C.).

Trois datations "s'inscrivent autour de 2500/2400 b.c.". "la dernière est un peu plus récente soit que la fosse considéré (43) corresponde à une phase un peu plus tardive de l'occupation du site, soit que les échantillons analysés appartiennent à une phase plus évoluée du comblement. Cette deuxième hypothèse reste la plus probable car le matériel issu de cette fosse est bien de type Néolithique final; de ce fait une pollution de l'échantillon entraînant un léger rajeunissement du résultat peut aussi être évoquée" (p. 36). La présence de plusieurs objets en métal "attestent la connaissance de pratiques métallurgiques dans la basse vallée de l'Hérault au moins dès le Néolithique final, aux environs de 2500 b.c.". Une argumentation sur les débuts de la métallurgie en France méditerranéenne fait intervenir des datations 14 C issues de contextes régionaux, qui datent la première pratiques métallurgie du midi de la France "autour de 2500 b.c.". Suivent la présentation des plus anciennes activités métallurgiques connues en Méditerranée occidentale et la présentation de leur chronologie (calibrée ou non) : les fourchettes calibrées des sites du sud-ouest ibériques sont données en note. La date de 2500 bc ou l'intervalle 3300-3200 av. J.-C. forment l'axe d'un raisonnement qui permet de mettre en relation les objets en cuivre de Roquemengarde avec la première métallurgie de Méditerranée occidentale. Ces démarches ont pu introduire des confusions dont pâtit aujourd'hui encore les discussions sur les origines de la métallurgie en Languedoc. Les mesures initiales sont exprimées de sept manières possibles par différents auteurs : en âges conventionnels et calibrés, issus de datations groupées ou isolées et en probabilité maximale.

(2) Capitelle du Broum : Beta-155559 : 4390 ± 0 BP (Cal BC 3100-2900); Beta-155560 : 4390 ± 50 BP (Cal BC 3310-3230 et Cal BC 3110-2900); Beta-155561 : 4290 ± 40 BP (Cal BC 2930-2880). Comme l'indique le titre de l'article où sont publiées ces dernières mesures (Ambert *et al.*, 2002 : 72), les dates s'orientent plutôt vers le tout début du III^e millénaire, ce qui est déjà très ancien.

(3) Pioch Farrus 448 : 4310 ± 80 BP. (Cal BC 3000-2890). Si le commentaire de la datation est acceptable eu égard à la fourchette calibrée à 2

sigma, le tableau de la figure 16 de l'article publié en 1996 dans Archéologie en Languedoc (Ambert dir., 1996) laisse planer une certaine ambiguïté puisque la représentation graphique de ce même écart statistique vient placer le point haut de la fourchette à 2 sigma en date BP au même niveau que la date de 3300 dans l'échelle BC placée à gauche du tableau. Ces remarques rejoignent celles de la note 1.

(4) On se référera ici à la discussion sur la notion de complexe multipolaire (Gutherz, 1990).

(5) Opérations préventives sur le tracé du gazoduc "Artère du Midi" et sur le tracé de l'autoroute A 75 (section Clermont-l'Hérault-Pèzenas); opérations programmées à Cabrières et à Saint-Pons-de-Mauchiens (site de Roquemengarde).

(6) L'un de nous (Jallot, 2003 à paraître) propose l'hypothèse d'une recombinaison des décors céramiques des faciès Ferrières caussenard et des Petits Causses de l'Hérault, qui s'accompagne d'un appauvrissement décoratif. Cette phase céramique qualifiée d'Épiferrières, se manifeste par la disparition des décors de sillons au profit du maintien du pastillage au repoussé, qui devient une technique quasi-exclusive. Ce faciès se situe, d'après les rares mesures radiocarbones disponibles, à la charnière des IV^e et III^e millénaires. Il illustre aux Vautes (Saint-Gély-du-Fesc, Hérault) un transfert technique qui s'opère probablement depuis les zones littorales en direction de l'arrière pays, juste avant l'éclosion de la stylistique fontbouisse. C'est paradoxalement dans la zone littorale de l'Hérault que ce faciès est le mieux représenté, dans une région où la rareté des objets en cuivre est manifeste. Lier ce phénomène de transfert à l'apparition de la métallurgie laisse supposer que la moyenne vallée de l'Hérault où le travail du métal est attesté précocement, devient le point de départ de cette stylistique. Les vases à pastillage y sont effectivement bien représentés. Mais on constate que ce phénomène d'appauvrissement stylistique est largement répandu sur le pourtour du golfe du Lion, jusque dans la Vallée du Rhône où des faciès comme celui des Bruyères participent à ce même phénomène. Sa signification, alors qu'il dépasse largement le cadre du Haut Languedoc et de la myenne vallée de l'Hérault, et qu'il s'inscrit juste avant l'apparition des faciès céramiques du groupe de Fontbouisse, reste encore à préciser.

(7) Il est à la rigueur possible d'ajouter à cette liste une sole de foyer carré en terre crue, à bords modelés, pourvue d'un évent, découverte sur le sol d'une habitation du site de Peirouse ouest (Marguerittes, Gard). Mais aucune trace d'activité métallurgique n'est attestée sur ce riche habitat fontbouisse de type composite qui associe constructions en pierre sèche et fossés.

(8) Les dates de la première phase du tertre 1 contenant quatre de ces stèles sont comprises entre cal BC 3320 et 2905 (Hasler *et al.*, 2002).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMBERT P. dir. (1990-1991) – *Le Chalcolithique en Languedoc, ses relations extra-régionales*. Colloque international en hommage au Dr Jean Arnal, Saint-Mathieu-de-Trévières (Hérault), Archéologie en Languedoc, 15, 352 p.

AMBERT P. (1994) – Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault) : Bilan de quinze ans de recherches, *Archéologie en Languedoc*, 18, p. 89-100.

AMBERT P. dir. (1996) – Cabrières (Hérault) et le contexte régional de la première métallurgie dans le Midi de la France (III^e millénaire avant J.-C.), *Archéologie en Languedoc*, 20, 1, p. 1-70.

AMBERT P., BOURHIS J.-R. et LANDES C. (1990/1991) – Le Gravas, Une cabane de "forgeron" chalcolithique (St-Mathieu-de-Trévières, Hérault). Analyses des documents métalliques dans leur contexte régional, conséquences, In : P. AMBERT éd. : *Le Chalcolithique en Languedoc. Ses relations extra-régionales*, Colloque international en hommage au Dr Jean Arnal, Saint-Mathieu-de-Trévières (Hérault), 20/22 Septembre 1990, Archéologie en Languedoc, 15, p. 77-82.

AMBERT P. et BARGE-MAHIEU H. (1991) – Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault). Leur importance pour la métallurgie chalcolithique languedocienne. In : *Découverte du métal, actes du colloque international de Saint-Germain-en-Laye*. Paris, Picard, p. 259-277.

AMBERT P., COULAROU J., CERT C., GUENDON J.-L., BOUGARIT D., MILLE B., DAINAT D., HOULÈS N., BAUMES B. (2002) –

Le plus vieil établissement de métallurgistes de France (III^e millénaire av. J.-C.) : Péret (Hérault). *C.R Paléovol 1*, 2002, (Académie des sciences/Éditions scientifiques et médicales Elsevier SA), p. 67-74

ARNAL J. (1963) – *Les dolmens du département de l'Hérault*. Paris : PUF, 250 p. (Préhistoire, XV)

ARNAL J., BURNEZ C., et ROUSSOT-LAROQUE J. (1967) – Sauvetage de la station fontbuxienne du Gravas. Saint-Mathieu-de-Trévières (Hérault), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, LXIV, p. 527-583.

AUDIBERT J. (1956) – Préhistoire de l'Arnède (Murles et Vailhauquès). *Cahiers Ligures de Préhistoire et Archéologie*, 5, p. 34-51.

AUDIBERT J. (1962) – La civilisation chalcolithique du Languedoc oriental. Institut international d'études ligures, (collection de monographies préhistoriques et archéologiques, IV), 211 p.

BARGE H., AMBERT P. et ESPEROU J.-L. (1997) – La grotte du Broum à Péret (Hérault). In : P. AMBERT éd. : *Mines et Métallurgies de la Préhistoire au Moyen-âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques*, actes du colloque tenu à Cabrières (Hérault) du 16 au 19 mai 1997, (Archéologie en Languedoc, 21), p. 65-78.

BARGE-MAHIEU H. (1995) – Les premiers objets du Chalcolithique provençal, in : R. CHENORKIAN éd. : *L'Homme méditerranéen. Mélanges offerts à Gabriel Camps*. Aix-en-Provence, LAPMO, Université de Provence, p. 359-373.

- BORDREUIL M. (1985) – Influences languedociennes en Vivarais au Chalcolithique. In : *XLIV^e congrès de la Fédération Historique du Languedoc méditerranéen et du Roussillon*, Montpellier, université Paul Valéry, p. 27-54.
- CAROZZA L. (2000) – Economie et territoire au début de la métallurgie dans la moyenne vallée de l'Hérault : émergence d'une problématique. In : M. LEDUC, N. VALDEYRON et J. VAQUER dir. : *Sociétés et espaces*. Actes des troisième rencontres méridionales de Préhistoire récente. Toulouse, Oct. 1998, Archives d'écologie préhistorique, Toulouse, p. 157-175.
- CAROZZA L. dir. (2002) – *La fin du Néolithique et les débuts de la métallurgie en Languedoc central : innovation technique et mutations sociales des villages ceinturés du Puech Haut (Paulhan, Hérault), 3500 et 2200 av. J.-C.* Document final de synthèse, service régional de l'archéologie de Languedoc-Roussillon, DDE de l'Hérault, 2 vol.
- CAZALIS de FONDOUCE P. (1900) – *L'Hérault aux temps préhistoriques*. Montpellier, société languedocienne de Géographie, p. 1-195 (Géographie générale du département de l'Hérault, III-1)
- COURTIN J. (1974) – *Le Néolithique de la Provence*. Paris, Klincksieck, 359 p. (Mémoires de la SPF, 11).
- ESPEROU J.-L. (1981) – *La structure minière de Roquefenestre, Cabrières (Hérault)*. Mémoire de DEA, université de Provence, Aix-en-Provence.
- GASCO J. (1987) – Traitement graphique des dates radiocarbone : application au Proche-Orient. In : *Chronologie s in the Near Est*, BAR International Series, 379(1), London, p. 151-176.
- GASCO J. (1990) – La chronologie de l'âge du Bronze et du premier âge du Fer en France méditerranéenne et en Catalogne, in : Guilaine et Guthertz, dir : *Autour de Jean Arnal*, Première Communautés paysannes éd., p. 385-408.
- GASCO J. (1990-1991) – La chronologie absolue du Néolithique final et du Chalcolithique en Languedoc Méditerranéen. In : P. Ambert dir. : *Le Chalcolithique en Languedoc. Ses relations extra-régionales*, Colloque international en hommage au Dr Jean Arnal, Saint-Mathieu-de-Trévières (Hérault), 20/22 Septembre 1990, (Archéologie en Languedoc, n° 15), p. 217-226.
- GASCO J. (1994) – Du Néolithique au Chalcolithique, la chronologie réelle de la culture de Fontbouisse et de la métallurgie du Cuivre dans le Midi Méditerranéen. *Archéologie en Languedoc*, 18, p. 69-78.
- GASCO J. et BINDER D. (1983) – Séries de dates radiocarbone et représentations graphiques, in : Les tableaux de correction de dates ¹⁴C effectuées par le groupe de Tucson, application à l'Archéologie. *Revue d'Archéométrie*, Rennes, p. 75-84.
- GUILAINE J. (1990-1991) – Roquemengarde et les débuts de la métallurgie en France Méditerranéenne, in : P. Ambert dir. : *Le Chalcolithique en Languedoc. Ses relations extra-régionales*, Colloque international en hommage au Dr Jean Arnal, Saint-Mathieu-de-Trévières (Hérault), 20/22 Septembre 1990, (Archéologie en Languedoc, n° 15), p. 35-40.
- GUILAINE J. (1994) – *La mer partagée, la Méditerranée avant l'écriture*, 7000-2000 avant Jésus-Christ, Paris : Hachette, 454 p.
- GUILAINE J., CLAUSTRE F., LEMERCIER O. et SABATIER Ph. (2001) – Campaniformes et environnement culturel en France méditerranéenne. In : F. NICOLIS ed., *Bell beakers today, pottery, people, culture, symbols in prehistoric Europe*. Proceedings of the international Colloquium, Riva del Garda (Trento, Italia), May 1998. Trento, p. 229-275.
- GUILAINE J. et COULAROU J., avec la coll. de : BRIOIS F., CARRERE I., CORNEJO A., GUEY A., RIVENQ C. et VAQUER J. (1986-1987) – L'habitat néolithique de Roquemengarde à Saint-Pons-de-Mauchiens (Hérault), *Études sur l'Hérault*, n° 2-3, p. 1-10.
- GUILAINE J., COULAROU F., BRIOIS C., RIVENQ C. (1989) – L'habitat néolithique de Roquemengarde (St-Pons-de-Mauchiens, Hérault). Premiers éléments sur le dispositif d'enceinte, in : A. D'ANNA et X. GUTHERZ dir. : *Enceintes, habitats ceinturés, sites perchés, du Néolithique au Bronze ancien dans le sud de la France et les régions voisines*, Actes de la Table-ronde de Lattes et Aix-en-Provence, (Mémoire de la Société languedocienne de Préhistoire, n° 2), p. 21-29.
- GUTHERZ X. (1984) – *Les cultures du Néolithique récent et final en Languedoc oriental*. Thèse de 3^e cycle, Aix-en-Provence, université de Provence, 1984, 2 vol.
- GUTHERZ X. (1990) – Ferrières et Fontbouisse : histoire et devenir de deux concepts, in : J. GUILAINE et X. GUTHERZ dir. : *Autour de Jean Arnal*, Montpellier, Première Communautés paysannes éd., p. 233-250.
- GUTHERZ X. et JALLOT L. (1999) – Approche géoculturelle des pays fontbuxiens, in : Le Néolithique du Nord-Ouest méditerranéen, *XXIV^e Congrès Préhistorique de France*, Carcassonne, 26-30 septembre 1994, S.P.F. 1999, p. 161-174.
- HASLER A., COLLET H., DURAND C., CHEVILLOT P., RENAULT S., RICHIER A. (2002) – Ventabren-Château Blanc. Une nécropole tumulaire néolithique. *Archéologie du TGV Méditerranée, Fiches de synthèse, tome 1, la Préhistoire* (Monographies d'Archéologie méditerranéenne, 8), publications de l'UMR 154 du CNRS, p. 228-2389.
- JALLOT L. (1995) – Les habitats chalcolithiques de la Font de Manguio (Manguio, Hérault) et de Las Planas (Mudaison, Hérault) et les sites fossoyés fontbuxiens en Languedoc oriental, *Archéologie en Languedoc*, 18, 1995, p. 49-68.
- JALLOT L. (2003) – Le groupe de Ferrières dans l'Hérault et la question du style des Vautes. In : J. GUILAINE et G. ESCALLON dir. : *Les Vautes (Saint-Gély-du-Fesc, Hérault) et le Néolithique final du Languedoc oriental*. Toulouse, Archives d'écologie préhistorique, p. 235-244.
- JEANJEAN A. (1870) – *L'homme et les animaux dans les cavernes des basses Cévennes*. Mémoires de l'Académie de Nîmes, p. 135-228.
- LOUIS M. (1948) – *Préhistoire du Languedoc méditerranéen et du Roussillon*. Nîmes, Bruguier, 204 p.
- RAYMOND P. (1900) – *L'arrondissement d'Uzès avant l'Histoire*. Paris, Alcan, 264 p.
- SAUZADE G. (1983) – *Les sépultures du Vaucluse du Néolithique à l'âge du Bronze*. Paris, Institut de paléontologie humaine, 253 p. et XX pl. (Études quaternaires, 6).
- STRAHM Ch. (1988) – Chalkolithikum und Metallikum : Kupferzeit und frühe Bronzezeit in Südwestdeutschland und der Schweiz. *Rassegna di Archeologia*, 7, p. 175-190.
- STRAHM Ch. (1990-91) – Introduction de la métallurgie en Europe centrale. In : P. AMBERT dir. : *Le Chalcolithique en Languedoc. Ses relations extra-régionales*, Colloque international en hommage au Dr Jean Arnal, Saint-Mathieu-de-Trévières (Hérault), 20/22 Septembre 1990, (Archéologie en Languedoc, n° 15), p. 15-25.
- VASSEUR G. (1911) – Une mine de cuivre exploitée à l'âge du Bronze dans les garrigues de l'Hérault (env. de Cabrières), *L'Anthropologie*, XXII, p. 413-420.
- VORUZ J.-L., NICOD P.-Y. et DE CEUNINCK G. (1995) – Les chronologies néolithiques dans le bassin rhodanien : un bilan. In : Voruz J.-L. (dir.) – *Chronologies néolithiques. De 6000 à 2000 avant notre ère dans le Bassin rhodanien*, actes du Colloque d'Ambérieu-en-Bugey, 19-20 sept. 1992, Ambérieu-en-Bugey, éd. Société Préhistorique Rhodanienne), p. 381-404. (Documents du Département d'Anthropologie de l'Université de Genève, n° 20).

Xavier GUTHERZ

Département d'Histoire, Montpellier III,
Route de Mende, 34032 MONTPELLIER Cedex

Luc JALLOT
INRAP, Sud-Est

Cyril CALVET,
Arnaud GAILLARD
et Jean VAQUER

Nouvelles haches plates de cuivre, décorées, en Languedoc

Résumé

Deux haches plates décorées trouvées récemment dans le Minervois sont associées à d'autres vestiges mobiliers qui permettent de les attribuer à la culture de Véraza (troisième millénaire av. J.C.). Les analyses métallographiques de ces pièces et celles d'autres pièces semblables trouvées dans la même région révèlent une composition en cuivre à antimoine argent, ce qui permet de les considérer comme une production régionale du Chalcolithique pré-campaniforme, tel qu'il est défini notamment dans le secteur minier de Cabrières (Hérault).

Mots clés

Hache plate décorée, cuivre à antimoine-argent, groupe de Véraza.

Abstract

Two orned flat axes found recently in Minervois are associated with some remains which allows to attribute them to the Véraza culture (third millennium BC). The spectrographic analysis of these pieces and others found in the same region show a copper with antimony and silver, what allows to consider them as a pre-beaker regional chalcolithic production, like it is defined in the mining district of Cabrières (Hérault).

Key words

Orned flat axe, copper with antimony and silver, Véraza culture.

INTRODUCTION

Le Languedoc occidental et le piémont nord pyrénéen constituent une zone à forte densité de trouvailles de haches plates (80 mentions) attribuées au Chalcolithique et au Bronze ancien à partir de critères typologiques et métallographiques. En réalité, il n'existe pratiquement aucune donnée tangible sur le contexte culturel et la chronologie de ces pièces. Au sein de ces productions, il ressort un type de hache plate trapézoïdale à tranchant arqué qui a reçu dans quelques cas des décors de traits longitudinaux ou obliques en bandes qui se développent sur les deux faces. Ce sous-type décoré identifié anciennement à Bordes-sur-Lez, Riverot (Ariège) puis à Vieussan, surface (Hérault) a été considéré comme évolué et attribué au Bronze ancien (Guiraud, 1963; Guilaine,

1972). Les affinités stylistiques avec les haches décorées irlandaises du type de Ballyvalley ont été évoquées (Briard, Verron 1976; Chardenoux, Courtois, 1979), sans toutefois pouvoir être vraiment confirmées, puisque les haches irlandaises sont en bronze et appartiennent au Bronze ancien, tandis que celles du Midi qui ont été analysées sont en cuivre et pourraient être chalcolithiques (Junghans, Sangmeister, Schroeder, 1960, 1968). Deux découvertes récentes réalisées dans le Minervois contribuent à réviser cette question.

LA HACHE DE LA GROTTTE MARINE DE FAVAYROLLES, BOISSET (HÉRAULT)

Cette pièce a été découverte par Y. Bertin lors d'une exploration spéléologique de la Grotte Marine située

près du hameau de Favayrolles dans la commune de Boisset (Hérault). Cette cavité d'une cinquantaine de mètres de long contenait à mi-parcours une nappe d'eau piégée dans un gour. D'après les inventeurs, la grotte recelait des vestiges gallo-romains en surface, la hache était prise dans un lit de calcite et jouxtait un tesson modelé, il s'agit des deux seuls vestiges préhistoriques trouvés dans la grotte qui n'a pas fait l'objet de fouilles. Il s'agit d'un fragment distal représentant à peu près la moitié d'une hache plate à tranchant arqué et bords concaves symétriques (fig. 1). C'est une grande hache, la largeur au niveau de la jonction des bords et du tranchant est de 90 mm, la flèche du tranchant est de 21 mm, son épaisseur, assez faible varie entre 9 et 6,5 mm compte tenu du fait qu'un des bords est plus épais que l'autre. Les deux faces sont plates, avec par endroits un léger épaississement des bords qui révèle des embryons de rebords, obtenus par martelage des flancs. Les deux faces portent un décor couvrant fait d'impressions obtenues en percussion posée à l'aide d'un outil dont l'extrémité était allongée et convexe (burin à extrémité mousse?). Les impressions sont axiales et désordonnées sur une face, tandis qu'elles sont obliques et disposées en rangées sur l'autre. La forme générale de la hache et son décor la rapprochent de l'exemplaire entier de Vieus-san, Hérault (Guiraud, 1963) qui n'a pas d'embryons de rebords (Chardenoux, Courtois, n° 67). On connaît d'autres exemplaires de morphologie assez semblable, mais non décorés, notamment une hache du Musée des Beaux-Arts de Carcassonne portant la mention Roquefort, sans qu'on puisse savoir s'il s'agit de Roquefort, Aveyron ou de Roquefort-des-Corbières, Aude (Chardenoux, Courtois, n° 121).

Le contexte de cette trouvaille est très indigent puisqu'il se résume à un tesson modelé, néanmoins ce dernier est intéressant car il porte une languette de 6 cm de long. D'après la forme du tesson cette préhension se trouvait près du fond rond d'une grosse jarre de 34 cm de diamètre. La pâte est grise avec un abondant dégraissant de

sable fait de paillettes de schiste et de quelques grains de quartz. Ces caractères sont relativement communs dans les productions céramiques du Néolithique final régional. On retiendra que les languettes allongées de ce style sont attestées au début du troisième millénaire av. J.-C. dans la couche 3 de la grotte du Broum à Péret, Hérault (Barge, Ambert, Espérou, 1997) où elles figurent sur des formes différentes (bol et jarre à cordons multiples) et où elles sont placées près du bord. En fait de telles languettes disposées près du fond sont plutôt caractéristiques des productions véraziennes dans lesquelles les grosses jarres sont pourvues de tels éléments disposés en rangées depuis le bord jusqu'au fond, comme il en a été trouvé notamment à la grotte des Chambres d'Alaric, Moux, Aude ou à la station des Fangades, à Cruzy, Hérault (Marsac, 1990) qui appartiennent à l'étape récente de cette culture (circa 2700-2300 av. J.-C.). La présence d'embryons de rebords sur la hache ne semble pas en opposition avec cette attribution culturelle. Considérées un temps comme un type de transition vers les haches à petits rebords du Bronze ancien, ce type à embryons de rebords peut en effet apparaître dans des ensembles du Chalcolithique ancien. On rappellera à ce sujet que la hache d'Otzi datée de la fin du quatrième millénaire av. J.-C. est de ce type (Fleckinger, Steiner, 1999), et que régionalement ce caractère est attesté sur des exemplaires en cuivre, comme, par exemple, le talon de la hache de la grotte sépulcrale de Maurous, La Vacquerie dans l'Hérault qui figure parmi les plus anciennes pièces métalliques connues en Languedoc, vu son association à une série de céramiques du style de Ferrières (Giry, 1938).

LA HACHE DE LA STATION DE VIALA, LA LIVINIÈRE (HÉRAULT)

Cette hache entière a été trouvée par C. Calvet au cours de prospections sur le site du Viala à La Livinière,

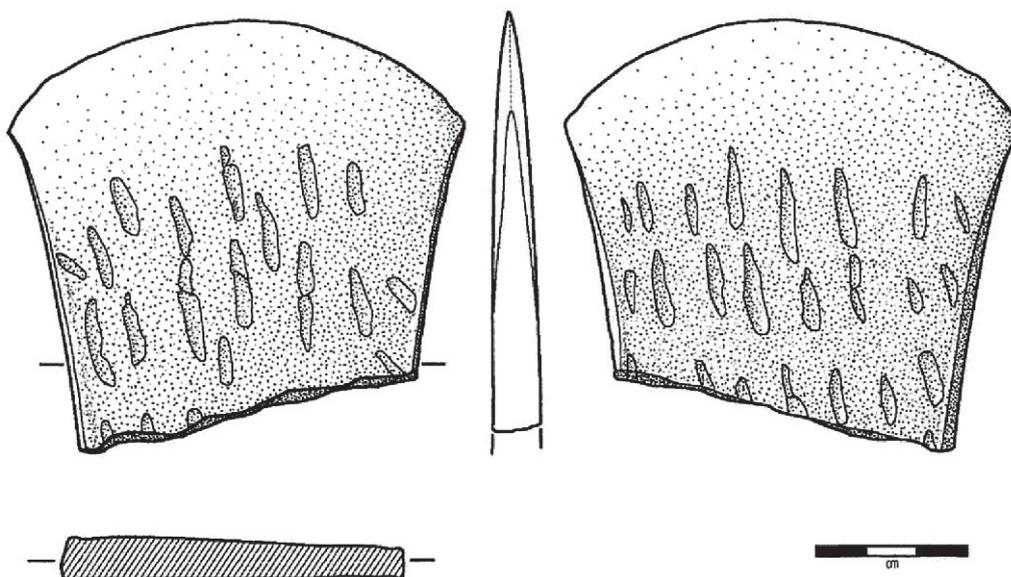


Fig. 1 – Grotte Marine de Favayrolles, Boisset (Hérault) : hache plate décorée en cuivre (dessin R. Marsac).

Hérault (parcelle AZ 41). Il s'agit d'une petite station (300 m²), établie sur le rebord d'un petit plateau calcaire qui domine la vallée de l'Ognon. Elle a été récemment détruite par un défonçage de vigne qui a révélé quelques vestiges lithiques et céramiques constituant un possible contexte. La hache qui pèse 617 gr est du type trapézoïdal, à tranchant arqué, avec des bords droits symétriques et un sommet légèrement convexe irrégulier (fig. 2). La section transversale est asymétrique avec une face nettement plus bombée que l'autre, la section longitudinale est fusiforme avec la même asymétrie entre les faces. Le fait que les flancs soient légèrement obliques vers la face la plus bombée suggère que cette asymétrie est liée au moule qui devait avoir une valve plus profonde que l'autre. C'est une assez grande hache plate, elle mesure 139 mm de long, 70 mm de largeur maximale à la jonction du tranchant et des bords, 32 mm au sommet. La flèche du tranchant est de 18 mm, l'épaisseur maximale au centre de la pièce est de 15,5 mm. Le décor fait d'impressions fines obtenues par des coups d'un ciseau tranchant se compose de huit traits divergents sur la partie la plus renflée. Il a tendance à être plus couvrant sur la face la moins bombée, où l'un compte 21 coups de ciseau divergents vers le tranchant. Morphologiquement, cette hache présente des affinités avec de nombreux exemplaires recensés dans le Midi, à Bordes-sur-Lez, Roquefixade et Villeneuve en Ariège, Toulouse et Villefranche-de-Lauragais en Haute-Garonne, Castelnaudary et Corbières dans l'Aude, Calmels-et-le-Viala en Aveyron, Vallon-Pont-d'Arc en Ardèche et

bien entendu Vioussan, Hérault, en raison de la forme trapue et du décor (Chardenoux, Courtois, n^{os} 58, 59, 69, 31, 21, 63, 57, 29, 66, 67). Certaines de ces haches ont été analysées, elles peuvent être en cuivre comme celle de Calmels-et-Viala ou en bronze comme celle des Corbières (Junghans, Sangmeister, Schroeder, 1960, 1968).

Le matériel trouvé en surface au même endroit que la hache plate n'est pas très abondant mais recèle tout de même quelques éléments caractéristiques (fig. 3). La série lithique comporte 22 pièces en silex. Le silex local du Thanétien de la Montagne Noire est largement majoritaire et a été taillé sur place comme en témoigne la présence de débris et fragments de nucléus à éclats dont un repris en percuteur, de micro-éclats et d'éclats dont cinq transformés en outils : deux éclats retouchés, un éclat à encoche, un denticulé massif et un grattoir circulaire épais. On note un éclat semi-cortical en silex calcédonieux gris. Un fragment de lame épaisse à deux pans est en silex brûlé, mais on distingue tout de même en surface une structure zonée, caractéristique des silex lacustres oligocènes amplement diffusés au Néolithique final. Il s'agit donc probablement d'une pièce importée qui a fait l'objet d'une longue utilisation, comme en témoigne le bord droit sur lequel on distingue deux séries de retouches. Les premières semi-abruptes sont couvertes d'un lustré qui s'étend jusqu'à la nervure centrale, la seconde série de retouches est de type semi-abrupt, elle témoigne d'un ravivage qui a concerné les deux bords (fig. 3, n^o 1). Le reste de l'industrie lithique est représenté par trois débris et un

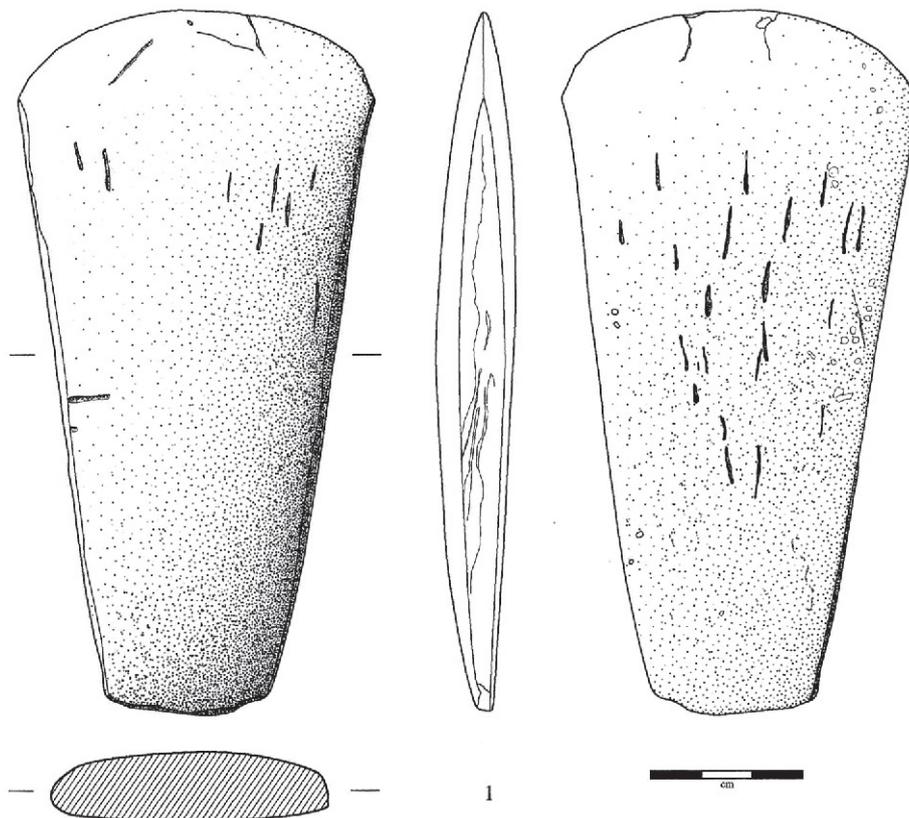


Fig. 2 – Station de Viala, La Livinière (Hérault) : hache plate décorée en cuivre (dessin R. Marsac).

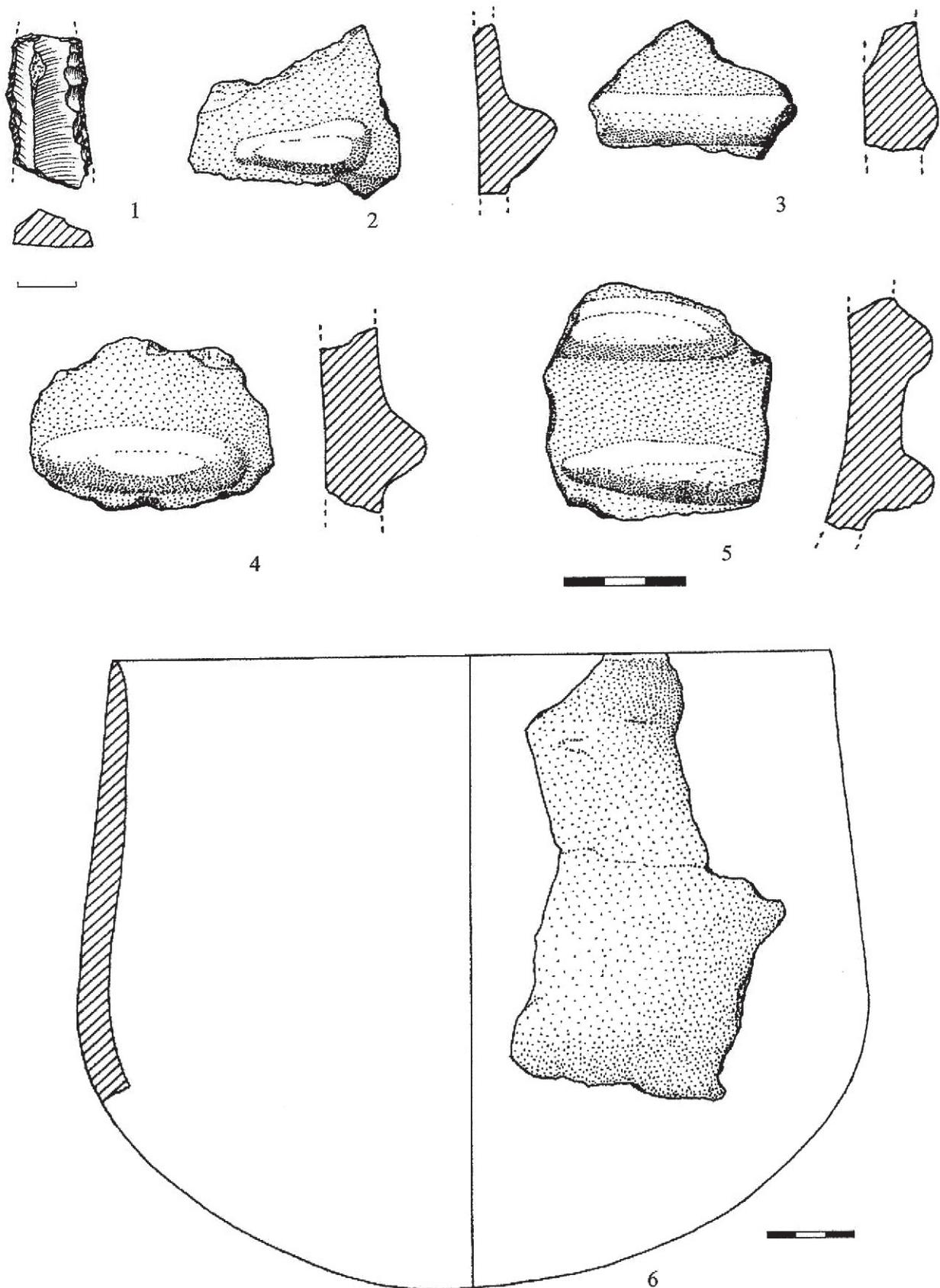


Fig. 3 – Station de Viala, La Livinière (Hérault) : mobilier lithique et céramique trouvé en surface (dessin J. Vaquer).

fragment de percuteur sur galet de quartz xénomorphe. On note aussi des débris de galets en schiste et en quartzite, un couteau à dos sur éclat de quartzite et une esquille de hache polie en cornéenne.

La céramique modelée est très fragmentée et comporte une centaine de fragments classables en deux catégories. La céramique fine est représentée par 21 tessons à pâte dégraissée par du sable siliceux fin. Les tessons caractéristiques sont quatre petits bords à lèvres biseauté et un fragment de vase à carène douce. La céramique épaisse est plus abondante, elle est généralement à pâte noire, brune ou rouge à matrice fine légèrement micacée, avec un abondant dégraissant grossier, généralement constitué de sables et graviers alluviaux provenant d'un massif primaire: les grains de quartz et de schiste dominant. Les inclusions calcaires (grains de calcaire pilé et coquilles de bivalves fossiles) ne sont attestées que dans trois tessons. Au sein de cette série, la seule forme identifiable est une marmite ovoïde à lèvres biseauté à l'intérieur qui a pu être restituée à partir de deux gros tessons qui se raccordent. Elle mesure 25 cm de diamètre à l'embouchure, 27 cm de hauteur et 27,5 cm de diamètre maximal. Près d'une cassure sur le renflement de la panse, on devine l'amorce d'un élément de préhension en relief (fig. 3, n° 6). Les autres tessons caractéristiques sont six bords de marmites ou de jarres qui peuvent être légèrement divergents (2), verticaux (2) ou rentrant concave (1) et des tessons portant des éléments de préhension. Il s'agit d'un cordon lisse horizontal (fig. 3, n° 3) et de quatre languettes qui sont superposées dans un cas (fig. 3, nos 2, 4 et 5). On note en plus une vingtaine de nodules de torchis cuits dont plusieurs présentent des empreintes de tiges végétales, il s'agit probablement de gravas de structures de cuisson.

Le matériel recueilli en surface sur le site de Viala paraît homogène et l'ensemble des éléments recueillis peut s'intégrer dans le registre des productions matérielles du groupe de Véza (Guilaine, 1968, 1980; Vaquer, 1997). La série est trop restreinte pour proposer une attribution à une des étapes évolutives de cette culture, toutefois, il ressort de l'étude des séries

céramiques les plus représentatives que les cordons lisses dominant dans les étapes anciennes de cette culture, alors que les mamelons et languettes les supplantent largement par la suite, notamment sur les gros vases sur lesquels ils sont souvent superposés (Marsac, 1990). Si l'on se fie à ces critères, la série de Viala serait donc à placer dans les étapes médianes et récentes du Vérazien soit entre 2800 et 2300 avant notre ère.

LES ANALYSES SPECTROGRAPHIQUES

Les analyses spectrographiques des haches plates de Favayrolles et de la Livinière ont pu être réalisées dans le cadre du programme d'analyses du PCR Mines et métallurgies préhistoriques des cuivres à antimoine argent du midi de la France coordonné par P. Ambert. Elles ont été effectuées par Michaël Prange au Laboratoire de géochimie du Musée de Bochum (tab. 1). Les résultats sont semblables pour les deux haches dont le métal présente une quasi-absence d'étain et des teneurs élevées en antimoine et argent. C'est donc un cuivre à antimoine argent qui correspond bien aux caractéristiques générales des productions chalcolithiques du Midi de la France, notamment celles de Cabrières, dans lesquelles on sait que la proportion d'arsenic est assez variable (groupes E10 et E1 1A de la classification de E. Sangmeister). Les teneurs en plomb sont supérieures à 0,05 %, ce qui n'est pas très typique des cuivres de Cabrières, mais elles ne sont pas suffisamment élevées pour exclure cette origine puisque des globules de métal de Pioch Farrus 448 ont donné des teneurs bien supérieures (Ambert, 1999). La comparaison avec les compositions des autres haches décorées ne montre pas de différence majeure pour ce qui concerne le fragment proximal de hache décorée de la grotte des Juifs de Vieussan qui a fait l'objet de deux analyses révélant des variations dans les teneurs des principales impuretés qui sont l'antimoine et l'argent avec une proportion notable de plomb qui n'excède pas toutefois 1 %. La hache de Bordes-sur-Lez qui présente un type de décor sensiblement différent (lignes de courtes incisions) a

n° analyse	échantillon	Cu	Sn	As	Sb	Pb	Fe	Ni	Co	Cr
Bochum F-7/9	Viala, La Livinière, 34	97,4	0,004	<0,001	1,37	0,19	0,013	<0,001	<0,001	<0,001
Bochum F-7/10	Gr. Favayrolles, Boisset, 34	94,3	0,003	0,3	2,7	0,26	0,011	<0,001	<0,001	<0,001
PCR 107	Gr. des Juifs, Vieussan, 34	91,3	0,005	0,003	2	0,5	0,005	0,003		
SAM 7003	Gr. des Juifs, Vieussan, 34			0,09	0,64	0,9				
SAM 6978	Bordes-sur-Lez, 09		0,15	0,29	0,12	0,01	tr	0,03		
n° analyse	échantillon	Zn	Bi	Se	Te	Mn	Ag	S	P	Total
Bochum F-7/9	Viala, La Livinière, 34	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		0,22	0,03	0,24	98,98
Bochum F-7/10	Gr. Favayrolles, Boisset, 34	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		0,17	0,05	0,22	97,57
PCR 107	Gr. des Juifs, Vieussan, 34		0,005			0,005	4			
SAM 7003	Gr. des Juifs, Vieussan, 34		0,004				0,87			
SAM 6978	Bordes-sur-Lez, 09						0,24			

Tableau 1 – Analyses spectrographiques des haches plates décorées du midi de la France.

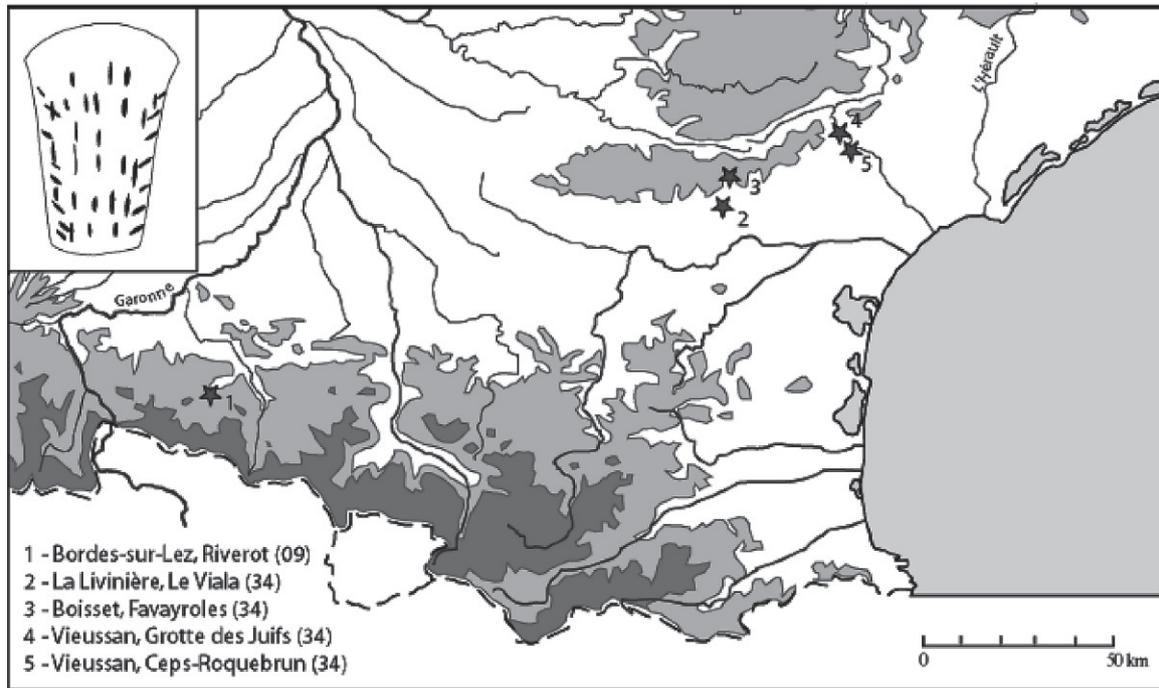


Fig. 4 – Carte de répartition des haches décorées dans le midi de la France (dessin J. Vaquer).

une composition qui est elle aussi différente. Bien que les haches de Favayrolles-Boisset et de La Livinière-Viala n'appartiennent pas exactement au même type morphologique, à bord concaves et à embryons de rebords dans le premier cas et trapézoïdale à bords droit dans le second cas, elles présentent des points communs notamment des tranchants arqués et surtout un décor de coups de ciseau qui les rapprochent des deux exemplaires trouvés à Vieussan, surface et grotte des Juifs (Hérault).

CONCLUSION

Ces quatre pièces pourraient former un ensemble identifiable par le décor qui est très localisé dans le Minervois et le Saint-Chinianais (fig. 4). Le matériel associé à la hache de Viala et le tessou de la grotte de Favayrolles suggèrent que ces productions sont en contexte vérazien, ce qui confirme le statut chalcolithique de cette culture déjà avéré par d'autres découvertes (Vaquer, 1997a). Dans cette région, le groupe de Véraza succède au Saint-Ponien dans de nombreuses stratigraphies au cours de la première moitié du troisième

millénaire. Il ne représente sans doute pas le plus ancien horizon culturel qui ait pratiqué la métallurgie du cuivre, si l'on se fie aux datations hautes des sites miniers de Cabrières et de l'habitat de Roquemengarde à Saint Paul-de-Mauchiens, Hérault, qui a livré quelques objets en cuivre dans des contextes du début du troisième millénaire (Guilaine, 1991). Les analyses spectrographiques confirment qu'il s'agit de haches en cuivre à antimoine argent qui correspond bien au type de métal des productions chalcolithiques de la bordure méridionale du Massif Central. Les teneurs en plomb sont notables par rapport aux productions les plus courantes de Cabrières, mais elles ne sont pas suffisamment élevées pour exclure cette origine et envisager une provenance des autres districts miniers avérés ou suspectés. ■

Remerciements : Nous remercions M. Y. Bertin qui nous a confié l'étude de la hache de la Grotte Marine de Favayrolles, M. M. Prange du Laboratoire de géochimie du Musée de Bochum qui a réalisé les analyses, M.-P. Ambert qui les a financées dans le cadre du PCR, Mines et métallurgies préhistoriques des cuivres à antimoine argent du midi de la France (dont cette note forme la contribution n° 32).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMBERT P. (1999) – Les minerais de cuivre et les objets métalliques en cuivre à antimoine argent du sud de la France. The beginnings of metallurgy. *Der Anschnitt*, Beiheft 9, 1999, p. 193-210, 10 fig.
- BRIARD J., VERRON G. (1976) – *Typologie des objets de l'âge du Bronze en France*, 7 III : Haches. Société Préhistorique Française 1976, vol 1, 122 p.

- CHARDENOUX M.-B., COURTOIS J.-C. (1979) – *Les haches dans la France méridionale*. *Prahistorische Bronzefunde*. Abteilung IX, II band, 1979, Munchen, 187 p., 95 pl.

- FLECKINGER A., STEINER H. (1999) – *Il fascino del Neolitico, L'uomo venuto dai ghiaccio*. Folio editore, Bolzano 1999, 152 p.

- GUILAINE J. (1972) – *L'Âge du Bronze en Languedoc occidental, Roussillon, Ariège*. Mémoire de la Société Préhistorique Française, t. 9. Editions Klincksieck, Paris 1972, 449 p., 134 fig., 11 pl., 1 tab.
- GUILAINE J. (1991) – *Roquemengarde et les débuts de la métallurgie en France méditerranéenne*. Le Chalcolithique en Languedoc, ses relations extra-régionales, Actes du Colloque de Saint-Mathieu de Trévières 1990. Archéologie en Languedoc, Lattes 1990-1991, p. 35-40, 2 fig.
- GUILAINE J. et RIGAUD, L. (1968) – Le foyer du Péraïrol, Cavanac (Aude) dans son contexte régional de la fin du Néolithique et du Chalcolithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, LXV, 3 : 671-698.
- GUILAINE J. dir. (1980) – *Le groupe de Véraza et la fin des temps néolithiques*. CNRS 1980, Toulouse, 296 p., nb fig.
- GUIRAUD R. (1960) – *Le peuplement préhistorique du bassin de l'Orb des origines à l'époque gallo-romaine*. Travaux de l'Institut d'art préhistorique de l'Université de Toulouse, t. VI, 1963, fasc. 3, p. 7-217, 84 fig., 41 ph.
- JUNGHANS S., SANGMEISTER E., SCHROEDER M. (1960) – *Metallanalysen kupferzeitlicher und frubronzezeitlicher bondenfunde aus Europa*. Romischgermanisches Zentralmuseum, Berlin, 217 p., 37 pl., 10 tabl.
- JUNGHANS S., SANGMEISTER E., SCHROEDER M. (1968) – *Kupfer und Bronze in der fruhen metal-eit Europas*, Berlin, 1968, 3 vol.
- MARSAC (1990) – *La fin du Néolithique et les débuts de la métallurgie en Languedoc Occidental et Roussillon*. Thèse doctorat EHESS (multigraphié), Toulouse, 1990, 305 p., 90
- VAQUER J. (1997a) – Données nouvelles sur la métallurgie chalcolithique en Languedoc occidental. Mines et métallurgie de la Préhistoire au Moyen Âge en Languedoc Roussillon et régions périphériques. Paul Ambert dir., Actes du colloque de Cabrières, 16-19 mai 1997, *Archéologie en Languedoc*, n° 21, p. 129-138, 5 fig.
- VAQUER J. (1997b) – *Le Midi méditerranéen de la France. Atlas du Néolithique européen, L'Europe Occidentale*. J. Guilaine dir., ERAUL 46, Vol 2 A, Publications de l'Université de Liège, 1998, p. 413-500, 14 pl., 4 cartes.

Cyril CALVET,
Arnaud GAILLARD,
Jean VAQUER,

Centre d'Anthropologie, UMR 8555,
39, allées Jules Guesde, 31000 TOULOUSE

Pierre ROSTAN
et Gilbert MARI

L'exploitation protohistorique de cuivre natif de Roua (Daluis et Guillaumes, Alpes-Maritimes)

Résumé

Le gisement se localise dans le nord des Alpes-Maritimes sur le rebord occidental du dôme permien de Barrot en rive gauche des gorges du Var à mi-hauteur d'importantes falaises rocheuses composées de pélites et de grès fins rougeâtres de la formation du Cians. Il s'agit d'un ensemble de petits filons carbonatés sub-verticaux de faible extension verticale et de puissance centimétrique portés par un horizon de grès carbonatés avec du cuivre natif très riche en arsenic en masses parfois très importantes et des minéraux secondaires (cuprite et arséniates divers). Deux zones de travaux comportant respectivement 21 galeries et amorces de galeries dans le secteur sud et 13 dans le secteur nord ont été reconnues, sur le même horizon stratigraphique, séparées par d'abruptes falaises et totalisant environ 200 m. Le creusement a été opéré au feu avec traces de martelage sur les parois et, pour les plus importantes, une reprise des travaux à la poudre est observable. Le matériel archéologique est très limité probablement par suite du déblaiement et du nettoyage des galeries à l'époque moderne pour lequel les sources écrites font état de remplissages avec charbons et ossements humains ; il consiste essentiellement en une meule en grès fin du Trias local et en plusieurs percuteurs – broyeurs sans gorge d'allure sphérique ou polygonale également d'origine locale. Il s'agit de l'unique site français connu où les travaux ont porté exclusivement sur le cuivre natif. Un âge protohistorique est avancé à partir des éléments de l'industrie lithique et de la vraisemblable réutilisation du site minier en nécropole.

Abstract

Proto-historic native copper exploitation at la Clue de Roua (Daluis and Guillaumes, Alpes-Maritime) – *The deposit is located north of the Alpes-Maritimes, on the occidental edge of the Permian dome of Barrot, on the left bank of the gorges of the river Var half way up sizeable rock cliffs made of pelites and fine reddish sandstone from the Cians formation. It consists of a set of sub-vertical small carbonated veins of small vertical extent and of centimetric thickness enclosed in a carbonated sandstone level with native copper very rich in arsenic, sometimes in very important masses, and secondary minerals (cuprite and various arseniates). Two work areas comprising respectively 21 galleries and initial sections of galleries in the South area, and 13 in the North area, have been identified on the same stratigraphic level divided by sheer cliffs and amounting roughly to 200 m. The digging was performed by fire and shows traces of hammering on the rock faces, and, for the most important, a resumption of work with gun powder can be seen. The archeological material is very limited probably due to the clearing*

and the cleaning of the galleries at a modern age for which written sources state coal and human bones fillings; it consists essentially in a fine sandstone grinder from local Trias and in a few grooveless hammer-crusher of a spheric or polygonal shape equally of local origin. This is the only one known French sites where work was being devoted exclusively to native copper, and proto-historic age is estimated from the elements of the stone industry of the likely re-utilization of the mine site as a necropolis.

INTRODUCTION

Le massif du Dôme de Barrot dans le nord des Alpes-Maritimes comporte de nombreux gîtes cuprifères abrités par les formations sédimentaires de la base du Trias ou du Permien et, parmi ceux-ci, les indices de la Clue de Roua dans la haute vallée du Var sur la bordure occidentale du massif représentent le seul gîte français où le cuivre natif a été rencontré en quantité suffisante pour justifier à lui seul des travaux d'exploitation anciens.

Le gisement se localise en rive gauche du Var qu'il domine de 250 m environ et n'est accessible que difficilement à la faveur d'étroites vires dans des falaises abruptes.

L'aspect historique des travaux miniers a déjà été examiné par l'un d'entre nous (MARI, 2003 à paraître) et nous n'y reviendrons pas ici; nous rappellerons seulement qu'aucune des références documentaires relatives au gîte n'est antérieure à l'usage de la poudre noire ni au 17^e siècle et plusieurs d'entre elles font état de travaux plus anciens lors des reprises à ces époques. 34 galeries ont été recensées sur les deux zones de travaux actuellement connues et elles sont identifiées par S ou N pour les groupes sud et nord et par un numéro d'ordre attribué du sud vers le nord, pour chacun des deux groupes de travaux.

GÉOLOGIE DU SITE

Le gîte se localise sur la bordure occidentale du dôme à cœur permien et se trouve inclus dans la formation du Cians composée d'une très épaisse (> 500 m) alternance monotone de niveaux silteux décimétriques et de laminites dont la partie inférieure plus compacte est entaillée par le Var en d'importantes falaises.

Le gisement comporte une série de filonnets sub-verticaux de calcite et de dolomite très peu puissants, de un à quelques centimètres au plus, orientés N90 à N65 selon les points, qui apparaissent portés par un niveau unique au sein de la série grésopélimitique, à environ une centaine de mètres sous le terme supérieur moins compact de la formation du Cians. Il s'agit d'un horizon spécifique particulièrement résistant dont les caractéristiques pétrographiques, qui ne font pas l'objet de ce travail mais dont la particularité n'avait pas été reconnue jusqu'ici, apparaissent distinctes de la série de siltites et de laminites de la formation du Cians et qui présentent un caractère grésocarbonaté avec des indices témoignant d'une précipitation

chimique (microstructures nodulaires avec fissures de retrait, etc.).

On observe un étroit contrôle de la minéralisation par ce niveau carbonaté et celle-ci disparaît aussitôt à son toit comme à son mur ou, lorsque les filonnets se poursuivent (S21 en amont de la galerie S3), ils ne sont plus minéralisés en cuivre. L'extension latérale de la minéralisation est partout très faible, le plus souvent de un à quelques mètres avec un maximum d'une trentaine de mètres.

Le niveau porteur, épais de plus de 2 m, diminue de puissance vers l'ouest où il n'excède pas 0,40 m en rive droite du Var; il n'est sans doute pas unique dans la série grésopélimitique et il a été rencontré en différents autres points des gorges avec une faible épaisseur où il y est apparu comportant localement des fissures minéralisées en cuivre natif (tunnel de la RD 902) sans que des travaux miniers aient été développés dans ces secteurs en l'état des connaissances.

LA MINÉRALISATION

La minéralisation est très ténue et consiste pour l'essentiel des minéraux macroscopiques en des filonnets centimétriques de carbonates (calcite et dolomite) avec des arséniures de cuivre (domeykite, algodonite) en petites masses de quelques centimètres cubes, de la cuprite et du cuivre natif.

Malgré la faible taille du gisement, il s'agit sans doute ici de l'un des plus importants gîtes français pour le cuivre natif avec celui de Saint-Véran pour lequel toutefois l'essentiel du cuivre natif a été rencontré très en profondeur par les travaux miniers modernes hors de toute atteinte par les mineurs du Chalcolithique ou de l'âge du Bronze.

Il semblerait, à l'examen des travaux miniers que le cuivre natif était localisé plutôt vers la surface et, dans tous les cas, la minéralisation des nombreux filonnets disparaît rapidement vers l'intérieur du massif rocheux, témoignant de la faible extension latérale des indices minéralisés.

Le gisement serait d'âge alpin dans sa forme actuelle, comme en témoignent l'orientation des fractures minéralisées et la présence d'albite associée à la minéralisation. Néanmoins, il apparaît strictement lié à un horizon sédimentaire porteur d'âge permien; sa géochimie pourrait militer en faveur d'une origine hydrothermale dans le bassin permien avec précipitation chimique au sein de la série détritique et expression tardive de sa forme minéralogique actuelle par remobilisation dans des fractures lors de la phase alpine.

ANALYSES C2RMF													PPM												
% massique													% massique												
Echantillons	Cu	Sn	Pb	Ag	As	Fe	Ni	Sb	Zn	W	Bi	Au	Hg	Mn	Te	Co	Ti								
Galerie N3	100	-	-	0,032	0,27	0,0031	0,00040	0,00032	-	24	-	0,3	14	2,3	-	-	13								
	100	-	-	0,025	0,85	0,0049	0,00025	0,00035	-	26	-	-	18	2,7	-	-	12								
	90	0,04	-	0,034	9,6	0,0093	0,0036	0,0032	0,0032	21	-	-	89	10	-	-	13								
	98	-	-	0,024	1,7	0,0041	0,0040	0,00036	-	24	-	-	35	-	-	-	13								
	94	-	-	0,015	5,5	-	-	0,00022	-	24	-	0,4	49	-	-	-	14								
	99	-	-	0,032	1,4	0,0025	0,00021	0,00022	-	25	-	0,3	20	-	-	-	13								
	99	-	-	0,035	0,46	-	0,00014	0,00022	-	25	-	0,4	15	-	-	-	12								
	96	-	-	0,35	3,7	-	0,00044	0,00011	-	24	-	0,2	110	-	-	-	12								
	94	-	-	0,013	5,9	-	0,00049	0,00045	-	24	-	0,3	35	-	-	-	12								
	99	-	-	0,020	1,4	0,0022	0,00026	0,00025	-	25	-	-	15	-	-	-	12								
	99	-	-	0,034	0,98	0,0068	-	0,0014	-	28	-	0,2	38	4,9	-	-	16								
ANALYSES MUSEUM BOCHUM (Allemagne)													%												
	93,62	<0,001	0,012	0,081	1,510	0,002	<0,0005	0,007	0,017		-	-			<0,001	<0,0003									
	93,11	0,007	0,098	0,030	1,037	0,026	<0,0005	0,107	0,017		-	-			<0,001	<0,0003									
	91,34	<0,001	0,011	0,024	1,736	0,004	<0,0005	<0,005	0,017		-	-			0,001	<0,0033									
	94,63	<0,001	0,011	0,033	0,101	0,002	<0,0005	<0,0005	0,017		-	-			0,001	<0,0003									
ANALYSES CNRS RENNES													%												
Galerie S3	80,90	-	-	0,07	1	-	-	-	-		-	-			-	-									
Galerie S3	99	-	-	0,19	1	Traces	-	-	-		-	-			-	-									

-- non décelé

Fig. 1 – Tableau synthétique des résultats d'analyses chimiques du cuivre natif de Roua.

Les nombreuses analyses chimiques réalisées, essentiellement par le Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France, mais aussi pour une moindre part par le Musée de Bochum (Allemagne) et le laboratoire d'Anthropologie de l'Université de Rennes, ont montré dans le détail la grande variabilité de la composition chimique des cuivres natifs. Cela pose une fois de plus le problème de la représentativité des échantillons analysés et de la validité des interprétations.

Il convenait donc ici d'une part de retenir les caractéristiques géochimiques générales du minerai à l'échelle du gisement avec les éléments chimiques dominants et d'autre part de conduire simultanément une recherche des éléments en traces de façon à tenter de préciser quels sont ceux pouvant être significatifs au niveau de la signature géochimique du gîte.

L'essentiel des résultats des analyses chimiques du cuivre natif est synthétisé par la figure n° 1. L'arsenic est toujours présent en quantités notables, jusqu'à plus de 8 % avec une structure de solution solide (ancien pôle "whitneyite", terme aujourd'hui discrédité), mais quelques analyses ont montré l'existence de cuivre natif beaucoup plus faiblement arsénié (de l'ordre de 0,1 %) quelquefois sur un même échantillon, le cuivre natif de Roua apparaissant cependant globalement comme très arsénié; ces teneurs sont à rapprocher de celles mesurées sur un objet fondu à partir de cuivre natif de Roua (galerie S 3) à l'Archéodrome de Beaune par J. Happ en 1995 avec des teneurs de 2,3 à 2,5 % d'arsenic.

On remarque la présence d'argent, de nickel, de mercure et l'absence de zinc, de plomb, d'étain, de bismuth, de tellure et de cobalt; la présence de tungstène dans tous les échantillons analysés par le C.2R.M.F. serait particulièrement intéressante à confirmer à deux titres :

- d'une part sur le plan génétique de la minéralisation avec la confirmation d'une possible filiation magmatique;
- d'autre part sur le plan de la signature géochimique, cet élément paraissant devoir être absent des autres gîtes cuprifères régionaux.

Dans le détail, la grande variété, sur le site, d'espèces minéralogiques de taille microscopique, au nombre d'une soixantaine, laisse entrevoir une plus grande variabilité possible dans les éléments en traces présents dans le gîte.

La signature géochimique globale du cuivre natif de Roua apparaît typique des minerais de l'ensemble des gisements du Dôme de Barrot avec des cuivres riches en arsenic et sans antimoine. Elle présente toutefois des caractères spécifiques avec la présence de certains éléments en traces comme le mercure et le tungstène. Elle est, par ailleurs, particulièrement distincte du gîte de Saint-Véran avec des éléments en traces spécifiques où l'arsenic est totalement absent et des gîtes du massif des Maures qui apparaissent soit non arséniés (Maraval, Le Peyrol, Le Luc, etc.) soit arséniés mais avec la présence de plomb, d'antimoine, de zinc, etc. (Cap Garonne).

LES TRAVAUX MINIERES (voir tableau synthétique ci joint)

Les travaux miniers exploitent les filonnets d'un seul et même gîte portés par un même horizon géologique ici sub-horizontale et ils comportent deux groupes de galeries éloignées de 250 m par suite de la présence d'une paroi rocheuse abrupte entre les deux zones (sud et nord) rendant la partie centrale du gîte inaccessible. On distingue des galeries creusées au feu et des reprises de certaines d'entre elles à la poudre et ces simples galeries ont suffi la plupart du temps pour réaliser l'exploitation des filonnets en raison de leur très faible extension verticale; les caractéristiques de ces galeries sont résumées par la figure n° 2.

Le groupe sud comporte 21 galeries et amorces distribuées en deux secteurs séparés d'une dizaine de mètres par une abrupte falaise et il s'interrompt sur une faille vers le sud (fig. 3); les travaux à la poudre sont quasiment limités à l'est de cet escarpement et on ne rencontre plus au nord que de courtes amorces de galeries dont une (S11) montre un très court travers-banc (1 m) permettant d'accéder à la minéralisation sans creuser depuis la falaise et il pourrait s'agir d'un des tout premiers ouvrages connus de ce type.

La galerie la plus importante du groupe, S3, montre une halde ancienne végétalisée comportant de petits éléments rocheux pratiquement sans trace de minerai, voisine de la halde moderne à gros blocs anguleux.

Le groupe nord comporte 13 galeries de part et d'autre d'une zone où l'horizon repère est masqué par les éboulis, dont 3 dépassent 20 m d'allongement et il s'interrompt vers le nord sur des parois à pic (fig. 4).

Ces travaux ont exploité le cuivre natif mais, la cuprite, d'un traitement aisé, a certainement été recherchée également et les arséniures, auxquels elle est intimement liée, ont dû être récupérés dans le même temps vu le caractère quasi-totalement stérile des haldes anciennes.

Il est vraisemblable que l'essentiel de la production métallique du site provient des galeries S3, N4, N12 et N13 et celle-ci peut-être estimée de 10 à 20 t de cuivre métal.

L'allure des travaux est strictement guidée par la morphologie des corps minéralisés et l'exploitation a consisté simplement en des galeries tracées en allongement sur les filonnets cuprifères.

La très faible extension verticale de ces filonnets, sensiblement limitée à l'épaisseur du niveau porteur, conduit à une hauteur limitée et seul un très petit nombre de galeries, tracées sur des filonnets exceptionnellement riches et développés présente une hauteur supérieure à 2 ou 3 m (S3, N4, ...).

D'une façon générale, les travaux ont été très poussés et ont quasiment épuisé la minéralisation. Elle n'est plus observable en place que de façon ponctuelle. Pratiquement en deux points seulement pour le cuivre natif (S3 et N4) et sous forme de filonnets ténus pour les arséniures, le plus souvent de quelques millimètres de section.

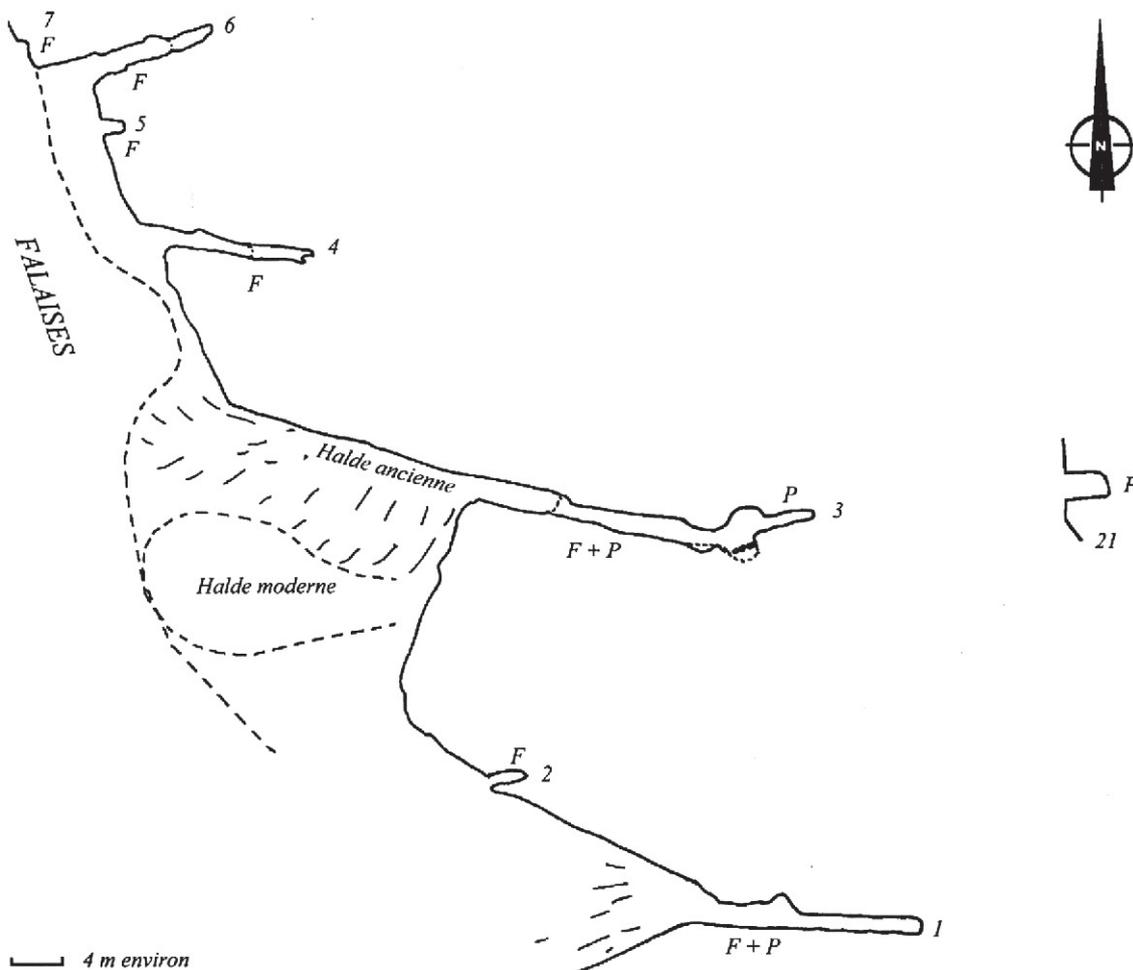


Fig. 2 – Roua – groupe sud : plan des travaux de la partie sud du site. F : travaux au feu. P : travaux à la poudre

L'examen des modes de creusement montre deux principales phases technologiques, l'une avec des chambres et des parois arrondies caractéristiques de la taille au feu accompagnées de traces de martelage des parements et l'autre à la poudre avec perforation manuelle des fourneaux de mines.

Ces deux étapes technologiques provisoirement identifiées sont certainement beaucoup plus complexes et elles-mêmes polyphasées comme en témoignent les sources écrites, disponibles pour la seule phase de creusement à la poudre noire.

La section, étroite sur quelques décimètres à 1 m puis élargie avec une allure de "poire", de différentes petites galeries de la première phase technologique (S2, N5, ...) pourrait témoigner d'un creusement manuel par percussion sur la partie superficielle altérée de la roche à l'affleurement des filonnets puis rapidement de la mise en œuvre du creusement au feu lorsque la roche devenait trop compacte. Cette morphologie s'observe aussi dans un plan vertical avec une partie supérieure des travaux évasée par le feu et une partie inférieure plus étroite qui témoigne sans doute d'une position du foyer élevée et non située à la base actuelle de la galerie ; il était en effet certainement plus facile de réaliser un creusement par

percussion dirigé vers le bas plutôt que vers le plafond de la galerie.

Ces travaux au feu ont été le siège de reprises à la poudre pour 8 d'entre eux et il est intéressant de noter que toutes les galeries ou amorces de galerie de cette seconde phase technologique avaient déjà fait l'objet de travaux lors de la première phase et qu'ainsi tous les indices minéralisés avaient déjà été reconnus anciennement.

Les reprises à la poudre consistent ainsi dans :

- le recalibrage des travaux de la première phase technologique de façon à récupérer des filonnets minéralisés sur les parois de la galerie taillée au feu ; toutefois, plusieurs galeries (S1, S3) taillées à la poudre montrent des parements taillés au feu et martelés, observables parfois sur quelques mètres carrés seulement près des entrées qui ont échappé aux recalibrages tardifs à la poudre ;
- des reprises en profondeur en général sur quelques décimètres, destinées à reconnaître l'aval-pendage des filonnets (fosse remblayée à l'entrée de S3, rapidement abandonnée car sortant du niveau porteur ou bien simples approfondissements jusqu'à la base de ce niveau) ;

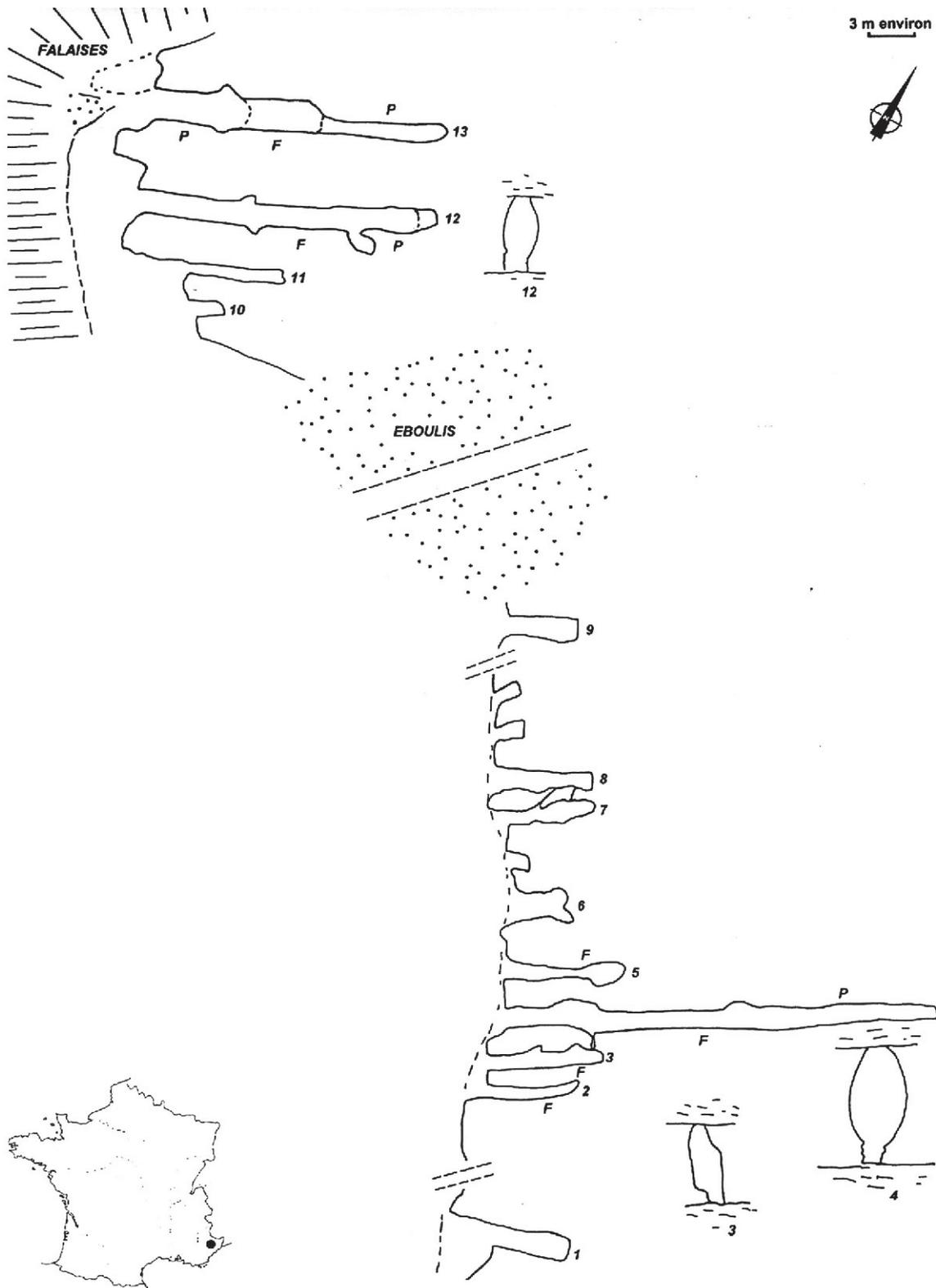


Fig. 3 – Roua – groupe nord : plan des travaux. F : travaux au feu. P : travaux à la poudre.

- la poursuite des galeries en allongement en général sur quelques mètres au plus (S3, N4, N13, ...).

Seule une courte galerie (S21), la seule qui soit taillée exclusivement à la poudre ne respecte pas cette

distribution et se trouve située plus en amont du niveau porteur sur un filonnet de calcite stérile encaissé dans une fracture immédiatement à l'aplomb de S3 dont on a ainsi manifestement recherché une éventuelle poursuite vers l'amont.

N°	Creusement	Remarques	N°	Creusement	Remarques
1	Feu + poudre	Galerie de 21 m, traces de martelages, poursuite à la poudre au-delà de 8 m, Présence d'Ag natif	1	Pas de trace de creusement à la poudre	Large galerie de 5,50 m, stérile actuellement.
2	Feu	Allure en « poire »	2	Feu	Étroite galerie de 6,5 m et 0,50 m de large, stérile actuellement;
3	Feu + Poudre	Cu natif, galerie la plus développée du groupe (26 m) avec défilage sur 5 m de hauteur; reprise importante à la poudre, présence de haldes, anciennes approfondissement à la poudre dans la sole ancienne, trous de poteaux modernes soutenant un plancher, traces de martelage au parement sud jusqu'à 13 m.	3	Feu	Galerie longue de 7,5 m, stérile actuellement.
4	Feu, traces de fleuret	11 m, stérile actuellement	4	Feu + poudre	Galerie de 33 m, avec reprise à la poudre dans la sole et en allongement; présence de cuivre natif.
5	Feu	Galerie de 2 m, urbanisée, partiellement remblayée, stérile actuellement.	5	Feu	Allure en "poire".
6	Feu, traces de fleuret	10 m stérile actuellement	6	Feu	Amorce multiple peu profonde, stérile actuellement.
7	Feu	Très courte attaque (0,50 m) en pleine falaise sans doute à la suite d'un effondrement de la vire d'accès	7-8	Feu	2 galeries jumelles de 5 à 6 m d'allongement.
8-9-10	Feu	Groupe de 3 courtes attaques (1 m à 1,50 m), stérile actuellement.	9	Feu + poudre (?)	Large attaque de 4 m de long, trace de cuivre natif.
11	Feu	Courte galerie (1,50 m) débouchant en pleine falaise mais avec accès par un travers-banc de 0.50 m, stérile actuellement	10	Feu	Courte attaque, stérile actuellement.
12-13	Feu	Courtes attaques (1 m), stérile actuellement	11	Feu + poudre	Galerie longue de 6 m, partiellement remblayée, stérile actuellement
14-15-16	Feu 1 trace de fleuret enG15	Groupe de 3 attaques peu profondes (1,50 m), filonnet avec arsénures en G15.	12	Feu + poudre	Galerie de 17 m avec poursuite à la poudre de 12 à 17 m ; présence de cuivre natif dans les haldes.
17-18-19	Feu	3 très courtes attaques (1 m au plus), stériles actuellement.	13	Feu + poudre	Galerie de 17 m avec recalibrage à la poudre sur 7 m puis poursuite à la poudre de 10 à 17 m.. Stérile actuellement.
20	-	Cavités urbanisée larg. de 1 m, origine incertaine.			Il s'y ajoute de très courtes amorces quelques fois à peine ébauchées entre les différentes galeries.
21	Poudre	Galerie tracée sur un filonnet de calcite stérile en contrehaut de S3.			

Fig. 4 – Tableau synthétique des différentes galeries (groupes sud et nord).

LE MATÉRIEL ARCHÉOLOGIQUE

Issu seulement de prospections de surface, il est donc nécessairement ténu et ce d'autant plus que la plupart des galeries ont fait l'objet de vidanges lors de leurs différentes tentatives de reprises successives.

Il a ainsi été rencontré une meule en grès fin du Trias local (fig. 5), difficile à attribuer à une époque avec certitude et il s'y ajoute quelques fragments de céramique domestique, engobée, glaçurée jaune, attribuable au 18^e-19^e (A. Gattiglia, com. orale).

Nous avons pu par ailleurs examiner 3 percuteurs-broyeurs, sans gorges, sensiblement identiques sur un plan pétrographique à la roche encaissante de la minéralisation (fig. 6).

Deux types d'objets se distinguent avec :

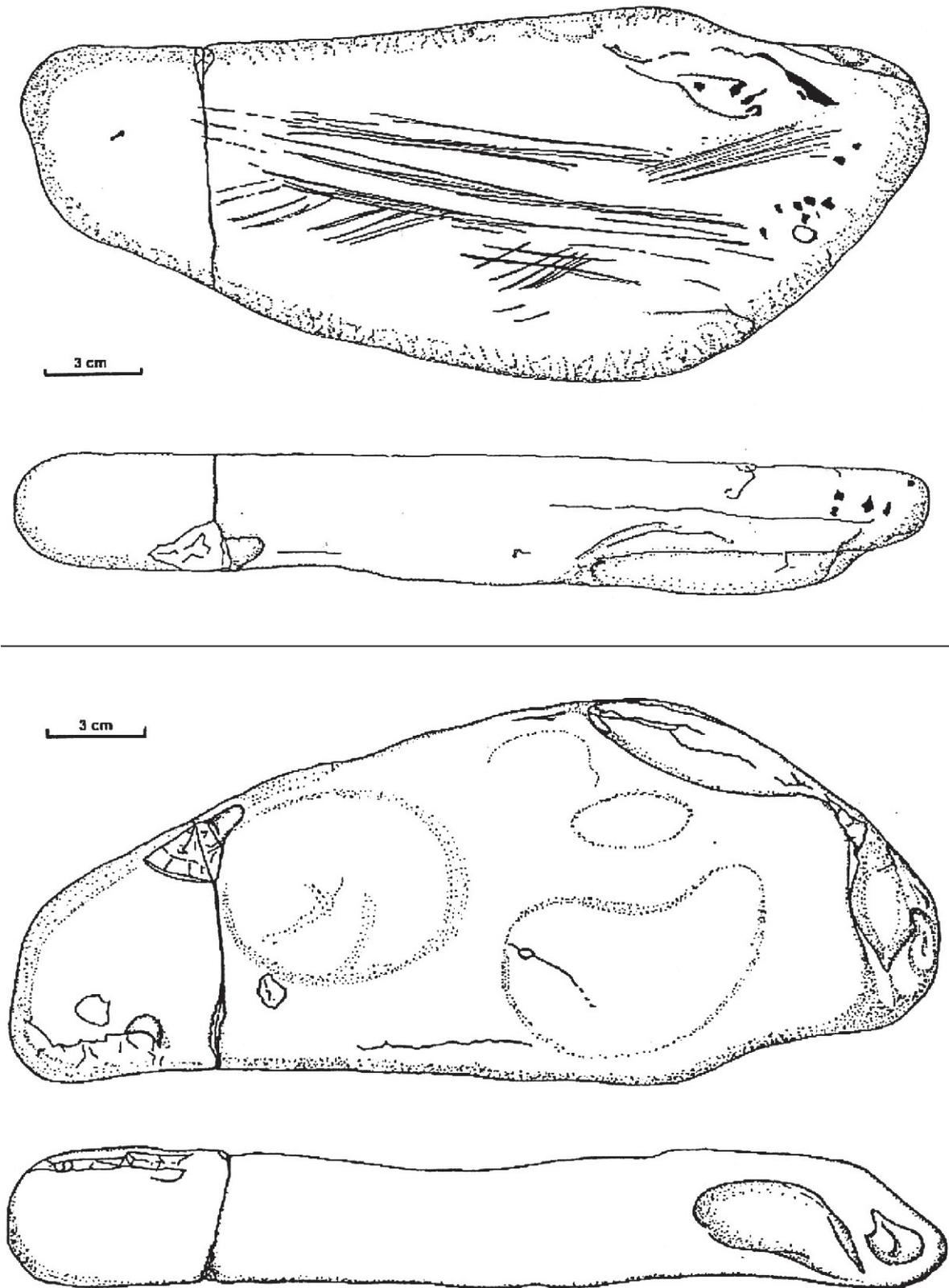
- un percuteur classique avec de nombreuses traces d'impacts et des éclats enlevés par la percussion ; son poids est de 866,8 g avec un diamètre de 90 mm mais il manque sans doute un tiers de l'objet par suite des éclats avec une utilisation pour le creusement des galeries après l'attaque au feu ;
- deux percuteurs de section carrée à pentagonale sans trace de percussion sur les côtés mais seulement sur

deux surfaces opposées sans que des éclats n'aient été enlevés par l'utilisation ; leur diamètre est de 80 mm avec un poids très voisin (674,4 g et 617,8 g) et une épaisseur sensiblement identique (h = 65 mm).

Nous attribuons ce type d'objet à des outils utilisés pour la séparation des feuillettes de cuivre natif d'avec leur gangue rocheuse, le broyage de la gangue permettant d'isoler les fragments de cuivre natif malléable et d'obtenir une séparation complète d'avec le métal ; ce matériel atteste donc d'une véritable préparation mécanique du minerai directement sur le site avant son exportation.

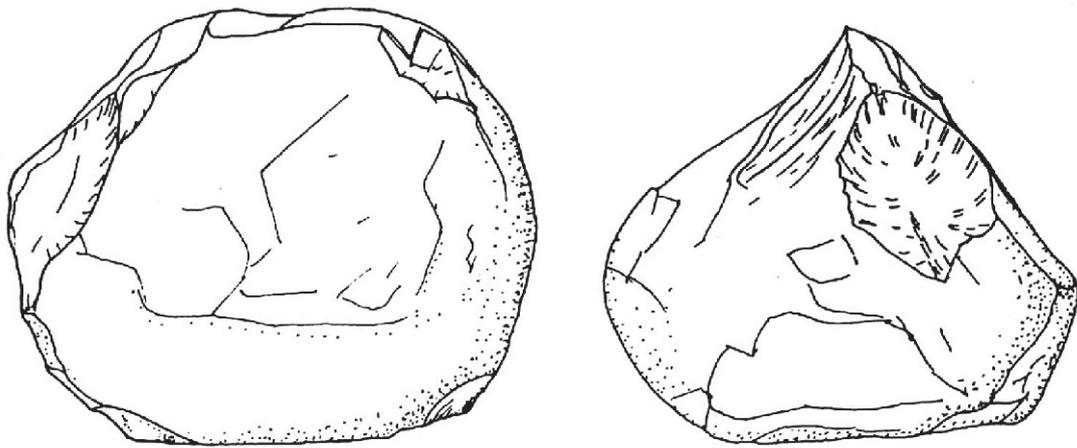
Ces percuteurs conduisent à quelques réflexions sur le mode de creusement des galeries ; en effet, il s'agit d'une roche très massive et particulièrement compacte et des essais de fragmentation dynamique (norme AFNOR NFP-18-574), qui permettent d'appréhender la résistance au choc d'un matériau rocheux préalablement réduit à l'état de granulat 10-14, ont montré un coefficient FD (résistance à la Fragmentation Dynamique) très élevé avec FD = 11.

À titre de comparaison, la résistance à la fragmentation dynamique des dolomies des gîtes de Pioch Farris 4 et des Neuf Bouches à Cabrières Hérault est de FD = 25 et celle des quartzites du type de celle de la mine



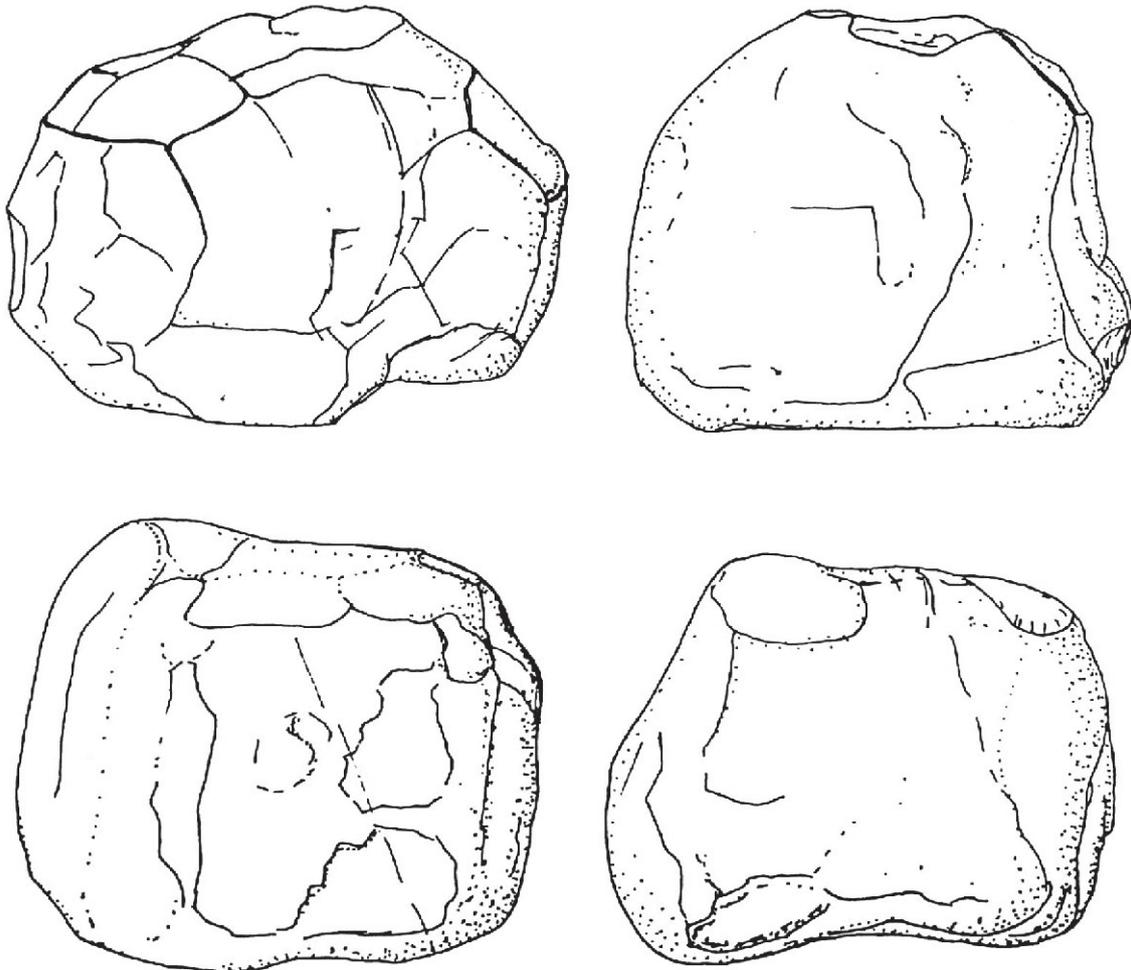
Meule en grès fin

Fig. 5 – Meule en grès fin du Trias basal ; galerie S3.



3 cm

Marteau sphéroïdal en grès fin carbonaté



3 cm

Marteaux polygonaux

Fig. 6 – Percuteurs en grès fins carbonaté; groupe nord.

de Saint-Véran (Hautes-Alpes) s'établit habituellement vers $FD = 15$.

La nature pétrographique de cet outillage est sensiblement identique à celle de l'horizon porteur des filonnets minéralisés expliquant ainsi qu'il soit longtemps passé inaperçu. Cela pose en outre le problème spécifique de l'extraction par percussion avec un outil de mêmes caractéristiques mécaniques que celle du matériau à extraire, pourtant peu fracturé; l'extraction nécessitait donc ici l'emploi du creusement au feu de façon à amoindrir ses caractéristiques mécaniques. Le faible développement des travaux souterrains antérieurs aux reprises à la poudre n'est de ce fait pas attribuable à un épuisement du minerai dans les galeries les plus importantes (S3 et N4, N12, N13, ...), mais doit être considéré comme un obstacle technologique, aucun matériau de meilleure qualité géo-mécanique n'étant alors économiquement accessible au mineur préhistorique.

La disponibilité régionale en matières premières lithiques adaptées apparaît en effet très restreinte, avec essentiellement des grès permians faiblement métamorphiques dans les vallées de la Vésubie et de la Roya, puis des roches vertes, plus éloignées et présentes sur le versant italien.

De plus, il a été rencontré en très faible volume des matériaux scorifiés de teinte blanchâtre riches en bulles millimétriques et d'autre part un fragment noirâtre très finement bulleux; ces échantillons ont été analysés au C.2R.M.F. (Mille et Bourgarit, 1998); il a été mis en évidence :

- pour les premiers, la présence en diagramme de poudre aux rayons X de calcite, d'albite et de plagioclases pôle anorthite avec la présence de wollastonite et de gehlenite.

Cette composition apparaît représentative de la roche encaissante riche en albite mais qui aurait été portée à haute température (800-900°C); il s'agit donc ici d'une scorification de la roche lors de l'abattage au feu, la présence de silicates sodiques (albite) ayant pu faciliter la fusion de la roche. Ce type de matériaux scoriacés est ainsi fréquemment rencontré dans les travaux creusés au feu, en particulier à l'intérieur des galeries, et il ne doit pas être confondu avec des scories de traitement du minerai;

- pour les scories noirâtres, une composition carbonée avec toutefois quelques grains minéraux : plages de calcite, grains de baryte et de pyrite, globules silicatés (Fe et Al) et surtout un globule de cuivre riche en zinc (30 % Zn). L'absence de traces de structures végétales et un fort pouvoir réflecteur (6) témoigneraient d'une chauffe importante. Il pourrait s'agir d'un dépôt carboné s'effectuant sur le trajet des fumées soit au cours d'une opération métallurgique, soit plutôt à la faveur des feux de mines pour l'abattage avec fusion superficielle de cuivre natif en place dans la roche; en effet, la situation du site avec un accès long et délicat, loin de toute ressource en bois ou en eau, ne milite pas en faveur d'un traitement métallurgique local du minerai et ce d'autant plus que le matériau à traiter se trouve être facile à exporter car

très proche en poids et en volume du produit métallurgique fini.

Enfin, il est important de signaler la vraisemblable utilisation du site en nécropole attestée par différents documents relatant une reprise des travaux sur le gîte au 19^e siècle avec, lors du déblaiement des galeries, outre des charbons de bois, une "vieille galerie pleine d'os humains" (rapport Francfort, 1863).

CONCLUSION

En l'état des connaissances, seule une chronologie relative peut-être établie à l'aide des technologies de creusement mais un faisceau d'éléments convergents (l'outillage lithique, l'exploitation spécifique du cuivre natif, etc.) permet d'attribuer la première phase des travaux à la protohistoire avec une forte présomption pour le chalcolithique. Le site de Roua vient donc trouver sa place dans le cortège des exploitations protohistoriques de cuivre mises en évidence seulement depuis ces dernières années dans la région Provence Alpes Côte d'Azur.

Ainsi, à Saint-Véran, l'exploitation a concerné un gîte lenticulaire formé par des sulfures massifs; dans les autres gîtes du Dôme de Barrot, le cuivre natif paraît absent et les exploitations modernes ou plus anciennes (Le Cerisier, Bancaïron, l'Hubac de Jourdan, etc.) ont porté sur des produits d'oxydation et des sulfures comme pour les gîtes de cuivre du Var, dans l'ensemble très ténus, (Maraval, les différents sites du Peyrol, ...) où le cuivre natif n'y apparaît pas non plus sous forme macroscopique.

Ailleurs en France, les gîtes de cuivre sont nombreux mais ont presque toujours été de faible importance économique, au moins dans les conditions de l'ère industrielle et si le cuivre natif y est connu en de nombreux points, il n'a toujours présenté qu'un caractère accessoire, souvent rencontré de façon locale dans les gîtes lors de leur exploitation industrielle, et si on ne peut exclure que du cuivre natif y ait été récupéré lors d'exploitations anciennes, il n'y constitue nulle part la totalité ou même l'essentiel du minerai.

Les gîtes de Roua représentent ainsi, en l'état des connaissances, la seule exploitation d'âge protohistorique connue en France portant exclusivement sur le cuivre natif et sont un nouveau témoignage de la précocité et de l'intensité des recherches des minerais de cuivre de la chaîne alpine. ■

Remerciements : Ils s'adressent à A. Gattiglia, *Antropologia Alpina*, Torino, en particulier pour la réalisation des dessins et l'examen des céramiques, à M. Prange, *Deutsches Bergbau-Museum*, Bochum, ainsi qu'à J.P. Mohen, B. Mille et D. Bourgarit pour leur précieuse collaboration avec les moyens analytiques du C.2R.M.F.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DARLUC M. (1784) – *Histoire naturelle de la Provence*, t. 2, Avignon.
- DESPINE (1823) – *Essai sur la statistique minéralogique du Comté de Nice*, 35 p.
- MARI G. (2003) – *Les gîtes cuprifères du Dôme de Barrot (Alpes-Maritimes, France)*. Actes du IX^e Colloque Les Alpes dans l'Antiquité, la Métallurgie dans les Alpes occidentales des origines à l'an 1000. Tende 2000, à paraître.
- MARI G., MARI D., ROLLAND P. (1995) – *Le cuivre natif dans les Alpes-Maritimes*, France. Riviera Scientifique, Nice, p. 33-44.
- MARI G. (1992) – *Les anciennes mines de cuivre du Dôme de Barrot (Alpes-Maritimes)*. Ed. Serre, Nice, 112 p.
- ROSTAN P. (1995) – *Guillaumes - La Clue de Roua*. In Bilan Scientifique 1994, Direction Régionale des Affaires Culturelles Provence-Alpes-Côte d'Azur, p. 95-96.
- ROSTAN P. et ROSSI M. (2003) – *Approche économique et industrielle de la mine de cuivre protohistorique de Saint-Véran (Hautes-Alpes, France)*. Actes du IX^e Colloque Les Alpes dans l'Antiquité, la Métallurgie dans les Alpes occidentales des origines à l'an 1000. Tende 2000, à paraître.
- VINCHON C. (1984) – *Sédimentogénèse et métallogénèse du Permien du Dôme de Barrot (Alpes-Maritimes)*. Thèse d'État. Document B.R.G.M., n° 70, 445 p.
- ARCHIVES DÉPARTEMENTALES DES ALPES-MARITIMES :
Fonds Citta e contado di Nizza, fonds Sardes et série S.
- ARCHIVES de la DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE DES ALPES-MARITIMES et des BOUCHES DU RHÔNE.

Pierre ROSTAN

Géologue, Bureau d'Études Géologiques TETHYS,
05380 CHÂTEAUROUX-LES-ALPES

Gilbert MARI

Maître es-sciences, Président de l'A.N.N.A.M.,
624, boulevard du Brec,
06390 CHÂTEAUNEUF-VILLEVIEILLE

Technologie céramique et savoirs métallurgiques. Le dégraissant de productions provençales de la seconde moitié du 3^e millénaire avant notre ère

Gilles DURRENMATH

Résumé

Un examen quantitatif du dégraissant de séries céramiques provençales des 4^e et 3^e millénaires avant notre ère met en évidence une modification des manières de faire, avec l'emploi de terres plus réfractaires dans les productions de la seconde moitié du 3^e millénaire. La concomitance chronologique observée entre cette transformation céramique et l'arrivée en Provence des premières pièces en cuivre alimente l'idée de transferts techniques entre ces deux domaines de production. En se fondant sur la notion de continuité du milieu technique, il est ainsi possible de réévaluer l'impact de la métallurgie sur les groupes culturels de cette période.

Abstract

If we consider Neolithic ceramic, data showing raw material selections and special clay treatments made by potters supply the idea that potters had the raw material state under control and that they respected a conscious "chaîne opératoire", from paste preparation to firing. Though, this identification of tempering processes connected to ways of doing peculiar to some cultural groups is possible in organising a suit examination of ceramic. Our study is based on temper particles quantification made by picture analysis. This method allows a quick and sure analysis of large series, without the destruction of sherds (Durrenmath, 1990). In order to identify peculiar technical practices in quantitative treatment of temper, we have organised a comparative approach taking in consideration a large range of possibilities, identified and described in archaeological and ethnological literatures. This inventory advised us in the construction of a sampling method in order to organise and interpret our observations in two perspectives. Results of our typological and technological approach have been published elsewhere (Durrenmath, 1998). The present paper develops the second part of our approach in which we test correspondence between our measurements and chronological and cultural subdivisions established. Our study concerns productions from various cultural groups of late Neolithic, excepted bell-beaker, of Provence (France): Fraischamp group, Couronnian and group of Rhône-Ouvèze. In order to enlarge examination of diachronic relationships, some samples from middle Neolithic chasséan have studied too. It is possible to differentiate each group from

the others on the base of quantities and/or dimensions of particles and, finally, to propose descriptions of peculiar modalities of temper with a cultural value. Some features expressing a chronological continuity of technical practices are shown up. In concordance with typological studies, the cultural continuum is asserted from Chassean to Fraischamp group and from Fraischamp group to Rhône-Ouvèze group. Chassean and Fraischamp groups are very similar on size particles and quantities. Differences are little more numerous between Fraischamp group and Rhône-Ouvèze group. Though, those two productions show high quantities – systematically for Fraischamp, less for Rhône-Ouvèze – and particles size medium. In this cultural continuity, a progressive modification of ways of doing is observed. A change in required characteristics occurs or is asserted within Rhône-Ouvèze group and the recent phase of Couronnian: less regular temper sifting, temper particles are globally coarser and, particularly with Rhône-Ouvèze productions, occupying less volume than in the others series. This enlargement of particles sizes is interpreted as a search for refractory vessel, in majority with a culinary destination. This modification corresponds to the transition from stage 1b to stage 2a of the classification proposed by A. D’Anna (1999). During the stage 2a, the first metallic objects appear in Provence. The chronological correspondence between ceramic transformation and the first coming of metallic pieces lead us to examine possible technical transfert between those two kinds of production. On the basis of the notion of continuity of the technical field, widely demonstrated, we suppose that the transformation observed in temper standards corresponds to a better control of firing techniques, perhaps due to metallurgical knowledge. As there is no proof of a contemporary local metallurgy, the oldest metallic pieces founded in Provence must be considered as importations. It means that the technical effects of metallurgy on ceramic productions should have been real before introduction of metallurgical practice. A transfer of knowledge would have lead to a modification in the ways of doing ceramic, without adoption of metallurgical techniques. This paper examines various hypothesis of relation with groups producing metal: languedocian groups (Ferrieres, Fontbouisse), Italian ones (Remedello, Spilamberto and Rinaldone cultures). The role of Bell-Beaker phenomenon is questioned too. A parallel is made with the Jura late Neolithic context, where a similar ceramic transformation is described, and where the metallurgy development is very similar. Quantitative approach of temper aims to exploit more completely the heuristic potentiality of this constituent systematically present in neolithic ceramic. The observations made confirm that, in a global approach, it is possible to fit the varied data into limits assimilated to the notion of cultural identities. It is possible not only to discriminate productions but also to reveal or assert the relationships between groups. In our opinion, the notion of continuity of the technical field gives us the clue to perceive more completely technical practices and, through these practices, Neolithic societies.

INTRODUCTION

Les travaux sur la culture matérielle ont largement démontré l’intérêt d’adopter une approche globale organisée autour de la notion de système technique (Leroi-Gourhan, 1943, 1945). Les interrelations entre les différentes activités d’un même système technique sont en effet souvent perceptibles et significatives pour le préhistorien. Dans le contexte du Néolithique final par exemple, les liens entre la métallurgie et l’exploitation lithique sont aujourd’hui bien démontrés et amplement commentés notamment pour la période d’adoption de la métallurgie. Pour J. Guilaine, des techniques

minières mises au point sur des sites d’extraction du silex (Salinelles dans le Gard ou Murs dans le Vaucluse) ou des outils élaborés dans ce cadre (les maillets à gorge notamment) auraient été utilisés pour l’acquisition du minerai de cuivre (Guilaine, 1994). Toujours selon cet auteur, “la longue expérience acquise par les indigènes dans l’observation des roches et leur exploitation avait largement préparé les mentalités à l’introduction de la métallurgie. Les initiés qui communiquèrent leurs techniques aux populations locales trouvèrent alors un terrain réceptif à leurs conseils” (1994, p. 295-296). P. Ambert et L. Carozza (1998, p.152) en concluent : “la métallurgie du Midi de la France, même si elle prend sa source dans des

influences technologiques neuves et extérieures, s'insère dès le début dans un contexte socio-économique, où commerces et techniques d'extraction de roches sélectionnées de première utilité sont très largement développés."

Dans le cadre d'une étude sur le dégraissant de séries céramiques du Néolithique final et du Néolithique moyen de Provence, une modification des caractéristiques quantitatives a été observée sur des productions de la seconde moitié du 3^e millénaire (Durrenmath, 2001). Examinée à la lumière de la notion de système technique, cette modification pourrait nous éclairer sur les modalités de diffusion de la métallurgie en Provence en particulier et en France plus généralement.

CÉRAMIQUE-MÉTALLURGIE : L'HYPOTHÈSE DE LA CONTINUITÉ DU MILIEU TECHNIQUE

Les connexions entre les productions céramique et métallurgiques, classiquement associées sous l'appellation "Arts du Feu", sont depuis longtemps admises, notamment dans le domaine des températures de cuisson et de fonte (Gallay et Lahouze, 1976). Pour J. Guilaine (1994, p.271), "l'apparition de la céramique vers 7000 av. J.-C. dans le Levant, peut-être un peu plus tôt en Turquie, est l'aboutissement progressif d'une recherche dans la maîtrise des hautes températures. Une voie était désormais ouverte qui ne pouvait que profiter au travail du métal".

Les ponts entre ces deux domaines techniques (céramique, métal) sont nombreux et ne se limitent pas à la seule maîtrise des températures. L'emploi conjoint des deux matériaux s'observe en effet dans de nombreuses circonstances. Ainsi, les processus de réduction des minerais sont-ils réalisés soit dans des fosses tapissées d'argile, soit dans des creusets eux-mêmes façonnés en argile (Camps *et al.*, 1988). Sur le site d'habitat d'Al Claus (Tarn-et-Garonne), des indices d'activités métallurgiques ont été rapportés à une étape de réduction du minerai de cuivre (constitué en partie de sulfure de cuivre) effectuée dans des fours dont la spécificité est d'être constitués de récipients céramiques (Carozza, 1998, p. 50). Ces récipients, assimilables à des fours qu'à des creusets, ne se différencient des autres vases ni par la forme, ni par leur composition. Ils sont en effet constitués d'une argile fortement dégraissée au quartz et au micaschiste (+ de 50 % du volume), ce que l'on retrouve dans les autres types de céramiques, en particulier celles qui n'étaient pas, selon les auteurs, destinées à aller au feu (Mille et Bourgarit, 1998). Cette similitude de traitement illustre spectaculairement, nous semble-t-il, les interrelations existant entre ces deux technologies. Si les auteurs de cette étude concluent que "Les bonnes propriétés réfractaires d'une telle association sont donc très vraisemblablement fortuites" (*Ibid.*, p. 33), nous serions enclins à inverser la proposition : ces qualités propres au travail métallurgique n'ont-elles pas été généralisées à l'ensemble de la production ? Un élargissement de l'examen aux productions antérieures

permettrait de répondre à cette question et donnerait l'occasion de vérifier l'interrelation admise, avec une influence de la pratique métallurgique sur les manières de faire la céramique.

Cette pratique de la réduction du minerai de cuivre dans des récipients céramiques n'est pas une particularité du site d'Al Claus mais fait écho aux "vases-fours" de la terminologie espagnole. P. Ambert signale d'ailleurs qu'une telle métallurgie requiert une température supérieure à 800°, sans imposer des récipients spécifiques (Ambert, 1998a). Il confirme que ni les argiles, ni les formes de se différencient des autres céramiques des gisements où ont été trouvés les vases-fours (*Ibid.*, p. 6-7). Selon ce même auteur enfin, il s'agirait d'une transposition céramique des cuvettes d'argiles modelées très rudimentaires.

Nous avons indiqué que le minerai traité à Al Claus est, au moins en partie, constitué de sulfure de cuivre. Il s'avère que c'est également le cas sur le site de Cabrières (Hérault). Or, B. Mille et D. Bourgarit (1998, p. 27) nous rappellent que si les minerais oxydés (la malachite par exemple) sont réputés faciles à réduire, en une seule étape et à des températures relativement basses (700° suffisent), le traitement du minerai sulfuré nécessite deux étapes : le grillage et la réduction. Dans une expérience de grillage de minerais, P. Ambert rapporte que la réalisation de ce traitement est améliorée lorsque les poudres sont agglomérées avec de l'argile sous forme de boulettes (Ambert, 1998a, p. 2). Une connexion entre céramique et métallurgie est donc également envisageable pour cette étape du grillage.

Une relation forte entre ces deux domaines techniques existe donc, et ceci dès les premières étapes de la métallurgie : l'accumulation de connaissances dans l'une des pratiques pourrait avoir été très utile dans l'autre et sans doute, parce qu'antérieure, d'abord de la céramique vers la métallurgie – c'est ainsi que J. Guilaine a pu écrire : "tout affinement dans les techniques de fabrication de la poterie devait entraîner parallèlement de sensibles progrès en matière de métallurgie" (1994, p. 271) – mais rapidement de manière réciproque.

LES MODALITÉS QUANTITATIVES DU DÉGRAISSANT : INDICE D'UNE TRANSFORMATION DU SYSTÈME TECHNIQUE

Notre étude est centrée sur le Néolithique final pour lequel A. D'Anna (1999) a proposé une périodisation en quatre stades généraux (fig. 1). Nous avons également intégré des séries du Néolithique moyen chasséen pour étendre la perspective diachronique. Nous ne détaillerons pas la méthode d'analyse ni les étapes de notre démarche comparative, publiées par ailleurs (Durrenmath, 1998). Rappelons simplement que le corpus étudié est issu de dix sites qui représentent les quatre principaux groupes culturels actuellement reconnus pour le Néolithique moyen et le Néolithique final de Provence : Chasséen, groupe du Fraischamp, Couronnien et groupe Rhône-Ouvèze (fig. 2).

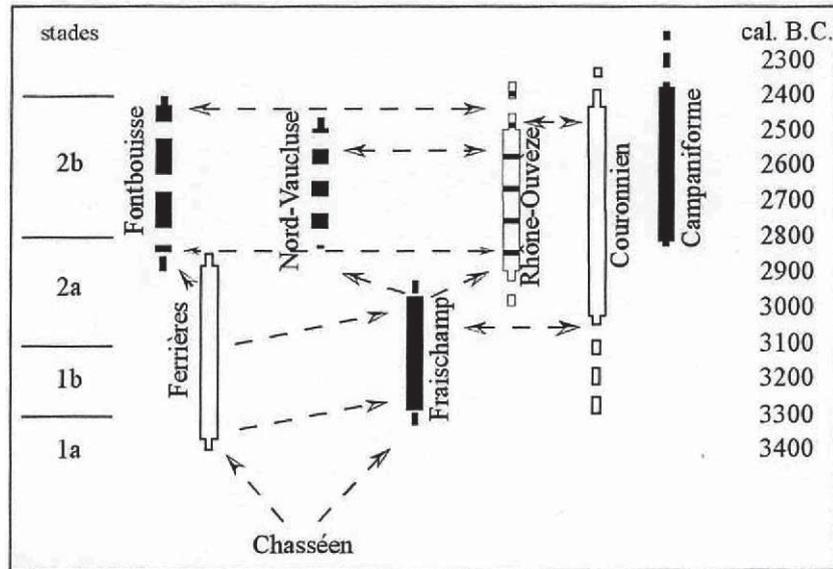


Fig. 1 – Périodisation de la fin du Néolithique en Provence (d'après A. D'Anna 1999).



Fig. 2 – Localisation des sites étudiés. Chasséen : 1 – Fontbrégoua (Salernes, Var); 2 – Malvoisin (Orgon, Vaucluse); Groupe du Fraischamp : 3 – La Clairière (La Roque-sur-Pernes, Vaucluse); Couronnien : 4 – Les Martins (Roussillon, Vaucluse); 5 – Les Fabrys (Bonnieux, Vaucluse); 6 – La Brémoude (Buoux, Vaucluse); 7 – La Citadelle (Vauvenargues, Bouches-du-Rhône); Groupe Rhône-Ouvèze : 8 – Le Mourre du Tendre (Courthézon, Vaucluse); 9 – Claparouse (Lagnes, Vaucluse); 10 – La Rambaude (Saint Didier, Vaucluse).

À partir de la constitution d'échantillons chronologiquement maîtrisés, nous pouvons proposer une description des modalités quantitatives du dégraissant propres à chacun des groupes culturels concernés (fig. 3) : dans les séries chasséennes, le dégraissant est présent en forte proportion sous forme de grains de petite dimension ; il est d'aspect similaire dans les tessons du groupe du Fraischamp mais en quantité plus réduite ; la densité du dégraissant est élevée dans l'ensemble couronnien mais

celle-ci est obtenue par l'emploi de grains de grande dimension ; les échantillons du groupe Rhône-Ouvèze possèdent quant à eux un dégraissant en assez forte quantité, de taille variable plutôt élevée et qui occupe une surface totale limitée. Il est ainsi possible de différencier les ensembles soit à partir des quantités de dégraissant, soit à partir des dimensions des grains.

Ce constat ne nous surprend pas. Différents travaux ont déjà montré les potentialités de l'étude qualitative et quantitative du dégraissant dans la caractérisation chrono-culturelle et l'identification des actes techniques céramiques (Arnal *et al.*, 1987; Arnal *et al.*, 1991; Braun 1982; Carr, 1990; Convertini, 1996; Pétrequin, 1985-1986). Les exemples foisonnent qui illustrent la place de ce composant dans la chaîne opératoire céramique. L'emploi de chamotte, de silex ou d'os comme dégraissant traduit clairement des traitements qui font appel à des choix et qui supposent la mise en œuvre d'étapes de préparation : écrasement des tessons pour la chamotte, éclatement par chocs thermiques du silex, calcination puis écrasement des os (Colas, 1996; Constantin, 1986; Constantin et Courtois, 1976). Dans le cas des céramiques dégraissées à l'os par exemple, l'examen de la chaîne opératoire suivie révèle à chaque fois un "tri granulométrique qui s'apparente, quel que soit le procédé utilisé, à un tamisage" (Constantin, 1986, p. 116). Des observations menées sur des productions à dégraissant minéral aboutissent au même type de conclusion sur le contrôle du calibre par les potiers (Arnal, 1989; Durrenmath, 1990, par exemple).

Nos résultats illustrent dans le même temps un changement dans les caractéristiques recherchées. Les vases du groupe Rhône-Ouvèze et ceux du Couronnien possèdent un dégraissant moins calibré, globalement plus grossier et, particulièrement pour le Rhône-Ouvèze, occupant moins d'espace que dans les autres séries. Cette transformation traduit selon nous la recherche de terres à texture lâche, caractéristique donnant des récipients aux capacités plus réfractaires susceptibles de supporter des températures élevées (fig. 4).

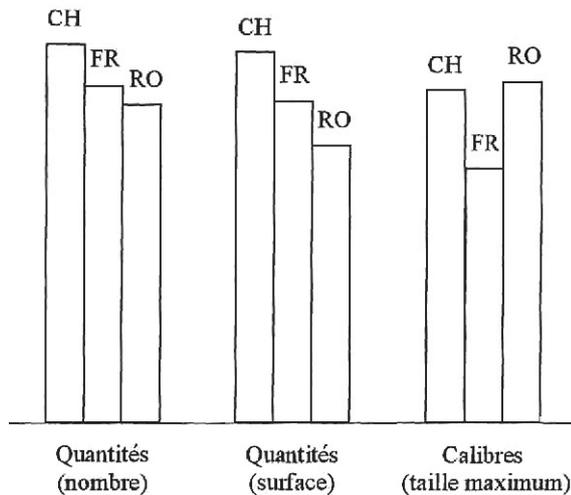


Fig. 3 – Résultats synthétiques de l'analyse granulométrique.
CH : Chasséen ; FR : groupe du Fraischamp ;
CO : Couronnien ; RO : groupe Rhône-Ouvèze.

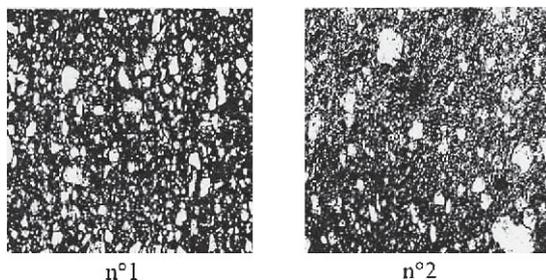


Fig. 4 – Photographies de deux types de pâtes illustrant la transformation dans l'ajout de dégraissant du stade 2a.

Ce changement concerne deux groupes culturels représentés dans notre étude par des séries datées de l'extrême fin du Néolithique final et correspond au passage du stade 1b au stade 2a de la sériation établie par A. D'Anna. Or pour cet auteur, le passage au stade 2a est marqué, non pas par une transformation radicale, mais par l'apparition progressive : "d'objets non directement utilitaires pour lesquels la notion d'objets de prestige doit être évoquée" (D'Anna, 1995a, p. 325). Au nombre de ces "objets de prestige", on compte notamment les premiers objets métalliques : poignards, parures. Cette concomitance chronologique est selon nous un élément à retenir. En se fondant sur la notion de continuité du milieu technique, on peut en effet supposer que la transformation des normes que nous observons dans le traitement du dégraissant pourrait correspondre à une plus grande maîtrise des techniques de cuisson, elle-même liée aux connaissances métallurgiques nouvelles.

OÙ SONT LES MÉTALLURGISTES ?

Dans le contexte chrono-culturel qui nous intéresse, se pose alors la question d'une production métallurgique en Provence. Les données de l'archéologie montrent que "s'il existe une métallurgie locale en

Provence orientale elle n'intervient qu'à l'extrême fin de la période" (D'Anna, 1995b, p. 325). Les premières pièces en cuivre apparues en Provence indiquent que les groupes provençaux étaient en contact avec des groupes extra-régionaux pratiquant la métallurgie. Quels pourraient être ces groupes ?

On pense bien entendu aux groupes languedociens. Le rôle du Ferrières dans la formation du Fraischamp et, pour la période suivante, du Fontbousse dans celle du Rhône-Ouvèze, perçus dans la typologie céramique, illustrent les relations entre les populations installées de part et d'autre du Rhône. Des échanges de mobiliers sont clairement identifiés : les grandes lames et poignards en silex du Largue, largement diffusés, se retrouvent en Languedoc (Renault, 1998). Or, il est maintenant assuré que la métallurgie languedocienne est très précoce (Ambert et Barge-Mahieu, 1991 ; Guthertz, 1990 ; Barge-Mahieu, 1995). L'activité semble apparaître avec le faciès Ferrières et se développer avec le groupe, plus tardif, de Fontbousse (Ambert, 1998b). La proximité chronologique entre le Fontbousse d'une part et, d'autre part, le groupe Rhône-Ouvèze et les séries couronniennes étudiées plaide en faveur d'un lien avec la métallurgie fontbuxienne.

Une alternative, ou un complément, à cette influence languedocienne du Fontbousse peut être proposée avec la métallurgie italienne, également précoce puisque située vers la fin du IV^e millénaire. Pour certains auteurs, la métallurgie provençale "pourrait avoir été introduite par l'intermédiaire de la culture de Remedello ou de Rinaldone" (Barge-Mahieu, 1995, p.368 ; voir également Guilaïne, 1994 ; Strahm, 1991). Si les relations avec les groupes transalpins contemporains semblent moins prégnantes dans les processus de formation des groupes culturels provençaux de la fin du Néolithique, il existe néanmoins des indices d'échanges particulièrement intéressants dans le schéma de diffusion des techniques liées à la métallurgie : alènes et lame de poignard en cuivre de type Remedello dans le dolmen des Gavots à Orgon dans les Bouches-du-Rhône (Courtin et Sauzade, 1975 ; Sauzade, 1978) et, à nouveau, l'exportation de poignards et de lames en silex du Largue dans le nord de l'Italie (Renault, 1998).

Enfin, la question du rôle du Campaniforme doit être posée. Son apparition en Provence, pendant la phase terminale des groupes locaux, est en effet plus ou moins synchronique des transformations techniques observées. Par ailleurs, on reste toujours sur le constat fait par J. Courtin (1974) d'une attribution en grande majorité campaniforme pour les objets en cuivre découverts en Provence (D'Anna, 1995a ; Lemerrier, 1998). Le Campaniforme pourrait alors, au moins en Provence, être le vecteur de diffusion, sinon de la pratique métallurgique même, au moins, dans un premier temps, des connaissances techniques liées à celle-ci.

CONCLUSION

Dans un texte récent, C. Strahm (2002) propose un scénario pour l'introduction et la diffusion de la métallurgie en France. Les résultats de notre recherche

pourraient participer à la validation de ce scénario. Selon cet auteur, on peut distinguer trois étapes principales : “Dans un premier temps, ce sont les objets de prestige qui sont importés. Ensuite, on importe le savoir. Pour finir, l’expérience pratique se met en place”. C’est bien cette situation qui est documentée en Provence par les découvertes métalliques et les examens des techniques céramiques. Le stade 2a correspond à une phase de développement de la métallurgie dans les régions voisines (cf. Strahm, ce colloque, planche couleur I). Les groupes provençaux ont été en contact avec plusieurs cultures pratiquant la métallurgie, comme l’indiquent les parures et poignards en cuivre mis au jour, sans pour autant l’adopter immédiatement. Un transfert d’idées et de savoirs techniques se produit peu à peu et ses effets sont alors perceptibles dans la production céramique : dégraissant hétérogène globalement plus gros illustrant une recherche de terres réfractaires susceptibles de supporter des températures élevées utilisées en métallurgie. Ce n’est qu’après, à l’extrême fin du Néolithique final et au début de l’âge du Bronze, qu’une production métallurgique locale se développe.

Le Jura pourrait offrir un second exemple illustrant ce scénario. La production céramique du Néolithique

final type Chalain montre en effet une transformation, par rapport au style précédent de Clairvaux, interprétée comme une recherche de terres plus réfractaires (Pétrequin 1985-1986; Pétrequin *et al.*, 1987-1988). Comme en Provence, ces modifications technologiques surviennent alors que les groupes locaux sont depuis longtemps en contact plus ou moins étroit avec des populations pratiquant la métallurgie (Pfyn, Horgen, Ferrières, Fontbousse, Remedello, Rinaldone), mais avant l’adoption de cette technique qui pourrait être liée au Campaniforme (Guilaine *et al.*, 1988; Pétrequin 1988; Strahm 1991). L’hypothèse d’un transfert de connaissances, précédant et peut-être préparant l’adoption de la technique métallurgique, se voit renforcée par ce nouvel exemple.

Si cette lecture des faits matériels demande encore à être documentée, il nous semble avoir montré que la recherche sur les modalités d’introduction et de diffusion des techniques métallurgiques doit, comme l’affirmaient naguère A. Gallay et M.N. Lahouze (1976, p. 158-159) “porter son attention sur l’ensemble du “milieu technique” et notamment sur l’évolution des techniques potières”. ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMBERT P. (1998a) – *Métallurgie préhistorique, Métallurgie expérimentale, les fours, état de la question, perspectives de recherches*. In M.-C. Frère-Sautot – Paléométaballurgie des cuivres – Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18 oct. 1999, Montagnac, Monique Mergoïl, p.1-15.
- AMBERT P. (1998b) – *L’évolution de la métallurgie dans le Midi de la France*. In M.-C. Frère-Sautot – Paléométaballurgie des cuivres – Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18 oct. 1997, Montagnac, Monique Mergoïl, p. 67-70.
- AMBERT P., BARGE-MAHIEU H. (1991) – *Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault). Leur importance pour la métallurgie chalcolithique languedocienne*. In Découverte du métal, Paris, Picard, p. 259-227.
- AMBERT P., CAROZZA L. (1998) – *Origine(s) et développement de la première métallurgie française*. In B. Fritsch, M. Maute, I. Matuschick et al. - Tradition und Innovation. Prähistorische Archäologie als historische Wissenschaft. Festschrift für Christian Strahm, Rahden, Westfalia, Internationale Archäologie – Studia honoraria, 3. Marie Leidorf, p. 149-174.
- ARNAL G.-B. (1989) – *Céramique et céramologie du Néolithique de la France méditerranéenne*. Lodève, Centre de Recherches archéologiques du Haut-Languedoc, Mémoire, 5, 370p.
- ARNAL G.-B., DURRENMATH G., GRIL C. (1991) – L’analyse d’image, méthode de convergence archéométrique : technologie et datation relative, *Revue d’Archéométrie*, 15, p.103-115.
- ARNAL G.-B., GRIL C., LALANNE J.-F. (1987) – Caractérisation des céramiques préhistoriques par l’étude du dégraissant, *Revue d’Archéométrie*, 11, p. 53-61.
- BARGE-MAHIEU H. (1995) – *Les premiers objets métalliques du Chalcolithique provençal*. In R. Chenorkian – L’Homme méditerranéen, Aix-en-Provence, Université de Provence, p. 359-373.
- BRAUN P. (1982) – Radiographic Analysis of Temper in Ceramic Vessels : Goals and Initial Methods, *Journal of Field Archaeology*, 9, 2, p. 183-192.
- CAMPS G. avec la collaboration de VIGNE J.-D., CESARI J. et GAUTHIER A. (1988) – *Terrina et le Terrinien. Recherches sur le Chalcolithique de la Corse*. Rome, École française de Rome, 109, École française, 397 p.
- CAROZZA L. (1998) – *Analyse et interprétation des témoins de métallurgie Chalcolithique découverts dans l’habitat d’Al Claus (Tarn-et-Garonne)*. In M.-C. Frère-Sautot – Paléométaballurgie des cuivres – Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18 oct. 1997, Montagnac, Monique Mergoïl, p. 45-51.
- CARR C. (1990) – Advances in Ceramic Radiography and Analysis: Applications and Potentials, *Journal of archaeological Science*, 17, 1, p. 13-34.
- COLAS C. (1996) – Présence de céramiques à dégraissant osseux dans les régions de l’ouest de la France, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 93, 4, p. 534-542.
- CONSTANTIN C. (1986) – *La séquence des cultures dégraissées à l’os. Néolithique du Bassin parisien et du Hainaut*. In J.-P. Demoule et J. Guilaine – Le Néolithique de la France : hommage à Gérard Bailloud, Paris, Picard, p. 113-127.
- CONSTANTIN C., COURTOIS L. (1976) – *Utilisation de l’os comme dégraissant dans certaines poteries néolithiques*. In 16th International Symposium on Archaeometry and Archaeological Prospection, Edinburgh, p. 211-220.
- CONVERTINI F. (1996) – *Production et signification de la céramique campaniforme à la fin du 3^e millénaire av. J.C. dans le Sud et le Centre-Ouest de la France et en Suisse occidentale*. Oxford, British archaeological Reports – International Series, 656, Tempvs reparatvm, 372 p.
- COURTIN J. (1974) – *Le Néolithique de la Provence*, Mémoire, 11, Paris, Klincksieck/Société préhistorique française, 360 p.
- COURTIN J., SAUZADE G. (1975) – Un poignard de type Remedello en Provence. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 72, p. 184-190.
- D’ANNA A. (1995a) – *Le Néolithique final en Provence*. In J.-L. Voruz – Chronologies néolithiques. De 6000 à 2000 avant notre ère dans le bassin rhodanien, Documents du Département d’Anthropologie et d’Écologie de l’Université de Genève, Ambérieu-en-Bugey, Société préhistorique rhodanienne, p. 265-286.

- D'ANNA A. (1995b) – *La fin du Néolithique dans le sud-est de la France*, In R. Chenorkian – L'Homme méditerranéen, Aix-en-Provence, Université de Provence, p. 299-334.
- D'ANNA A. (1999) – *Le Néolithique final en Provence*, In J. Vaquer – Le Néolithique du Nord-Ouest méditerranéen, actes du XXIV^e Congrès préhistorique de France – Carcassonne 26-30 septembre 1994, Paris, Société préhistorique française, p. 147-159.
- DURRENMATH G. (1990) – Étude du dégraissant de la céramique préhistorique par analyse d'image – application au matériel de Bize, Teyran, Oulen (Languedoc), *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, 33, p. 47-70.
- DURRENMATH G. (1998) – Contraintes, typologies, cultures. Abord quantitatif du dégraissant de céramiques du Néolithique final de Provence, In A. D'Anna et D. Binder – Production et identité culturelle, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, 2, Arles, 1996, Antibes, APDCA, p. 187-202.
- DURRENMATH G. (2001) – *Étude quantitative du dégraissant de céramiques préhistoriques de Provence par analyse d'images. Essai de différenciation typologique, culturelle et chronologique*, Thèse de Doctorat sous la direction de R. Chenorkian, Aix-en-Provence, Université de Provence/ESEP, 2001, 2 volumes (310 p. et 250 p.).
- GALLAY A., LAHOUE M.-N. (1976) – Pour une préhistoire de la métallurgie (Europe, Proche-Orient), *Archives suisses d'Anthropologie générale*, 40, 2, p. 137-200.
- GUILAINE J. (1994) – *La Mer partagée : la Méditerranée avant l'écriture 7000-2000 avant Jésus-Christ*, Paris, Hachette, 455 p.
- GUILAINE J., BLANCHET J.-C., L'HELGOUACH J., PÉTREQUIN P., ROUSSOT-LAROQUE J. (1988) – Le Chalcolithique en France, *Rassegna di Archeologia*, 7, p. 211-253.
- GUTHERZ X. (1990) – *Ferrières et Fontbouisse. Histoire et devenir de deux concepts*, In J. Guilaine et X. Gutherz – *Autour de Jean Arnal. Recherches sur les Premières Communautés Paysannes en Méditerranée occidentale*, Montpellier, Laboratoire de Paléobotanique – Université des Sciences et techniques du Languedoc, p. 233-250.
- LEMERCIER O. (1998) – Phénomène, culture et tradition : statuts et rôles du Campaniforme au III^e millénaire dans le Sud-Est de la France, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 95, 3, p. 365-382.
- LEROI-GOURHAN A. (1943) – *Évolution et techniques – L'homme et la matière*, Paris, Albin Michel.
- LEROI-GOURHAN A. (1945) – *Évolution et techniques – Milieu et technique*, Paris, Albin Michel.
- MILLE B., BOURGARIT D. (1998) – *Du minerai de cuivre sulfuré traité dès le Chalcolithique : les exemples de Cabrières (Hérault) et Al Claus (Tarn-et-Garonne)*, In M.-C. Frère-Sautot – Paléoméallurgie des cuivres – Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18 oct. 1997, Montagnac, Monique Mergoïl, p. 27-36.
- PÉTREQUIN A.-M. PÉTREQUIN P. (1988) – *Le Néolithique des lacs. Préhistoire des lacs de Chalain et de Clairvaux (4000-2000 av. J.-C.)*, Paris, Collection des Hespérides, Éditions Errance, 285 p.
- PÉTREQUIN P. (1985-1986) – *Du Néolithique moyen au Néolithique final dans le Jura méridional : L'évolution de la céramique*, In M.-J. Roulière-Lambert – Première Céramique, Premier Métal du Néolithique à l'âge du bronze dans le domaine circum-alpin. Octobre 1985 – Mars 1986, Lons-le-Saunier, Musée municipal, p. 129-145.
- PÉTREQUIN P., CHASTEL J., GILIGNY F., PÉTREQUIN A.-M., SAINTOT S. (1987-1988) – Réinterprétation de la civilisation Saône-Rhône. Une approche des tendances culturelles du Néolithique final, *Gallia Préhistoire*, 10, p. 1-89.
- RENAULT S. (1998) – *Économie de la matière première. L'exemple de la production au Néolithique final en Provence de grandes lames en silex oligocène du bassin de Forcalquier (Alpes-de-Hautes-Provence)*, In A. D'Anna et D. Binder – Production et identité culturelle. Rencontres méridionales de Préhistoire récente, 2, Arles, 1996, Antibes, APDCA, p. 145-162.
- SAUZADE G. (1978) – *Les sépultures du Vaucluse du Néolithique à l'âge du Bronze*, Thèse de Doctorat de 3^e cycle, Université de Provence – Aix-Marseille 2, 309 p.
- STRAHM C. (1991) – L'introduction de la métallurgie en Europe Centrale, In Le Chalcolithique en Languedoc : ses relations extrarégionales, Saint-Mathieu-de-Trévières 1990. *Archéologie en Languedoc* – Colloque international Hommage à Jean Arnal, Soubès, Fédération archéologique de l'Hérault, p. 15-26.
- STRAHM C. (2002) – *L'introduction et la diffusion de la métallurgie en France*, In La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes. Colloque international, Carcassonne 28-30 septembre 2002, résumé des communications.

Gilles DURRENMATH

Maison méditerranéenne des Sciences de
l'Homme, UMR 6636 du CNRS,
BP 647, 5, rue du château de l'Horloge,
F-13094, AIX-EN-PROVENCE Cedex 2

Première métallurgie du Sud-Ouest Atlantique de la France

Julia ROUSSOT-LARROQUE

Résumé

Au Néolithique final, l'Artenacien a des perles et menus objets de cuivre venus probablement du Midi. Les haches plates, poignards à languette, pointes de Palmela, étrangers à l'Artenacien, appartiendraient pro parte au Campaniforme. Plus abondants près de l'Atlantique, de la Bretagne à la Gironde, ils sont souvent en cuivre à arsenic et nickel. L'antériorité des cuivres de l'Artenacien n'est pas certaine : cette culture a duré longtemps et, selon certains auteurs, le métal n'y apparaîtrait qu'à une phase récente influencée par le Campaniforme. L'abondance du métal en zone atlantique pose le problème des relations (exploiteur/exploité?) avec les régions minières.

Abstract

The South Western and Central Western regions of France are practically devoid of copper sources. Nevertheless, they were provided with a range of copper implements, sometimes in amounts unparalleled in the hinterland. Thanks to the interest of the late Jacques Briard for the palaeometallurgy of Atlantic France, a range of metal implements have been analysed by J.-R. Bourhis in Rennes. The nearest and earliest known ore deposits were located in the Midi (Cabrières and adjacent regions). Recent advances suggest that other mining and metallurgical activities could be traced back as early as the Late Neolithic in the Baskian mountain valley of Aldudes, Western Pyrenees. Connections with these two main copper sources were probably favoured by the intensification of pastoralism in the late IVth/early IIIth millennium BC. Between the Late Neolithic communities an exchange network provided flint, fine-grained stones for axes and, among other items, a few metal trinkets, most often hammered copper beads. Several such beads, plus awls and small plates have been recovered from Artenacian contexts. The Artenacian has had a long duration, from the 32th to the 22th century BC at least. The metal used, rich in antimony and silver, is similar to the copper exploited in the mining areas of the French Midi, especially Cabrières. Were the Artenacians the first metallurgists of this region, as it has been assumed sometimes? It is not wholly indisputable. First, the small trinkets from some Artenacian contexts may as well have been imported as finished objects, and not locally worked. On another hand, it is not at all certain that these metal implements were the earliest in the region. After C. Burnez and coll. (1995), late Artenacian should overlap the first phases of the Early Bronze Age (Artenacian "phase 2b"). Beads and other copper items should pertain to this "phase 2b". But in fact, there is no general agreement for this interpretation. The Artenacians may have survived longer in some inland parts of Aquitaine, including the South of the Charente and the North of the Dordogne. Indeed, most of the latest ¹⁴C datations for this culture are from inland sites. Nearer to the Atlantic, the

situation is not so clear. It seems that the *Artenacian* did not survive long after the appearance of *Bell Beakers*. One must take into account the difficulties arising from the strong irregularities of calibration curve for this timespan, making illusory any precise chronology. Anyway, the ^{14}C datations for *Bell Beakers* in this region fall right into the same period, so that if the *Artenacian* copper implements really belong to its late phase, they cannot be the earliest, but they must be contemporary to the *Bell Beaker* metal package, or even a little later. As a matter of fact, C. Burnez and coll. claim for *Beaker* influences in the latest *Artenacian* ceramic style. But it seems difficult to imagine that the *Artenacians* could have been so conservative as to accept Late Neolithic copper items from the *Midi* at a time when *Cabrières* was declining while new metal compositions and new types of metal objects were currently accepted in the neighbouring regions. The *Bell Beaker* metal assemblage differs from the *Artenacian* one both by the artefact types and the pattern of impurities in the metal. In this region the first appearance of *Bell Beakers* (maritime type) has been assigned to the 25th/24th century BC and *Bell Beaker* traditions may extend to c. 2200-2000 BC. Flat tanged daggers, probably flat axes, and *Palmela* points are the most outstanding new copper implements. The daggers all belong to the "Western" type. Six out of dozen have been carefully hammered and their edges sharpened. As a matter of fact, they all come from burial contexts. The others, from non-burial contexts, have been left as-cast. The impurity pattern shows a range of variations but as a whole arsenic is dominant (1,4 %) with nickel (0,36 %). Only two daggers contain antimony in substantial amounts. The arsenic-nickel copper is not unlike the metal used for *Beaker* daggers in a large part of Atlantic Europe. It probably reflects an intentional selection by metallurgists aware of its intrinsic qualities. Does that imply a shift from the old mining areas of the *Midi* in favour of new producing regions, such as the Western Pyrenees for instance? Paul Ambert argues that a similar arsenic-nickel rich copper could be extracted using a low reduction process (in *vasos-hornos* for instance) out of selected *tennantite* ore from *Cabrières*. Such a processing should allow for the subsisting antimony rates in some copper daggers. But how could we decide if the miners and mineralurgists of *Cabrières* could and would select the *tennantite* from the *tetrahedrite* out of the ore? Anyway, in North Western Iberia, some *Beaker* daggers from the Basque country show similar antimony rates. Flat axes are fairly numerous in Central and South Western France. On the whole, the maximum densities are found in Atlantic France, from Brittany to the *Médoc*. With 126 items at least from the *Aquitaine*, 153 including the *Charentes*, flat axes are the most numerous and heaviest copper implements in the whole region. Most often, they have been cast probably in sand or sandy clay moulds. Some "siblings" testify the use of the same (perishable or metal?) matrix. On one occasion, such siblings travelled on 150-200 km from the *Médoc* to the *Charente et Vendée*. Unluckily, flat axes most often lack precise contexts for they most often come from isolated finds or hoards of similar objects. Against this large South Western/Central Western group, a seemingly less dense Southern group extends from the *Aude* valley to the *Toulouse* region, including the mining areas of *Languedoc*. Being a simple form, flat axes may have had a long duration without important alterations. On typological grounds, different classes may be defined: class I axes, usually small and triangular shaped, with a pointed or ogival butt; class II axes, short and wide; class III axes, trapezoidal with a straight thin butt, a neat quadrangular cross-section and often a slightly expanded cutting-edge. Some correlations may appear between the type of copper used and the axe morphology, but more analyses should be needed. For instance, the only two analysed class I axes are conspicuously rich in silver (3 and 2 %) and antimony (0,50 and 0,15 %). Again, two class II siblings show similarly high silver (4 to 6 %) and antimony (1,5 and 2 %), and low arsenic. One could think of *Cabrières* copper (or similar ores) and maybe of an early date. On the other hand, class III axes (or at least the few analysed axes from this class) contain more arsenic and nickel. Similar axes having been regularly assigned to

the Bell Beakers after the Trentemoult 'hoard' near Nantes (6 axes and a Palmela point), one could find a confirmation in the impurity pattern. But of course one must avoid surinterpretations. Anyway, many axes could not be strictly classified, and as many are still waiting for analyses. Palmela points are for more numerous in France than previously held (sixty or so). The maximum density (twenty or more) is found in the South Western Atlantic France, especially Gironde: 19 Palmelas, of which 17 from the Médoc, most often from the coastal zone. They have been generally assigned to a Bell Beaker tradition, possibly overlapping with the beginning of the Early Bronze Age. But recent finds point to a slightly earlier period, since a Palmela point was associated with maritime Beakers at Mourral-Millegrand (Aude) for example. No clear association with Beaker material has been observed yet in our region. As for the tanged daggers, some are as-casts. As a whole, the Palmelas in Gironde are slightly smaller than their counterparts from Iberia. Most of them fall into the A type of Delibes (1977) allegedly the earliest. Among the 17 analysed Palmelas, a majority was made of copper containing arsenic (0,49 %) and nickel (0,20 %) with antimony as a third component (0,18). These mean values compare pretty well with the impurities pattern for tanged daggers, but with a lower arsenic. In fact, there is a large range of variation, even inside the series of 6 Palmelas from Montalivet beach, a probable hoard. From the same point of the coast and probably associated with the Palmelas, several hundreds of thin flat copper implements have been recovered from Montalivet beach. Their shape, with long parallel sides and an expanded "cutting-edge" is reminiscent of a stylised axe form. The best – though not totally similar – pieces of comparison for those non-fonctional "axes" – have been found in Tessin and North Italy (Cresciano and S. Fiorano hoards). They have been attributed to the Early Bronze Age IA. Up to now, we have studied 238 "axes" from Montalivet, 31 of which have been analysed by J.-R. Bourhis. None is exactly similar to the others, and the pattern of impurity also shows a large range of individual variations. This degree of inhomogeneity, among this cluster of implements probably from a same workshop and even from a same casting operation, raises several questions on the validity of the usual interpretations of the informations gained from the analyses, and the eventuality of multiple segregations inside the molded copper. So, about the first metallurgy in Central West and South West Atlantic regions of France, many questions remain open. If the first metallurgists were not the Artenacians, who were they? The next candidate could be the Beaker people, even if up to now the evidence is still rather slight. No third candidate has been found in this region, never occupied by the cultural groups known in the French Midi. Early Bronze Age communities should be excluded because of the early regional acceptance of new types of implements, such as halberds, low flanged axes, riveted daggers and so on. Another question is about the considerable amount of copper acquired and retained by the local communities. Even if it may have been accumulated over a long time, such quantity must not be overlooked. Hundreds of flat axes in the Atlantic France, devoided of copper ore, mean much more metal than thousands of beads in the Midi. If the Beaker people, or any other player, were not the direct exploiters of the mines – such an eventuality has been excluded by Ambert for Cabrières – did they exploit the miners themselves? Or did they take the benefit of their relations in other parts of Atlantic Europe, such as Iberia or the British Isles, richly endowed with copper ores?

INTRODUCTION

Bassin sédimentaire pour sa plus grande part, l'Aquitaine est dépourvue de gîtes cuprifères mais, à sa périphérie, plusieurs secteurs auraient pu alimenter la

métallurgie locale du cuivre : Cabrières et peut-être des sources potentielles plus proches, aux marges sud du Massif central : Tarn, Aveyron, Tarn-et-Garonne (Servelle et Servelle, 1991 ; Ambert et coll., 1996 ; Ambert, 1999). L'intensification du pastoralisme au Néolithique final, le long des *drailles* menant vers les Grands

Causses, a dû jouer son rôle dans la diffusion des objets de métal dans le Sud-Ouest de la France (Roussot-Larroque, 1984). Les potentialités des Pyrénées occidentales, de la montagne basque en particulier, déjà envisagées (Roussot-Larroque, 1987), sont en passe de se confirmer. Dans la haute vallée des Aldudes, des analyses polliniques et géochimiques (isotopes du plomb), assorties de datations radiocarbone, feraient remonter au Néolithique final les premières phases d'exploitation minière et/ou métallurgique (Galop *et al.*, 2001). Là aussi, l'intensification des pratiques pastorales en milieu montagnard a dû faciliter les contacts transpyrénéens, la circulation des objets métalliques et la transmission des savoirs techniques, comme celle de l'idéologie qui s'y attache. Enfin, on n'oubliera pas les ressources cuprifères, peut-être plus limitées ou ponctuelles, mais surtout peu étudiées jusqu'ici, que pouvaient offrir le Limousin et ses marges charentaise et périgourdine (sur des occurrences de cuivre gris signalées jadis dans la bande des grès de Thiviers, voir Roussot-Larroque, 1987). Enfin, la possibilité d'approvisionnements plus lointains, de la péninsule Ibérique ou des îles Britanniques et de l'Irlande, demeure à l'arrière-plan de beaucoup de travaux antérieurs.

Dès le Néolithique final, les communautés arteniennes du Centre-Ouest et du Sud-Ouest de la France ont pris part à un réseau d'échanges actif, leur ouvrant l'accès à des matériaux lithiques ou des objets de parure venus parfois de plusieurs centaines de kilomètres. Par ce même réseau ont dû transiter leurs premiers objets métalliques, encore peu nombreux. Mais aucun des poignards à languette, pointes de Palmela et surtout haches plates, qui forment – et de loin – la plus importante arrivée de cuivre dans toute cette zone n'est à ce jour connu en contexte arteniennien. Les deux premiers types au moins, poignards et Palmelas, appartiennent très vraisemblablement au Campaniforme. Des Pyrénées occidentales au littoral du Médoc, le Campaniforme maritime apparaît de bonne heure, autour du 25^e-24^e siècle avant J.-C., dates parallèles et non pas substantiellement postérieures à son apparition aux Pays-Bas (Lanting et van der Plicht, 1999-2000). Par la suite, l'influence campaniforme continue à s'exercer dans le Sud-Ouest atlantique, soit indépendamment, soit parfois en symbiose avec l'Arteniennien, selon les secteurs. Aucun autre groupe culturel reconnu ne peut actuellement revendiquer une troisième place dans la région concernée. Pour les haches plates, dont les associations avec le Campaniforme demeurent à ce jour anecdotiques en France, le problème de l'attribution culturelle et chronologique reste posé.

RÉPARTITION SPATIALE ET CONTEXTES CHRONO-CULTURELS

La répartition spatiale, indicatrice des structures de production/acquisition ?

Dans le Centre-Ouest et le Sud-Ouest de la France, la répartition des objets de cuivre, tous types confondus – parures, haches plates, poignards à

languette ou pointes de Palmela – ne coïncide pas du tout avec la géographie des zones cuprifères. Ainsi, les Pyrénées-Atlantiques, malgré leurs secteurs miniers potentiels et leurs possibles indices de métallurgie précoce, n'ont livré que 5 ou 6 haches plates au maximum et de rares petits objets de cuivre d'obédience campaniforme, alènes ou petites lames, comme à Aus-surucq, Ithé. La Gironde au contraire, pourtant dépourvue de cuivre, occupe en Aquitaine le tout premier rang, avec, à ce jour, 84 haches plates, 6 poignards à languette, 19 pointes de Palmela et un minimum de 238 “hachettes” – simulacres. Plus proches des sources de cuivre, les régions intermédiaires n'en ont pas tiré bénéfice : 6 haches plates seulement et un poignard à languette en Lot-et-Garonne, 14 haches plates dans les Landes dont 9 “simulacres”. La répartition des objets de cuivre en Aquitaine s'écarte donc du modèle simple des échanges de proximité, du type *down the line*. Cette discordance est flagrante entre l'implantation des sources cuprifères (connues ou supposées) et la zone d'accumulation finale des produits. Cela suggère que les structures de production et d'acquisition avaient dépassé le niveau d'un artisanat domestique, limité aux besoins d'un petit groupe local. On pourrait envisager un système plus développé d'exploitation de la ressource et d'organisation du réseau de distribution, et des mécanismes d'échange plus complexes. Dès le début de l'âge des Métaux apparaît ici l'un des caractères qui, plus tard, vont fortement marquer le Bronze moyen régional.

S'en tenir à cette approche globale serait évidemment réducteur ; la dimension chronologique et culturelle doit aussi intervenir : les divers types d'objets ne doivent pas être tous synchrones et n'ont pas connu une longévité comparable. Ainsi, les poignards plats à languette sont culturellement plus marqués et relativement mieux cernés dans le temps que des types à plus longue durée de vie, comme les haches plates. Ces dernières, apparues probablement de bonne heure, finiront par être fabriquées en bronze d'étain, sans grande évolution morphologique par ailleurs. Or, d'après les dates ¹⁴C, entre le début du Néolithique final et les premières étapes du Bronze ancien, où le cuivre fait encore prime, une longue période se serait écoulée, de l'ordre du millénaire, entre les dates extrêmes du 32^e (?) et du 22^e siècle avant J.-C. Malheureusement, cette tranche chronologique souffre d'incertitudes dues à des irrégularités considérables de la production du ¹⁴C. Entre 2750 et 2350 avant J.-C., la courbe de calibration est affectée d'un plateau qui rend illusoire toute tentative de périodisation interne précise.

Les contextes chronologiques et culturels

Dans cette région, aucune trouvaille métallique ne peut actuellement se prévaloir d'une haute antiquité. Des tentatives pour paralléliser les perles olivaires et la plaque en or de Pauilhac (Gers) avec la très vieille métallurgie de Varna ont échoué ; les travaux de Jacques Pélegrin ont établi que les grandes lames associées, en silex de la vallée du Largue, sont le produit d'une technique particulière mise au point dans cette

région au Néolithique récent/final (Roussot-Larroque, 1998). Dans le Centre-Ouest et le Nord de l'Aquitaine, on ne connaît aucun objet métallique du Néolithique ancien ou moyen, et aucun n'a été mis au jour lors de récentes fouilles de grande ampleur dans des sites à fossés du Néolithique récent, Matignons et Peu-Richard. Le premier métal n'apparaît qu'avec le Néolithique final, Artenacien et Campaniforme.

Pour l'Artenacien, la plupart des objets sûrement associés, peu nombreux et peu volumineux, ont été découverts dans le Centre-Ouest : ce sont surtout de petits objets, perles et annelets de cuivre ou plaques irrégulières, sur lesquels des analyses et des études métallographiques encore inédites devraient apporter d'utiles renseignements. Vis-à-vis du Campaniforme, les différences portent sur deux points essentiels :

- par les types d'artefacts représentés, le répertoire métallique des Artenaciens contraste avec celui des Campaniformes, quelles que soient par ailleurs l'origine du métal et la forme sous laquelle ces objets leur sont parvenus ;
- les types de cuivre utilisés n'ont pas exactement la même composition au regard des impuretés.

Sur ces deux points, l'Artenacien semblerait plus proche des groupes du Néolithique final du Midi de la France. Dans le Midi français, les perles et menus objets de parure, et les alènes sont les objets métalliques les plus nombreux au Néolithique final (Sangmeister, 1971) ; ce n'est pas le cas dans la zone atlantique, de la Bretagne à l'Aquitaine, en particulier dans le Campaniforme. D'autre part, parmi les objets découverts en contexte artenacien dominant des cuivres à antimoine et argent, ou plomb, antimoine, argent et nickel, qui évoquent les premiers centres métallurgiques de la bordure sud du Massif central, Haut Languedoc, Grands Causses, Rouergue... ou d'autres sources très localisées dont la production a pu être fort limitée. Par ces compositions, ils se séparent d'une bonne partie des autres types d'objets de cuivre de la région où l'arsenic, seul ou avec le nickel, domine les autres impuretés, caractère souvent considéré comme typiquement "atlantique". Peut-on envisager un schéma dichotomique ? On aurait, d'un côté, une première étape de la métallurgie, attribuée à l'Artenacien, culturellement influencée par le Néolithique final du Midi d'après son répertoire de parures et petits objets métalliques, et tout naturellement tributaire des mêmes sources de cuivre à antimoine/argent. De l'autre côté se dessinerait un ensemble plutôt solidaire des communautés atlantiques d'Europe occidentale (*Breton-Dutch group* de Butler et van der Waals), à la fois pour les types dominants d'objets métalliques et pour la composition du cuivre utilisé, et représentant une étape plus récente de la métallurgie. Ce second ensemble se rattacherait plus ou moins étroitement au Campaniforme, ou à la tradition campaniforme.

La situation réelle n'est pas aussi simple et tranchée. D'une part, pour un corpus très limité comme celui de l'Artenacien, il faut éviter le danger de surinterprétation. D'autre part, l'image que renvoient les

valeurs moyennes ou les graphes est forcément globale, donc réductrice. Dans le détail, même à l'intérieur d'une catégorie donnée d'objets, les compositions sont rarement constantes, comme le montre le calcul des écarts-types. Cette variabilité est frappante, en particulier, pour les Palmelas ou les haches plates, mais un exemple la souligne plus encore, celui des hachettes "simulacres" de Montalivet, comme on le verra plus loin. Dans ce groupe d'objets, vraisemblablement issus d'un même stock de métal et d'une même coulée, l'instabilité des compositions pourrait avoir d'autres causes que la seule origine du cuivre, par exemple des phénomènes de ségrégation multiples. Un autre facteur est à considérer. L'usage de cuivres différents refléterait avant tout un choix lié à des considérations techniques. Avertis des propriétés spécifiques des divers groupes de cuivre et connaissant leurs réactions différentes selon les techniques de travail appliquées, les métallurgistes auraient sélectionné le métal le mieux approprié au type d'objet qu'ils désiraient produire. En Europe centrale, par exemple, les perles sont rarement faites en cuivre arsénié, mais ce dernier est utilisé de préférence pour forger des lames de poignards (Ottaway, 1982). Sans doute avait-on déjà reconnu ses qualités de dureté et sa résistance à la fissuration lors des opérations de forgeage à froid.

L'utilisation préférentielle de tel ou tel type de cuivre suppose-t-elle nécessairement un changement de fournisseur, le recours à des bassins de ressources différents, et la réorganisation fondamentale des circuits de distribution ? À notre avis, le Bronze ancien a dû connaître une mutation de cette ampleur. Se serait-elle amorcée plus tôt ? On manque actuellement d'indications en ce sens. Paul Ambert, en 2001, a suggéré qu'un même district minier pourrait avoir fourni à la fois des cuivres à antimoine-argent peu arséniés et des cuivres arséniés, selon le minerai et les processus métallurgiques mis en oeuvre. Dans le district de Cabrières, par exemple, en utilisant la tennantite plutôt que la tétraédrite, et en employant la technique non-réductrice des vases-fours, on obtiendrait du cuivre arsénié.

Si les Artenaciens disposaient d'objets métalliques en petit nombre, cela implique-t-il une métallurgie locale ? Et si oui, à quel niveau de la chaîne opératoire ? Mise en forme à partir de demi-produits, comme les plaques parfois recueillies en contexte ? Métallurgie d'affinage et de refonte ? Extraction ? La question peut se poser, du moins pour des régions à forte présence artenacienne et disposant aussi d'indices de cuivre, comme le Limousin et peut-être les marges orientales du Périgord et du Quercy. Mais, dans l'état actuel des recherches, les témoins d'activité métallurgique font défaut en milieu artenacien. Il est possible que les Artenaciens aient eux-mêmes réalisé certains de leurs petits objets de parure, comme les perles, par un martelage soigneux, mais ils pourraient aussi les avoir obtenus de l'extérieur par échange, sous forme de produits finis.

Quelle est, d'autre part, la position de ces témoins métalliques dans la chronologie interne de l'Artenacien ? Si les débuts de cette culture appartiennent incontestablement au Néolithique final, avant

l'apparition du Campaniforme, elle évolue ensuite pendant un temps difficile à préciser, et objet d'évaluations divergentes. Si l'on écarte de rares dates trop visiblement déviantes ou d'attribution douteuse, le gros des datations ^{14}C situe l'Artenacien entre les dates extrêmes 32^e/22^e siècle avant J.-C. Mais sur ces dates, on l'a dit, pèse malheureusement l'hypothèque d'une courbe de calibration particulièrement défavorable. Dans sa proposition de périodisation de l'Artenacien, C. Burnez envisage que la phase la plus récente, après avoir intégré des influences campaniformes, "puisse occuper la place d'une phase initiale du Bronze ancien" (Burnez, 1995, p. 474). Les rares témoins métalliques en contexte appartiendraient à cette phase 2b, la plus récente. À ce stade, la priorité des cuivres arténaciens par rapport à la métallurgie campaniforme n'est nullement établie. En effet, les datations du Campaniforme d'Aquitaine s'insèrent, non pas à la suite, mais au beau milieu de la séquence arténacienne, dans la tranche 2600/2400 avant J.-C. (Pyrénées-Atlantiques : Artix, tumulus T1 : 4170 ± 80 BP; Aus-surucq, Ithé, Pyrénées-Atlantiques, 4000 ± 110 BP; Gironde : Grayan, La Lède du Gulp, 4080 ± 40 BP; 3995 ± 45 BP; 3990 ± 90 BP).

Ce schéma chronologique d'un Artenac évolué, synchrone de la première étape du Bronze ancien et pénétré d'influences campaniformes, voire plus tardives (vases à décor plastique de Diconche; Burnez et Fouéré, 1999), n'est pas unanimement accepté. Dans le cadre de cet article, on ne saurait aborder dans toute sa complexité la question des relations Artenac/Campaniforme. Pourtant, elle peut être lourde de conséquences pour la position, anté-campaniforme ou non, de la première métallurgie du cuivre dans le Sud-Ouest de la France. Un peu partout on s'interroge sur les relations du Campaniforme avec les cultures régionales du Néolithique final auxquelles il s'est surimposé. C'est en particulier le cas dans le Midi de la France à propos des relations entre la culture de Fontbouisse et le Campaniforme : y a-t-il eu symbiose ? hybridation ? ou autonomie du Campaniforme et développement séparé ? Comme ici, l'essentiel des discussions s'appuie sur des traits stylistiques du décor céramique. Or, dans le cas des rapports Artenac/Campaniforme, certains traits suggèrent en effet des parentés ou des influences dans le style céramique, mais ils n'imposent pas le sens des influences (Roussot-Larroque, 1990). De plus, selon qu'on envisage la zone littorale ou l'hinterland (Charente et Nord Périgord) l'évolution paraît suivre des voies divergentes. Près de l'Atlantique, l'Artenacien n'aurait guère survécu à l'apparition du Campaniforme maritime. Ainsi, à la Lède du Gulp, les niveaux campaniformes, dont les dates ont été rappelées plus haut, surmontent sans mélange le niveau arténacien. Au Campaniforme succède une phase plutôt ancienne du Bronze ancien, avec un très petit poignard à coches d'emmanchement, en cuivre très pur, et une céramique innovante, sans référence explicite à des traditions régionales. Vers l'intérieur au contraire, en Charente (Challignac) et dans le Nord de la Dordogne (Douchapt, Saint-Méard-de-Dronne), l'Artenacien a pu se survivre plus

longtemps; de là provient le gros des dates les plus récentes pour cette culture, jusqu'à 3860 ± 20 BP (le Gros Bost) ou 3830 ± 100 BP (Mouthiers-sur-Boême), dates évidemment parallèles à une phase évoluée du Campaniforme, ou déjà à un Bronze ancien. Dans ces contextes, les éléments de possible inspiration campaniforme sont d'ailleurs d'un style tardif, comme l'est aussi telle coupelle à décor de bandes radiales de Diconche à Saintes (Burnez et Fouéré, 1999).

Pourtant, dans le Centre-Ouest comme en Aquitaine, les premières étapes du Bronze ancien voient apparaître de nouveaux types d'objets métalliques, étrangers au package arténacien du Néolithique final : hallebardes, poignards à lame plate et trous de rivets, peut-être aussi les pointes de Palmela (si elles ne sont pas apparues plus tôt), avec sans doute encore des haches plates, mais aussi des haches à légers rebords, en cuivre ou déjà en bronze. Qu'à l'orée du Bronze ancien la métallurgie de l'Artenacien s'en soit tenue à un répertoire archaïsant, inspiré des groupes culturels du Néolithique final méridional, cela manifesterait un conservatisme surprenant, un refus délibéré d'innovations bien acceptées par ailleurs dans la région. Quoi qu'il en soit, rien ne permet d'affirmer pour le moment, ni la fabrication sur place de la bimbeloterie métallique arténacienne, ni sa priorité absolue par rapport aux autres objets de cuivre du contexte régional.

LES HACHES PLATES : PREMIERS OBJETS LOURDS EN CUIVRE

Dans ce contexte se pose évidemment la question des haches plates. Ces "objets lourds" sont relativement nombreux en France près de la côte atlantique, et les trouvailles se raréfient sensiblement quand on s'en éloigne. Même en zone littorale, la densité est inégale selon les secteurs. Elles sont fréquentes en Bretagne (environ 200). Le maximum se situe dans le Finistère (74 haches plates) contre 26 dans le Morbihan et 24 en Loire-Atlantique (Briard, 1985b). Une autre zone de concentration est la Vendée (au moins 70). La Charente-Maritime (12 haches plates répertoriées) comme la Charente (15 haches) sont moins bien pourvues. Mais la Gironde, longtemps méconnue, se trouve aujourd'hui largement au niveau du Finistère ou de la Vendée, avec 84 haches plates (chiffre minimum). Le nombre des trouvailles tombe à 18 en Dordogne, 14 dans les Landes, 6 en Lot-et-Garonne et 4 ou 5 dans les Pyrénées-Atlantiques, soit un minimum de 126 haches pour l'ensemble de l'Aquitaine, 153 avec les Charentes. L'ensemble forme un groupe centre et sud-atlantique, clairement solidaire de l'ensemble breton-vendéen. À cet ensemble se confronte un autre groupe, méridional celui-là. Centré sur le Languedoc occidental, il s'étend des Pyrénées-Orientales au Toulousain, mais avec seulement 70 haches pour l'ensemble de cette vaste région (Vaquer, 1997). En position intermédiaire entre ces deux groupes, le Gers, avec ses 38 haches (mais beaucoup de trouvailles anciennes non confirmées; Cantet, 1991) constitue peut-être un prolongement gascon du groupe occidental. Bien que

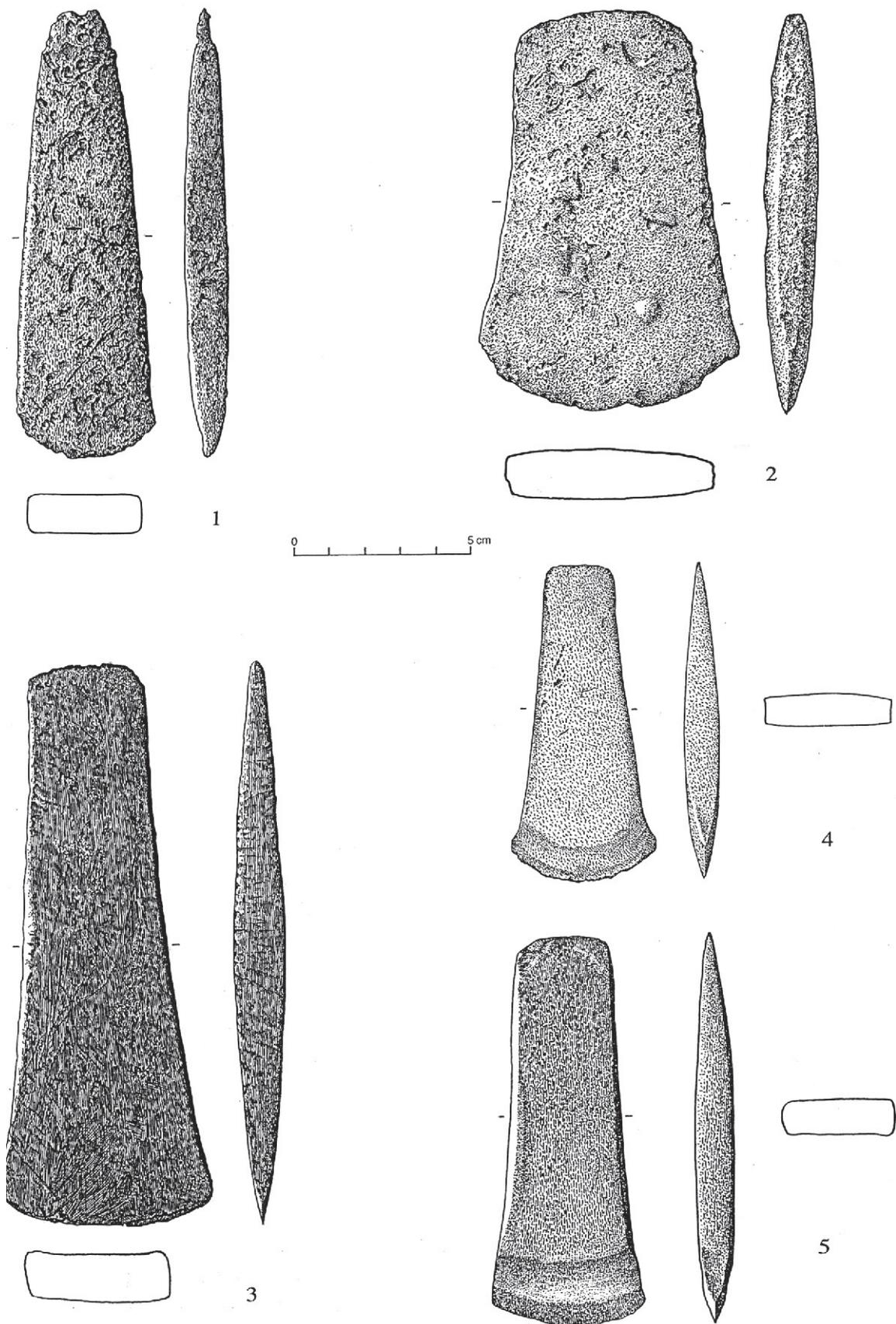


Fig. 1 – Haches plates du Sud-Ouest de la France. 1 : Boulazac "Suchet" (Dordogne); 2 : Saint-Capraise-d'Eymet (Dordogne); 3 : Vensac "Arrestieux" (Gironde); 4 : Saint-Émilion "Rouilledinat" (Gironde); 5 : Montcaret (Dordogne).

l'ensemble méridional englobe la zone des premières exploitations minières et métallurgiques du Sud de la France, il n'atteint donc pas la richesse des Pays d'Ouest. Comment interpréter l'existence de ces deux domaines géographiquement séparés ? Correspondent-ils à deux sources de cuivre différentes (ou plus largement à deux bassins d'approvisionnement différents) ? Y-a-t-il eu des interférences, voire une concurrence entre deux sources de cuivre ? Représentent-ils un clivage culturel ? Sont-ils strictement contemporains ? Les éléments de réponse sont peu nombreux et souvent décevants, qu'il s'agisse des contextes ou des résultats de l'analyse typologique.

Les contextes

En Aquitaine comme presque partout, on ne connaît pour l'essentiel que des trouvailles isolées ou des dépôts composés uniquement de haches plates et les bien rares associations sont souvent peu éclairantes. Des trouvailles ont eu lieu sur, ou à proximité de sites à occupations multiples. La hache plate de la Lède du Gulp à Grayan (Gironde) aurait pu faire exception, mais après l'arrêt inopiné de la fouille, elle a été ramassée au pied de la coupe par un promeneur. Sa couleur noire suggère qu'elle peut provenir d'un des niveaux d'occupation campaniformes, et une pointe de Palmela, noire aussi, a été recueillie dans les mêmes conditions. Parmi les associations présumées, on signalera encore les haches plates et le poignard à languette trouvés dans le même Champ de la Barre à La Chapelle-Achard, en Vendée (Ferrier et Roussot-Larroque, 1971), ou la petite hache plate, les poignards à languette et la pointe de Palmela de la grotte de Fontanguillère à Rouffignac-de-Sigoulès, en Dordogne. D'autres haches proviennent de contextes funéraires, mais ce sont des trouvailles anciennes, sans mobilier associé connu. Celle de Longèves, dans le nord de la Charente-Maritime, aurait été associée à deux squelettes ; celle du coffre de Saint-André-et-Appelles, aux limites de la Gironde et du Bergeracois, accompagnait sans doute une inhumation individuelle. Un autre cas, souvent évoqué mais peu clair, est celui de Singleyrac (Dordogne) où une hache en cuivre ou bronze (?), plate ou à rebords (?) était associée à une épée ou poignard à manche métallique et à des spirales d'or, dans une sépulture individuelle en coffre. En fait, cet ensemble perdu pourrait avoir été plus récent : sur le dessin exécuté de mémoire en 1852, le pommeau du grand poignard ou épée est à sommet conique, comme les armes type Cheylounet du Bronze moyen dont un bel exemplaire a été découvert à St-Paul-Lizonne, alias Bouteilles-Saint-Sébastien, toujours en Dordogne.

On ne signale pas de scories, ni de creusets associés. Un moule en pierre disparu, censé provenir de Saint-Romain-de-Benet (Charente-Maritime), est considéré comme douteux. Les contours peu réguliers et les surfaces grumeleuses de certaines haches brutes ne signifient pas qu'elles aient été coulées sans moule. La plupart semblent issues de moules bivalves, probablement en argile ou terre sableuse. Certaines sont d'évidentes jumelles, comme deux haches trouvées

ensemble à Saint-Caprise-d'Eymet (Dordogne), en outre faites d'un même métal. L'usage d'un modèle ou matrice réutilisable, intervenant dans la fabrication d'un moule en matériau plastique, est attesté de façon encore plus saisissante par les trois haches "géantes" de Bégadan (Gironde), longues de près de 25 cm et d'une minceur anormale. Leurs silhouettes sont superposables, et on leur connaît des jumelles en deux autres localités, deux à Mondouzil en Charente et quatre à Chaix en Vendée, avec de légères différences de composition du métal (Roussot-Larroque, 1997). Ce même modèle a donc voyagé sur une distance de 150 à 200 kilomètres à vol d'oiseau, sans quitter la zone centre-atlantique.

Les critères typologiques Forme simple ubiquiste, la hache plate est demeurée longtemps en usage, évoluant peu. Les haches plates d'Aquitaine présentent une certaine variété de morphologie, de dimensions et d'état, des pièces brutes de coulée aux exemplaires mis en forme, polis et aiguisés ou aux haches usées, écornées ou cassées. L'approche morphotypologique et morphométrique, toujours possible, peine à déboucher sur une classification vraiment utile, à cause d'importantes variations individuelles. La longueur moyenne, 127,5 mm pour la Gironde (sans les "géantes" de Bégadan), 123 pour la Dordogne, est supérieure à celle des haches plates de Bretagne (111,7 selon Briard, 1965), mais avec une forte dispersion (max. 186, min. 40), et le poids moyen en Gironde, sur 36 haches entières, est de 356 g. (max. 860, min. 35). Quatre grands types se distinguent à la rigueur :

- type I : groupe restreint de haches plates à talon pointu et contour triangulaire (Libourne, Saint-Emilion "Mazerat", Saint-Étienne-de-Lisse, Salleboeuf en Gironde, Réaup et Villeneuve-sur-Lot en Lot-et-Garonne, Boulazac ou Manzac-sur-Vern en Dordogne). Seules ces deux dernières ont été analysées. Coïncidence ou non, elles s'individualisent aussi par d'exceptionnelles teneurs en argent (3 et 2 %) et un fort antimoine (0,50 et 0,15 %) ; l'arsenic y est très faible ;
- type II : plus rare encore, se caractérise par une forme trapue, courte et très large, en particulier au talon, comme les deux "jumelles" de Saint-Caprise-d'Eymet. Comme les précédentes, elles sont exceptionnellement riches en argent (5 %) et en antimoine (1,5 à 2 %), l'arsenic étant faible (0,10) ou nul. Ces deux formes sont-elles les plus anciennes de la région ? Pour le moment, faute de contexte, on se gardera de conclure, mais on trouverait en Languedoc des points de comparaison, en particulier pour le second type : des exemplaires peu différents ont été récemment mis au jour en contexte vézazien (J. Vaquer, poster présenté lors du présent colloque) ;
- type III : plus fréquent dans la zone atlantique, rassemble des haches parfois grandes, martelées et polies, de section quadrangulaire aux arêtes bien nettes, comme celles du dépôt des Gleyzes à Cestas ou celle des Arrestieux à Vensac (Gironde). Ces haches sont en cuivre arsénié (de 2 à 0,8 % d'As) toutes les autres impuretés étant très faibles ou nulles. On attribue

souvent ce type au Campaniforme, sur la foi du “dépôt” de Trentemoult (une Palmela et 6 haches de ce type, retirées de la Loire ; Briard, 1965), bien que les associations fiables soient encore peu nombreuses et que des types peu différents soient apparus bien plus tôt en Europe centrale (Ottaway, 1982). Sur deux haches de forme apparentée (Saint-Émilien “Rouilledinat”, en Gironde et Montcaret, en Dordogne) le tranchant est souligné d’une ou deux cannelures concentriques par martelage, décor connu dans les îles Britanniques ;

- type IV : de rares haches plates “en langue”, étroites, irrégulières, de section parfois asymétrique, rappellent un type archaïque connu de bonne heure dans la péninsule Ibérique. Faute de contexte probant, il est difficile de dire s’il s’agit vraiment ici d’une forme ancienne. Des infiltrations de la vieille métallurgie ibérique ont pu atteindre l’Aquitaine, mais les chances sont faibles que ces prototypes soient parvenus jusqu’à nous.

Finalement, une bonne part des trouvailles s’intègre difficilement à l’un ou l’autre type. Les critères de classement anglo-irlandais (talon épais ou mince) ne s’appliquent guère ici, ni ceux proposés pour la péninsule Ibérique, peut-être parce que les catégories considérées comme les plus évoluées, d’un Bronze ancien déjà avancé, font pratiquement défaut dans le Sud-Ouest français. La hache à légers rebords, assez bien représentée chez nous, pourrait y avoir assez rapidement supplanté la forme plate.

Les caractéristiques des cuivres

Outre quelques analyses chimiques très anciennes, nous disposons aujourd’hui, grâce à l’intérêt de J. Briard pour la paléométallurgie des régions atlantiques, de 46 analyses de haches plates faites à Rennes par J.-R. Bourhis. La Gironde y occupe une place majeure (30 analyses), suivie de la Dordogne (11), les Landes (3) et les Pyrénées-Atlantiques (2). Il nous a semblé utile d’y joindre une série d’analyses pour les Charentes (10) et la Vendée (17) (Gomez, 1984 ; Pautreau, 1984). Un simple coup d’œil sur les résultats individuels permet d’observer l’hétérogénéité des compositions et la variabilité des taux d’impuretés, dont les moyennes brutes ne rendent pas compte. Mais pour faciliter une rapide visualisation, nous avons représenté les résultats d’analyses par des graphes type Waterbolk-Butler (graphes non proportionnels, certaines séries étant vraiment trop réduites). En Aquitaine, le cuivre arsénié occupe le premier rang pour les haches plates, avec un taux moyen de 1,10 % (max. 3, min. 0), 1,20 % pour la seule Gironde ; les teneurs sont légèrement plus fortes dans les Charentes (moyenne 1,30, max. 3, min. 0,05) et surtout en Vendée (moyenne 1,8, max. 4, min. 0,1). Le nickel occupe une place assez importante en Aquitaine (moyenne 0,15, max. 1,36, min. 0) mais il tombe à 0,035 % de moyenne en Dordogne, 0,036 % dans les Charentes (max. 0,30, min. 0), alors qu’il est plus important en Vendée (moyenne : 0,16, max. 1, min. 0). Pour l’antimoine et

l’argent, les teneurs les plus fortes sont en Dordogne : 0,80 et 1,90 % de moyenne (sur 10 analyses), taux nettement supérieurs à ceux de Gironde : 0,037 % d’antimoine seulement et 0,16 % d’argent (sur 30 analyses). Les haches plates des Charentes diffèrent aussi de celles de la Dordogne pour l’antimoine (0,047 %), presque aussi faible qu’en Gironde, et l’argent, très faible également (0,08 %). Enfin, le taux de plomb est assez important en Dordogne (0,20 %) qui sur ce point s’écarte peu des Charentes (0,19 %) et même de la Vendée (0,30 %), alors que le plomb est très faible en Gironde (0,084 %). En dépit des variations individuelles et de la grossièreté d’un maillage départemental, les résultats tendent donc à s’organiser selon un gradient régional. Une sorte de “frontière chimique” détache les haches plates de Dordogne de l’ensemble atlantique, les séparant de celles des Charentes et surtout de la Gironde, où seulement 3 haches sur 30 sont à antimoine et argent : Rauzan (Sb 0,3 ; Ag : 2 %), Saucats (Sb : 0,4 ; Ag : 0,2) et Soulac-Amélie Sud (Sb 0,3 ; Ag 0,15), les deux dernières ayant aussi de 0,8 à 1 % d’arsenic. Ces résultats sont bien sûr provisoires vu le faible nombre d’analyses disponibles. Il est probablement trop tôt pour conjecturer que la Dordogne, qui a connu une forte occupation arténacienne, entretenait au Néolithique final des relations plus étroites avec les régions métallurgiques du Sud de la France.

LES POIGNARDS À LANGUETTE

Pour les poignards à languette, beaucoup moins nombreux que les haches plates, la Gironde occupe encore la première place avec 6 exemplaires ; on en connaît au moins 3 en Dordogne, 1 en Lot-et-Garonne, 1 petit poignard (ou Palmela ?) dans les Pyrénées-Atlantiques, 3 en Charente-Maritime, 1 au moins en Charente (et peut-être 2 autres si l’on accepte deux lames disparues de Vilhonneur) et 2 en Vendée, soit 17 au minimum.

On a couramment rapporté au Campaniforme les poignards issus de mégalithes ayant aussi livré de la céramique et/ou des parures typiques, comme à Trizay et Bois-en-Ré (Charente-Maritime), Anglade et Saint-Sauveur (Gironde) ou Aussurucq (Pyrénées-Atlantiques). Les critiques récentes de P. Ambert (2001) soulignent la fragilité de ces associations, sauf dans le cas d’Aussurucq, et soulignent que d’autres poignards du Sud-Ouest et du Centre-Ouest, isolés ou en contexte inconnu, n’ont été attribués au Campaniforme que pour des raisons typologiques. Un traitement strict des données déboucherait alors sur une conception minimaliste de la place de la métallurgie campaniforme dans ces régions. Cependant, dans une grande partie de l’Europe, y compris chez nos voisins ibériques, le poignard à languette fait partie intégrante des mobiliers campaniformes. Par ailleurs, au plan typologique, la plupart des poignards aquitains et charentais, à languette bien dégagée de la lame par un épaulement bilatéral, se distinguent des poignards de contour ovale ou vaguement losangique du Midi, dont

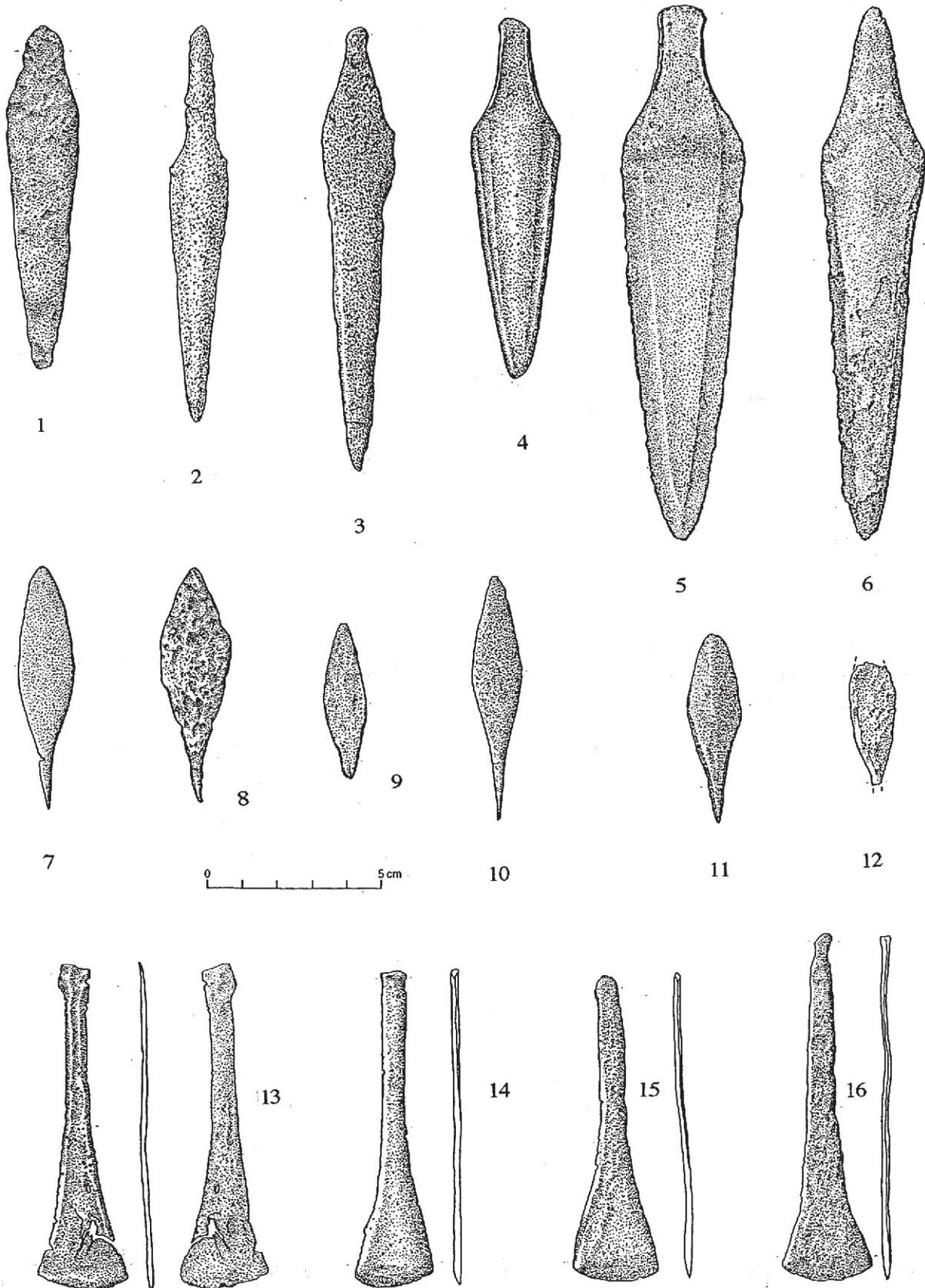
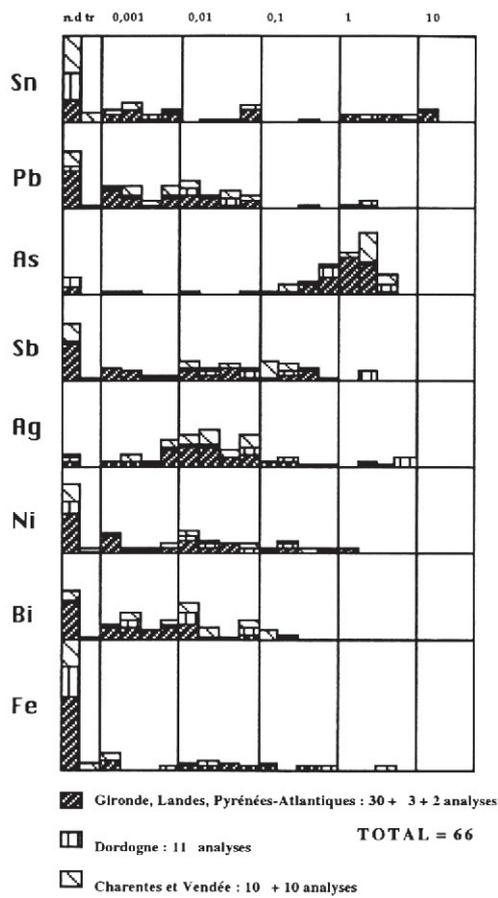
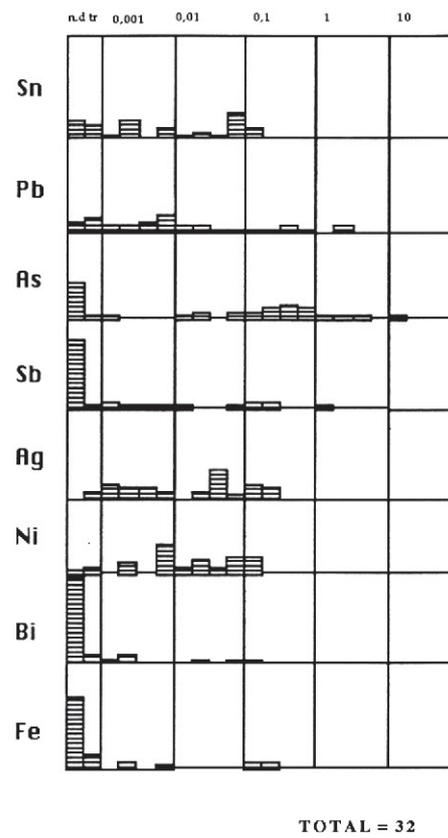


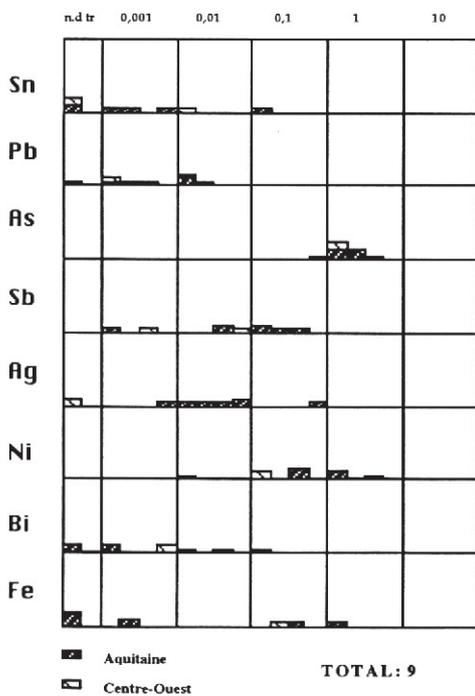
Fig. 2 – Poignards à languette, pointes de Palmela et hachettes-simulacres. N° 1 à 6 : poignards à languette ; 1 et 2 : Soulac (Gironde) ; 3 : Rouffignac-de-Sigoulès, grotte de Fontanguillère (Dordogne) ; 4 : mégalithe de Trizay (Charente-Maritime) ; 5 : mégalithe du Terrier de Cabut à Anglade (Gironde) ; 6 : Moustier “Rangau” (Lot-et-Garonne). N° 7 à 12 : pointes de Palmela ; 7 à 9 : Soulac (Gironde) ; 10 à 12 : Vendays-Montalivet (Gironde) ; 13 à 16 : hachettes-simulacres, Vendays-Montalivet (Gironde).



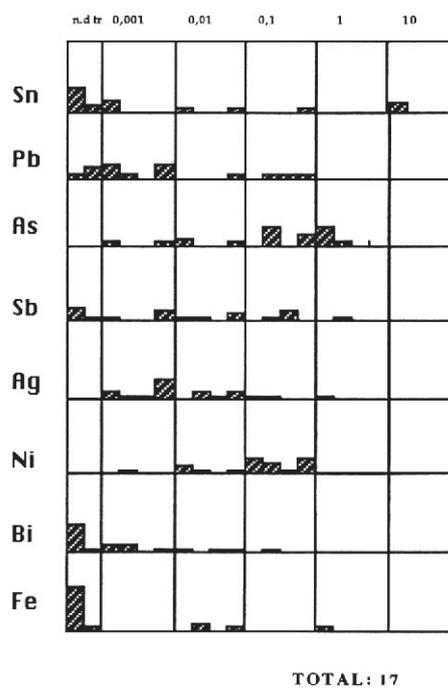
Haches plates



Hachettes-simulacres de Montalivet



Poignards à languette



Pointes de Palmela

Fig. 3 – Graphes, composition de divers objets en cuivre d'Aquitaine.

P. Ambert conteste à juste titre l'appartenance au Campaniforme. Enfin, à la différence du Midi, aucun poignard à languette d'Aquitaine ou du Centre-Ouest n'est fermement lié à un contexte non campaniforme, autrement dit arténacien, puisque dans ces régions il n'est pas actuellement de troisième candidat.

Ces poignards à languette du Centre-Ouest/Sud-Ouest sont tous de type "atlantique", avec des variations de taille qui vont largement du simple au double (max. 220 mm ; min. 100, et même 58 mm pour un très petit poignard de la Fontanguillère). Les quatre poignards de Soulac-sur-mer (Gironde), comme celui de la Chapelle-Achard (Vendée) et les deux plus grands de la Fontanguillère sont bruts de coulée. Le contexte des deux derniers est imprécis, mais les cinq autres ne proviennent pas de milieux funéraires. En revanche, six autres poignards ont subi un beau travail de martelage pour relever les bords de la languette et affiler les tranchants en biseaux très réguliers : Bois en Ré (2 exemplaires) et Trizay (Charente-Maritime), Châteaubernard (Charente), Anglade et Saint-Sauveur-Médoc (Gironde). Or cinq d'entre eux proviennent de mégalithes, et le sixième (Châteaubernard) d'une grotte sépulcrale à occupations multiples. Sur un dernier poignard, celui de Moustier (Lot-et-Garonne), les tranchants ont été affilés, mais les bords de la languette sont coupants et fortement striés, comme si l'on avait abrasé des rebords pré-existants ; le poignard ayant été découvert en position secondaire dans une fosse à vestiges médiévaux, on ne peut totalement exclure une transformation tardive.

Sept poignards d'Aquitaine ont été analysés par J.-R. Bourhis ainsi qu'un poignard de Charente et un autre de Vendée. D'une découverte plus récente, le poignard vendéen de Saint-Martin-de-Fraigneau, de forme atypique, nous savons seulement qu'il contient 1 % d'arsenic ; enfin, celui de Trizay serait en cuivre à 3 % de fer, mais l'analyse est ancienne. Globalement, les 9 analyses utilisables révèlent des cuivres arséniés : la moyenne s'établit à 1,24 % pour l'Aquitaine avec un maximum à 2 % (Anglade et Rangau) ; ce taux atteint 4 % à La Chapelle-Achard. Le nickel occupe la seconde position avec une moyenne de 0,36 % (max. 1,5 et 1 % à Rouffignac-de-Sigoulès). L'antimoine est en position subsidiaire (moyenne : 0,10 %, max. 0,30 et 0,20 à Anglade et Rangau, très faible ailleurs) ; l'argent n'est présent en quantité appréciable qu'à Rangau (0,50 %). Le plomb est partout très faible, voire absent. Nous rappellerons que dans le Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique, dans la haute vallée de l'Ebre et en particulier au Pays basque où ils sont nombreux, des poignards à languette sont faits de cuivres arséniés renfermant du nickel en quantité appréciable, de 0,77 à 2 % et plus, comme ceux de la cova de Gobaederra en Alava, de la grotte 2 d'Urtao en Guipuzcoa ou de Pico Ramos en Biscaye (Rovira Llorens, Montero Ruiz et Consuegra Rodriguez, 1997). Ces compositions se caractérisent aussi par des taux souvent assez importants d'antimoine (de 0,12 à 0,70 % environ) et beaucoup plus rarement de plomb (Gobaederra).

Le métal des poignards campaniformes s'avère relativement plus homogène que celui des haches plates

(sur un moindre nombre d'analyses, il est vrai). Il s'agit probablement d'une sélection volontaire de cuivres à arsenic et nickel. Les métallurgistes de la zone atlantique avaient dû reconnaître leurs qualités pour le martelage à froid et le forgeage à chaud : meilleure résistance à la fissuration pendant le travail et surtout dureté, résistance et rigidité supérieures à l'issue de ce traitement. Les Campaniformes occidentaux ne sont pas seuls à l'avoir reconnu (Ottaway, 1982, p. 151, 156, 165) et la présence subsidiaire d'antimoine n'était pas un inconvénient, au contraire. Étaient-ils tributaires des seules ressources des Pyrénées occidentales ? Utilisaient-ils à l'occasion des cuivres issus directement de la tennantite du Midi de la France par des méthodes peu réductrices, en vases-fours, comme le suggère Paul Ambert ? Les deux possibilités sont théoriquement envisageables et ne s'excluent d'ailleurs pas. On n'oubliera pourtant pas les liens culturels forts et les relations privilégiées qui unissaient les pays de la façade atlantique, de part et d'autre des Pyrénées, dans la mouvance du Campaniforme maritime, puis dans la suite de son évolution (Aday Ruiz, 1999). D'autre part, les régions minières du Midi de la France avaient-elles à l'époque les capacités requises pour assurer une sélection suffisamment régulière et fiable du minerai, en isolant la tennantite de la tétraédrite pour obtenir le type de cuivre requis ?

LES POINTES DE PALMELA

Sur les cartes de répartition des pointes de Palmela en France, le Sud-Ouest a longtemps fait figure de zone vide, ou presque (Gachina, 1997). Mais des recherches récentes ont entièrement renversé la situation (Roussot-Larroque, Bourhis, Briard, 2001 ; Briard et Roussot-Larroque, sous presse). La Gironde vient largement en tête avec 19 Palmelas ; elles sont plus rares en Charente-Maritime (5), Dordogne et Vendée (2), Pyrénées-Atlantiques (1 ou 2) et Landes (1). La densité est maximum près de l'estuaire de la Gironde, particulièrement dans le Médoc (17 exemplaires). Entre Soulac et Hourtin, 14 Palmelas ont été recueillies le long du littoral atlantique, sur une trentaine de kilomètres à vol d'oiseau. Dans l'intérieur, cependant, deux Palmelas de Dordogne évoquent (comme les poignards à languette de Fontanguillère) une percée vers le Sud-Est que prolongent des trouvailles dispersées dans le Quercy.

Leurs dimensions et leur morphologie sont assez variables. Pour la série girondine, la longueur moyenne est de 66,2 mm ; max. 97 ; min. 48,1 ; écart-type : 12,9, et la largeur max. du limbe est en moyenne de 15,94 ; max. : 28 ; min. : 10,8 ; écart-type : 4,26, compte non tenu de deux pointes miniatures (longueur 39 et 37,5 mm, largeur max. 17 et 16,2). La marge de variation s'avère plus faible que pour les Palmelas de la Péninsule Ibérique et, comparées à celles de la Meseta espagnole, objets d'une étude récente (Garrido-Pena, 2000), celles du Sud-Ouest français sont dans l'ensemble plus petites et plus légères. L'interprétation comme pointes de lance, parfois envisagée, paraît peu plausible

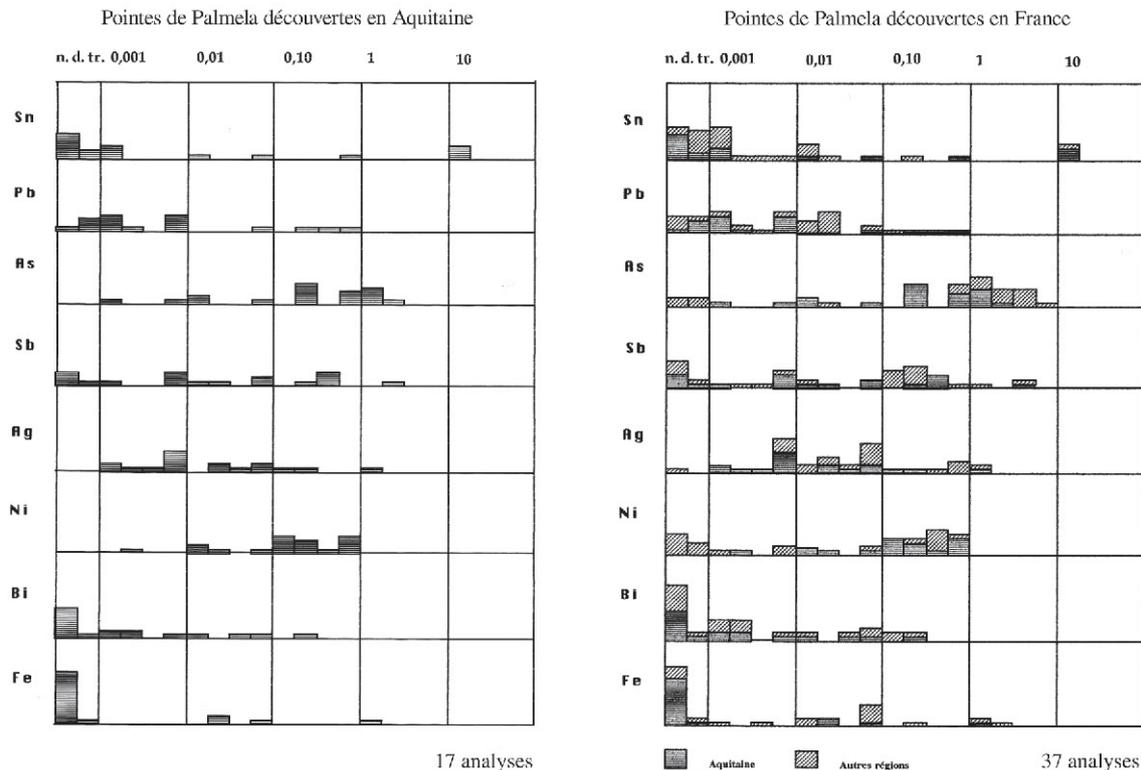


Fig. 4 – Comparaison des graphes des Palmelas françaises et de ceux des Palmelas trouvées en Aquitaine.

ici. D’après la classification de G. Delibes (1977), la plupart appartiendraient au type A, peut-être le plus ancien.

On les a rattachées en général à la sphère campaniforme, en les attribuant plutôt à des expressions récentes, déjà d’une phase ancienne du Bronze. Mais l’évolution récente des recherches, en France comme dans la Péninsule Ibérique, remet en question les systèmes antérieurs de périodisation du Campaniforme. Ainsi, à Mourral-Millegrand (Trèbes, Aude) la petite pointe de Palmela fait partie d’un mobilier qui “se placerait à la fin de l’étape ancienne, c’est-à-dire vers 2400 av. J.-C.” (Vaquer, 1997), tandis qu’au Fortin-du-Saut à Châteauneuf-les-Martigues (Bouches-du-Rhône), une autre côtoie du Campaniforme maritime, mais aussi des tessons épimari-times et incisés (Courtin et Onoratini, 1976). Rien n’empêche de penser que ce type métallique ait été acquis ou fabriqué durant une période assez longue. Ici encore, on regrettera que la Palmela de la Lède du Gurr n’ait pu être observée dans son contexte.

Sur 37 Palmelas françaises analysées par J.-R. Bourhis, 17 proviennent du Sud-Ouest. Il s’agit en majorité de cuivres arsénisés (moyenne : 0,49 % ; max. : 2, min. : 0). Le nickel occupe le deuxième rang (moyenne : 0,20 ; max. : 0,7 ; min. : 0,002) suivi de l’antimoine (moyenne : 0,18 ; max. : 2 ; min. 0). Les autres impuretés sont très faibles : argent, moyenne : 0,08 ; max. : 0,8 ; min. : 0,001 ; plomb : moyenne : 0,07 ; max. : 0,5 ; min : 0. Les distributions sont peu régulières, sauf pour l’arsenic et le nickel. L’étain est important dans trois pièces : deux Palmelas de Hourtin (Gironde) et une de la Roque-Saint-Christophe (Peyzac-Le Moustier, Dordogne), soit

respectivement 13, 11 et 8,3 %. Il est plus discret pour une des Palmelas de Vendays-Montalivet (Gironde) : 0,7 %, et très faible ou nul ailleurs.

Par les caractères dominants du métal employé, la série des Palmelas d’Aquitaine se distingue au sein de l’ensemble français (fig. 4), où les cuivres à antimoine, argent et plomb occupent une place plus importante. L’effet réducteur des moyennes ne doit pourtant pas faire oublier que certaines pièces régionales s’individualisent par de fortes teneurs d’antimoine et d’argent, associés ou non à l’arsenic et au nickel: jusqu’à 2 % d’antimoine et 0,8 % d’argent pour une Palmela de Vendays-Montalivet, à comparer avec celle d’Esnandes (Charente-Maritime). D’autre part, le cuivre des Palmelas du Sud-Ouest atlantique, bien qu’arsénié, l’est moins, en moyenne, que celui des poignards à languette, et le nickel y est un peu plus faible aussi. Corrélativement, le taux d’antimoine s’élève très légèrement, mais non celui de l’argent, très bas. Il serait trop facile d’introduire, dans cette catégorie d’objets, une distinction formelle : d’une part, des importations ibériques et, d’autre part, des copies locales produites par une métallurgie régionale utilisant les cuivres méridionaux à antimoine-argent. La réalité devait être plus complexe. À elle seule, la série de Vendays-Montalivet incite à la prudence. Les sept pointes de Palmela recueillies successivement sur un même point de la côte (Roussot-Larroque, Bourhis, Briard, 2001) devaient faire partie d’un même ensemble bouleversé par les vagues, avec une quantité de hachettes-simulacres très minces en cuivre. De ces Palmelas, une seule a été mise en forme par martelage; d’autres sont demeurées

brutes ou peu transformées, certaines sont des ébauches, des ratés de coulée ou des débris. Le tout évoquerait un fond d'atelier de métallurgiste, stock ou dépôt en attente. Or les sept Palmelas analysées présentent de fortes variations de composition (de même que les hachettes-simulacres, d'ailleurs). Les unes sont en cuivre presque pur et nickel, d'autres en cuivre arsénié et nickel; une enfin présente de fortes teneurs d'antimoine, argent et plomb. À l'intérieur de cette série, la marge de variation est pratiquement aussi forte que pour l'ensemble des Palmelas dispersées sur le territoire français...

LES HACHETTES-SIMULACRES DE MONTALIVET

Sur la plage de Montalivet ont été recueillies en quelques années plusieurs centaines d'objets de cuivre plats, non fonctionnels, épais de quelques millimètres. Leur silhouette évoque celle d'une hache stylisée dont le corps, très élancé et étroit, se terminerait par un tranchant évasé. Les plus grandes mesurent 110 à 114 mm de long, pour un poids qui ne dépasse pas 15 g. À ce jour, nous avons pu en étudier 238, dont 31 ont été analysées par J.-R. Bourhis (Roussot-Larroque, Bourhis et Briard, 2001). Bien que de forme très similaire, elles ne sont jamais exactement semblables. La coulée au sable, pièce par pièce, semble la plus vraisemblable. Toutes sont en cuivre; trois seulement contiennent un faible pourcentage d'étain (maximum 0,10), présent ici à titre d'impureté. La dispersion des taux d'impuretés est frappante; l'arsenic fluctue de 2,5 % à rien; le plomb également. L'antimoine est faible ou absent, sauf dans quatre cas où il ne dépasse d'ailleurs pas 0,15 %, et une seule "hachette" contient à la fois de l'antimoine et de l'argent. Enfin, le nickel est faible ou nul, sauf dans trois cas (maximum : 0,10 %). Pour ce stock de cuivre, formé d'objets tous similaires, le manque d'homogénéité des compositions est donc flagrant.

Pour ce type d'objet, inconnu à ce jour dans la zone atlantique, les comparaisons les plus rapprochées se trouvent dans deux dépôts du sud des Alpes, Cresciano dans le Tessin, à la frontière entre la Suisse et l'Italie, près du Saint-Gothard, et San Fiorano dans la plaine du Pô. La seule "hache" analysée de Cresciano est en cuivre de fahlerz à antimoine dominant (de Marinis, à paraître). Ces objets minces, non fonctionnels, sont un peu plus grands que les nôtres et plus larges au talon. Ils ont été interprétés comme des lingots, offrandes votives. Pour ceux de Montalivet, nous pensons qu'ils étaient en effet des lingots, faciles à refondre ou même à transformer directement par martelage, vu leur faible masse, et qu'ils pouvaient aussi remplir la fonction d'unités d'échange dans un système prémonétaire (Briard et Roussot-Larroque, sous presse). Hachettes-simulacres et pointes de Palmela proviennent précisément du même secteur de la côte. Ce voisinage n'est sans doute pas fortuit. On penserait à un ensemble dispersé par les vagues et les nettoyage mécaniques de la plage. Les compositions du métal n'excluent pas

cette association, qui les situerait dans une phase évoluée du Néolithique final ou le tout début du Bronze ancien. R. de Marinis, à qui nous sommes redevable de renseignements inédits, place les dépôts de Cresciano et S. Fiorano au Bronze ancien I A de la chronologie nord-italienne (vers 2200-2000 a. C.), c'est-à-dire dans cette même tranche chronologique.

CONCLUSION

Cette exploration partielle des premiers cuivres du Centre-Ouest/Sud-Ouest de la France souligne plusieurs points. D'abord, l'attribution à l'Artenacien d'une métallurgie ancienne, pré-campaniforme, demeure très conjecturale. Les menus objets de cuivre associés ont pu être obtenus par échange, et non produits sur place. Par ailleurs, si l'on accepte l'hypothèse d'une perduration tardive de la culture d'Artenac jusqu'au Bronze ancien, ce métal serait loin d'être le premier dans la région, puisqu'il apparaîtrait tardivement dans la sphère arténacienne, à un moment ("phase 2b") où elle aurait intégré des influences campaniformes. Dans ce cas, le Campaniforme deviendrait le premier métallurgiste plausible de l'Europe centre-atlantique. Les relations culturelles évidentes entre les régions atlantiques, matérialisées par l'apparition du Campaniforme maritime, ont dû faciliter la circulation du métal, mais aussi l'adoption de nouvelles techniques métallurgiques. La découverte de scories de cuivre en contexte campaniforme à Talmont-Saint-Hilaire, en Vendée (Poissonnier, 1998) confirme directement l'exercice de cette activité au sein des communautés littorales. Dans le même sens, on doit noter la présence, en Aquitaine comme dans le Centre-Ouest, de pièces brutes de coulée comme les poignards à languette de La Chapelle-Achard, Soulac et Rouffignac-de-Sigoulès, plusieurs Palmelas et la totalité des hachettes-simulacres de Montalivet, pour ne rien dire d'une partie des haches plates. S'agit-il de produits d'importation semi-finis, attendant leur mise en forme par le destinataire ultime, peut-être à l'aide de cushion stones comme celui de Soulac? A-t-on pratiqué plus largement une métallurgie d'affinage et de refonte, comme le suggère la présence de haches-lingots et de pièces informes? L'évolution qui fera plus tard du Médoc et de ses marges l'une des plus grandes régions métallurgiques du Bronze moyen en France s'amorcerait-elle dès l'aube de l'âge des Métaux?

Avec l'accumulation inégalée des objets de cuivre en zone atlantique française, hors des régions cuprifères, on s'interroge aussi sur la nature de ses relations avec ses fournisseurs potentiels de cuivre. Avec l'Artenacien, le problème semblait relativement simple. Les régions minières, comme Cabrières et ses voisines du Midi, pouvaient alimenter ce marché avec une petite quantité de préformes (plaques de tôle) ou de produits finis de faible masse, des perles surtout, comme elles l'ont fait pour de nombreux autres groupes du Néolithique final français. Dans le monde atlantique, à partir du Campaniforme, la situation se présente autrement et la demande n'est plus la même, avec de nouvelles

exigences sur la composition d'un métal voué à d'autres usages que la parure, et surtout un sensible accroissement de la demande. Même si les quantités de cuivre en circulation demeurent modérées, comparées à ce qu'elles seront un peu plus tard au plein âge du Bronze, elles sont cependant beaucoup plus fortes, et le mouvement s'amplifie jusqu'à l'orée du Bronze ancien. Plusieurs centaines de haches plates de l'Ouest exigent beaucoup plus de métal que des milliers de perles du Midi. Sans doute le phénomène a dû s'étaler dans le temps, mais les poids de cuivre simultanément immobilisés donnent une petite idée des quantités en circulation : 3,6 et 2,85 kg pour les dépôts vendéens de Soullans et de Chaix, au moins 4 kg de cuivre pour les hachettes de Montalivet, 1,63 et plus d'1,5 kg pour les dépôts girondins de Cestas et de

Bégadan, sans oublier tous les dépôts et objets perdus, refondus, ou restant à découvrir. Que les communautés de la zone atlantique aient pu attirer et retenir une telle quantité de cuivre pose d'importantes questions sur la nature de leurs relations avec les régions productrices. Si, comme le suggèrent les recherches en cours (Ambert, 1999) les Campaniformes n'ont pas pu être les exploitants des zones cuprifères du Midi, ont-ils été les exploitants des communautés de mineurs ? Ou bien avaient-ils établi, hors de ces régions, un puissant réseau d'alliances plus lointaines qui leur ouvrait l'accès à de nouvelles ressources, leur permettant de délaisser progressivement les fournisseurs méridionaux, qui auraient vu alors leur marché se réduire peu à peu, pour ne plus approvisionner finalement que la demande locale ? ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAY RUIZ A. (1999) – De Breña a Lisboa : el juego de la fachada atlántica francesa y del interior peninsular en la circulación de los campaniformes internacionales del Occidente europeo. *Préhistoire européenne*, 14, p. 143-171.
- 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. *Der Anschnitt*, 9, p. 193-210.
- AMBERT P. (2001) – La place de la métallurgie campaniforme dans la première métallurgie française. *Bell Beakers today*, Riva del Garda, 11-16 may 1998. Trento, p. 577-588.
- AMBERT P., BOURHIS J.-R., GASCO J., DAL PRA G., GUTHERZ X., VAQUER J. (1996) – Les pointes à soie (type Palmela) du midi de la France : données nouvelles. *Archéologie en Languedoc*, 20, 1, p. 63-69.
- AMBERT P., CAROZZA L., LEHELON B., HOULES N. (1996) – De la mine au métal au sud du Massif central au Chalcolithique. Données nouvelles : régions de Cabrières, Fayet, Villefranche-de-Rouergue. *Archéologie en Languedoc*, 20, p. 35-42.
- BRIARD J. (1965) – *Les dépôts bretons et l'âge du Bronze atlantique*. Rennes, Becdelièvre.
- BRIARD J. (1985 a) – Groupes métallurgiques atlantiques et méridionaux en France au Chalcolithique et à l'âge du Bronze. *Actes du 110^e congrès national des Sociétés savantes*, Montpellier, p. 69-87.
- BRIARD J. (1985b) – Les premiers cuivres d'Armorique, une ré-estimation. *Paléométaballurgie de la France atlantique. Âge du Bronze*, 2. Travaux du laboratoire Anthropologie – préhistoire – protohistoire – quaternaire armoricains. Rennes, Université de Rennes I, p. 71-97.
- BRIARD J., ROUSSOT-LARROQUE J. (sous presse) – Les débuts de la métallurgie dans la France atlantique. *Die Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt/The Beginnings of Metallurgy in the Old World*. Archäometrie – Freiburger Forschungen zur Altertumswissenschaft 1.
- BURNEZ C., DASSIÉ J., SICAUD F. (1995) – L'enceinte arténacienne du "Camp" à Challignac (Charente). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 92, 4, p. 463-478.
- BURNEZ C., FOUÉRIÉ P. (1999) – *Les enceintes néolithiques de Diconche à Saintes (Charente-Maritime). Une périodisation de l'Artenac*. Société Préhistorique Française, mém. 25 ; Association des publications chauvinoises, mém. 15 ; 2 vol.
- BUTLER J.-J., van der WAALS J.-D. (1966) – Bell Beakers and early metal-working in the Netherlands. *Palaeohistoria*, 12, p. 41-140.
- CANTET J.-P. (1991) – Deux nouvelles haches plates gersoises. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 88, p. 236-239.
- COFFYN A., MOREAU J., BOURHIS J.-R. (1993) – Quelques bronzes girondins inédits ou peu connus. *Revue archéologique de Bordeaux*, 84, p. 57-78.
- COURTIN J., ONORATINI G. (1976) – L'habitat campaniforme du Fortin-du-Saut, Châteauneuf-les-Martigues (Bouches-du-Rhône). *Congrès Préhistorique de France*, 20^e session, Provence 1974. Société Préhistorique Française, p. 109-121.
- DELIBES de CASTRO G. (1977) – El vaso campaniforme en la Meseta Norte española. *Studia Archaeologica*, 46, Valladolid, p. 1-174.
- De MARINIS R. (2002) – Évolution et variations de la composition chimique des objets de métal pendant les âges du Cuivre et du Bronze ancien dans l'Italie du Nord. *La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes*. Colloque de Carcassonne, 28-30 septembre 2002.
- FERRIER J., ROUSSOT-LARROQUE J. (1971) – Poignard et haches plates de Vendée. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 68, p. 83-88.
- GACHINA J. (1997) – Inventaire des pointes de Palmela trouvées en France. *Préhistoire du Sud-Ouest, Nouvelles Études*, 4, 1, p. 22-31, 4 fig.
- GALOP et al. (2001) – *Paléoenvironnement et dynamiques de l'anthropisation de la montagne basque*. Service régional de l'archéologie, bilan scientifique, p. 164-166.
- GARRIDO PENA R. (2000) – *El Campaniforme en la Meseta central de la Península Ibérica (c. 2500-2000 A. C.)*. BAR, Int. Series 892, 347 p., 96 fig., 102 pl.
- GOMEZ J. (1984) – Approche de la paléométaballurgie du bronze dans le bassin de la Charente d'après les résultats des analyses spectrographiques. *Paléométaballurgie de la France atlantique. Âge du Bronze (1)*, Rennes, Travaux du laboratoire "Anthropologie-Préhistoire-Quaternaire armoricains", p. 85-97.
- LANTING J. N., van der PLICHT J. (1999-2000) – De ¹⁴C Chronologie van de Nederlandse pre- en protohistorie, III. Neolithicum. *Palaeohistoria*, 41/42, p. 1-110.
- OTTAWAY B. (1982) – *Earliest Copper Artifacts of the North Alpine Region*. Schriften des Seminars für Urgeschichte der Universität Bern, Heft 7, 352 p.
- PAUTREAU J.-P. (1984) – Quelques aspects de la métallurgie en Poitou aux âges du Cuivre et du Bronze. *Paléométaballurgie de la France atlantique. Âge du Bronze (1)*, Rennes, Travaux du laboratoire "Anthropologie-Préhistoire-Quaternaire armoricains", p. 99-133.
- POISSONNIER B. (1998) – Le gisement campaniforme de la République à Talmont-Saint-Hilaire. *Les premiers paysans du golfe. Le Néolithique dans le Marais poitevin*. Chauray, éd. Patrimoine et Médias, p. 124-125.

- ROUSSOT-LARROQUE J. (1984) – Artenac aujourd'hui. Pour une nouvelle approche de l'énéolithisation de la France. *Revue archéologique du Centre de la France*, 23, 2, p. 135-196, 5 pl.
- ROUSSOT-LARROQUE J. (1987) – Les relations Aquitaine-îles Britanniques au Bronze ancien. *Les relations entre le continent et les îles Britanniques à l'âge du Bronze*. Actes du Colloque de Lille, 22^e Congrès Préhistorique de France, p. 17-56.
- ROUSSOT-LARROQUE J. (1990) – Paradigmes perdus, paradigmes retrouvés... Le Campaniforme atlantique et les sociétés du Néolithique final de l'Ouest. *La Bretagne et l'Europe préhistoriques*. Mémoire en hommage à Pierre-Roland Giot. *Rev. archéol. de l'Ouest*, supplém. n°2, 1990, p.189-204.
- ROUSSOT-LARROQUE J. (1997) – Dépôt de haches plates géantes de Bégadan (Gironde). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 94, 4, p. 573-580.
- ROUSSOT-LARROQUE J. (1998) – Premiers objets de cuivre dans le Sud-Ouest de la France. *Paléoméallurgie des cuivres*. Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18 oct. 1997, p. 131-147, 2 fig. ; annexe par J.-R. BOURHIS, p. 148-150.
- ROUSSOT-LARROQUE J. (1998) – Premiers objets de cuivre dans le Sud-Ouest de la France. *Instrumentum*, 5, p. 131-150.
- ROUSSOT-LARROQUE J., BOURHIS J.-R., BRIARD J. (2001) – Une production métallique originale de l'âge du Cuivre dans le Médoc : pointes de Palmela et hachettes minces de Vendays-Montalivet (Gironde). *Systèmes fluviaux, estuaires et implantations humaines, de la Préhistoire aux Grandes invasions*. Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 124^e session, Nantes, 1999, p. 273-284.
- ROVIRA LLORENS S., MONTERO RUIZ I., CONSUEGRA RODRIGUEZ S. (1997) – *Las primeras etapas metalurgicas en la Peninsula Ibérica: I. Analisis de Materiales*. Madrid, Instituto Universitario Ortega y Gasset. Fundacion José Ortega y Gasset. Ministerio de Educacion y Cultura, 424 p.
- SANGMEISTER E. (1971) – Die Kupferperlen im Chalkolithikum Südfrankreichs: ein Beitrag zur Geschichte der frühen Metallurgie. *Mélanges de Préhistoire, d'Archéologie et d'Ethnologie offerts à André Varagnac*, p. 641-680.
- SERVELLE C., SERVELLE G. (1991) – Premier métal, ultime pierre dans le Sud-Ouest de la France. In : ELUERE C., MOHEN J.-P. (dir.), *La découverte du métal*, p. 229-250. Paris, Picard (Millénaire, 2).
- VAQUER J. (1997) – Données nouvelles sur la métallurgie chalcolithique en Languedoc occidental. *Archéologie en Languedoc*, 21, p. 129-138.
- WATERBOLK H. T., BUTLER J. J. (1965) – Comments on the use of metallurgical analysis in prehistoric studies. I. A graph method for the grouping and comparison of quantitative spectro-analyses of prehistoric bronzes. *Helinium*, 5, p. 227-251.

Julia ROUSSOT-LARROQUE

CNRS UMR 5808,

Institut de Préhistoire et Géologie du Quaternaire,

Université de Bordeaux 1,

F-33405 TALENCE Cedex

III.
La première métallurgie
dans les péninsules
de la Méditerranée Occidentale

1. L'Ibérie

La première métallurgie dans la Péninsule Ibérique et le Sud-Est de la France : similitudes et différences

Salvador ROVIRA

Résumé

Les analyses de quelques échantillons de minerais et de scories, provenant du site archéologique de La Capitelle du Broum (Péret), sont le fruit d'un programme de recherche entre la France et l'Espagne. Des comparaisons ont pu être établies avec du matériel similaire issu des sites espagnols d'Almizaraque (Almería) et Cabezo Juré (Huelva). Elles indiquent un niveau technologique comparable. En effet, la composition et la structure des phases des scories sont identiques. Néanmoins, les différences principales reposent sur la nature du minerai utilisé et sur le principe de réduction ; en Péninsule Ibérique, des céramiques sont utilisées pour réaliser cette opération. Cette technique n'apparaîtra que postérieurement dans le Midi de la France.

Abstract

As a result of a research program established between Spain and France devoted to investigate the technological features of early copper obtaining, some samples of ore and slags recovered at the Chalcolithic site of La Capitelle du Broum (Péret) have been analysed. Comparison made with homologous material from Spanish sites such as Almizaraque (Almería) and Cabezo Juré (Huelva) indicates a similar technological level both in the Cabrières region and in the South of Spain. In both countries have been worked the disposable copper resources near the sites, what made develop metallurgies deeply conditioned by the ore composition: copper with antimony and silver in the case of Cabrières; copper and arsenical copper in Spain. Metal obtaining in both countries was performed by direct reduction of the ores in very simple, opened structures, where variable red-ox environment did lead to produce slags with high content of magnetite, maghemite and spinel, depending on cases. At the Iberian Peninsula has been documented the frequent use of common pottery as reducing crucibles but new discoveries of annular fireplaces related to metallurgical operations, sometimes similar to the domestic hearths in the huts, must be taken into account as well. At La Capitelle du Broum have been unearthed small basins dug in the soil, with their surfaces severely altered by thermal impact, containing charcoal and some metal drops and fragments of ore and slag that we suppose connected with smelting. It seems that reduction crucibles were used in France latter than in Spain, going with the Bell-Beaker Horizon (Rovira and Ambert, 2002b, p. 102). Both in Spain and France the direct reduction of crushed copper ores without adding fluxes was practised. The composition of the slags obtained by this process is highly dependent of the ore and gangue composition. They use to contain

pyroxene and other silicates such as anorthite, melilite, monticellite and others. Fayalite is rarely found. They retain much copper as prills of varied sizes or as non-reduced mineral. The ores containing sulphides (or barite in the gangue) leads to the formation of chalcocite but we cannot talk of a metallurgy based on the recuperation of matte, always produced in small amounts regarding to metallic copper. The matte can be easily transformed to copper in the crucible, in oxidant atmosphere, during the process of melting and refining the prills sorted after crushing the slag.

INTRODUCTION

Depuis l'année 2000, deux Actions Intégrées bilatérales, entre l'Espagne (Université de Valladolid) et la France (Université de Toulouse), ont vu le jour. Leur objectif est double. Tout d'abord, il s'agit de mieux connaître les pratiques minières et métallurgiques base cuivre, dans ses étapes les plus anciennes, en Espagne et en France. Paul Ambert, dans ses recherches publiées en 1998, avait déjà commencé à percevoir certaines des similitudes entre la métallurgie primitive ibérique et celle du Sud-est de la France (Ambert, 1998a et 1998b). Plus récemment, nous avons eu l'occasion de faire un bilan des trouvailles, de part et d'autres des Pyrénées, des céramiques destinées à la réduction du cuivre (élément-clef de cette similitude) (Rovira et Ambert, 2002a et 2002b).

Les fouilles en cours à La Capitelle du Broum (Péret), effectuées sous la direction de P. Ambert, ont fourni des matériaux archéométallurgiques de grand intérêt pour la connaissance de la première métallurgie dans la région de Cabrières au III^e millénaire cal. av. J.-C. Nous avons eu l'occasion d'analyser, au laboratoire du Musée Archéologique National de Madrid, trois échantillons de scories et un provenant d'un minerai de cuivre. Ces matériaux proviennent de la campagne de fouille menée en 2000. Les résultats de ces analyses sont la base de notre étude; elle utilise ces résultats ainsi que des données déjà publiées (Rovira et Ambert, 2002a et 2002b).

LA QUESTION DES SCORIES MÉTALLURGIQUES CHALCOLITHIQUES

L'approche méthodologique, pour l'étude des premiers pas de la métallurgie du cuivre, a beaucoup changé durant ces dernières années. Cette évolution coïncide avec les nouvelles recherches consacrées à la métallurgie chalcolithique. Craddock et Meeks (1987, p. 187, 191) avaient déjà supposé qu'il y avait une première phase de la métallurgie caractérisée par une réduction directe du minerai de cuivre, sans production intentionnelle de scorie, à partir de minerais sélectionnés (presque purs) et pauvres en gangue. Un tel protocole explique la faible quantité de déchets métallurgiques que nous trouvons sur les sites archéologiques. Ceci ainsi que d'autres aspects furent développés plus tard (Craddock, 1999, p. 178-180). Néanmoins, les explications proposées restent incomplètes. Cependant,

il était déjà évident, par le biais d'études en laboratoire sur des déchets métallurgiques, que cette phase initiale de la réduction directe du minerai se faisait par des méthodes rudimentaires. Il s'agissait de foyers à structures ouvertes, de vases à réduire le minerai ou de creusets, dont les restes se trouvent disséminés du Proche-Orient (Hauptmann *et al.*, 1996) jusqu'à l'Europe occidentale (Rovira, 1989; Rovira et Ambert, 2002a), en passant par l'Europe centrale (Glumac et Todd, 1991). Il y a des différences de chronologie absolue mais toutes ces découvertes coïncident avec le Chalcolithique local.

Les trouvailles de scories se réduisent, généralement, à quelques fragments. C'est un fait établi. Dans les sites espagnols fouillés récemment, comme à Cabezo Juré (Alosno, Huelva), la quantité de scories atteint à peine quelques kilogrammes. Ce qui contraste vivement avec l'abondance d'autres déchets de l'activité métallurgique, comme les gouttes de métal ou les fragments de creusets. Il est impératif de chercher une explication à ce décalage significatif, qui ne peut être contourné simplement par la supposition que le minerai a été fondu avec peu de gangue. La métallurgie expérimentale peut aider à comprendre ce phénomène.

Les expérimentations de fusion de malachite, faites sur la zone minière et métallurgique préhistorique de Kargali (Orenburg, Russie), ont permis l'obtention d'une masse de scorie qui contenait de nombreuses petites billes de cuivre prisonnières. Il a été ainsi nécessaire de la broyer pour permettre la séparation du métal (Chernykh *et al.*, 1999; Rovira, 1999, p. 104-109). Un résultat identique a été permis par une autre expérience, qui est décrite en détail dans ce volume (voir le travail de Rovira et Gutiérrez). Il est donc probable que les métallurgistes chalcolithiques ont réalisé une métallurgie comparable. Ils devaient concasser la scorie, pour ensuite trier à la main et séparer le métal (Rovira et Ambert, 2002a : 115), hypothèse qui permet d'expliquer que les scories ne se trouvent que sous forme de petits fragments.

Du point de vue méthodologique, l'étude des scories chalcolithiques a peu de rapport avec des scories conventionnelles. Dans ces scories préhistoriques, nous trouvons des structures cristallines immatures, avec un abondant matériel qui n'a pas complètement réagi ou qui n'a pas entièrement fondu. L'équilibre des phases est absent et, par conséquent, l'analyse de la composition chimique globale est insignifiante. Sa représentation dans les diagrammes d'équilibre ne permet aucune information exploitable. Par contre, l'étude méticuleuse avec le microscope électronique à balayage conduit à

déterminer, avec certitude, les phases qui ont réagi et les composés qui ont été formés. Des espèces cristallographiques devront être, ensuite, identifiées par diffraction des rayons X. Généralement, nous notons la présence de pyroxène et d'autres composés de silicium comme l'anorthite, la mélilite, la monticellite, l'akermanite, etc. L'existence de ces derniers dépend de la composition de la gangue du minerai. Il est très rare que de la fayalite se soit formée.

Les conditions peu réductrices du procédé de transformation du minerai en métal favorisent la formation de magnétite en abondance et parfois de delafossite.

Ces scories contiennent habituellement beaucoup de cuivre, soit sous la forme de minerai non-réduit (généralement cuprite et chalcocite), soit sous la forme de globules de métal de taille variable.

LES COMPOSANTES DES SCORIES CHALCOLITHIQUES ESPAGNOLES ET LE PROCÉDÉ DE RÉDUCTION DANS LE FOURNEAU

Ces dernières années de notables progrès concernant l'étude des scories chalcolithiques de la Péninsule Ibérique ont été réalisés. Nous commençons à disposer d'abondantes données sur leurs compositions et leurs structures. Des études plus détaillées ont été effectuées sur du matériel de la région d'Andalousie, principalement provenant d'Almizaraque (Almería) (Rovira, 2001 ; Rovira et Ambert, 2002a) et de Cabezo Juré (Huelva) (Sáez *et al.*, 2001a et 2001b).

Dans les scories d'Almizaraque, on a identifié, comme composants silicatés, le quartz, le pyroxène, l'anorthite, la monticellite, la mélilite et l'akermanite. Par ailleurs, pour l'étude des scories de Cabezo Juré, on a mis en évidence du quartz, du clinopyroxène (diopside-hedenbergite) et du plagioclase riche en calcium (anorthite). Pour les scories de ces deux sites, il n'y a que quelques échantillons riches en fer ou de la fayalite a été formée. En outre, on trouve aussi habituellement des formations cristallines de magnétite, de maghémite ainsi que de delafossite.

La figure 1 montre un exemple d'une scorie de cuivre provenant d'Almizaraque. La matrice est formée par de la mélilite, au sein de laquelle nous pouvons observer des cristaux noirs de pyroxène. La magnétite est très abondante. Il y a également de nombreuses billes de métal avec diverses tailles et compositions. Les deux plus grandes ont été analysées avec la microsonde du microscope électronique ; cette étude fournit les compositions suivantes : pour la bille centrale, 74,9 % Cu, 21,9 % As, 1,08 % Zn et 2,17 % Fe ; pour la bille à l'angle supérieur droit, 7,63 % Cu, 21,0 % As, 1,49 % Zn et 1,19 % Fe. Ainsi, les deux billes sont en cuivre arsénié et présentent un taux d'arsenic exceptionnellement élevé. Quoiqu'il en soit, elles permettent d'affirmer que le métal a été obtenu par réduction directe d'un minerai polymétallique.

Par ailleurs, il est aussi fréquent de trouver des "scories" qui sont encore pratiquement du minerai de cuivre à peine transformé que l'on s'attendrait à trouver

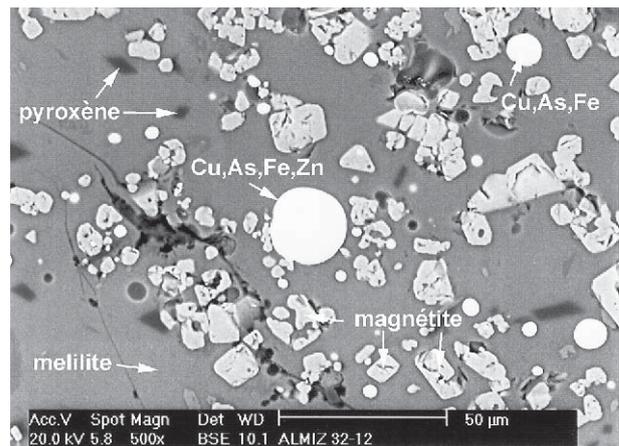


Fig. 1 – Scorie de cuivre d'Almizaraque (Almería, Espagne).
Micrographie électronique (électrons rétrodiffusés).

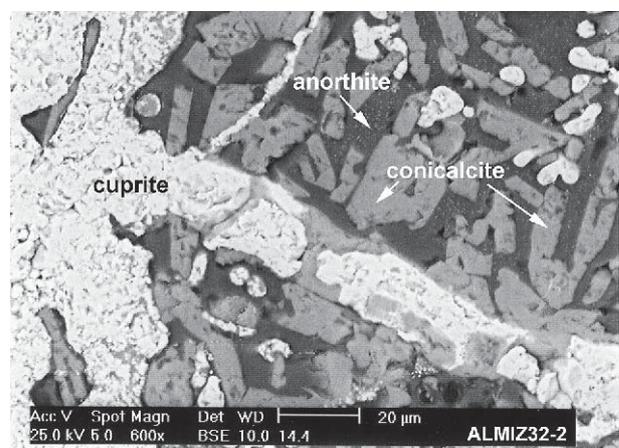


Fig. 2 – Scorie de cuivre d'Almizaraque (Almería, Espagne).
Micrographie électronique (électrons rétrodiffusés).

au début de la réduction. Un tel cas est illustré par la figure 2 ; il s'agit d'un échantillon constitué essentiellement de cuprite et de conicalcite et avec une matrice d'anorthite.

La coexistence habituelle d'oxydes de cuivre et de fer ainsi que de cuivre métallique, contenus dans la scorie, fournit des renseignements très précis sur la cinétique des réactions, qui ont lieu à l'intérieur du fourneau de réduction (Sáez *et al.*, 2001a, p. 177). D'un côté, elle indique que l'état d'oxydation du matériel fondu était hétérogène ; cette anisotropie pourrait être mise en relation avec un apport irrégulier d'oxygène par le biais d'une aération forcée. En outre, d'un autre côté – qui demeure très important – cette anisotropie suggère, également, l'existence de conditions d'équilibre red-ox compatibles avec la coexistence des deux états d'oxydation du cuivre (Cu^0 et Cu^{+1}). La présence de magnétite dans la scorie, formée par l'oxydation de l'oxyde ferreux, indique une condition de fugacité de l'oxygène proche de zéro et par conséquent, l'existence d'oxygène libre dans le système. De même, la formation de fayalite dans certains cas, indique que les conditions de fugacité de l'oxygène, à certains endroits de la scorie, étaient comparables au

buffer QFM (quartz-fayalite-magnétite). C'est dans ce dernier cas que la réduction de la cuprite à lieu. Entre ces deux situations extrêmes, atmosphère oxydante (qui ne permet pas la réduction de la cuprite et active la formation de magnétite) et l'atmosphère réductrice (qui permet l'obtention de cuivre et la formation de fayalite), le processus de fusion du minerai dans le fourneau évolue d'une façon particulière : pendant que le métal se forme en un point, en un autre endroit – qui n'est pas trop éloigné – l'oxyde reste comme tel. Ce processus explique ainsi l'hétérogénéité des scories et la simplicité des structures des fours de cette époque maintenant mieux connus.

LES FOURS DE RÉDUCTION DES MINÉRAIS DE CUIVRE DANS LA PÉNINSULE IBÉRIQUE

Des céramiques communes, qui offrent généralement des profils beaucoup plus évasés, furent utilisées pour la réduction des minerais de cuivre. Un tel usage est à rapprocher d'un procédé qui a été utilisé couramment en Espagne au Chalcolithique, pour l'obtention du métal (Rovira et Ambert, 2002a, p. 107-108).

Lors des fouilles de Los Millares (Almería), une structure de combustion circulaire a été mise au jour. Elle est formée par un sol délimité par un anneau d'argile de quelques centimètres de haut et d'un diamètre avoisinant un mètre. À l'intérieur et à proximité de cette structure, de nombreuses preuves archéométrurgiques (des morceaux de minerai, des gouttes de cuivre et des fragments de céramiques à réduire le minerai et des creusets) ont été mises en évidence (Craddock, 1995, p. 133). Ce type de foyer est très courant dans les cabanes chalcolithiques du Sud-Est espagnol. Néanmoins, dans le cas de ce foyer de Los Millares, de type domestique, on peut assurer qu'il a été utilisé pour effectuer les tâches de la métallurgie

extractive. En d'autres termes, la métallurgie extractive n'exigeait pas un équipement spécifique, mais était réalisée au sein des structures domestiques.

Plus récemment, à Cabezo Juré (Huelva) des structures circulaires, semblables à celles de Los Millares, furent excavées. Elles présentent un diamètre similaire, bien que l'épaisseur et la hauteur de l'anneau d'argile aient des dimensions légèrement supérieures. Par ailleurs, ces constructions sont liées à la métallurgie extractive du cuivre (Nocete, 2001, fig 15 et 16). Au travers les caractéristiques des scories associées, on peut déduire que ces structures ont été le lieu d'une fusion primaire de minerais visant à l'obtention d'un produit riche en cuivre sous la forme d'oxydes (cuprite, delafossite) et de globules de métal (Sáez *et al.*, 2001b, p. 173). On suggère donc, qu'il s'agissait d'un procédé en deux temps : a) une première phase de réduction partielle du minerai et un enrichissement en oxydes, qui s'effectuait à l'intérieur des structures circulaires avec l'aide ou non de céramiques à réduire le minerai ; et b) une deuxième phase de réduction proprement-dite de ce matériel enrichi, en utilisant des récipients, en céramique, spécifiques (Sáez *et al.*, 2001b, p. 178).

MINÉRAIS EXPLOITÉS DANS LA PÉNINSULE IBÉRIQUE

L'idée, selon laquelle les métallurgistes, durant le Chalcolithique, utilisaient de préférence des formes oxydiques de cuivre (carbonates, oxydes, sulfates, phosphates), fut soutenue à diverses reprises. Il fut également affirmé que ces minerais utilisés étaient fréquemment polymétalliques et que l'arsenic était le composant le plus important quantitativement et qualitativement. Le tableau 1 montre une série d'analyses effectuées par diffraction de rayons X sur des échantillons de plusieurs provenances.

Site	Composition du minerai
Almizaraque (Cuevas del Almanzora, Almería) (1)	Malachite, azurite, cuprite
Almizaraque (Cuevas del Almanzora, Almería) (1)	Malachite, olivenite, chenevixite, alstonite?, quartz
Almizaraque (Cuevas del Almanzora, Almería) (1)	Azurite, malachite, olivenite, chenevixite, digenite?, alstonite?, quartz
Almizaraque (Cuevas del Almanzora, Almería) (2)	Olivenite
Cerro Minado, mine (Huercal Overa, Almería) (1)	Azurite, dolomite
Sierra Cabrera 1, mine (Turre, Almería) (1)	Malachite, kaolinite, mica moscovite, quartz
Cabezo de los Hilos, mine (Mojacar, Almería) (1)	Malachite, mica moscovite, quartz
Los Pinares 4, mine (Los Gallardos, Almería) (1)	Malachite, azurite, hematite, mica moscovite, quartz
Los Pinares 4, mine (Los Gallardos, Almería) (1)	Malachite, azurite, hematite, mica moscovite, feldspath
Loma de la Tejería, mine (Albaracín, Teruel) (2)	Tenorite, cervantite, senarmonite, paxite, silicium (grès)
La Ferrera, mine (Rocabrana, Girona) (3)	Tenorite, paramelaconite, spertinite, hydromorochite, valentinite, senarmonite, clinoclase, lammerite, discrasite
Can Manera, mine (Manera, Girona) (3)	Cuprite, cassiterite, bronze (Cu6Sn%), enargite, eschafarzikite, hematite, magnetite
Amarguillo (Los Molares, Seville) (4)	Malachite
Amarguillo (Los Molares, Seville) (4)	Pseudomalachite, gohetite
Amarguillo (Los Molares, Seville) (4)	Pseudomalachite, moscovite, quartz
Cabezo Juré (Alosno, Huelva) (5)	Malachite, azurite, chalcocite, tenorite, conicalcite

Tabl. 1 – Analyses par diffraction de rayons X de minerais de la Péninsule Ibérique. Note : (1) Montero (1991), (2) I. Montero, inédite, (3) Alcalde et al. (1998), (4) M.A. Hunt, inédite, (5) Sáez et al. (2001b).

Il serait plus juste d'apprécier, dans ce cas, que les minerais ne sont pas toujours des oxydes, bien qu'ils soient prédominants. En effet, outre la malachite et l'azurite, nous trouvons, de façon significative, dans le même échantillon, des sulfures primaires comme l'énargite et la chalcocite ; c'est le cas pour les minerais de la mine de Can Manera (Gerona) ou de Cabezo Juré (cf. tabl. 1). Récemment, des nouveaux échantillons provenant d'Almizaraque, furent également analysés. Ils se composent de carbonates et de sulfures de cuivre (R. Mueller, communication orale). Il s'agit d'une sélection cédée par l'auteur à Roland Mueller, pour la partie expérimentale de sa thèse MSD présentée récemment à l'Institute of Archaeology de l'University College London.

SCORIES DE LA CAPITELLE DU BROUM (PÉRET)

Trois échantillons ont été analysés avec le microscope électronique à balayage, en suivant la même méthodologie que celle utilisée dans le cadre de l'étude des scories espagnoles. Les tableaux 2 et 3 montrent les résultats analytiques des différentes phases minérales et métalliques identifiées.

Une grande partie de la scorie LCB-1 est constituée par une matrice très localement fondue. Les analyses du tableau 2 signalent la présence de composés d'antimoine et de zinc avec des composés de cuivre. Des cristaux de willemite ($2\text{ZnO}\cdot\text{SiO}_2$) ont été formés et contiennent des inclusions d'antimoine et de baryum sous la forme d'oxydes (analyse LCB-1/4 au tabl. 2); des cristaux de monticellite [$(\text{Fe},\text{Mg})\text{O}\cdot\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$] ont été également formés, comme l'illustrent les figures 3 et 4. La scorie contient de nombreux globules métalliques de composition complexe; on dénote la présence de taux élevés d'antimoine et, dans des proportions moindres, de l'arsenic, du zinc, du fer et de l'argent. Par ailleurs, il existe aussi de nombreuses petites billes de chalcocite illustrées, par la figure 4.

La scorie LCB-2 est un verre silicaté avec plusieurs grains argileux intacts (fig. 5). Cette scorie contient également, des billes de métal et de chalcocite prisonnières comme d'autres restes de minerai (sulfure de cuivre cristallisé). La composition de ces globules de métal est très variable. Ils sont presque tous constitués de cuivre, d'antimoine, d'argent, de fer et de soufre; le zinc n'a été aucunement détecté que ce soit dans le métal ou dans une quelque autre partie de la scorie. L'étude détaillée de l'une de ces billes, de plus grande taille, présente une structure métallographique de grains de section polygonale, indiquant que ce métal a été refroidi lentement à l'intérieur du fourneau (fig. 6). Nous pouvons donc supposer que l'on a laissé, après la réduction, le fourneau refroidir de manière naturelle jusqu'à la température ambiante. Dans le métal sain, de nombreuses formations de cuprite ont été engendrées, probablement, par une oxydation ultérieure. On distingue également des inclusions riches en argent (analyse LCB-2/11 au tabl. 3), de telle sorte que la valeur moyenne de cet élément est d'environ 1,5 %. Curieusement ce globule ne contient pas d'antimoine.

La scorie LCB-3 est très similaire à la LCB-1 (cf. tabl. 2 et 3), comme montre la figure 7. Cependant, nous avons identifié une abondance de cristaux de spinelle (magnétite avec d'importante substitution de fer par du zinc), comme indique l'analyse LCB-3/12 au tabl. 3. La figure 8 illustre ce point.

Ces résultats sont en parfait accord avec les données déjà connues par l'intermédiaire des études des scories archéologiques de Roque-Fenestre ainsi que par celles, obtenues expérimentalement, avec du minerai de Pioch Farrus (Mille et Bourgarit, 1998).

LES MINERAIS DE LA CAPITELLE DU BROUM

Les minerais de cuivre du district de Cabrières sont bien connus depuis longtemps (comme le montre une récente synthèse de l'information disponible dans Ambert, 1999). Il est également intéressant de signaler,

Analyse	Phase	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Mn	FeO	CuO	ZnO	Sb ₂ O ₃	BaO	SO ₂
LCB-1/01	Barite	0	1.55	2.24	0	0.66	2.9	0	1.59	0	0	0	71.1	19.9
LCB-1/02	Matrice (pas fondu)	2.09	2.55	24.3	7.69	0	11.6	0	24.5	11.5	5.87	9.52	0	0
LCB-1/03	Matrice (pas fondu)	3.16	2.7	27.4	6.02	0	16.0	0	21.9	9.53	7.82	5.52	0	0
LCB-1/04	Inclusion	0	0.9	21.7	0	0.49	3.0	0	15.9	0	29.2	25.7	2.82	0.24
LCB-1/05	Willemite	1.78	0.72	23.3	0	0	0.3	0	14.3	0	59.6	0	0	0
LCB-1/06	Cristal aciculaire	0	1.77	10.1	9.15	0	11.8	0	30.0	18.5	6.1	9.71	1.5	0
LCB-1/07	Monticellite	6.37	0	46.7	0	0	24.2	0	13.7	9.08	0	0	0	0
LCB-1/09	Matrice (fondu)	0	2.29	28.8	0	0.93	7.56	0	14.7	0	16.8	28.9	0	0
LCB-1/10	Monticellite	6.59	0	46.9	0	0.15	25.7	0	12.8	0	7.83	0	0	0
LCB-2/08	Matrice	1.28	7.19	37.2	0	2.12	8.84	1.74	5.22	31.2	0	4.16	0	0
LCB-2/09	Grain argileux	0	9.69	77.5	0	1.67	0	0	8.18	2.92	0	0	0	0
LCB-3/05	Matrice	0	0	4.0	0	0	0.2	0	2.8	7.8	0	0	0	9.9
LCB-3/09	Matrice	0	2.9	9.1	0	0	0.1	1	43.9	2.5	36.7	2.8	0	0.4
LCB-3/11	Matrice	0.97	3.06	27.1	0	1.91	9.4	1.65	16.4	0	14.9	24.7	0	0
LCB-3/20	Willemite	0	0	25.5	0	0	0.6	1.14	18.1	0	54.7	0	0	0
LCB-3/21	Matrice	0	4.14	32.8	0	2.29	9.59	1.45	21.7	0	14.0	14.0	0	0
LCB-3/22	Monticellite	5.31	1.37	43.5	0	0	21.4	1.45	18.7	0	8.2	0	0	0

Tabl. 2 – Scories de La Capitelle du Broum (pourcentages pondéraux d'oxydes).

Analyses	Phase	O	S	Fe	Cu	Zn	As	Ag	Sb
LCB-1/08	Bille de chalcocite	--	18,3	0,97	79,2	0	0	1,6	0
LCB-1/11	Bille de chalcocite	--	18,9	1,4	78,0	1,72	0	0	0
LCB-1/12	Bille métallique	--	1,4	3,3	55,4	3,3	4,3	0,8	31,5
LCB-1/13	Bille métallique	--	1,13	3,14	53,5	3,24	4,17	0,89	33,1
LCB-1/14	Bille métallique	--	0,42	5,52	42,6	4,14	6,19	0,49	40,7
LCB-1/15	Bille métallique	--	11,6	3,02	60,2	3,13	1,43	0,28	20,3
LCB-1/16	Bille métallique	--	0,35	14,9	6,79	8,86	1,78	0,67	66,7
LCB-1/17	Bille de chalcocite	--	18,4	1,25	79,0	1,34	0	0	0
LCB-1/18	Bille de chalcocite	--	18,5	1,11	79,1	1,18	0	0	0
LCB-2/01	Bille métallique (métal)	--	0	0	100	0	0	0	0
LCB-2/02	Bille métallique (inclusion avec Ag)	--	13,7	0	45,9	0	0	40,4	0
LCB-2/03	Bille métallique (inclusion avec Ag)	--	0	0	12,1	0	0	87,9	0
LCB-2/04	Bille métallique (inclusion de cuprite)	11,2	0	0	88,1	0	0	1,74	0
LCB-2/05	Cristal de chalcocite	--	20,9	1,74	77,4	0	0	0	0
LCB-2/06	Bille métallique	--	0	0,33	97,5	0	0	2,18	0
LCB-2/07	Bille métallique	--	0	0,32	96,2	0	0	3,48	0
LCB-2/10	Bille métallique (métal)	--	0	0,4	98,1	0	0	1,5	0
LCB-2/11	Bille métallique (inclusion avec Ag)	--	0	0,78	54,4	0	0	44,8	0
LCB-2/12	Bille métallique	--	0,28	0,22	90,9	0	0	2,27	6,37
LCB-2/13	Bille métallique	--	0	0,42	93,1	0	0	1,69	4,83
LCB-2/14	Bille métallique (inclusion de cuprite)	12,8	3,9	0,4	74,9	0	0	1,9	6,1
LCB-2/15	Bille métallique (inclusion avec Ag-Sb)	--	0,11	0,28	53,0	0	0	42,9	3,69
LCB-2/16	Bille métallique (inclusion de cuprite)	11,5	0,1	0,3	84,1	0	0	0,3	3,7
LCB-2/17	Bille métallique (halo de cuprite)	11,4	0,1	0,5	86,1	0	0	0,4	1,6
LCB-2/18	Bille métallique (halo de chalcocite)	--	18,1	0,53	79,4	0	0	0,67	1,29
LCB-2/19	Bille métallique avec Ag-Sb	--	3,12	0,76	34,0	0	0	56,6	5,44
LCB-3/01	Bille de chalcocite (matrice)	--	19,0	0,48	77,2	0	1,23	1,34	0,79
LCB-3/02	Bille de chalcocite (inclusion Sb-As)	--	0,94	0,92	6,1	0	5,43	0	86,6
LCB-3/03	Bille de chalcocite (inclusion Sb-As)	--	2,9	0,76	12,4	0	11,5	0	72,4
LCB-3/04	Bille de chalcocite (inclusion)	--	11,2	0,32	50,1	0	2,67	1,51	34,3
LCB-3/06	Bille d'antimoine	--	0,81	1,05	5,75	0	0	0	92,4
LCB-3/07	Bille d'antimoine (inclusion)	--	6,46	0,87	85,2	0	3,21	0	4,26
LCB-3/08	Bille d'antimoine (halo)	--	23,4	0,82	65,6	0	0	0,93	7,53
LCB-3/10	Bille métallique	--	0,65	2,31	55,7	0	0	0	41,3
LCB-3/12	Espinél	--	0	70,7	0	27,5	0	0	0
LCB-3/13	Bille métallique	--	0	0	4,82	0	0	0	95,2
LCB-3/14	Bille métallique (inclusion avec Sb-Ag)	--	0,09	0	3,2	0	0	36,8	59,9
LCB-3/15	Bille métallique (inclusion de chalcocite)	--	18,6	0,29	78,9	0	0	0,75	1,51
LCB-3/16	Bille métallique (inclusion)	--	0,84	0,34	52,4	0	0	3,52	42,9
LCB-3/17	Bille métallique (halo de chalcocite)	--	17,5	0,44	79,3	0	0	0,88	0,93
LCB-3/18	Bille métallique (inclusion)	12,3	0,3	1,6	72,8	0	0	0,5	11,6
LCB-3/19	Bille métallique (inclusion)	12,8	1,0	3	68,4	0	0	0,7	13,7
LCB-3/23	Bille de chalcocite	--	16,4	4	75,6	2,2	0	0	1,8

Tabl. 3 – Scories de La Capitelle du Broum (pourcentages pondéraux d'éléments).

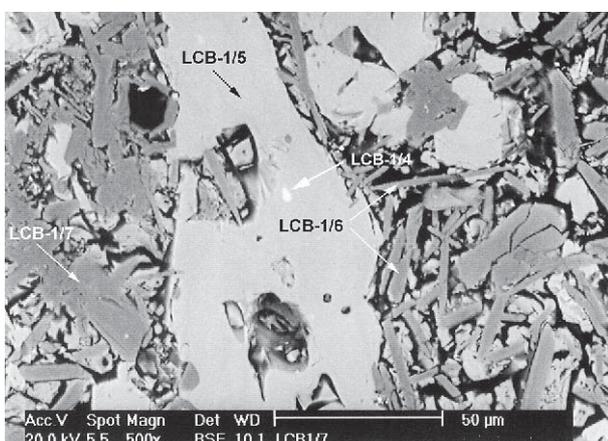


Fig. 3 – Scorie de cuivre LCB-1 de La Capitelle. Micrographie électronique (électrons rétrodiffusés). Pour les analyses cf. tabl. 2 et 3.

en raison de la proximité géographique, que des échantillons contenant des cuivres gris (tétraédrite argentifère et d'autres sulfures) et de la malachite, provenant des mines de Pioch Farrus, ont été analysés. L'échantillon que nous avons analysé est composé d'une matrice primaire de cristaux de chalcocite-covellite (analyse LCB-4/2 en tabl. 4) avec d'inclusions de tétraédrite qui, dans ce cas, n'est pas argentifère. Le minéral primaire est oxydé, comme l'attestent les épais filaments de malachite et de cuprite (fig. 9). Il s'agit donc d'un mélange naturel de minerais sulfurés et oxydés, ce qui est une des caractéristiques du minerai de Cabrières.

D'un point de vue chimique, ce mélange peut être traité directement dans le fourneau sans grillage préalable, comme le démontrent les expérimentations de Rostoker et Dvorak (1991).

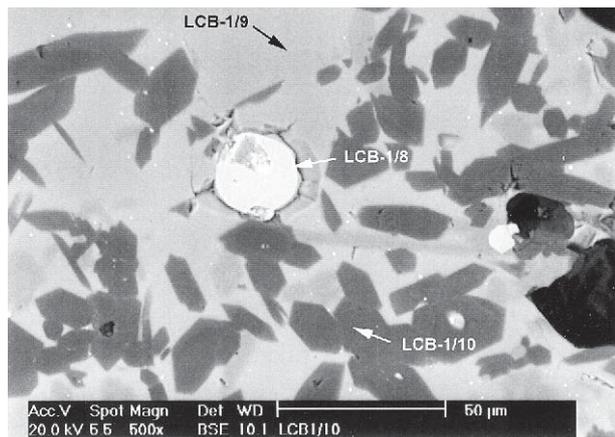


Fig. 4 – Scorie de cuivre LCB-1 de La Capitelle. Micrographie électronique (électrons retrodiffusés). Pour les analyses cf. tabl. 2 et 3.

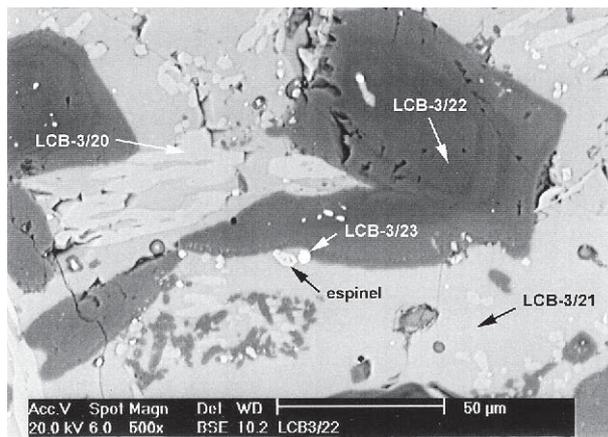


Fig. 7 – Scorie de cuivre LCB-3 de La Capitelle. Micrographie électronique (électrons retrodiffusés). Pour les analyses cf. tabl. 2 et 3.

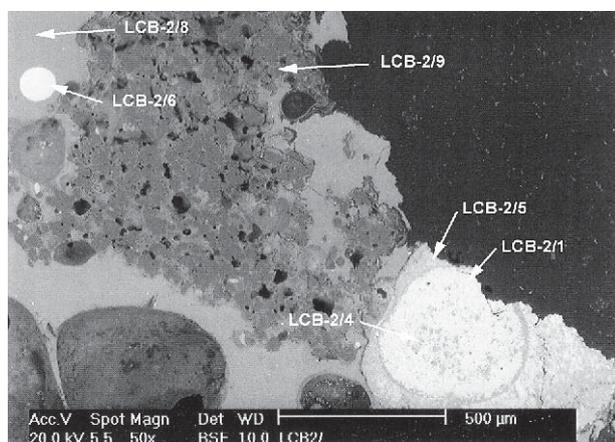


Fig. 5 – Scorie de cuivre LCB-2 de La Capitelle. Micrographie électronique (électrons retrodiffusés). Pour les analyses cf. tabl. 2 et 3.

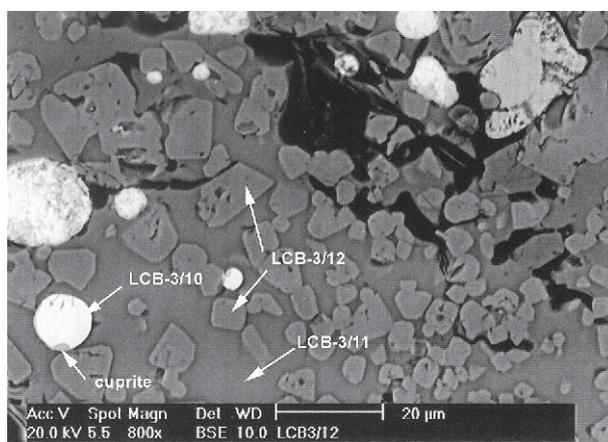


Fig. 8 – Scorie de cuivre LCB-3 de La Capitelle. Micrographie électronique (électrons retrodiffusés). Pour les analyses cf. tabl. 2 et 3.

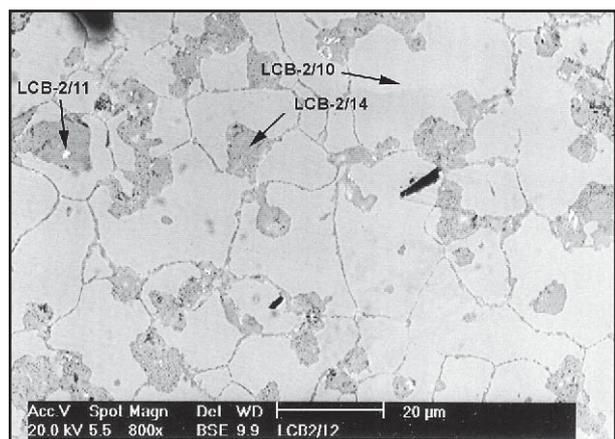


Fig. 6 – Scorie de cuivre LCB-2 de La Capitelle. Micrographie électronique (électrons retrodiffusés). Aspect d'un globule de métal avec microstructure métallographique de refroidissement très lent. Pour les analyses cf. tabl. 2 et 3.

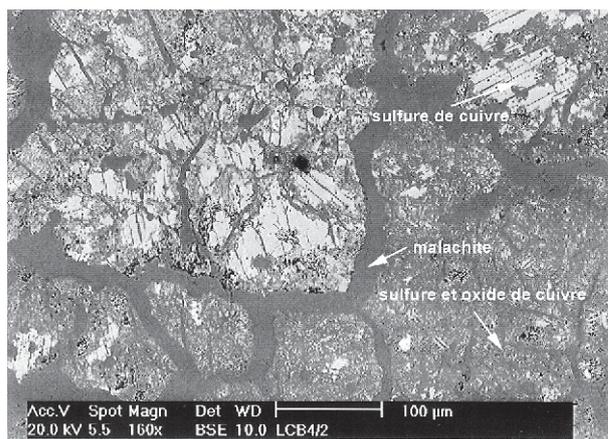


Fig. 9 – Minerai de cuivre LCB-4 de La Capitelle. Micrographie électronique (électrons retrodiffusés).

Analyse	Phase	S	Fe	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Ba
LCB-4/2	Matrice de sulfure	26,3	0	72,7	1,0	0	0	0	0	0
LCB-4/3	Inclusion	15,6	1,3	21,9	1,75	0	0	0	15,4	44,1
LCB-4/4	Inclusion	21,2	0,77	33,7	1,25	0	0	0	6,95	36,2
LCB-4/5	Inclusion	17,5	0,53	6,45	0,56	0	0	0	1,26	73,7

Tabl. 4 – Analyses de la Capitelle du Broum.

LES FOURS DE LA CAPITELLE DU BROUM

Des récentes fouilles ont permis de mettre au jour plusieurs cuvettes creusées dans le sol, sur quelques centimètres de profondeur. Elles ont un diamètre avoisinant les cinquante centimètres. La surface interne présente des traces d'altération intense qui sont le signe d'une exposition thermique. Dans ces cuvettes, et ainsi qu'aux environs, quelques fragments de scorie, du minerai de cuivre, des gouttes de métal et d'abondants morceaux de charbon de bois ont été découverts. La figure 10 montre la section d'une de ces cuvettes en cours de fouille (nous remercions P. Ambert pour sa permission de publier ici ce matériel graphique encore inédit).

Bien que l'étude archéo-métallurgique, par l'équipe scientifique qui étudie le site de La Capitelle du Broum, de ces structures de four et du matériel associé, ne soit qu'à un stade embryonnaire ; on peut d'ores et déjà penser qu'il s'agit des fourneaux utilisés par les métallurgistes préhistoriques pour réduire les minerais de cuivre. Il s'agit de structures relativement simples, ouvertes, de morphologie et fonction semblables à celle des "vases-fours" et des structures circulaires de la Péninsule Ibérique.

CONCLUSIONS

Au regard des matériaux archéo-métallurgiques et des résultats analytiques obtenus, il est possible de dire qu'il existe de nombreuses similitudes entre les habitudes technologiques des métallurgistes chalcolithiques du Sud-est de la France et de ceux de l'Espagne. On peut détailler les grandes similitudes :

- dans les deux pays, on a exploité les ressources cuprifères qui étaient disponibles dans un environnement proche. Cela, selon la composition des minerais, va conditionner fortement les résultats obtenus par la métallurgie locale. Dans le cas de Cabrières, il s'agit de cuivres à l'antimoine-argent ; en Espagne, ce sont les cuivres et les cuivres arséniés ; dans les deux pays, l'obtention du métal avait lieu dans des structures de réduction relativement simples ;

ces dernières étaient ouvertes et permettaient des conditions red-ox variables. Ce procédé conduit à la production de scories présentant des taux importants de magnétite, de maghémite et de spinelle, selon les cas. En Péninsule Ibérique, on a pu mettre en évidence une utilisation fréquente de céramiques communes destinées à la réduction du cuivre. En outre, cette méthode n'était pas exclusive, comme en témoignent les structures circulaires liées à la métallurgie et mises au jour récemment. En France, pour la période Chalcolithique représentée par le site de La Capitelle du Broum, les recherches ont révélé des petites cuvettes excavées dans le sol argileux. Par ailleurs, les céramiques destinées à réduire le minerai apparaissent plus tardivement, en France, et sont associées à l'horizon Campaniforme (Rovira et Ambert, 2002b, p. 102).

dans les deux pays, la réduction directe se fait à partir de minerai concassé et de charbon de bois. Les scories obtenues, dont la composition est fortement conditionnée par les minerais cuprifères et la gangue associée, contiennent généralement du pyroxène et d'autres silicates comme l'anorthite, la melilite, la monticellite, etc. Il est à noter qu'il est rare de trouver de la fayalite. Ces scories contiennent en outre beaucoup de cuivre sous forme de billes de métal et de minerai non-réduit. Les minerais sulfurés (ou avec baryte dans la gangue) donnent lieu à la formation de chalcocite. Néanmoins, on ne peut pas parler d'une métallurgie basée sur la récupération de matte cuivreuse, qui est toujours minoritaire. La matte peut être transformée dans le creuset, en atmosphère oxydante, pendant le processus d'affinage, lors d'une nouvelle fonte des fragments de cuivre et de chalcocite extraits après concassage de la scorie. ■

Remerciements : Ce travail a été réalisé dans le cadre du PAI Espagnol-Français (Université de Valladolid-Université de Toulouse), *Del mineral de cobre al metal : aspectos comunes y diferencias entre las metalurgias del Midi de Francia y de la Península Ibérica en el Calcolítico y en el Bronce Antiguo*. HF 2001-0061. L'auteur est reconnaissant envers Monsieur Antoine COURCIER, pour la correction du texte français. Paul Ambert et Pascale Giraud ont fait la révision finale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALCALDE G., MOLIST M., MONTERO I., PLANAGUMÀ L., SAÑA M., TOLEDO A. (1998) – Producciones metalúrgicas en el Nordeste de la Península Ibérica durante el III^e milenio cal. AC : el taller de la Bauma del Serrat del Pont (Tortellà, Girona), *Trabajos de Prehistoria*, 55, 1, p. 81-100.
- AMBERT P. (1998a) – *Métallurgie préhistorique, métallurgie expérimentale, les fours, état de la question, perspectives de recherches*, in M.-Ch. Frère-Sautot dir., Paléométallurgie des cuivres. Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18 oct. 1997, Éditions Monique Mergoïl, Montagnac, p. 1-16.
- AMBERT P. (1998b) – *L'évolution de la métallurgie dans le Midi de la France*, in M.-Ch. Frère-Sautot dir., Paléométallurgie des cuivres. Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18 oct. 1997, Éditions Monique Mergoïl, Montagnac, p. 67-70.
- 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, Ü. Yalçin eds., *The Beginnings of Metallurgy*, Der Anschnitt, B. 9, p. 193-210.
- CHERNYKH E., FRÈRE-SAUTOT M.-Ch., HAPP J., ROVIRA S. (1999) – Expérimentations de fonderie dans le site de minerai de cuivre de Kargaly (Oural, Russie), *CU+*, 1, Beaune APABB, p. 2-4.
- CRADDOCK P.-T. (1995) – *Early Metal Mining and Production*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- CRADDOCK P.-T. (1999) – *Paradigms of metallurgical innovation in prehistoric Europe*, in A. Hauptmann, E. Pernicka, T. Rehren, Ü. Yalçin eds., *The Beginning of Metallurgy*, Der Anschnitt, B. 9, p. 175-192.

- CRADDOCK, P.T., MEEKS, N.D. (1987) – Iron in ancient copper, *Archaeometry*, 29, 2, p. 187-204.
- GLUMAC P.-D., TODD J.-A. (1991) – *Eneolithic copper smelting slags from the middle Danube basin*, in E. Pernicka, G.A. Wagner eds., *Archaeometry '90*, Basel, p. 155-164.
- HAUPTMANN A., BACHMANN H.-G., MADDIN R. (1996) – *Chalcolithic copper smelting: new evidence from excavations at Feinan, Jordan*, *Archaeometry* 1994, Ankara. The Proceedings of the 29th International Symposium on Archaeometry, Ankara, 9-14 May 1994, Tübitak, Ankara, p. 3-10.
- MILLE B., BOURGARIT D. (1998) – *Du minerai de cuivre sulfuré traité dès le Chalcolithique : les exemples de Cabrières (Hérault) et Al Claus (Tarn-et-Garonne)*, in M.-Ch. Frère-Sautot, dir., *Paléomé-tallurgie des cuivres*, Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18 oct. 1997, Éditions Monique Mergoïl, Montagnac, p. 27-36.
- MONTERO I. (1991) – *Estudio Arqueometalúrgico en el Sudeste de la Península Ibérica*, Tesis Doctorales, Facultad de Geografía e Historia, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- NOCETE F. (2001) – *Tercer Milenio Antes de Nuestra Era. Relaciones y contradicciones centro/periferia en el Valle del Guadalquivir*, Edicions Bellaterra, Barcelona.
- ROSTOKER W., DVORAK J.-R. (1991) – Some experiments with co-smelting to copper alloys, *Archaeomaterials*, 5, p. 5-20.
- ROVIRA S. (1989) – *Recientes aportaciones para el conocimiento de la metalurgia primitiva en la provincia de Madrid: Un yacimiento Campaniforme en Perales del Río (Getafe, Madrid)*, in Actas del XIX Congreso Nacional de Arqueología, Castellón, 1987. Vol. I, INO Reproducciones, Zaragoza, p. 355-366.
- ROVIRA S. (1999) – Una propuesta metodológica para el estudio de la metalurgia prehistórica: el caso de Gorny en la región de Kargaly (Orenburg, Rusia), *Trabajos de Prehistoria*, 56, 2, p. 85-113.
- ROVIRA S. (2001) – *Análisis de escorias calcolíticas de fundición de cobre utilizando la microscopía electrónica de barrido*, in B.-M. Gómez Tubio, M.A. Respaldiza, M.L. Pardo eds., III Congreso Nacional de Arqueometría, Universidad de Sevilla y Fundación El Monte, Sevilla, p. 477-486.
- ROVIRA S., AMBERT P. (2002a) – 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, 1, p. 105-126.
- ROVIRA S., AMBERT P. (2002b) – Vasijas cerámicas para reducir minerales de cobre en la Península Ibérica y en la Francia meridional, *Trabajos de Prehistoria*, 59, 1, p. 89-105.
- SÁEZ R., NOCETE F., NIETO J.-M., CAPITÁN M.-A., ROVIRA S., RUIZ CONDE A., SÁNCHEZ SOTO P.-J. (2001a) – *Estudio químico y mineralógico de escorias del tercer milenio a.n.e. de Cabezo Juré (Alosno, Huelva)*, in C. Roldán ed., IV Congreso Nacional de Arqueometría, Valencia, 2001, Unidad de Arqueometría, ICMUV, Valencia, p. 192-199.
- SÁEZ R., NOCETE F., NIETO J.-M., CAPITÁN M.-A., ROVIRA S., RUIZ-CONDE A., SÁNCHEZ-SOTO P.-J. (2001b) – Metalurgia del cobre en Cabezo Juré (Alosno, Huelva): estudio mineralógico de escorias del 3er. milenio a.n.e., *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 24, p. 171-179.

Salvador ROVIRA

Museo Arqueológico Nacional,

Calle Serrano, 13. E-28001 MADRID, Espagne,

E-mail : srl@man.es

Métallurgie ancienne dans la Péninsule Ibérique

Résumé

Les débuts de la métallurgie de la Péninsule Ibérique remontent désormais à une période très primitive (V^e millénaire cal. BP). Cette datation sous-tend l'idée d'un développement autonome de cette métallurgie, bien que pour l'heure il n'existe aucun élément chronologique daté entre ce Néolithique et le Chalcolithique Récent. Cette lacune peut s'expliquer par le contexte archéologique et par l'absence d'une correcte orientation de la recherche, d'autant qu'il existe des exemples de métallurgie, non datés, qui pourraient appartenir à cette période.

Abstract

Recent excavations at the Neolithic site of Cerro Virtud (Almería, Southeast Spain) renew a debate about the early development of metallurgy in western Europe. Back to the first half of the fifth millennium cal. BC the discovery of this activity within an archaeological context poses serious challenges to the interpretation of how it developed and spread. This date is more than a millennium older than had previously been attested by Renfrew. Furthermore, archaeological research has not found any evidence of metallurgy older than the date proposed by Renfrew, mid-fourth millennium cal. BC., until Cerro Virtud. This paper explains why this chronological gap is more apparent than real. First, there is no a good radiocarbon sequence to distinguish between Late Neolithic and Early Chalcolithic in the Iberian Peninsula. Scholars acknowledge the continuity between Neolithic and Chalcolithic, but most of the Chalcolithic sites have only weak evidences of previous settlements. The second problem is the lack of stratigraphy in open air Neolithic sites, apart from the one at Cerro Virtud. On the other hand, we also question traditional interpretations of grave goods on collective burials. Although the tradition begins in Late Neolithic, they generalized during Chalcolithic. As a result, all metal found in this background have been sistematically classified as Chalcolithic. In this paper, we introduce some examples of Neolithic sites with a plausibly evidence of metal to focus on this argument. Despite this scenario, discoveries at Cerro Virtud and the most recent El Palomar (Seville), dated in the first half of fourth millennium cal. BC, give us the possibility of renew the debate about the antiquity of metalurgical knoledge in the Iberian Peninsula.

INTRODUCTION

Les recherches concernant l'origine de la métallurgie dans le Sud-est de l'Espagne soulignent, depuis une dizaine d'années, la possibilité d'une apparition et d'un développement autonomes.

Renfrew a posé les bases de cette hypothèse. Il met en avant l'absence de documents coloniaux originaires de Méditerranée Orientale, capables de justifier une diffusion des connaissances métallurgiques, à partir des métallurgies précoces d'Orient. Malgré l'absence de datations C14 associée aux éléments métallurgiques (Delibes et Montero, 1997), il propose l'antériorité de

la métallurgie de la Péninsule Ibérique sur celles des régions voisines. C'est ainsi, qu'il supposait que la métallurgie avait dû apparaître vers 3500 cal av. J.-C. dans les cultures chalcolithiques Hispaniques. Postérieurement, l'étude technologique de Montero Ruiz (1994) montre l'important primitivisme technique de cette première métallurgie, impliquant l'idée d'un développement autonome. Cette hypothèse est renforcée par le développement de l'ensemble des autres éléments du contexte culturel contemporain.

Néanmoins, le décalage chronologique entre la métallurgie ibérique et celle de sud de la France, s'est estompée depuis quelques années. Récemment pourtant, un fragment de vase à réduire les minerais de cuivre (fig. 1) a été découvert dans un contexte néolithique, associé à la date 5830 ± 90 BP (Beta - 118936) (Ruiz-Taboada et Montero Ruiz, 1999), soit la première moitié du V^e millénaire cal av. J.-C.. Elle a fait remonter le début de la métallurgie en Espagne à un peu plus de mille ans par rapport à l'estimation de Renfrew, et de presque 1 500 ans par rapport aux datations obtenues par ¹⁴C dans des contextes archéologiques (Delibes et Montero, 1997). Il en découle un important hiatus chronologique vis-à-vis de l'apparition du métal dans les pays voisins.

Ce brusque vieillissement de l'apparition de la métallurgie en Espagne paraît d'autant plus important qu'il ne semblait pas exister d'éléments métallurgiques chronologiquement intermédiaires qui auraient permis de matérialiser les progrès des stades évolutifs de cette technologie (Rovira et Ambert, 2002a et b). Il peut justifier en outre le doute concernant la fiabilité du contexte de découverte du site de Cerro Virtud, en particulier en raison du caractère singulier et exceptionnel du site.

Aussi, cette étude, s'attache à combler ce vide archéologique apparent et à cerner les indices qui devraient dans les futures recherches permettre d'identifier des éléments métallurgiques dans des contextes néolithiques fiables.

LA SÉQUENCE CULTURELLE

Elle est loin d'être établie en raison de la mauvaise connaissance que nous avons de la succession des cultures de la Préhistoire Récente, dans certains secteurs du sud-est de l'Espagne comme à Almeria et à Murcie. Cette imprécision affecte surtout les phases directement antérieures au Chalcolithique, c'est-à-dire le Néolithique et sa transition avec le Chalcolithique, périodes essentielles pour préciser l'époque de l'origine de la métallurgie. Cette phase qui fut appelée "Culture d'Almeria" par Bosch Gimpera (1932), repose, par manque de données nouvelles, sur des réinterprétations (Chapman, 1991, p. 59-64) du registre archéologique des fouilles de Siret, conditionnées par la méthode de fouilles de l'époque.

Les recherches menées jusqu'aux années 90 se sont focalisées autour du Chalcolithique Moyen et de l'Âge du Bronze, sans s'interroger sur les origines de cette métallurgie. Muñoz dans un travail de synthèse (1986,



Fig. 1 – Vase à réduire les minerais de cuivre de Cerro Virtud (Almería).

p. 153), dénonçant cet état de fait, souligne qu'il était, en particulier, impossible d'établir, pour les sites de Los Millares et d'Almizaraque, les bases de cette métallurgie. Avec des mots plus cinglants, Fernández-Miranda *et al.* (1993, p. 58), nous ont rappelé que les antécédents néolithiques de la métallurgie des régions de Cuenca et de Vera avaient été ignorés de façon presque systématique.

En outre, encore récemment, l'hypothèse d'une occupation tardive du littoral du sud-est prédominait (Muñoz, 1986; Fernández-Miranda *et al.*, 1993). Elle reposait sur l'absence de stratigraphies et sur le manque de datation radiocarbone dans les rares sites néolithiques connus de cette Culture d'Almeria. Néanmoins quelques sites chalcolithiques, comme Almizaraque ou Zajara, témoignent d'une phase initiale Néolithique représentée par quelques matériaux de filiation néolithique, permettant de suggérer l'existence d'une étape antérieure au Chalcolithique, étape dont la durée restait inconnue.

La fouille de Cerro Virtud a démontré l'existence d'un Néolithique plus ancien, en remontant la chronologie jusqu'à un traditionnel Néolithique Moyen. Cette fouille a mis en évidence l'absence du cadre chronologique. Par ailleurs, les données connues jusqu'à présent ont eu toujours tendance à être estimées de manière tardive au sein du Néolithique (Ruiz Taboada *et al.*, 1999).

Cerro Virtud ne paraît pas être une exception dans le peuplement néolithique en plein air du Sud-Est. Les niveaux équivalents des sites de Cuartillas ou de Cabeicos Negros peuvent être considérés comme contemporains de Cerro Virtud.

Cependant, la transition du Néolithique-Chalcolithique n'est pas précisément connue ni sur le plan de la culture matérielle ni dans celui de la chronologie. Le début du Chalcolithique ancien reste imprécis.

La proposition de Castro *et al.* (1996, p. 79-82) est de considérer la culture de Los Millares comme comprise entre 3400 et 2250 av. J.-C. (calibré), en accord avec la concentration des dates ¹⁴C entre 3000 et 2300, suggérant que cette première étape continue à être mal représentée. Dans le Sud-Est, cette phase initiale – qui est appelée de façon ambiguë "Néolithique

Final-Chalcolithique Initial de céramiques lisses et ouvertes” (Castro *et al.*, 1996, p. 80) n’a encore fourni aucune datation radiocarbone. Cette situation affecte, par exemple, la chronologie des phases métallurgiques du site de Los Castillejos de Montefrío (Grenade), la phase III des fouilles anciennes, qui permettrait de définir l’âge des premières activités métallurgiques est considérée sans preuve ^{14}C à 2600 av. J.-C. comme un terminus *post quem* (Arribas y Molina, 1979; Afonso *et al.*, 1996). Cette proposition reste à confirmer.

Aussi, sans séquence de base et sans cadre chronologique de référence, l’évaluation de la présence du métal au Néolithique reste délicate puisque même les documents les plus probants nous empêchent d’assurer la présence du métal dans des contextes plus anciens que ceux du Chalcolithique Moyen, à l’exception du site de Cerro Virtud.

LES DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES

La probabilité de découvrir des documents des premières étapes de la métallurgie reste faible, puisque même au Chalcolithique moyen, leur nombre reste très réduit. Pour cette période, dans “la Cuenca de Vera”, la moyenne est de 5,18 objets par site archéologique comportant des objets métalliques (Montero, 1994, p. 210). Si l’on exclue, les 42 pièces du site d’Almizaraque, la moyenne tombe à 3,1 objets par site.

Plus on recule dans le temps, plus les découvertes d’objets métalliques sont rares, d’autant que les fouilles des phases tardives ont porté sur une surface plus grande que celles des phases qui les précèdent.

Sépultures

À la faible probabilité de mettre au jour des éléments archéologiques minoritaires (comme le métal), s’ajoute la rareté des sépultures collectives caractéristiques de cette période, d’autant que les tombes ne sont pas des contextes clos (Fernández-Miranda *et al.*, 1993). Les intrusions de l’horizon de “El Argar”, plus particulièrement du Bronze Final sont fréquentes. Des fouilles récentes permettraient sans doute d’isoler ces réutilisations, mais depuis Siret aucune sépulture collective n’a été fouillée à l’exception de l’inhumation de Cerro Virtud, qui montre un rituel funéraire inédit dans la région, rituel qui a pu précéder celui des tombeaux circulaires (Montero *et al.*, 1999).

En dépit du fait des incertitudes qui concerne tout objet de métal provenant d’une sépulture collective, nous allons passer en revue les tombes, pour lesquelles l’essentiel du mobilier ne pose pas de problème chronologique, mais est mis en doute du fait de la présence d’un seul objet métallique :

- Puerto Blanco (Vera, Almería). Cette sépulture est située à moins de deux kilomètres de Cerro Virtud. C’est une tombe rectangulaire qui contient 8 inhumations (Siret, 1980, p. 51-52). Elle est considérée, en raison de sa morphologie, comme une sépulture du Néolithique Final (Castro *et al.*, 1996, p. 80). Le

mobilier est composé d’une hache en pierre, de cinq lames en silex, de quatre burins, d’un objet en os similaire à une feuille, et de quinze perles en stéatite (fig. 2). Ce mobilier peut certes être attribué au Néolithique avancé, sauf qu’il était associé à un petit fragment de burin en cuivre de section circulaire, actuellement disparu. Deramaix (1992, p. 47) s’interrogeant sur son possible caractère intrusif, répondit par la négative “notons que les sites, présentant un matériel associé semblable, n’ont livré aucune trace de cuivre”;

- Cruz de Antas (Antas, Almería). C’est une sépulture circulaire, inhumations, de 1,5 mètres de diamètre (Siret, 1980, p. 51). Le mobilier, peu abondant, a donné deux lames de silex, deux pointes de flèche de silex losangiques (que la typologie rattache à la phase la plus ancienne), quelques morceaux de quartz et un burin en cuivre de section rectangulaire;
- Los chureletes 1 (Purchena, Almería). C’est une sépulture circulaire de 3,5 mètres de diamètre, au mobilier abondant, avec cent quinze vases complets et les fragments de deux cent trente-cinq autres. Le mobilier comporte également des pointes de flèche en silex de forme losangique ou rhomboïdale, plusieurs pièces en silex, en pierre, en os, en coquillage, et un objet incurvé de section circulaire (une “corne”) en argile. Il n’y a pas d’idoles ni de bracelets en pierre ou en os, mais il y existe également un burin en cuivre de section rectangulaire (Peña, 1986).

La céramique est dans l’ensemble caractéristique du Néolithique Final, certaines formes simples ne permettent pas une attribution chronologique précise, et seule une céramique “en forme de lentille”, permet d’assurer une relation avec le monde Chalcolithique. Ici encore, les pointes de flèche se rattachent, en principe, aux formes les plus archaïques de la typologie.

Villages

Les sites Néolithiques dans la Cuenca de Vera sont dépourvus de structures construites en pierre. Fernández-Miranda *et al.* (1993, p. 81) suggèrent que ce sont des établissements temporaires. Dans la plupart des cas, à l’exception de Cerro Virtud, il n’existe pas de véritable stratigraphie. Seuls, les dépotoirs et les trous creusés dans la roche ont permis l’accumulation et la conservation du remplissage initial. Malgré cela les niveaux superficiels possèdent une grande probabilité d’éléments intrusifs.

Quelques sites identifiés par Siret ont été refouillés récemment, permettant d’identifier des matériaux néolithiques. Ils restent néanmoins privés de datation précise. C’est le cas de Cuatillas, de Cabecicos Negros et de quelques autres sites attribués au Chalcolithique Classique (Almizaraque, Zajara, Campos), dont plusieurs d’entre eux présentent des éléments intéressants dans le cadre de cette discussion concernant l’origine de la métallurgie espagnole :

- Cuatillas. Ce village est situé en haut d’une colline, près de l’embouchure du rio Aguas. Il fut identifié



Fig. 2 – Mobilier d'accompagnement de la sépulture de Puerto Blanco (Almeria), d'après Siret (1890).

par Siret en 1890. Il a fait l'objet d'une fouille d'urgence, en 1986, en raison de travaux de carrière qui menaçaient le site. À l'égal des installations du Néolithique du secteur, son contenu archéologique est assez réduit. Il est épars dans différents secteurs et terrasses, délimités par des affleurements rocheux. Il n'y aurait pas d'occupation chalcolithique, même si parmi le matériel identifié, on note la présence de trois pièces métalliques. Il s'agit d'un fragment d'anneau (qui était associé avec d'autres matériaux de la collection Siret au Musée Archéologique National), d'une petite lame (provenant d'un des sondages de la fouille de 1986) et d'une pointe de flèche en forme de pointe de lance (appartenant à la collection particulière d'Emilio Aramburu).

Le sédiment du sondage, auquel appartient la lame, est constitué d'une accumulation de matériaux. Ce

dépôt était mélangé avec des restes d'éléments néolithiques. L'analyse a révélé qu'il s'agit d'un bronze (12,5 % Sn). Ainsi, il s'agit d'une pièce qui est chronologiquement tardive ; elle appartient probablement au Bronze Final. Le fragment d'anneau est également un bronze binaire (20,1 % Sn). Il doit se rattacher aussi à la fin de l'Âge du Bronze (Fernández-Miranda *et al.*, 1993, p. 70). Il n'existe pas d'occupations anthropiques pour cette époque. Néanmoins, on la suppose en raison des intrusions du Bronze Final dans des sépultures collectives aux alentours. La pointe de flèche est en cuivre avec des impuretés d'arsenic. Néanmoins elle présente des dimensions supérieures à celles du Chalcolithique. À la différence des deux pièces antérieures, dont la composition les situe à une période plus tardive, la pointe de flèche pourrait être en relation avec

l'occupation Néolithique. Mais les problèmes stratigraphiques du site ne permettent pas d'assurer cette hypothèse. D'autre part, la typologie la rattache au Chalcolithique Ancien.

À Cuartillas, nous ne possédons pas d'autres indices d'une autre occupation que celle du Néolithique. À l'exception près, de ces pièces métalliques qui pourraient indiquer une occupation sporadique du site d'époque "post-Néolithique";

- El Arteal (Cuevas, Almería). Ce site est localisé sur un promontoire en Sierra Almagrera. Fouillé par Siret (1907), il fut récemment réétudié par Maicas et Montero (1998). C'est un site qui couvre une période allant du Néolithique Final au début du Chalcolithique, sans qu'il soit possible de faire le distinguo entre les différentes phases, à partir de la documentation originale. Il n'y a pas non plus de datations C14 qui permettraient d'encadrer la chronologie du site. En outre, il faut souligner l'absence de poterie campaniforme.

Parmi le matériel du dépotoir 12, dans les restes osseux on a identifié un petit fragment en cuivre. Il s'agit probablement d'un reste de burin emmanché. Un bracelet de coquillage (en cours d'élaboration), plusieurs éclats provenant de la taille du quartz, des éléments en pierre (similaires à un pilon), un racloir et trois fragments céramiques (dont l'un d'entre eux correspond à la moitié d'un vase au bord évasé) se trouvaient également parmi ces débris osseux.

Dans ce dépotoir, le bracelet et la céramique permettent d'apporter quelques précisions. Si le premier est Néolithique, la céramique serait à classer au Chalcolithique (comme dans le site de Campos-Camalich et Martín Socas, 1999, p. 70), bien que l'on ignore sa période d'apparition. Ici encore, le fragment de métal est de nouveau l'objet le plus récent, sans permettre plus de précision chronologique.

Aussi, ici comme ailleurs, l'absence de C14 ne permet pas de préciser si le métal est un élément intrusif ou non pour les contextes du Néolithique Final et

du début du Chalcolithique. Il nous est impossible, au regard des données actuelles dans le sud-est de l'Espagne, de faire remonter au-delà de 3300 cal. av. J.-C. l'apparition des éléments métalliques. Plus encore, il est difficile de préciser la datation des niveaux antérieurs à 3000 cal. av. J.-C., puisque les datations disponibles ne sont pas fiables.

À Terrera Ventura (Tabernas, Almería) pourtant la phase I (couche Q1) est daté entre 4490 ± 60 BP (KN1794) et 4540 ± 75 BP (KN1795) (Gusi et Olaria, 1991, p. 245), c'est à dire qu'il se situe entre 3500-2925 cal BC (3375-3010 Cal. avec une probabilité de 93,6 %). Un fragment de minéral partiellement réduit, y indiquerait des pratiques métallurgiques, si les auteurs ne le considéraient comme une possible intrusion à partir de la phase III du site, supposant que l'apparition de la métallurgie ne peut correspondre à une période chronologique aussi reculée (Gusi et Olaria, 1991, p. 235-236).

Dans ce cas, bien que l'on ait une séquence stratigraphique (trois grands niveaux, correspondant chacun à une phase d'occupation) le caractère dubitatif de ces auteurs semble reposer sur l'idée préconçue qu'ils ont de la modernité de la métallurgie. C'est d'ailleurs le seul objet du niveau III qui soit considéré comme intrusif, même si les auteurs soulignent par ailleurs qu'"il faut être prudent car il est possible que ce reste de scorie appartienne au niveau II; ce dernier est lié à la phase III" (Gusi et Olaria, 1991, p. 235).

DONNÉES COMPLÉMENTAIRES FOURNIES PAR LA PÉNINSULE IBÉRIQUE

La situation décrite pour le Sud-est de l'Espagne vaut de manière générale pour les autres régions de la Péninsule Ibérique. Les exemples y sont moins fréquents, mais le même scepticisme *a priori* vaut pour "la cueva del Tocino" (Priego, Cordoue) (Gavilan, 1985), ou l'on a pu recueillir un matériel de surface exclusivement néolithique, à l'exception d'une forme

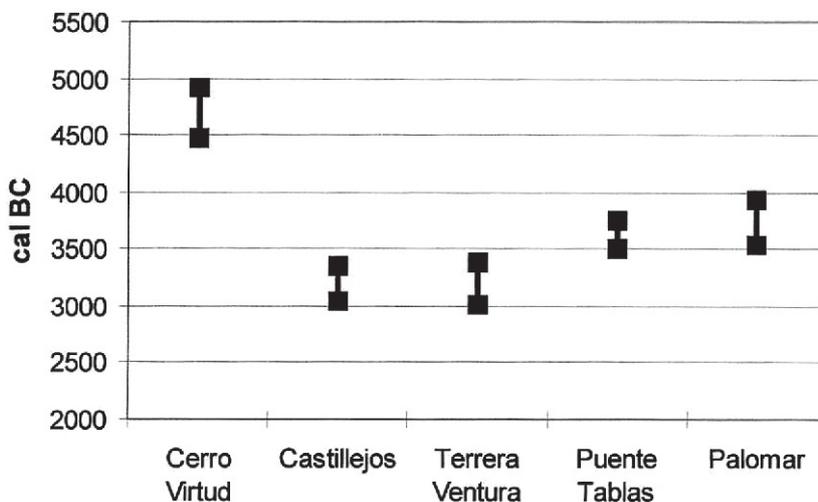


Fig. 3 – Chronologie de la première métallurgie dans des différents sites archéologiques de la Péninsule Ibérique.

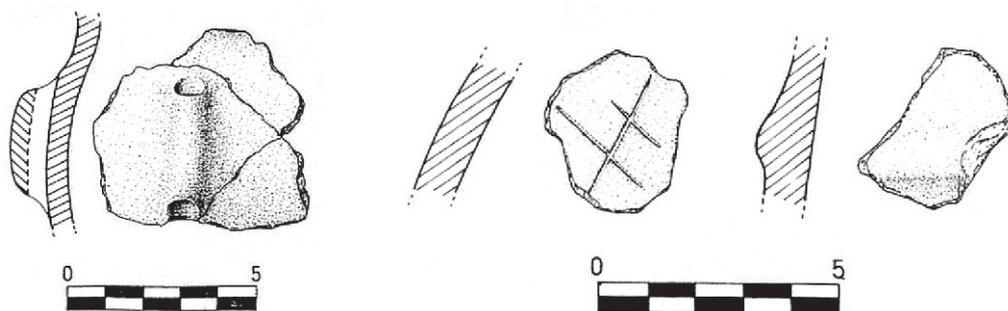


Fig. 4 – Céramiques néolithiques d'El Palomar (Sevilla) (d'après Cabrero *et al.*, 1996, figs. 3-5).

carénée (qui pourrait être chalcolithique) et d'un fragment de vase-four.

En Andalousie, dans le "Alto Valle del Guadalquivir", l'absence d'une base chronologique plombe la séquence établie par Nocete (1994 et 2001). Néanmoins, un burin de cuivre de la phase II de "Puente Tablas" (Jaén) est rattaché à la transition Néolithique-Chalcolithique (soit au premier quart du III^e millénaire av. J.-C. (non calibré) ou au second quart du IV^e millénaire cal B-C). Cette attribution repose sur la comparaison d'éléments céramiques inter-sites, mais aucun n'a de datation C14. Le site de Puentes Tablas, à la phase II, est considéré comme étant contemporain de la phase III de Monte Frio (Grenade), dans lequel on a repéré l'apparition de la métallurgie après 2600 av. J.-C. (fig. 3).

Enfin, le dolmen de El Palomar (Séville) a fourni un fragment de céramique, sur lequel le microscope électronique à balayage a permis d'identifier une boulette de cuivre qui contient des impuretés de fer, de zinc et de plomb (Cabrero *et al.*, 1997). Il pourrait là aussi s'agir d'une intrusion, bien que les trois tessons découverts appartiennent sans doute au Néolithique d'après les critères typologiques et décoratifs. La datation des

os humains est de 4930 ± 70 BP (Beta), ce qui correspond à 3940-3540 cal BC, soit à la première moitié du IV^e millénaire cal BC.

CONCLUSION

Ce dernier site fournit donc un argument qui permet de réaffirmer que les premiers essais métallurgiques furent réalisés dès le Néolithique. Même si les problèmes d'interprétation et d'intrusion d'objets métalliques restent possibles dans plusieurs des sites précédents, ils méritent d'être nuancés. Les incertitudes sont nombreuses, et seules les futures fouilles apporteront des contextes mieux définis. In fine, ces nouvelles perspectives nous aideront à faire avancer la recherche sur l'origine et le développement de cette première métallurgie. ■

Remerciements : L'auteur remercie Madame Carmen Cantero qui a fait la traduction et la mise en forme du texte en français, Antoine Courcier, Paul Ambert et Jean Vaquer pour la relecture et les corrections.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFONSO J.A., MOLINA F., CÁMARA J.A., MORENO M., RAMOS U. et RODRÍGUEZ, M^o.O. (1996) – Espacio y Tiempo. La secuencia en los Castillejos de las Peñas de los Gitanos (Montefrío, Granada). *Rubricatum*, 1. Actes I Congrès del Neolític a la Península Ibérica (Gava-Bellaterra, 1995), p. 297-304.
- ARRIBAS A. et MOLINA F. (1979) – *Nuevas aportaciones al inicio de la metalurgia en la Península Ibérica. El poblado de los Castellones de Montefrío (Granada)*. RYAN, M. (Ed.): The origins of metallurgy in atlantic Europe. Proceedings of the fifth Atlantic Colloquium. Dublin.
- BOSCH GIMPERA P. (1932) – *Etnología de la Península Ibérica*. Barcelona, Alpha.
- CABRERO R., RUIZ M^a T., SABATÉ I. et CUADRADO L. (1996) – Artefactos de tradición neolítica en sociedades prehistóricas de la provincia de Sevilla: cronología y cambio cultural. I Congrès del Neolític a la Península Ibérica, gava-Bellaterra, 1995. *Rubricatum*, 1, vol. 1, p.191-200.
- CABRERO R., RUIZ M^a T., CUADRADO L. et SABATÉ I. (1997) – El poblado metalúrgico de Amarguillo II en los Molares (Sevilla) y su entorno inmediato en la Campiña: últimas analíticas realizadas. *Anuario Arqueológico de Andalucía*, 1993, t. II Actividades Sistemáticas, p. 131-141.
- CAMALICH et MARTÍN SOCAS (1999) – *El territorio almeriense desde los inicios de la producción hasta fines de la antigüedad. Un modelo: la depresión de Vera y cuenca del río Almanzora*. Arqueología Monografías. Sevilla, Junta de Andalucía.
- CASTRO P., LULL V. et MICÓ R. (1996) – Cronología de la Prehistoria Reciente de la Península Ibérica y Baleares (c. 2800-900 cal ANE). *British Archaeological Reports*, International Series, 652. Oxford.
- CHAPMAN R. (1990) – *Emerging complexity. The later prehistory of south-east Spain, Iberia and the west Mediterranean*. Cambridge University Press.
- DELIBES G. et MONTERO I. (1997) – Els inicis de la metal.lurgia a la Península Ibérica. Transferència de tecnologia o descobriment autònom?. *Cota Zero*, 13, p. 19-28.
- DERAMAIX I. (1992) – *La collection Siret à Bruxelles. I Néolithique & Chalcolithique*. Bruxelles, Musées Royaux d'Art et d'Histoire.

- FERNÁNDEZ-MIRANDA M., FERNÁNDEZ-POSSE M^aD., GILMAN A. et MARTÍN C. (1993) – El sustrato neolítico en la cuenca de Vera (Almería). *Trabajos de Prehistoria*, 50, p. 57-85.
- GAVILÁN B. (1985) – *Nuevos yacimientos neolíticos en el sudeste de Córdoba*. XVII Congreso Nacional de Arqueología (Logroño, 1983), Zaragoza, p.145-160.
- GUSI F. et OLARIA C. (1991) – *El poblado néo-eneolítico de Terrera Ventura (Tabernas, Almería)*. Excavaciones Arqueológicas en España, 160. Madrid, Ministerio de Cultura.
- MAICAS R. et MONTERO I. (1998) – Estudio y valoración del yacimiento Neolítico y Calcolítico de Loma de El Arteal (Cuevas de Almanzora, Almería). *Boletín del Seminario de estudios de Arte y Arqueología*, LXIV, p. 59-90.
- MONTERO RUIZ I. (1994) – *El origen de la metalurgia en el sudeste de la Península Ibérica*. Instituto de Estudios Almerienses. Colección de Investigación, n° 19. Almería.
- MONTERO I., RIHUETE C. et RUIZ TABOADA A. (1999) – Precisiones sobre el enterramiento colectivo neolítico de Cerro Virtud (Cuevas de Almanzora, Almería). *Trabajos de Prehistoria*, 56(1), p. 119-130.
- MUÑOZ AMILIBIA A.M. (1986) – *El Neolítico y los comienzos del cobre en el Sureste*. Homenaje a Luis Siret. Sevilla, Junta de Andalucía, p. 152-177.
- NOCETE F. (1994) – *La formación del Estado en las campiñas del Alto Guadalquivir (3000-1500 BC)*. Monografías de Arte y Arqueología. Universidad de Granada. Granada.
- NOCETE F. (2001) – *Tercer milenio antes de nuestra era. Relaciones y contradicciones centro/periferia en el Valle del Guadalquivir*. Bellaterra arqueología. Barcelona.
- PEÑA C. de la (1986) – *La necrópolis de Los Chureletes (Purchena, Almería)*. Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada, 11, p. 73-170.
- RUIZ TABOADA A. et MONTERO I. (1999) – The oldest metallurgy in western Europe. *Antiquity*, 73, p. 897-903.
- ROVIRA S. et AMBERT P. (2002) – Vasijas cerámicas para reducir minerales de cobre en la Península Ibérica y en la Francia meridional. *Trabajos de Prehistoria*, 59, 1, p. 89-105.
- ROVIRA S. et AMBERT P. (2002) – Les céramiques à réduire le minerai de cuivre : une technique métallurgique utilisée en Ibérie, son extension en France méridionale. *Bull. Soc. préhist. Fr.*, t. 99 n° 1, p. 105-126.
- SIRET E. y L. (1890) – *Las primeras edades del metal en el S.E. peninsular*. Barcelona.
- SIRET L. (1907) – *Villaricos y Herrerías*. Madrid, Memorias de la Real Academia de Historia.

Ignacio MONTERO RUIZ

Dpto Prehistoria (IH,CSIC)
C/ Serano, 13, E-28001 MADRID (España)

Un témoignage probant de l'exploitation préhistorique du cuivre dans le nord de la Péninsule Ibérique: le complexe minier d'El Aramo (Asturies)

Miguel A. de BLAS CORTINA

Résumé

Entre la moitié du III^e millénaire et celle du second (C14 cal. BC) le minerai de cuivre (carbonates et oxydes de préférence) a été exploité dans la sierra d'El Aramo (Asturies, nord de l'Espagne). La conservation des mines de cette époque est partielle à cause des exploitations industrielles de la fin des XIX^e et XX^e siècles mais il subsiste néanmoins des restes des anciennes galeries et un important répertoire d'outils en pierre et en ramure de cerf, auxquels il faut ajouter des indices probants de systèmes d'extraction (abattage par le feu dans les filons, évidage des argiles sidérolithiques...) et de dispositifs d'éclairage, d'aération et de transport du minerai. Le domaine exploité atteignait des proportions considérables : respectivement 150 m sur l'axe N-S et 125 sur l'axe E-W et une dénivellation de 150 m. La découverte de bon nombre de squelettes humains apporte une dimension rituelle à l'activité minière.

Mots-clés

Mines de cuivre, systèmes d'extraction, instruments en pierre et bois de cerf, datations C14, squelettes humains.

Abstract

Between the half of the III and the half II millenium in ¹⁴C dates cal BC copper minerals were exploted as well as mainly carbonates and oxides in the Sierra del Aramo (Asturias, North of Spain). These mines are conserved partially because of the industrial exploitations at the end of XIX and XX century. Old galleries remain and an abundant instrumental repertory of stone and red deer antler, besides strong remains about the extractive systems (fire setting in the vein, empty of the siderolithic clays...), lighting, ventilation and transport of mineral. The environment of the prehistorical work reached considerable proportions: 150 and 125 m over axes N-S and E-W and a difference in height over 150 m. The finding of a large number of human skeletons provides besides the ritual overlooking of a singular activity.

Key-words

Copper mines, extractive systems, instrumental (stone and red deer antler tools), ¹⁴C dates, human skeletons.

INTRODUCTION

La découverte des mines d'El Aramo est survenue de façon trop précoce dans un contexte archéologique trop peu documenté pour que la valeur remarquable en soit reconnue à l'époque. C'est accidentellement, en 1888, qu'un ingénieur découvre, sur un versant montagneux prononcé, plusieurs puits qui rejoignent les galeries d'une exploitation minière ancienne. Le plan général des ouvrages, auquel est jointe la description des techniques d'extraction, de l'outillage et des squelettes humains, a fait l'objet d'un article fort précieux, publié quelques années plus tard (Dory, 1893 et 1894). La publication a été réalisée dans deux revues spécialisées dans les activités minières, ce qui explique à la fois la très faible diffusion de l'information dans le monde des archéologues (à l'exception notoire de Sandars, 1910, p. 119-120) et l'oubli dont ces documents ont été victimes (en dehors de Domergue 1987).

La découverte de 1888 a permis de faire connaître la potentialité minière du site (cuivre et cobalt) et a conduit à sa mise en exploitation, jusqu'à la première guerre mondiale, par The Aramo Coper Mines Ltd. Les travaux ont été repris dans les années vingt, jusqu'en 1931. Les dernières extractions ont lieu entre 1947 et 1955 et c'est la Sociedad Minerometalúrgica Asturiana S.L. (Metastur) qui exploite alors le cuivre. On obtient, pour cette dernière époque, 2.600 Tm de Cu-métal, ce qui correspond, si l'on applique la loi des 3 %, à la quantité initiale d'environ 87.000 Tm de minerai.

Dans leur quasi-totalité, les exploitations modernes ont eu des incidences sur les travaux antérieurs. Les découvertes, fréquentes, faites après 1893-1894, ont toujours souffert de l'absence de contrôle archéologique. Une partie importante des mines anciennes disparaît et l'outillage ou les nouveaux ossements récupérés sont malheureusement largement dispersés entre les mains de particuliers et ne parviennent qu'en nombre limité aux instances autorisées comme le musée archéologique des Asturies d'Oviedo. L'attention prêtée aux restes humains, dans un souci strictement anthropologique, est en revanche plus grande et la présence, dans un même gisement, d'une population de brachycéphales et de dolichocéphales (Eguren, 1918) est tout particulièrement signalée, dualité "raciale" d'indigènes (natifs) aux côtés d'étrangers, très prisée par la recherche du premier tiers du XX^e siècle.

Pour ce qui nous concerne, nous avons tenté, en souffrant toujours d'une certaine discontinuité, de rassembler des outils et des rapports techniques sur les exploitations modernes faisant allusions aux ouvrages primitifs et de localiser les restes et les vestiges dispersés, etc. Une première approche du site minier d'El Aramo et plus particulièrement de son outillage préhistorique, a précédé, avec d'autres évaluations d'ensemble (de Blas Cortina, 1983, p. 199-214 et 1989, p. 146-152), la reconnaissance sur le terrain des vestiges des structures minières anciennes en les distinguant de ce qui relevait des ouvrages plus récents. Ce

n'est enfin qu'en 1987, qu'une campagne de fouilles a pu débiter. Cette dernière, extrêmement limitée, a été rendue difficile par l'insuffisance de l'apport budgétaire et les difficultés techniques : accès malaisé, versant élevé et abrupt, danger inhérent aux caractéristiques d'un espace minier présentant de fortes pentes, colmaté par des masses de débris peu stables (de Blas Cortina, 1992). Un nouveau projet qui est en cours, en codirection avec M. Suárez de l'École technique supérieure des mines de l'université d'Oviedo, s'est fixé, entre autres objectifs l'étude de la topographie et une restitution planimétrique tridimensionnelle rendant compte de l'extrême confusion des différents travaux réalisés au cours des époques successives, à laquelle s'ajoute la complexité labyrinthique d'un important système karstique.

LOCALISATION, CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES DU GISEMENT ET NATURE DU MÉTAL

Les mines sont situées sur le versant est de la Sierra d'El Aramo, massif calcaire élevé qui domine les Asturies centrales et le cours moyen de la rivière Nalón. La zone est structurellement définie par un synclinal développé dans le calcaire de la montagne et affectée par la faille de l'Aramo. Il existe, au sud de cette faille, des formations dolomitiques, disposées de façon sub-parallèle à la stratification du calcaire. La dolomie apparaît également en filons qui occupent les diaclases du massif calcaire. C'est dans ce milieu que gisent les sulfures de cuivre, en petites poches discontinues à l'intérieur de la dolomie massive ou en veines étroites et continues au centre des filons dolomitiques. On les trouve également dans des veinules ou des diaclases ou encore dans des bandes situées sur les secteurs de contact entre le calcaire et la dolomie. Les carbonates de cuivre et les oxydes de cobalt s'installent indistinctement dans tous les espaces ouverts de la dolomie, jusqu'aux calcaires encaissants.

La formation primaire du gisement métallifère est d'origine hydrothermale et a été affectée par différents cycles d'érosion déterminant une circulation karstique active dont les conduits ont été ultérieurement colmatés par des argiles sidérolithiques (Llopis Lladó, 1954). Des malachites et des azurites existent également sous forme de minéraux secondaires, nodulaires, insérés dans les argiles de comblement des conduits karstiques ou dans des croûtes concentrées entre les argiles sidérolithiques et la roche. Les oxydes noirs de cuivre apparaissent sous forme de filons, recouverts parfois de couches verdâtres de carbonates.

La structure du dispositif filonien coïncide, dans son ensemble, avec l'orientation de la faille (filons Cinco, Santa Bárbara, San Pedro et Metastur). D'autres filons (San Alejandro et San Felipe) évoluent orthogonalement par rapport aux précédents. Leur épaisseur varie entre quelques millimètres et un mètre et demi, mais elle est généralement d'environ 0,25 m. La nature des minerais cuprifères est diverse : sulfures (pyrite, chalcopryrite...), oxydes (cuprite), carbonates (malachite et

azurite) et arséniates (érythrine) (Gómez Landeta y Solans Huguet, 1981).

Les argiles sidérolithiques et la singularité de leur contenu métallique auraient attiré l'attention lors du déblaiement de n'importe quelle cavité karstique déblayée d'une partie de son remplissage. C'est à partir d'une telle observation qu'est sans doute née la première activité minière métallique d'El Aramo, les prospecteurs préhistoriques ayant acquis progressivement la connaissance de ce type de gisement et de la richesse de ses minéraux.

LES TRAVAUX PRÉHISTORIQUES : EXTENSION, MORPHOLOGIE ET RENDEMENT

La complexité de la structure du gisement détermine évidemment la morphologie des travaux d'extraction et génère un environnement minier extrêmement intriqué. Pour simplifier, les axes de l'exploitation étaient établis entre les cotes 1 203 et 1 150 m NGF (filon San Felipe), avec un développement vertical de plus de 50 mètres. À 1 150 m on atteint le filon Santa Bárbara qui permet de remonter à l'air libre à la cote 1 260. Un nouveau filon, San Alejandro, redescend jusqu'à la cote 1 157. Les estimations de l'ingénieur Fischer, datées de 1896, indiquent que les anciens travaux devaient atteindre 150 m en dessous de la cote 1 284. Dans ce cas, ces derniers s'étendraient en direction N-S sur environ 125 m et sur 150 m en direction est-ouest (Fischer, 1896) ce qui permettrait d'envisager l'existence de secteurs inexplorés.

La réalité est en fait plus complexe, le réseau pénétrable associant des conduits provoqués par l'extraction des argiles sidérolithiques hors des cavités karstiques à ceux dus à quelques formations filoniennes. L'ensemble dessine un maillage tentaculaire très difficile à reconstruire après les destructions induites par la progression des exploitations modernes et par la reprise des filons préalablement exploités par les préhistoriques (de Blas Cortina, 1992). Une longueur estimée à 150 mètres de long pour ce complexe minier (Hevia, 1959) donne une idée de l'extension des travaux souterrains même si, comme nous le verrons, cette estimation est inférieure à la réalité.

En effet, les rapports des ingénieurs Fischer (1896) et O. Sussmann (1903), ainsi que les plans de Dory, en 1893, permettent d'évaluer la part revenant respectivement aux conduits karstiques et aux travaux miniers. Le filon San Felipe, par exemple, a été, d'après Sussmann, exploité par les anciens à une profondeur de 25 à 30 m, alors que le suivi du filon San Alejandro a été effectué sur 60 m avec une inclinaison de 20 à 30 m ; le filon de San Pedro Norte est accessible sur environ 50 m à la verticale. Les plans de Dory illustrent également le développement des travaux primitifs. Selon l'échelle utilisée par cet ingénieur, la longueur du secteur exploité en 1893 entre le Pozo Intermedio et le filon San Alejandro se rapproche des 124 mètres, ce tronçon n'étant qu'une partie du système de galeries et de puits.

La taille des galeries varie selon la puissance des filons. Les plus petites ayant moins de 0,60 m de large,

on peut estimer a minima leur section moyenne à 1 m. Si l'on adopte les chiffres à la baisse de Hevia, le volume minimum de matériau extrait serait de 15 000 m³. En revanche, conformément à ce qui a été dit sur l'extension du réseau de galeries, le volume réel exploité donnerait des chiffres nettement supérieurs. Le rapprochement avec les 40 000 m³ de la mine de Great Orme (Dutton et Fasham, 1994) est recevable.

Les rendements de cuivre ont sans doute été considérables. Les analyses de Fischer sur les argiles minéralisées, cible première des Préhistoriques, établissent un taux de 1,6 %, soit 16 kg par tonne, proportion non négligeable et facilement supérieure à l'attaque des filons. Fischer lui-même évoque des taux plus élevés : un échantillon pris au hasard dans les anciens chantiers donne 2,40 % de cuivre tandis que des morceaux plus riches, d'une teneur en Cu de 17,68 %, ont été extraits des exploitations pratiquées par les anciens, le long du filon San Felipe.

Des échantillons prélevés sur trois points du filon San Alejandro et sur des restes des ouvrages primitifs donnent des quantités de 7,04 %, 23,20 % et 1,6 % de Cu (cette dernière mesure, ici encore a été faite dans des restes argileux de remplissage du karst). Les estimations de Dory atteignent des chiffres de rendement encore supérieur : 3,33 % de Cu dans les argiles rouges de Santa Engracia, alors que les oxydes noirs localisés à l'entrée des mines présentent des taux de 71,40 % (Dory, 1893, p. 366). Malgré le manque de précision des analyses, à l'époque, il est indubitable que ces taux traduisent un rendement de cuivre métal par tonne de minerai brut largement suffisant pour répondre à la demande des métallurgistes préhistoriques.

Les malachites de l'Aramo analysées par S. Rovira (de Blas Cortina, 1992, p. 62) contiennent comme impuretés les plus significatives, du Fe, Co, As et un niveau surprenant – moyen à élevé – de Ni (de 0,26 à 1 %), élément auparavant détecté par d'anciennes analyses qui allaient jusqu'à avancer des proportions de 2 à 3 % (Anonyme : 21). Ces données, nous le verrons, sont d'un grand intérêt si l'on veut établir une relation entre le métal asturien et la métallurgie la plus précoce de l'Ouest européen. Le cuivre, dans ces échantillons de malachite, atteint ou dépasse même 90 %.

LES FORMES D'EXTRACTION

Tous les rapports techniques disponibles insistent sur l'importance de l'évidage des argiles riches de carbonates de cuivre : "l'exploitation a été plus intense dans les zones avoisinant les grottes" notait Fischer en 1896, bien que les filons aient été également suivis. Là où la richesse minérale était la plus importante, la cavité a été entièrement vidée alors que, ailleurs, le volume des débris demeure considérable. L'ingénieur Dory, qui eut l'opportunité d'analyser les vestiges intacts, est arrivé à distinguer différents procédés :

- séparation de petites quantités de minerai par le creusement d'entailles dans les parois latérales ;
- ouverture d'orifices dans les parois pour aider à l'extraction d'un nodule minéral ;

- détachement de grosses masses minérales à l'aide de leviers et de coins, au moyen d'entailles circulaires ;
- extraction manuelle des argiles sidérolithiques et séparation des minerais de cuivre présents à l'époque de la découverte, comme l'indiquaient les nombreuses traces d'empreintes de mains et de doigts conservées dans différents secteurs des remblais argileux ;
- abattage par le feu dont témoignent les bois carbonisés, la dense pellicule de suie sur les parois, voire des traces de feu sur la roche.

Les travaux modernes de l'entreprise Metastur (de Blas Cortina, 1989, p. 148) ont irrémédiablement anéanti bon nombre de ces témoignages mais les surfaces restent encore régulièrement noircies sur les lambeaux de voûtes conservées. Un sédiment gras et noir, qui provient des cendres de bois, est mélangé aux débris qui gisent par endroits dans les galeries anciennes. Des témoignages de cette nature ont été observés et parfaitement décrits pour d'autres mines métalliques préhistoriques autrichiennes (Kyrle, 1916) ou irlandaises (O'Brien, 1990), mais également dans la mine de cuivre asturienne d'El Milagro dont l'outillage daté au radiocarbone correspond à l'horizon chronologique d'El Aramo (de Blas Cortina, 1996). Il reste également quelques encoches dans les parois ainsi que des traces de percussion et d'emboîtement des coins. La suggestion d'un binôme *maillet en pierre-abattage par le feu* (Pickin y Timberlake, 1988) pourrait être avancée ici, tant en raison des indices évoqués plus haut que de la présence, dans le secteur étudié en 1987, d'une trentaine de ces instruments. Les profils des ouvrages d'El Aramo correspondent – dans leur contexte calcaire et dolomitique – à ceux que produit la désagrégation de la roche par le feu (Craddock, 1991 ; Dubois et Guilbaut 1992 ; Ambert, 1996). Il existe des profils de ce type dans les différentes manifestations de la première

activité minière métallique préhistorique en Europe (Timberlake, 1990, p. 52).

En outre, la connexion des galeries d'exploitations et les conduits naturels du vieux système karstique rendent propices l'utilisation de l'application de feux sur la roche. Ces conduits, qualifiés de "*soufflets*" par les mineurs contemporains, auraient favorisé par leur apport d'air, l'utilisation de cette technique risquée en même temps que l'aération des galeries, comme l'a remarqué l'un des ingénieurs ayant observé les ouvrages peu de temps après leur découverte (Oriol, 1893, p. 391). Notons enfin que les fumées chaudes génèrent également les courants d'air ascendants.

D'autres observations décrivent certaines méthodes de travail. Certes le boisement n'était pas pratiqué mais, pour étayer les galeries, on laissait en réserve entre les secteurs creusés une cloison de soutènement, réalisée dans la roche elle-même. Dory raconte qu'à l'entrée et au début des galeries des massifs de roche en forme de petites colonnes étaient préservés ; ces colonnes supportaient "des arcs surbaissés les reliant les unes aux autres, d'un très bel aspect". Le meilleur exemple en est celui offert par la galerie n° 2, au lieu dit *Punto de Partida* (Dory, 1894, p. 140).

Lors de l'avancement des ouvrages, l'abandon des stériles se traduit par des placages le long des parois latérales, la stabilité des cavités reposant sur la résistance de la roche portant le minerai. La circulation dans les puits et dans les zones à forte pente était rendue possible par l'emploi de cordages : on retrouve des marques d'ancrage sur les saillants de la roche, voire dans certains cas, des orifices pour le passage de la corde.

L'éclairage était réalisé avec de simples baguettes ou bâtonnets (les fragments conservés mesurent entre 10 et 20 cm) fixés à la paroi à l'aide d'une balle de boue (fig.1). Un système plus élaboré, mais moins fréquent, utilise des branches de résineux enveloppées dans un morceau de peau imprégné d'une matière

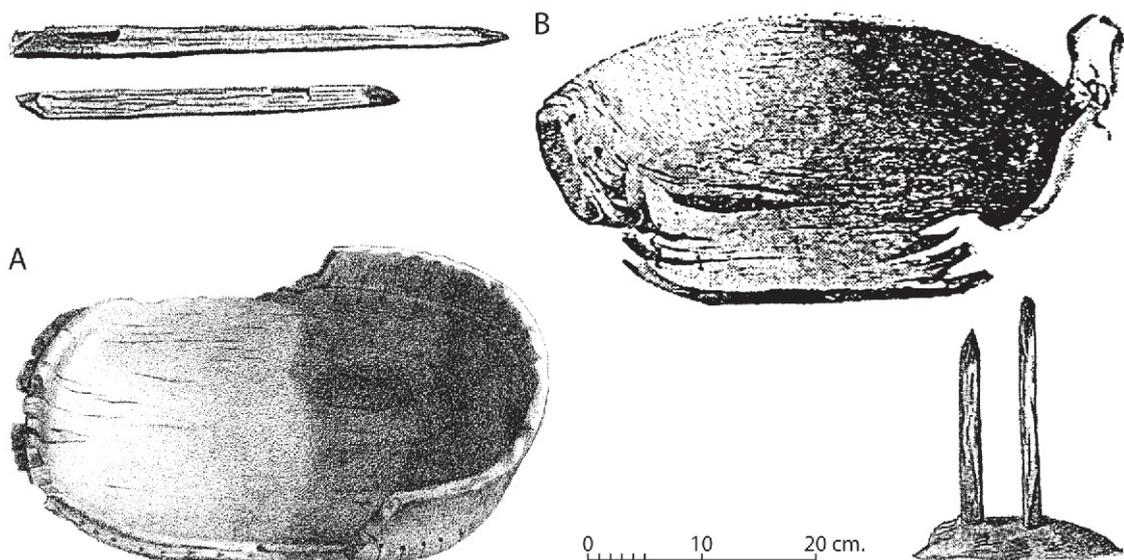


Fig. 1 – El Aramo : bassin en bois et torches sur boule d'argile.

grasse ou de résine. La première des deux méthodes a été utilisée dans certaines mines mexicaines de Zacatecas (IV^e siècle après J.-C.). La durée de fonctionnement d'une baguette de résineux de 20 à 24 cm de long est de 15 à 20 minutes (Weigand, 1968), ce qui en faisant un instrument économique et facile à transporter. L'usage de plusieurs de ces baguettes liées en faisceaux et utilisées comme des torches a notamment été vérifié dans les mines de sel de Hallstatt (Barth, 1980).

OUTILLAGE ET ÉQUIPEMENT (PIERRE, CORNES DE CERFS, OS ET BOIS)

El Aramo a également fourni une très grande quantité d'outils, très dispersés dans les galeries. La série de découvertes réalisées au cours des fouilles 1987, effectuées dans une zone très réduite, confirme cet état de fait (de Blas Cortina, 1992).

L'outillage lithique est dominé par des percuteurs caractéristiques fabriqués avec des galets en quartzite dur de l'Ordovicien. Le choix du galet (morphologie, taille, poids) conduit au façonnement d'un outil possédant un manche.

Une diversité typologique existe: galets présentant une gorge piquetée sur toute leur partie médiane, d'autres portant une rainure partielle à proximité de l'un des pôles ou encore de simples encoches taillées sur les côtés... (fig. 2). Ces instruments relèvent en fait des types maillets et marteaux; Leur universalité permet de les associer à des formes communes à d'autres centres miniers d'Europe occidentale, notamment avec les classes 3, 4 et 5 des *hammerstones* d'Angleterre et du Pays de Galles (Pickin, 1990, p. 40).

Forme, dimension, dureté et poids (les types recensés pèsent en général autour de 1,50 à 2,00 kg) répondent aux différentes contraintes du travail de la mine, par exemple, celle imposée par l'attaque de la roche dans des positions et sous des angles très variés. On retrouve ainsi des bords très peu travaillés, parfois en grès, ou d'autres pièces singulières comme certains maillets quartziques volumineux et d'un poids considérable (de 3 à 4 kg), en forme de prisme, aux sections quadrangulaires, confectionnés dans des fragments de blocs émoussés. La manipulation de ces derniers outils – qui présentent également des entailles latérales pour la fixation du manche – requiert d'une part une grande vigueur, d'autre part, un espace suffisant pour permettre l'emploi d'un manche relativement long. Ils étaient donc inutilisables dans des conduits de mines étroits et fortement inclinés, très nombreux à l'Aramo. Ils pouvaient servir par contre dans des secteurs plus spacieux ou dans des galeries assez hautes pour que les mineurs puissent y travailler debout. Le noircissement de ces percuteurs par des matières organiques nous oblige à considérer de nouveau leur rôle dans l'abattage par le feu du minerai.

La roche calcaire des mines n'est pas utilisée pour la fabrication des maillets. La plus grande partie de cet outillage provient de roches sédimentaires (grès et quartzites ordoviciens), absentes des dépôts du réseau

fluvial proche. Leur provenance ne peut cependant être qualifiée d'exotique. En effet, il est fort possible que la plupart proviennent des alluvions des vallées mortes karstiques – où l'on retrouve jusqu'à 30% de galets en quartzite – (Llopis Lladó, 1955; Julivert, 1964). Ces paléo-vallées sont situées à 1 300-1 400 m en amont des mines, comme les Veneros qui sont à 1,7 km à vol d'oiseau au sud ouest des mines. Des galets en grès et de quartzite peuvent également apparaître dans des colmatages karstiques du sud est de la montagne proche des exploitations cuprifères.

Il existe cependant quelques outils en roches moins communes, pièces qui, par leur forme soignée, révèlent une valeur particulière. Signalons ceux, peu nombreux, fabriqués dans des quartzites blancs au grain très fin ou dans des roches plutoniques *a priori* étrangères au massif de l'Aramo. Il s'agit de toute évidence d'instruments rassemblés après une soigneuse sélection, en raison de leur dureté et de leur durée.

La fréquence et la variété de l'outillage en ramure de *Cervus elaphus* sont remarquables (fig. 3). Il convient de noter la prédominance de pièces réalisées dans des ramures provenant d'individus adultes, pour certains de grande taille; c'est préférentiellement le secteur basilaire de ces ramures (démarrage du tronc, rose et médaillon, premiers andouillers), plus robuste et bien minéralisé, qui était utilisé. Il s'agit généralement de pièces de mue, même si les ramures de sacrifice ne sont pas absentes. La fréquence des ramures de mue signale très probablement une activité minière estivale, le ramassage des ramures se faisant au printemps. Par ailleurs, les ramures sont entièrement utilisées, de la meule aux andouillers de la couronne.

En partant d'un critère morpho-fonctionnel sommaire, on peut en premier lieu distinguer les grands outils, au nombre desquels prédominent les pics-leviers, avec préférentiellement l'andouiller de base comme le soulignent les traces d'utilisation assez semblables à celles des outils des mines de silex (Longworth y Varndell, 1996, p. 80, fig. 62). On compte également dans cette première catégorie les grands percuteurs qui portent des marques manifestes de coups sur le médaillon et la naissance des andouillers de base, préalablement limées; ajoutons enfin d'autres pièces assimilées à de longs ciseaux-levier avec un important biseau sur l'extrémité distale. Les pièces à perforation longitudinale, plus rares, sont probablement destinées à recevoir un corps en pierre dure; nous en connaissons deux exemplaires longs (de plus de 30 cm). Nous interprétons ce type d'outil comme des pointerolles (de Blas Cortina, 1998, p. 84), leur destination étant pourtant vraisemblablement limitée aux zones minérales peu dures. Il existe également quelques pièces courtes dont l'usage peut être rapproché de celui des précédentes.

Un deuxième groupe rassemble différents outils réalisés sur la partie intermédiaire de la corne, sur les pointes centrales et, le plus souvent, sur les premiers andouillers longs. Il s'agit en grande partie de coins qui portent des marques de coups et de pénétration en milieu minéral. Dans certains cas, ils présentent des biseaux et des tailles d'aiguillage. Il s'agit d'instruments

de mineurs, typiques du Néolithique et de l'Âge du Bronze, connus dans des gisements de l'Europe centrale et occidentale et répondant à des besoins divers (Billamboz, 1997, p. 108; Camps-Fabrer *et alii*, 1998, p. 31-42). Ce type d'outil a été utilisé dans les mines

de silex depuis le Néolithique ancien (Sidera, 1991, p. 84).

Pour finir, il existe, en moindre nombre, quelques outils pénétrants façonnés dans des os longs d'herbivore. C'est le cas de certaines pièces en os de bovin

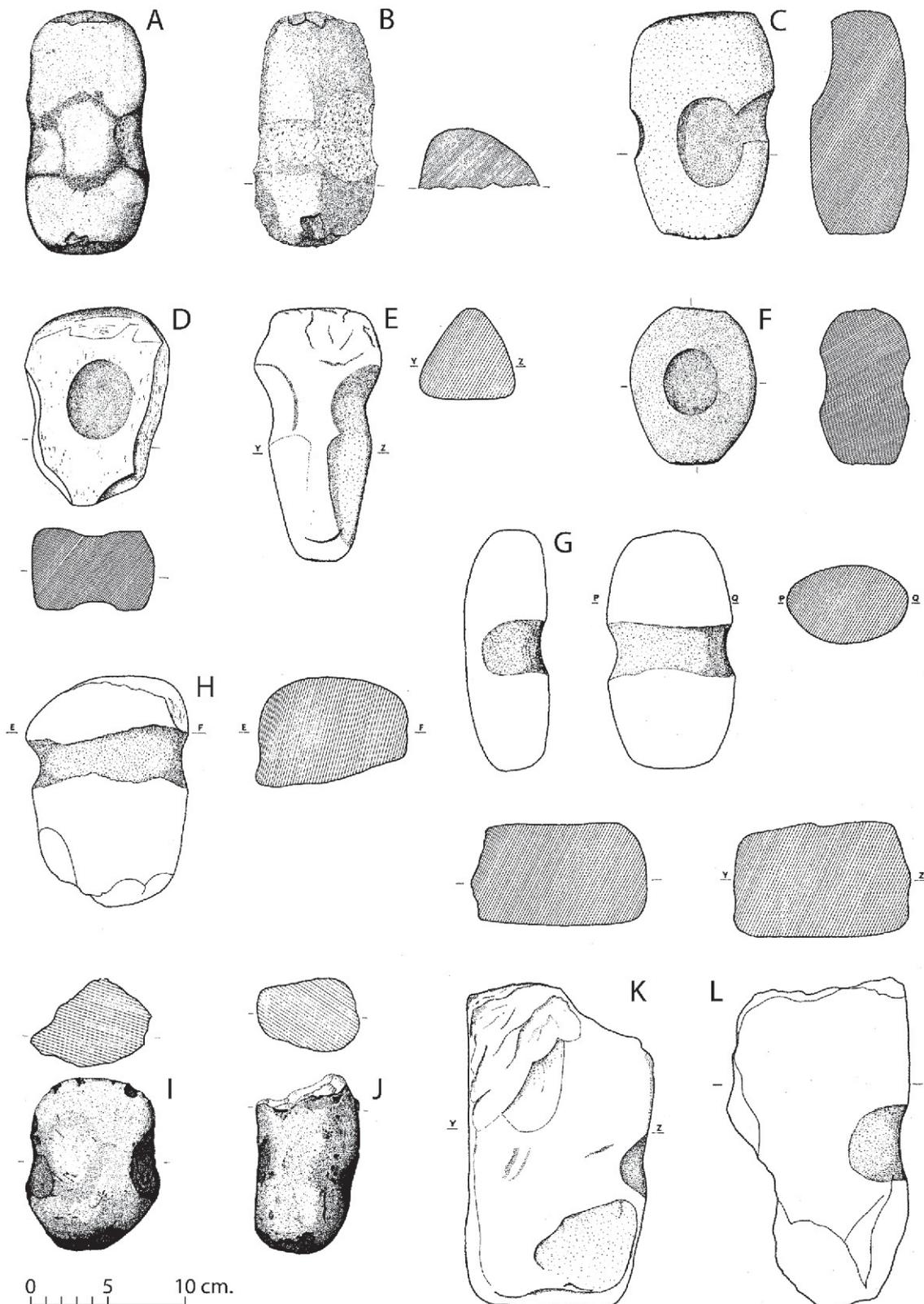


Fig. 2 – El Aramo : divers percuteurs en pierre.

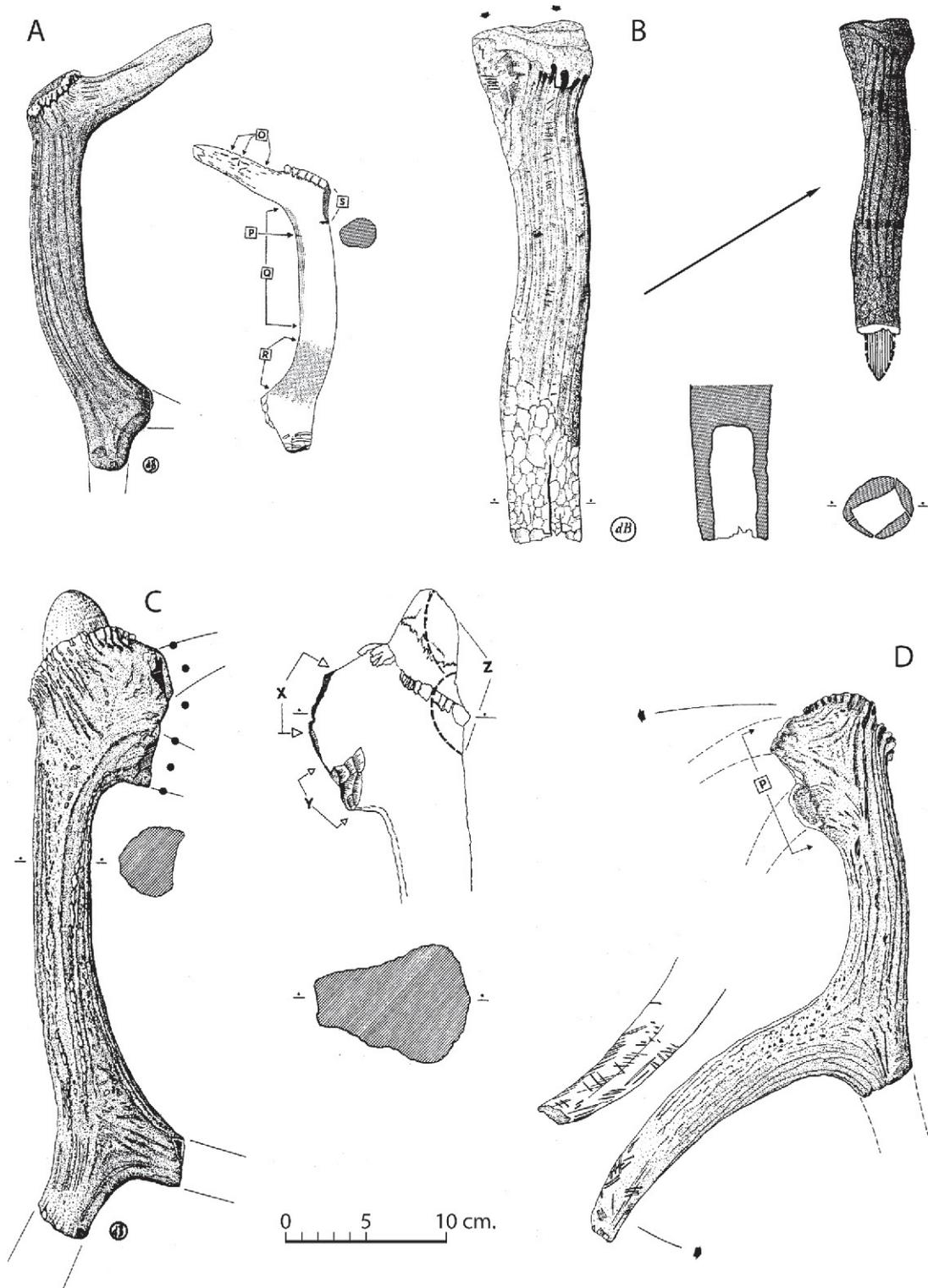


Fig. 3 – Sélection d'outils en bois de cerf : A : pic-levier ; B : pointerolles, mixte (bois de cerf et pierre) et simple ; C : percuteur ; D : percuteur-levier.

certainement utilisées comme coins : la diaphyse est coupée à l'oblique et l'extrémité est en pointe ou en spatule, l'épiphyse servant à la percussion. Cet instrument sommaire est également connu dans des mines préhistoriques de silex (Holgate, 1991, p. 13), de variscite (Villalba, Edo et Blasco, 1998, p. 54 ; Estrada et

Nadal, 1999) ou de cuivre (Dutton et Fasham, 1994, p. 270- 278).

Plusieurs outils complémentaires sont en outre connus. Deux pelles circulaires, à manche très court (représentées par Dory, 1894, p. 136) provenant du filon San Vicente. Elles rappellent certains types de

pelles néolithiques de la Méditerranée espagnole (Pascual Benito, 1999, p. 147) mais il n'existe aucune référence sur le contexte de leur découverte. Deux batées de bois (fig. 1) indiquent comment le minerai était transporté. Elles ont pour complément des récipients en peau, matière dont des restes ont également été retrouvés. Ces batées sont de deux types : le premier est représenté par un corps mixte, composé d'une base elliptique reliée par des chevilles en bois à une paroi basse ; l'autre, au fond également plat, presque circulaire, est creusé dans un bloc de bois. Ces deux solutions techniques ne s'éloignent pas de celles déjà connues dans les gisements lacustres du Néolithique continental (Winiger, 1981, p. 190 ; Petrequin et Petrequin, 1988, p. 121-124) ; la batée mixte est par ailleurs proche des techniques connues dans la préhistoire avancée de Scandinavie (Clark, 1955, p. 315-317). Les batées d'El Aramo sont les seuls exemplaires connus dans la préhistoire de l'Ibérie septentrionale.

LES RAISONS DE LA PRÉSENCE DE SQUELETTES HUMAINS

La découverte, dans les galeries, de squelettes humains (fig. 4) est un fait original. Selon les informations disponibles, et en écartant toute référence strictement orale, le nombre des cadavres oscille entre 19 et 26. C'est, en tout état de cause, un nombre suffisamment important pour qu'il ne s'agisse pas d'un événement fortuit. Les dates AMS de plusieurs de ces restes confirment leur âge préhistorique, en parfaite correspondance avec les conclusions de l'analyse archéologique.

La plupart des squelettes occupaient deux secteurs principaux : d'une part, la galerie opportunément baptisée "*Galerie des squelettes*" et ses alentours et, d'autre part, le secteur qui s'étend entre les filons San Vicente et San Alejandro. Les deux sites correspondent à des zones profondes du complexe minier. Néanmoins, les restes humains découverts ne sont pas accumulés, ni regroupés, ni même superposés dans une même galerie comme cela est souvent le cas dans les grottes sépulcrales. Les datations mettent d'ailleurs en lumière le diachronisme entre les dépôts.

Ces restes ont été découverts dans des endroits accessibles, ce qui a permis de comptabiliser 16 squelettes lors des premières explorations réalisées à partir de 1888. Par deux fois au moins, à la fin du XIX^e siècle, les corps retrouvés étaient dans la position accroupie et accompagnés, sans aucun indice de violence, de maillets en pierre caractéristiques. L'hypothèse d'une tragédie minière ne semble donc pas fondée.

L'idée d'une activité rituelle transcendant une simple cérémonie purement funéraire nous paraît par contre plausible. Il existe en effet des témoignages historiques et ethnographiques très probants (la présence de cuillers en os évoquée plus haut serait-elle justifiée précisément par la célébration d'un rite ?). L'activité minière est vérifiée dans deux secteurs empreints d'une forte charge mythique : la caverne et la cavité ouverte par la spoliation humaine. Comme nous le soulignons dans une analyse détaillée de l'environnement immédiat des cadavres d'El Aramo (de Blas Cortina, sous presse), l'exploitation des ressources de la nature donne lieu, dans toutes les sociétés primitives, à des actes rituels

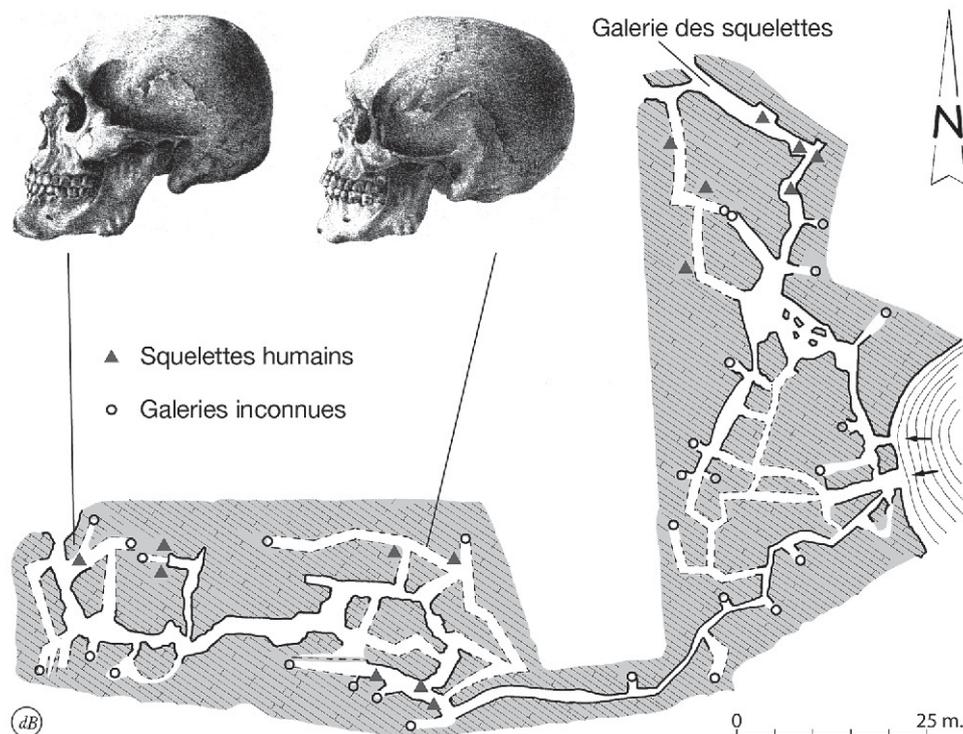


Fig. 4 – plan partiel des galeries préhistoriques et distribution des squelettes humains.

de gratitude et de prière pour que l'affluence de la richesse octroyée ne s'interrompe ou ne s'épuise pas. C'est de ce désir que naît l'idée d'acte compensatoire exprimé par les offrandes, condition inéluctable pour l'entente entre l'Homme et les forces supérieures.

À notre point de vue, les cadavres d'El Aramo constituent un mode sépulcral dans les profondeurs de la mine assimilée à la caverne. Mais cette attitude funèbre ne se limite probablement pas à la relation entre les morts et les vivants ; elle répond certainement aussi au rôle des morts dans la vie sociale et aux liens qui unissent les vivants au monde souterrain et aux forces redoutables qui le régissent : dans le cas du mineur une possible réaction au saccage des entrailles de la Terre. Dans ce parti pris d'équilibre, l'objet de l'offrande compensatoire vis-à-vis de l'univers souterrain doit être le bien le plus précieux : le corps même du mineur.

CHRONOLOGIE

L'activité minière préhistorique de ce secteur de la montagne était totalement ignorée avant les exploitations de la fin du XIX^e siècle. Ni les restes archéologiques, ni les textes ne fournissaient les indices d'une activité minière, même à l'époque historique. Au Moyen-Âge, El Aramo est connu pour la qualité de ses pâturages et pour la richesse cynégétique de ses cotaux et des vallées contiguës. Les documents archéologiques sous-tendaient pourtant une métallurgie précoce (de Blas Cortina, 1983, p. 218-221), que les datations C14 AMS ont confirmées.

Parmi la dizaine de dates disponibles aujourd'hui (fig. 5), une seule correspond à une date antérieure à 2500 cal BC (OxA-1833). Deux autres, réalisées sur une mandibule et un crâne, se situent dans la fourchette 2600-2250 (OxA-6789 et Ua 18633), tandis que deux autres crânes sont respectivement datés de 2500 et 2000 (Ua-18632 y Ua-18630), dates également attribuées à deux outils en bois de cerf (OxA- 3007 et OxA-1926). Enfin, deux crânes et une vertèbre sont datés entre 1800-1400 (Ua 18630, Ua 18631 et Ua-18634), la probabilité de l'âge des crânes étant plus forte dans l'intervalle 1750-1500.

Finalement, la datation C14 AMS confirme que les exploitations d'El Aramo fonctionnent au Chalcolithique et au Bronze ancien. Les datations des squelettes suggèrent la permanence d'un lien symbolique *post mortem* entre la mine et les prospecteurs pendant un millénaire.

Le hiatus temporaire de la séquence proposée, entre les III^e et II^e millénaires, mettrait en lumière une certaine discontinuité du travail au moment du passage de l'Âge du cuivre à l'Âge du bronze. Cependant, la solidité des dates repose essentiellement sur la statistique et la reconnaissance d'une telle rupture ne pourra se faire qu'en possession d'un plus grand nombre de datations de squelettes et d'outils. Il est par ailleurs assez improbable que l'exploitation d'une mine de ce type ait été temporairement abandonnée à l'époque où la métallurgie atteignait sa pleine expansion dans la région cantabrique (de Blas Cortina, 1999).

Matière	Laboratoire	Âge C 14 Ans BP	Âge cal BC* 2σ
Bois de cerf	OXA-1833	4090 ± 70	2874 - 2472
Mandibule humaine	OXA-6789	3995 ± 50	2662 - 2343
Crâne humain	Ua-18633	3940 ± 60	2579 - 2206
Bois de cerf	OXA-3007	3900 ± 90	2599 - 2046
Crâne humain	Ua-18632	3825 ± 60	2464 - 2058
Bois de cerf	OXA-1926	3810 ± 70	2463 - 2038
Crâne humain	Ua-18629	3775 ± 65	2457 - 1980
Crâne humain	Ua-18630	3365 ± 60	1872 - 1517
Crâne humain	Ua-18631	3310 ± 65	1739 - 1440
Vertèbre	Ua-18634	3215 ± 55	1621 - 1390

* Avec le programme Ox Cal 3.5 de l'Université d'Oxford

Fig. 5 – chronologie C14 (AMS) d'outils en bois de cerf et ossements humains d'El Aramo.

En ce qui concerne les débuts et le développement de la paléoméallurgie en Ibérie (Castro, Lull y Micó, 1996, p. 76-105) et dans le S-O européen, les dates les plus précoces coïncident avec le Chalcolithique. Les dates les plus récentes d'El Aramo correspondent en outre avec celles d'une autre mine asturienne, celle d'El Milagro (de Blas Cortina, 1996 et 1998), et avec celles des exploitations les plus proches du sud de la France (Ambert, 1996b, p. 21-22). Les exploitations en profondeur semblent plus précoces dans ces deux régions que dans les îles britanniques (Ambers, 1990; Craddock, 1991), exception faite de Ross Island (Irlande) dont l'exploitation remonte à 2300-2000 avant J.-C. (O'Brien, 1998).

CONCLUSION

D'après les datations précédentes, les mines d'El Aramo auraient été longuement exploitées, ce qui explique l'importance des ouvrages et le volume des minerais cuprifères extraits. La consommation d'une telle quantité de métal ne semble pas répondre à la seule demande locale même si, pendant le Chalcolithique avancé et le Bronze ancien, l'interfluve Nalón-Deva, équivalant au territoire centre-occidental des Asturies, réunit l'ensemble le plus riche en objets métalliques de toute la région cantabrique (de Blas Cortina, 1999, p. 41-47). Malgré le recyclage des objets en cuivre, pratique qui brouille l'approche de la réalité métallurgique préhistorique, il est impensable de considérer que ces mines aient alimenté seulement un marché réduit. L'écoulement extra-régional du métal ont, sous la forme de minerai ou de lingots après une première réduction, devait être au contraire probablement intégré dans des échanges où le sel et,

peut-être, les céréales jouaient, comme nous le suggérons déjà il y a quelques temps, un rôle important (de Blas Cortina, 1998).

De cette histoire minière on peut suggérer quelques brèves remarques sur la diffusion du cuivre dans les Asturies.

Les relations les plus immédiates sont évidemment celles qui lient la région aux terres de Castille, de Galice, au nord du Portugal et aux autres régions cantabriques. Mais la présence de métal asturien n'est pas dérisoire non plus au-delà du domaine strictement ibérique. La composition chimique des minerais d'El Aramo (avec des teneurs moyennes, élevées en Ni, faibles en Sb et très faibles en Ag) se rapproche, selon la proposition récente de S. Needham, du métal HNBB caractéristique de la métallurgie campaniforme du N-O de l'Europe (Needham, 2002, sous presse).

La présence de niveaux de Co élevés, impureté négligeable dans la métallurgie campaniforme ne serait pas, selon Needham, un inconvénient puisque le cobalt se trouverait absorbé par les scories pendant le processus de fonderie, suivant en cela Zwicker *et alii*, 1980, p. 140).

Cette éventualité, raisonnable, d'une circulation atlantique du cuivre des Asturies, abondant et aisément traitable, a déjà été évoquée (de Blas Cortina, 1983, p. 128-131; 1994, p. 119-120; 1998, p. 98; de Blas Cortina y Fernández Tresguerres, 1989, p. 170 et 1998, p. 98). Cette hypothèse permettrait par ailleurs de comprendre certaines affinités techno-typologiques entre la métallurgie du N-NO de l'Ibérie (où l'on trouvait également, en abondance, de l'or alluvial) et celle de l'Ouest européen, à l'Âge du cuivre avancé et au Bronze ancien. ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMBERS J. (1990) – Radiocarbon, Calibration and Early Mining: Some British Museum Radiocarbon Dates for Welsh Copper Mines, *Early Mining in the British Isles. Plas Tan y Bwlch Occasional Paper N° 1. Proceedings of the Early Mining Workshop at Plas Tan y Bwlch Snowdonia National Park Study Centre, 17-19 November 1989* (ed. by P. and S. Crew), Plas Tan y Bwlch, 1990, p. 59-63.
- AMBERT P. (1995) – Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault): quinze ans de recherches. État de la question, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, tome 92, n° 4, p. 499-508.
- AMBERT P. (1996a) – Présentation géographique, géologique, métallurgique du district minier de Cabrières, *Archéologie en Languedoc*, n° 20, 1996-1, p. 5-8.
- AMBERT P. (1996b) – Cabrières (France), mines et métallurgie au III^e millénaire BC : apports de la métallurgie expérimentale, *Archéologie en Languedoc*, n° 20, 1996-1, p. 21-26.
- ANONYME – *Informe mecanográfico sobre las labores del Aramo*, sin fecha, procedente de Metastur y posterior a 1955.
- BARTH F.E. (1980) – Das Präistorische Hallstatt. Bergbau und Gräberfeld, *Die Hallstattkultur. Frühform europäischer Einheit: Internationale Ausstellung des Landes Oberösterreich*, Steyr, p. 67-69
- BILLAMBOZ A. (1977) – L'industrie du cerf en Franche-Comté au Néolithique et au début de l'Âge du bronze, *Gallia-Préhistoire*, t. 20, p. 91-176.
- BLAS CORTINA M.A. de (1983) – *La Prehistoria reciente en Asturias*. Oviedo, Fundación de Cuevas y Yacimientos Prehistóricos de Asturias, 278 p.
- BLAS CORTINA M.A. de (1989) – La minería prehistórica del cobre en las montañas astur-leonesas, *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, vol. I, Madrid, Ministerio de Cultura, p. 143-155.
- BLAS CORTINA M.A. de (1992) – Minas prehistóricas del Aramo (Riosa). Campaña arqueológica de 1987, *Excavaciones Arqueológicas en Asturias 1987-90*, Principado de Asturias, Consejería de Educación, Cultura, Deportes y Juventud, p. 59-68.
- BLAS CORTINA M.A. de (1994) – El anillo áureo de tiras de la Mata 1 Casare I y su localización megalítica, *Madrid Mitteilungen*, 35, p. 107-122.
- BLAS CORTINA M.A. de (1996) – La primera minería metálica del N peninsular: las indicaciones del C-14 y la cronología radiocarbónica de las explotaciones cupríferas del Aramo y El Milagro, *Complutum Extra 6-I. Homenaje al profesor Manuel Fernández Miranda*, Universidad Complutense, Madrid, p. 217-226.
- BLAS CORTINA M.A. de (1998) – Producción e intercambio de metal: la singularidad de las minas de cobre prehistóricas del Aramo y El Milagro (Asturias), *Minerales y metales en la prehistoria reciente. Algunos testimonios de su explotación y laboreo en la península ibérica* (Coord. G. Delibes), *Studia Archaeologica* 88, Universidad de Valladolid y Fundación Duques de Soria, p.71-103.
- BLAS CORTINA M.A. de (1999) – Asturias y Cantabria, *Las primeras etapas metalúrgicas en la península ibérica, II. Estudios regionales*. (G. Delibes e I. Montero coords.), Madrid, Fundación Ortega y Gasset y Ministerio de Cultura, p. 41-62.
- BLAS CORTINA M.A. de (sous presse) – La mina como sepulcro y el cadáver como ofrenda. A propósito de los hallazgos antropológicos en las explotaciones cupríferas del Aramo, *Minería y metalurgia de la Edad del Bronce. Una revisión desde el valle del Duero*, Instituto Rei Afonso Henriques, Zamora, junio de 2001.
- BLAS CORTINA M.A. et FERNÁNDEZ-TRESGUERRES J. 1989 – *Historia primitiva en Asturias. De los cazadores-recolectores a los primeros metalúrgicos*, Bibliotheca Historica Asturiana. VI, Centenario del Principado de Asturias (1388-1988), Gijón, Silverio Cañada editor, 214 p.
- CAMPS-FABRER H., CATTELAINE P., CHOÏ E., DAVID J.-L., PAS-CUAL-BENITO N., PROVENZANO N. et RAMSEYER D. (1998) – *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique. Cahier VIII. Biseaux et tranchants*, U.I.S.P.P. Commission de nomenclature sur l'industrie de l'os préhistorique, Triegnes, Éditions du Cedarc.
- CASTRO P., LULL V. et MICÓ R. (1996) – Cronología de la Prehistoria Reciente de la Península Ibérica y Baleares (c. 2800-900 cal ANE), *Tempus reparatum*, BAR International Series 652.
- CLARK J.-G.-D. (1955) – *L'Europe préhistorique. Les fondements de son économie*, Paris, Payot.
- CRADDOCK P.T. (1991) – Copper Production in Bronze Age Britain, *Découverte du métal. Millénaires-dossier* 2, Picard, p. 197-212.
- DOMERGUE C. (1987) – *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. 2 T, Madrid, Publicaciones de la Casa de Velázquez.
- DORY A. (1893) – Las minas antiguas de cobre y cobalto del Aramo, *Revista Minera y de Ingeniería*, Madrid. n° 1.463, p. 332-337 et n° 1.466, p. 361-366.
- DORY A. (1894) – Les mines préhistoriques de l'Aramo (Asturies), *Revue Universelle des mines, de la métallurgie des travaux publics et des arts appliqués à l'industrie*, t. XXIV, 1^{er} trimestre, Liège-Paris, p. 121-126.

- DUBOIS C. et GUILBAUT J.-E. (1992) – Relation entre les gîtes métalliques et les techniques d'exploitation minières antiques en Ariège, *Actes du colloque international sur les ressources minières et l'histoire de leur exploitation de l'Antiquité au XVIII^e siècle*, Paris, Éditions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 80-96.
- DUTTON A. et FASHAM P.J. (1994) – Prehistoric Copper Mining on the Great Orme, Llandudno, Gwynedd, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 60, p. 245-286.
- EGUREN E. (1918) – Elementos étnicos eneolíticos de Asturias, *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, t. XVIII, p. 323-327.
- ESTRADA A. et NADAL J. (1999) – La industria ósea del yacimiento de las Minas Prehistóricas de Gavá. Baix Llobregat (Barcelona), *II Congrés del Neolític a la Península Ibérica*. Sagvntum-Plav, Extra-2, p. 179-185.
- FISCHER (1896) – *Memoria del Oberdirector Fischer sobre las minas del Aramo*. Texto mecanografiado, firmado en Freiberg el 25 de julio de 1896.
- GÓMEZ LANDETA F. et SOLANS HUGUET J. (1981) – Procesos supergénicos en la mina de cobre del Aramo, *Boletín Geológico y Minero*, t. XCII, p. 429-436.
- HEVIA T. (1959) – Las minas metálicas de Asturias, *Conferencias de Economía Asturiana. III*, Oviedo, Instituto de Estudios Asturianos, p. 53-105.
- HOLGATE R. (1991) – *Prehistoric Flint Mines*, Shire Archaeology, Shire Publications Ltd.
- JULIVERT M. (1964) – *Estudio geológico de la Sierra del Aramo, cuenca de Riosa y extremo meridional de la cuenca de Quirós*, Oviedo, Instituto de Estudios Asturianos.
- KYRLE G. (1916) – Der Präistorische Bergbaubetrieb in den Salzburger Alpen, *Osterreichische Kunsttopographie*, XVIII, Wien, p. 1-70.
- LONGWORTH I. et VARNDELL G. (1996) – *Excavations at Grimes Graves Norfolk 1972-1976, Fascicule 5, Mining in the deeper mines*, British Museum Press.
- LLOPIS LLADÓ N. (1954) – El relieve de la región central asturiana, *Estudios geográficos*, n° 57, Madrid, p. 501-550.
- LLOPIS LLADÓ N. (1955) – Kars fósil en las vertientes SE del Aramo (Riosa), *Speleon*, t. VI, n° 4, Universidad de Oviedo, p. 226.
- NEEDHAM S. (2002, sous presse) – Analytical implications for Beaker metallurgy in north-west Europe, M. Bartelheim, E. Pernicka & R. Krause (eds.), *Die Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt/The Beginnings of Metallurgy in the Old World. Archäometrie-Freiburger Forschungen zu Altertumswissenschaft, 1*.
- O'BRIEN W.F. (1990) – Prehistoric Copper Mining in South-West Ireland: the Mount Gabriel- Type Mines. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 56, p. 269-290.
- O'BRIEN W.F. (1998) – La mine de cuivre de Ross Island et la métallurgie chalcolithique en Irlande, *Paléometallurgie des cuivres. Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18 oct. 1997* (M.-Ch. Frère-Sautot dir.). *Monographies instrumentum*, 5, p. 101-107.
- ORIOR R. (1893) – Los criaderos de cobre y cobalto del Aramo (Asturias). *Revista Minera*, n° 1469, p. 390-392.
- PASCUAL BENITO J.L. (1999) – La variedad morfotécnica y funcional de las cucharas óseas del neolítico de la Península Ibérica, *II Congrés del Neolític a la Península Ibérica*. Sagvntum-Plav, Extra-2, p. 143-150.
- PETREQUIN A.-M. et PETREQUIN P. (1988) – *Le Néolithique des lacs. Préhistoire des lacs de Chalain et de Clairvaux (4000-2000 av. J.-C.)*, Paris, Éditions Errance.
- PICKIN J. (1990) – Stone Tools and Early Metal Mining in England and Wales, *Early Mining in the British Isles, Plas Tan y Bwlch Occasional Paper N° 1, Proceedings of the Early Mining Workshop at Plas Tan y Bwlch Snowdonia National Park Study Centre, 17-19 November 1989* (ed. by P. and S. Crew), Plas Tan y Bwlch, 1990, p. 39-42.
- PICKIN J. et TIMBERLAKE S. (1988) – Stone-hammers and firesetting: A preliminary experiment at Cwmystwyth mine, Dyfed, *Bulletin of Peak District Mines Historical Society*, 10(3), p. 165-167.
- SANDARS H.W. (1910) – On the use of the Deer-Horn Pick in the Mining Operations of the Ancients, *Archaeologia or Miscellaneous Tracts Relating to Antiquity*, Society of Antiquaries of London, p. 101-124.
- SIDERAI. (1991) – Mines de silex: l'exemple de Serbonnes, "le revers de Brossard" (Yonne), *Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est*, 42, Ed. du CNRS, p. 64-91.
- SUSSMAN O. (1903) – *Observaciones sobre el estado actual y los trabajos hechos en las Minas del Aramo, así como los pasos necesarios para su ulterior desarrollo*, Texto mecanográfico dirigido a la Aramo Copper Mines Ltd. de Londres y firmado en Gelsenkirchen.
- TIMBERLAKE S. (1990) – Review of the Historical Evidence for the Use of Firesetting, *Early Mining the British Isles. Plas Tan y Bwlch, Occasional paper No 1, Proceedings of the Early Mining Workshop at Pla y Bwlch. Snowdonia National Park Study Centre, 17-19 November 1989*, p. 49-52.
- VILLALBA M^a.J., EDO M. et BLASCO A. (1998) – Explotación, manufactura, distribución y uso como bien de prestigio de la calaita en el Neolítico. El ejemplo del complejo de Can Tintorer, *Minerales y metales en la Prehistoria reciente. Algunos testimonios de su explotación y laboreo en la península ibérica* (Coord. G. Delibes), *Studia Archaeológica* 88, Universidad de Valladolid y Fundación Duques de Soria, p. 41-70.
- WEIGAND Ph.C. (1968) – The mines and mining techniques of the Chalchihuites culture. *American Antiquity*, vol 33, n° 1, p. 45-61.
- WINIGER J. (1981) – Jungsteinzeitliche Gefässschnitzerei, *Helvetica Archaeologica. Archäologie in der Schweiz*, 12- 45/48, p. 189-198.
- ZWICKER U., VIRDIS P. et CERUTI M.L. (1980) – Investigations on copper ore, prehistoric copper slag and copper ingots from Sardinia, *Scientific Studies in Early Mining and Extractive Metallurgy* (ed. P.T. Craddock), London, British Museum Occasional Paper 20, p. 135-164.

Miguel A. de BLAS CORTINA

Département d'Histoire (Préhistoire)

Université d'Oviedo, E-33071 OVIEDO, Espagne

Les techniques d'exploitation des plus anciennes mines d'Europe méditerranéenne : l'exemple de Gavà, Barcelone

Josep BOSCH

Résumé

Pendant le Néolithique (4000-3000 cal. BC), Gavà a été un centre de production de parures en variscite, associant l'extraction de la matière première à l'élaboration des pièces. Cet article fait la synthèse des techniques utilisées à Gavà et des données archéologiques. L'extraction de la variscite se faisait par l'intermédiaire de puits, chambres et galeries creusés dans les schistes contenant le minéral. Les outils en pierre et leurs marques ont pu être observés dans quelques mines et sur leurs parois. Plusieurs de ces mines contenaient des perles de collier, les outils permettant leur fabrication, montrant ainsi que la confection des perles se faisait sur place.

Abstract

Mining techniques of exploitation in the most ancient mines of Mediterranean Europe, the example of Gavà, Barcelona. In the Neolithic, between 4000 and 3000 cal. BC, variscite ornaments were produced in Gavà, with extraction of the raw material and elaboration of the collar pieces. We studied this process with works of the different specialists about the prehistoric mines of Gavà. The method of the mining exploitation was the work in a subterranean net with pits, rooms and galleries in the slate. We discovered stone tools and their marks on the wall of the mines. About the elaboration of collar pieces, we verified a making in place, we found the tools used and the variscite pieces in manufacture process.

PRÉSENTATION, LOCALISATION ET CHRONOLOGIE DU SITE DES MINES DE GAVÀ

Cet article propose de faire la synthèse de 30 ans de recherches menées par les nombreux spécialistes qui se sont intéressés aux mines néolithiques de Gavà. L'ensemble de ces études permet de proposer une bonne approche des techniques néolithiques employées pour extraire la variscite et pour fabriquer des perles de collier. Enfin, conformément à la thématique de ce colloque, nous tenterons d'apprécier si les techniques employées à Gavà ont pu être mises à profit plus tard pour l'exploitation des mines de cuivre.

Les mines néolithiques de Gavà sont situées au centre du littoral catalan, à l'extrémité méridionale de la plaine de Barcelone, sur la rive droite de l'embouchure du Llobregat, qui relie, du nord au sud, les Pyrénées à la mer. Les mines se trouvent au pied du versant oriental du massif montagneux de Garraf, sur la ligne de contact entre le massif paléozoïque et la plaine littorale. Au niveau du Paléozoïque, les schistes gris dominant. Ils présentent diverses minéralisations, en particulier des phosphates de fer et d'aluminium, dont la variscite, phosphate d'aluminium de couleur verte.

La datation néolithique comme l'utilisation exclusive de la variscite dans les mines de Gavà sont largement démontrées ; néanmoins, quelques-uns des puits

et des galeries de mine ont été réutilisés, à la même époque, comme dépotoir ou comme sépulture. En conséquence, les fouilles ont fourni de nombreux documents : poterie, industrie lithique, outillage en pierre polie, vestiges botaniques et zoologiques... Il convient notamment d'insister sur la découverte d'une figurine en céramique, la "Venus de Gavà" (*pl. coul. VII, n° 3*), représentation d'une femme possédant vraisemblablement une importante charge symbolique. L'étude de tous ces matériaux, relativement abondants et en bon état de conservation, permet d'essayer de reconstituer les conditions des contextes géologique, social et économique de cette exploitation minière.

Plus de vingt datations par le radiocarbone couvrent la période 5400-4600 BP, le tout début de l'exploitation minière à Gavà se situant vers 6000 BC, soit à la fin du Néolithique ancien post-cardial. Les mines ont été véritablement exploitées sans interruption pendant 800 ans, le Néolithique moyen marquant la période maximale.

LA VARISCITE EST L'UNIQUE MINÉRAL EXPLOITÉ À GAVÀ

Au début des recherches, il est apparu douteux que des mines aussi importantes aient servi exclusivement à produire un matériau de parure et l'exploitation d'autres roches utilitaires a été envisagée, notamment la cornéenne utilisée en Catalogne au Néolithique pour la confection de la plupart des haches. En fait, à l'observation en lame mince, la prétendue cornéenne de Gavà s'est avérée être un quartzite ou un quartzite schisteux (Álvarez Clop, 1994). On a envisagé également l'exploitation d'une opale zonée de couleur gris foncé, présente sur les parois de quelques secteurs miniers de Gava, mais celle-ci n'a pas été retrouvée dans les industries lithiques régionales. En fait, une cartographie géologique couplée à celle des structures minières montre que le seul minéral recherché était bien la variscite (Costa Camprubí Melgarejo, 1994).

LES CONDITIONS GÉOLOGIQUES ET LEURS CONSÉQUENCES POUR LES TECHNIQUES UTILISÉES DANS L'EXTRACTION MINIÈRE

Nos connaissances sur les techniques minières employées pendant le Néolithique à Gavà reposent d'une part sur l'étude des mines et de leur environnement géologique et, d'autre part sur celle des outils miniers. L'exploitation minière se développe dans des schistes du Silurien, à pendage quasi-vertical, recouverts par endroits, au Quaternaire ancien, par une croûte calcaire ou par des argiles.

La variscite est distribuée en filons presque verticaux et orientés NO-SE, suivant ainsi la direction et l'inclinaison des nappes des schistes. Quelques filons, plus petits, sont perpendiculaires aux premiers (SO-NE). Compte tenu de ces conditions géologiques, l'exploitation de la variscite par les mineurs du Néolithique a donné lieu au

creusement d'excavations de morphologie et de dimensions variables (*pl. coul. VII*). Le recouvrement des schistes par des argiles ou une croûte calcaire interdisait souvent l'attaque directe de la roche encaissante et du minéral. Dans ce cas, des travaux d'approche étaient nécessaires avant de creuser des puits, presque verticaux, d'approximativement 190 cm de diamètre.

Les galeries orientées NO-SE, d'environ 90 cm de diamètre, suivent la direction des principaux filons de variscite. D'autres, orientées SO-NE, perpendiculaires aux précédentes, devaient suivre des filons plus petits ou visaient à en localiser de nouveaux. Certaines des cavités peuvent atteindre 10 m de longueur sur 5 m de profondeur (*pl. coul. VII, n° 1*). Elles ont été creusées, toujours en fonction de l'orientation et du pendage des principaux filons. Au voisinage des failles ou des plissements, secteurs où la roche est de moindre dureté, des galeries servant à la prospection de nouveaux filons ont été réalisées. Par contre, celles qui ont été creusées dans la roche saine, sont indubitablement dévolues à l'exploitation du minéral.

Cet ensemble de structures souterraines, situées à divers niveaux, forme ainsi un réseau orthogonal. L'exploitation la plus profonde actuellement connue atteint 16 m. Bien que presque toutes les cavités aient été remblayées avec des déchets miniers, 85 entrées de mines ont pu être détectées sur une superficie proche de 200 hectares. Mais combien d'entre elles sont néolithiques? Combien correspondent à des travaux plus récents (romains, voire contemporains)? Il est difficile de préciser avant que les remplissages aient été fouillés, mais on peut supposer que près de 70 % sont néolithiques.

La documentation archéologique (fig. 1, *pl. coul. VII, n° 2*) nous permet de connaître les outils en pierre les plus utilisés. La plupart sont réalisés en cornéenne (Álvarez Clop, 1998), une roche d'origine métamorphique originaire des Pyrénées et de quelques-uns des chaînons littoraux de Catalogne. On retrouve cette roche dans les alluvions, sur les terrasses alluviales des fleuves Ter et Segre, mais elle n'existe pas sur celles de Gavà. En règle générale, ces outils sont allongés, de section transversale elliptique. Leurs dimensions varient entre 9 et 11 cm de longueur, 5 et 6 cm de largeur et 3,5 à 4 cm d'épaisseur. On peut distinguer deux types



Fig. 1 – Pics de mineur, ciseau avec percuteur et haches.
Provenance : mines néolithiques de Gavà. Source : Musée de Gavà.

d'outils : les pics, à extrémité pointue ; les maillets ou marteaux, à extrémité arrondie ou plate. À Gavà, ces outils ont été façonnés à l'aide de percuteurs sphériques en quartzite, à partir d'ébauches ou de pré-formes. Ils devaient posséder pour la plupart un manche, comme l'indiquent le piquetage, les enlèvements d'une partie du talon (qui devaient favoriser leur fixation), les polissages de surface et les encoches d'usure du manche attribuables à une ligature. Les traces d'impacts de ces outils sont observables sur les parois de quelques mines (Donoso, 1998).

Il existe également des ciseaux en os, fabriqués à partir de métapodes de *Bos taurus*. Leurs fracturations transverses et les traces de percussion sur l'extrémité non affûtée signalent l'utilisation conjointe de percuteurs en matière dure, sans doute en quartzite. Ces ciseaux ont pu être utilisés pour séparer la variscite de l'ardoise sur des blocs préalablement détachés de la paroi à coups de pics ou de maillets de pierre (Estrada Nadal, 1999).

L'ÉLABORATION DES PIÈCES DE COLLIER

Grâce aux objets de parure cassés en cours de fabrication provenant des déblais de certaines mines et grâce aux outils utilisés pour leur confection, toutes les phases de l'élaboration des pièces de collier en variscite sont connues (*pl. coul. VII, n° 2*) :

- viennent en premier lieu le dégrossissage, la régularisation et la mise en forme des fragments de variscite par taille, puis leur polissage avec une roche abrasive ;
- c'est ensuite la phase de perforation réalisée à partir des deux faces des pièces, avec un trépan en silex de type perçoir. Ce dernier est façonné à partir d'une lamelle à double dos, avec retouches abruptes. Un polissage longitudinal permet de régulariser les arêtes (observation réalisée à la loupe binoculaire). La perforation devait être le moment critique de la fabrication puisque sur 140 pièces de collier rejetées en cours de fabrication, 97 avaient été fracturées ;
- enfin, les pièces de collier devaient être lustrées, probablement avec des peaux ou du cuir (Noain, 1999).

QUESTIONS EN SUSPENS CONCERNANT LE TRAVAIL MINIER À GAVÀ

Il convient en premier lieu de se demander si une production de l'envergure de celle de Gavà pouvait être restreinte à une consommation locale ou si, comme nous inclinons à le penser, elle a été destinée à une large diffusion. Dans ce cas la variscite pouvait-elle transiter par les mêmes réseaux de circulation que ceux de l'obsidienne des îles Lipari, de Palmarola ou de Sardaigne, ceux des écolites du Piémont et de Ligurie, ou ceux du silex blond de Provence ?

De nombreuses interrogations demeurent concernant le volume de variscite extrait à Gavà. Était-ce par

ailleurs la seule mine de variscite exploitée au Néolithique, ou d'autres mines (Sardaigne, Bretagne, Zamora, Huelva, ...) l'étaient-elles également ?

Il est en effet possible que certains de ces travaux miniers ne correspondent pas à l'extraction de la variscite mais à celle de phosphates contenant des taux variables de variscite. Cela pourrait alors signifier que les mineurs néolithiques avaient compris l'existence de cette association et avaient pu utiliser la présence de ces phosphates comme un indicateur de localisation de la variscite.

De plus, il est vraisemblable que les puits et les galeries pratiqués dans des secteurs rocheux ne contenant ni variscite ni minéraux associés, résultent soit de prospections infructueuses, soit du creusement d'un travers-banc permettant de rejoindre un filon déjà connu.

On peut se demander en outre si le travail minier était pratiqué en permanence ou non. Dans le remplissage de quelques mines, on constate l'intercalation de déblais de schistes, consécutifs au travail minier, et de couches de sables apportées par les eaux pluviales, qui pourraient indiquer une interruption des travaux.

Une dernière interrogation a suscité notre intérêt : les techniques d'extraction de variscite de Gavà pendant le Néolithique ont-elles pu servir à mettre au point celles qui seront utilisées par la suite dans les mines de cuivre ? Il est difficile de répondre à cela car les mines de Gavà sont un cas unique en Catalogne où, aucune mine de cuivre de cette envergure n'est connue. Une transmission des techniques entre les mines de Gavà et celles, cuprifères, d'autres régions paraît improbable. Parmi les divergences qui plaident en ce sens, l'utilisation du feu, c'est-à-dire le martelage des parois préalablement soumises à l'action du feu et de l'eau (Weisgerber et Willies, 2000 ; Ambert, 2002), n'est pas la moindre. En effet, à Gavà, il semble que l'abattage au feu n'ait pas été utilisé et que le travail ait été réalisé par martelage direct des parois ; Il n'y existe ainsi aucune trace de roches rubéfiées, aucune accumulation de charbons et, de surcroît, les schistes lités, facilement clivables et altérés, n'imposent le recours à une technique utilisée pour des roches dures. Plusieurs différences existent par ailleurs entre les outils de Gavà et ceux des exploitations de cuivre. À Gavà, pics et maillets sont de petite taille, 11 cm de longueur moyenne, contrairement à ceux des quelques exploitations régionales de cuivre. C'est ainsi que la longueur des maillets en granit du site de la Solana del Bepo (Priorat, Tarragona) varie entre 17 et 20 cm et peut atteindre 38 cm (Vilaseca, 1973). Même si la question de la transmission des savoirs techniques n'est pas définitivement réglée, il nous paraît plus vraisemblable de penser que le développement des techniques d'exploitation est avant tout adapté aux conditions propres à chaque site minier. ■

Remerciements : ils s'adressent tout particulièrement à P. Ambert et J. Vaquer pour leur invitation à Carcassonne, et à leur aide à la traduction du texte français, révisée par P. Giraud.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ÀLVAREZ A. et CLOP X. (1994) – Estudi petrogràfic de la indústria lítica i del macroullatge lític. Dans J. Bosch et A. Estrada (dir.): El Neolític Postcardial a les Mines Prehistòriques de Gavà (Baix Llobregat), *Rubricatum*, n° 0, p. 231-254.
- ÀLVAREZ A. et CLOP X. (1998) – Determinación de la materia prima del utillaje minero de las minas neolíticas de Gavà (Barcelona), 2ª Reunión de treball sobre aprovisionament de recursos lítics a la prehistòria, Barcelona-Gavà 1997, *Rubricatum*, n.º 2, p. 145-151.
- AMBERT P. (2002) – Utilisation préhistorique de la technique minière d'abattage au feu dans le district cuprifère de Cabrières (Hérault), *Palevol C.R. Ac. Sc.*, p. 711-717.
- COSTA F., CAMPRUBI A. et MELGAREJO J.C. (1994) – Aproximación geológica a las minas neolíticas de fosfatos férrico-alumínicos de Gavà (Cataluña), *Boletín Geológico y Minero*, vol. 105-5 (436-443), p. 18-25.
- DONOSO G. (1998) – El estudio tipológico del utillaje fabricado sobre corneana en el yacimiento neolítico de las Minas Prehistóricas de Gavà – Can Tintorer, 2ª Reunión de treball sobre aprovisionament de recursos lítics a la prehistòria, Barcelona-Gavà 1997, *Rubricatum*, n° 2, p. 137-144.
- ESTRADA A. et NADAL J. (1999) – *La industria ósea del yacimiento de las Minas Prehistóricas de Gavà. Baix Llobregat (Barcelona)*, II Congrés del Neolític a la Península Ibérica, València 1999, Saguntum-PLAV, Extra 2, p. 179-185.
- NOAÍN M.J. (1999) – *Las Cuentas de Collar en Variscita de las Minas Prehistóricas de Gavà (Can Tintorer). Bases para un estudio experimental*, II Congrés del Neolític a la Península Ibérica, València 1999, Saguntum-PLAV, Extra 2, p. 171-178.
- VILASECAS. (1973) – Reus y su entorno en la Prehistoria, *Asociacion de Estudios Reusenses*, Reus.
- WEISGERBER G. et WILLIES L. (2000) – The use of fire in prehistoric and ancient mining: firesetting, *Paleorient*, 26.2, p.131-149.

Josep BOSCH

Musée de Gavà

Plaça de Dolors Clua,13-14, 08850 GAVA

jbosch@aj-gava.net

Araceli MARTÍN CÓLLIGA,
Josep M. MATA-PERELLÓ,
Josep GALLART FERNÁNDEZ
et Carme ROVIRA HORTALÀ

Indices miniers et métallurgie ancienne dans la Catalogne sub-pyrénéenne

Résumé

Synthèse des recherches récentes en Catalogne sub-pyrénéenne.

Abstract

Recent discoveries on subpyrenaical Catalogne.

INTRODUCTION

La Catalogne sub-pyrénéenne a joui d'une certaine importance minière tant du point de vue des minerais métalliques que des minerais non métalliques. Cependant, compte tenu de sa structure géologique, son importance a été moindre que celle d'autres territoires de la Péninsule, comme l'Andalousie, la Castille, la Manche ou les Asturies¹. Du point de vue géologique, la Catalogne se divise en trois grandes unités :

- au nord le système pyrénéen ;
- à l'est le système méditerranéen, parallèle au littoral ;
- au centre, la dépression géologique de l'Èbre

La première et la deuxième unité, grâce à leurs caractéristiques géologiques (matériaux plus anciens et processus tectonique) sont celles qui réunissent les meilleures conditions pour l'existence de minéralisations métalliques telles que celles de l'or, de l'argent et du cuivre.

LES MINÉRALISATIONS

Indices d'or (fig. 1)

Il existe des minéralisations en filons prises entre des matériels paléozoïques (type A) pour la plupart situées dans les Pyrénées à l'exception de quelques traces dans le système méditerranéen. Il existe aussi des minéralisations supergéniques développées à partir

de l'altération de gisements primaires (type B) situées dans les Pyrénées. Il y a aussi des gisements mécaniques ou nappes (type C) où l'or natif fait partie des terrasses et lits fluviaux. Ceux-ci se répartissent dans les trois unités géologiques dans les différents cours d'eau, spécialement ceux qui proviennent des Pyrénées. Il faut signaler que ces nappes aurifères résultent dans leur grande majorité de l'érosion des gisements en filons.

Les productions archéologiques en or ont un caractère ornemental et proviennent de sept gisements tous situés dans la partie nord (sites du Berguedà, de Garrotxa et Empordà) et de nature sépulcrale (grottes, dolmen à couloir et allées couvertes) sauf le campement de plein air de la Prunera (Olot). Les trouvailles en cavité sépulcrale (Balma dels Ossos) et en plein air (La Prunera) côtoient des céramiques d'affiliation ou affinité vérazienne et datent donc du IV^e ou du III^e millénaire av. J.-C. Tous ces objets sont des lamelles martelées et découpées ayant une forme rectangulaire avec des extrémités tordues, elles peuvent être enroulées, formant des petits tubes qui rappellent les perles en *dentalium* ou bien elles ont une forme de petite perle sphérique avec des pôles segmentés.

Indices de cuivre (fig. 1)

Les minéralisations de filons se trouvent encadrées parmi les matériaux paléozoïques dans les Pyrénées et un peu moins dans le système méditerranéen. Ce sont des minéralisations filoniennes (type A) avec une origine nettement supergénique. Il s'agit très souvent de

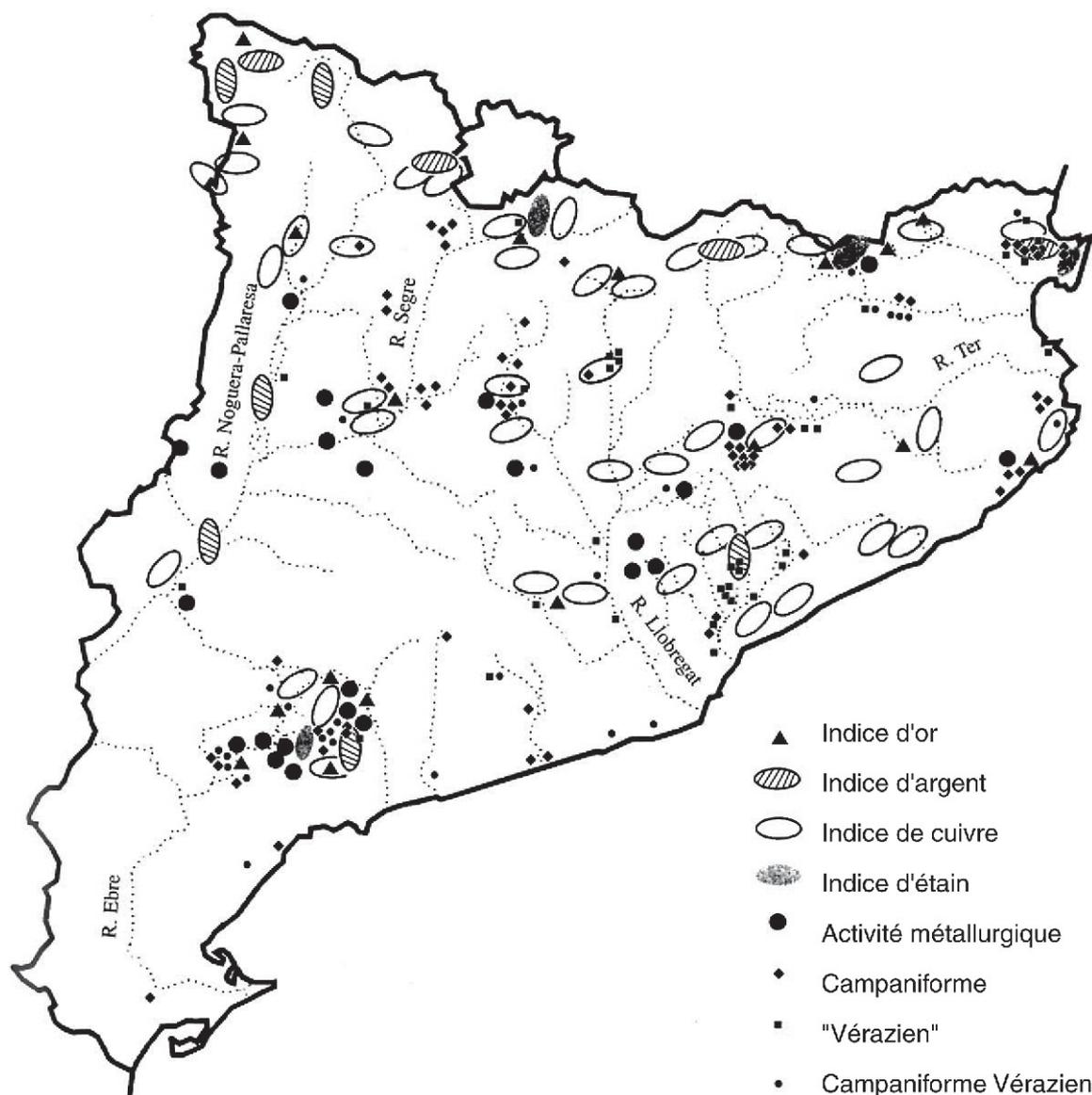


Fig. 1 – Les principaux gîtes minéraux de Catalogne.

filons quartzifères avec présence de chalcopryrite qui par oxydation a produit la formation d'azurite et de malachite entre autres minerais.

Les minéralisations de remplissage de cavités karstiques (type B) sont également d'origine supergénique. Souvent les minéralisations sont composées de barytine-cuivre gris et très rarement de barytine-chalcopryrite. Suite à l'altération des minerais de cuivre, des carbonates d'azurite et malachite se sont formés. Ces minéralisations se trouvent surtout dans les Pyrénées et un peu moins souvent dans le système méditerranéen.

Les minéralisations cuprifères associées à des "red-beds" sont des formations continentales (type C). Les minerais les plus abondants sont des carbonates, surtout de la malachite. Ces dernières sont réparties dans les trois unités géologiques.

Les minéralisations associées à Skarn (type D) sont rarement représentées. Elles se répartissent sur les

terrains paléozoïques des Pyrénées et du Système méditerranéen.

Indices d'étain et d'argent (fig. 1)

L'étain est un métal nettement déficitaire en Catalogne, mais il existe dans des affleurements polymétalliques se trouvant à Glorianes (région du Conflent), à Cornudella del Montsant (Priorat), ou dans les contreforts pyrénéens des Albères (limitrophes de l'Alt Emporda et Vallespir) et aussi dans certains dépôts de cassitérite du Cap de Creus (Alt Emporda) et dans la zone Oix-Ormoier-Rocabruna-Prats de Mollo.

L'argent au contraire y est relativement abondant, mais ne correspond qu'à un très faible nombre de trouvailles préhistoriques : Cova d'Aïgues Vives (Serra Vilaró, 1923), l'allée couverte de la Devesa (Pericot, 1950) et les grottes d'En Pau et Encantats (Tarrús, 1999).



Fig. 2 – Les productions métalliques de Catalogne.

LE PROCESSUS DE PRODUCTION

L'outillage de percussion comporte des pics, des marteaux, des masses, des maillets à rainure, des coins et peut-être des mortiers qui sont généralement en roches cristallines (granite) ou métamorphiques (porphyre) avec quelques fois l'utilisation d'ardoise, de grès et de silex.

Le principal ensemble d'outils de mineurs fut découvert à Solana del Bepo (Tarragona) où l'on comptabilise quelques 70 éléments parmi lesquels se détachent surtout des masses (Vilaseca, 1973). Le reste du matériel provient de trouvailles isolées et en général sans contexte comme celles de Pobla de Segur (Solsonès), Vic (Osona) et aussi d'Andorre.

Les vases-fours (pour la réduction du minerai) et les creusets (pour la fusion du métal) sont de simples récipients lisses ou décorés. Il y a des témoignages de fusion de métal dans des cavités (Riner et grotte de Balma del Serrat del Pont) et aussi dans des sites de plein air (Minferri) (Serra Vilaro, 1924 ; Alcalde *et alii*, 2002 ; equip Minferri, 1997). Dans le système méditerranéen, notamment dans la région de Tarragone, on trouve des fragments de vases-fours dans les gisements de Balma del Duc, Cova del Buldó et Cova del Cartanyà, Cova de l'Heura et Cova Josefina d'Escornalbou et dans la région de Barcelone à la Cova del Frare. Dans la dépression géologique de l'Èbre on les trouve au gisement de plein air de Minferri et dans le système pyrénéen on connaît celui de la grotte de la Balma del Serrat del Pont. Les authentiques creusets, c'est-à-dire

ceux destinés à la fusion du métal sont très rares en Catalogne. On peut citer avec certitude les exemplaires de la Cova de l'Heura et de Minferri et peut-être un autre de la Balma del Serrat del Pont. Pour les tuyères, on ne peut citer que celle de la Balme del Serrat del Pont.

Les moules sont composés d'une valve-matrice pour un ou deux objets et d'un couvercle plat sans orifice d'échappement des gaz, ni élément de fixation. Ces moules sont faits en grès et destinés à couler des haches plates et des tiges. Ils ont pour la plupart été trouvés dans la moitié occidentale de la Catalogne. En plus de ceux trouvés isolés, il y a ceux trouvés dans des établissements de plein air du Bronze moyen comme celui de Minferri (équipe Minferri, 1997) ou celui de Can Roqueta II, site fouillé plus récemment auquel s'ajoutent les couvercles, déjà répertoriés antérieurement sur ce même site (Boquer *et alii*, 1992). Il y a en plus les probables moules de section plano-convexe avec une

rainure longitudinale qui ont pu servir pour couler des tiges métalliques.

Les structures métallurgiques, connues à la Balma del Serrat del Pont et à Minferri, sont des fosses ou cuvettes de combustion.

Les résidus métalliques de fusion sont des gouttes et des scories de cuivre attestées à la grotte de Cova de Porta Lloret, ou de bronze (Minferri et grotte de Balma del Serrat del Pont). La présence de gouttes de fusion et de scories a été signalée par Vilaseca dans la grotte de l'Heura.

Les productions métalliques (fig. 2) sont assez dispersées et majoritairement sans contexte ou localisées dans des collections sans mention de provenance. Leurs morpho-types sont peu nombreux et similaires à ceux très répandus partout dès le début du Chalcolithique. Leur composition laisse apparaître une importante variabilité en rapport avec celle des affleurements locaux.

OBJETS	GISEMENTS	ANALYSE	Cu	Sn	As	Sb	Pb	Fe	Ni	Ag	Zn
Perle en barillet	Cova del Toll	PA-7871	99,82	nd	nd	0,038	nd	0,136	nd	nd	nd
Perle olivaire	Cau d'en Serra	PA-7634	99,85	nd	nd	nd	nd	0,065	nd	0,092	nd
Poignard à languette	Arca de Puig Rodó	PA-7876	99,54	0,024	0,137	0,019	nd	0,059	nd	0,217	nd
Poignard à languette	Hemidolmen Collet de les Forques	PA-7654	99,47	nd	0,506	0,007	nd	0,012	nd	0,009	nd
Poignard à languette	Cova de l'Arbonés	PA-7608	99,37	nd	0,174	0,212	0,083	0,099	nd	0,067	nd
Poignard à languette	Cova del Calvari I	PA-7625	99,27	nd	0,295	0,017	nd	0,064	0,097	0,250	nd
Poignard à languette	Cova del Calvari V	PA-7624	99,73	0,014	0,206	0,004	nd	0,043	nd	0,006	nd
Poignard à languette	Abric de Rocallaura	PA-7604	99,39	0,022	0,541	0,011	nd	nd	nd	0,037	nd
Poignard à languette	Abric de Través	PA-7660	98,37	nd	1,503	0,004	nd	0,121	nd	0,003	nd
Poignard à 2 rivets	Cova d'en Merla	PA-7865	89,61	10,05	0,228	0,032	nd	0,056	nd	0,017	nd
Poignard à 2 rivets	Cova d'Aigües Vives	PA-7657	98,14	0,141	0,190	0,003	1,320	0,201	nd	0,008	nd
Poignard à 2 rivets	Cova de les Grioterres	PA-7875	90,14	8,760	0,370	0,594	nd	0,131	nd	0,006	nd
Poignard à 3 rivets	Cova de la Font Major	PA-7600	93,55	6,260	nd	0,025	0,101	0,041	nd	0,018	nd
Flèche triangulaire	Cista de Camp Cinzano	PA-7846	96,17	nd	1,207	0,025	0,352	0,128	0,225	1,901	nd
Flèche triangulaire	Savassona	PA-7881	88,87	9,160	1,238	1,238	nd	0,499	nd	0,232	nd
Flèche à pédoncule	Cova de la Cobertera	PA-7864	99,62	0,006	0,284	0,003	nd	0,057	nd	0,008	nd
Flèche triangulaire	Balma del Serrat del Pont : n. III, 1	PA-6335	91,30	7,096	nd	0,494	0,172	0,057	nd	0,053	nd
Pointe de Palmela	Cova del Pany	PA-7837	97,84	nd	2,041	0,030	nd	0,070	nd	0,010	nd
Pointe de Palmela	Forat de l'Esplugu Negra	PA-2933	99,58	0,010	0,145	0,030	tr	0,014	0,107	0,037	nd
Pointe de Palmela "	Cova de Vallmajor	PA-7626	99,85	tr	nd	0,005	nd	0,093	nd	0,006	nd
Alène à section carrée	Balma de Cal Porta	PA-7680	99,63	nd	nd	nd	nd	0,166	nd	0,212	nd
Épingle à sect. circu.	Balma del Serrat del Pont : n. II, 3	PA-6332	75,32	23,51	nd	0,031	0,629	0,366	0,192	0,025	nd
Alène à section carrée	Balma del Serrat del Pont : n. II, 4	PA-6329	99,52	nd	nd	0,067	nd	0,334	nd	0,076	nd
Alène bipointe carrée	Dolmen Coll d'en Bertran	PA-7682	99,54	0,442	nd	nd	nd	tr	nd	0,019	nd
Alène à section carrée	Hemidolmen Collet de les Forques	PA-7671	99,53	nd	0,263	0,006	nd	0,185	nd	0,020	nd
Alène à section carrée	Cova d'Aigües Vives	PA-7663	99,85	0,022	nd	0,011	nd	0,070	nd	0,030	nd
Alène à section carrée	Cova del Pany	PA-7838	99,84	nd	nd	nd	nd	0,132	nd	0,010	nd
Alène à section carrée	Túmulo Serra de Clarena	PA-7862	99,07	nd	0,358	0,207	nd	0,145	0,182	0,034	nd
Alène à section carrée	Barranc de Rifà	PA-7861	99,79	0,059	nd	0,023	nd	0,125	nd	0,004	nd
Alène bipointe carrée	Collet del Cataplà	PA-7681	96,05	3,641	nd	0,058	nd	0,287	nd	0,007	nd
Alène losangique	Dolmen de les Maioles	PA-6864	98,70	nd	0,881	0,095	nd	0,067	0,256	nd	nd
Alène losangique	Dolmen Coll de Creus II	PA-7672	99,14	nd	0,632	0,098	nd	0,089	nd	0,021	nd
Alène losangique	Dolmen Tossal Jovell II	PA-7673	97,64	0,590	0,871	0,187	nd	0,160	nd	1,078	nd
Alène losangique	Balma dels Ossos de torre Cornet	PA-7830	86,15	11,57	nd	0,091	2,076	0,032	nd	0,074	nd
Hache plate	Cova del Pany	PA-7836	99,23	nd	0,408	0,086	nd	0,144	nd	0,136	nd
Hache plate	Cova Josefina	PA-7605	99,33	nd	0,422	0,010	0,125	0,095	nd	0,011	nd
Hache plate	Cova Arbolí M	PA-7602	99,70	0,050	0,184	0,011	nd	0,021	0,038	nd	nd
Hache plate	Cova Arbolí M	PA-7603	99,44	tr	0,389	0,005	nd	0,083	0,070	0,006	nd
Hache plate	Cova del Frare : C3R	PA-7849	97,71	nd	0,743	0,315	nd	0,071	0,604	0,562	nd
Hache plate	Balma dels Ossos de Torre Cornet	PA-7829	87,10	12,39	nd	nd	nd	0,168	0,300	0,038	nd
Vase-four	Cau del Duc	PA-7841	87,51	0,155	nd	nd	nd	12,27	nd	0,067	nd
Vase-four	Balma del Serrat del Pont : n. II, 4	PA-6326	94,65	4,64	nd	0,652	nd	nd	nd	0,053	nd
Vase-four	Balma del Serrat del Pont : n. II, 5	PA-6324	91,70	0,606	0,746	6,890	nd	nd	nd	0,059	nd
Vase-four	Cova del Frare : C3	PA-7851	60,22	nd	nd	0,366	nd	39,41	nd	nd	nd
Vase-four	Cova Josefina	PA-7886	61,51	nd	20,38	0,505	5,023	12,53	nd	0,048	nd
Creuset	Coveta de l'Heura	PA-7601	83,90	0,593	nd	0,042	nd	15,14	nd	0,318	nd
Creuset	Coveta de l'Heura	PA-7601B	57,75	0,466	nd	tr	nd	41,64	nd	0,042	nd
Minerais de cuivre	Coveta de l'Heura	PA-7630C	97,14	0,101	nd	0,006	0,485	0,322	nd	0,022	nd
Minerais de cuivre	Coveta de l'Heura	PA-7629	61,70	0,462	nd	0,013	nd	34,73	nd	0,093	3,001

Tabl. 1 – résultats d'analyses en spectrométrie à fluorescence de rayons X (Laboratoire du patrimoine historique espagnol de Madrid. Projet PB-92-0315 de la DGICYT (Cf. ROVIRA *et alii*, 1997)

Ainsi on a pu répertorier jusqu'à :

- 25 haches plates, principalement en cuivre ;
- 17 haches à rebords en bronze ;
- 47 alènes, en cuivre ou en bronze ;
- 10 poignards à languette en cuivre ;
- 12 poignards à rivets, principalement en bronze ;
- 32 pointes de flèches en cuivre et en bronze ;
- 3 perles bi-tronconiques en cuivre.

On ne dispose pas de métallographies qui apporteraient des précisions sur les traitements thermiques ou mécaniques des pièces. En tout état de cause certains objets ont été moulés tandis que d'autres ont été martelés.

Comme on peut l'observer dans la liste d'objets cités (tab. 1), il y a quelques corrélations entre les compositions métalliques et les types de haches et de poignards et une plus grande diversité dans le reste des éléments. Cette variabilité dans les compositions pourrait indiquer qu'il n'y avait pas de contrôle rigoureux des productions, déterminées en partie par les singularités des ressources minières locales et d'autre part par les limites technologiques de ces communautés.

LA PRODUCTION MÉTALLURGIQUE EN RAPPORT AVEC LES RESSOURCES MINIÈRES LOCALES

Si l'on confronte les données des minéralisations et du registre archéologique on constate :

- dans le système pyrénéen, une corrélation entre une concentration d'affleurements de minerais métalliques et de trouvailles archéologiques. Le site de la Balma del Serrat del Pont est à remarquer car il est proche des affleurements de Oix-Ormoier-Rocabrana-Prats de Mollo et aussi du district de Glorians dans le Conflent (France) avec des facilités de communication grâce au col d'Ares. Les données concernant la Balma del Serrat del Pont sont surprenantes, notamment la mention discutable d'un alliage binaire dès le Chalcolithique et son attestation plus sûre au début de l'Âge du Bronze ancien, elles en font un foyer local de métallurgie qui ne paraît pas avoir de répercussion sur le reste de la Principauté ;
- dans la dépression géologique de l'Ebre, se détache le site de Minferri avec des preuves irréfutables de la fusion du métal au Bronze moyen ;
- dans le Système méditerranéen, on détecte un foyer important minier-métallurgique tout autour des Monts de Prades, à partir d'évidences matérielles et d'abondantes ressources minérales. On note également une certaine activité dans le bassin moyen du Llobregat, dans les Montagnes de San Llorenç del Munt (Cova del Frare) et dans la dépression pré-littorale du Vallès (Can Roqueta).

On peut ainsi reconnaître une corrélation entre les composantes des pièces métalliques et les minerais :

- l'arsenic, l'antimoine et l'argent, qui sont les impuretés les plus caractéristiques des objets en cuivre et en Bronze apparaissent aussi dans les minerais

locaux surtout dans la moitié septentrionale de la Catalogne ;

- l'argent, le zinc, le fer et le plomb sont associés au minerais cuprifère et se retrouvent dans les objets archéologiques des régions méridionales surtout dans celle du Priorat et du Baix Camp ;
- les proportions de fer dans les compositions métalliques, quand elles sont présentes, sont toujours très basses.

On n'observe pas d'horizon caractérisé par l'emploi de cuivre arsénié sinon que cet élément très fréquemment signalé comme impureté est effectivement attesté dans les vases-fours du Priorat. Il ne se trouve en quantité notable que dans sept objets (alènes losangique, poignards à languette et à rivets, pointe de flèche et épingle à tête discoïdale) qui sont dispersés dans les régions littorales (Penedès, Tarragonès) et en Catalogne centrale (Osona, Bages, Solsonès), sans aucun contexte stratigraphique fiable. On ne peut exclure qu'il s'agisse de pièces importées.

CONCLUSIONS

Les inventaires minéralogiques indiquent des indices d'or, d'argent et de cuivre sans doute suffisants pour satisfaire les faibles besoins de la métallurgie préhistorique. Ainsi, on ne peut considérer que la Catalogne ait été déficitaire en ressources métalliques et s'il y a eu diffusion d'idées, de techniques et de modèles métalliques, les matières premières pourraient être et paraissent être en grande majorité d'origine autochtone.

Les données ou pièces archéologiques concernant les mines anciennes de cette zone apparaissent très dispersées, difficiles à dater et peu explicites car décrites de façon succincte dans la bibliographie ou trouvées sans contexte précis et dans certains cas perdu. Les exploitations minières auraient été des affleurements de plein air, de petites accumulations de malachite ou azurite, c'est-à-dire des carbonates qui sont ceux qui attirent le plus l'attention, qui sont les plus faciles à détecter et aussi à réduire pour obtenir le cuivre et qui paraissent donc les plus compatibles avec une métallurgie initiale.

Malgré l'existence de nombreuses sources potentielles d'approvisionnement en minerais, il n'est pas certain qu'elles aient été toutes connues et exploitées ou qu'elles aient été suffisamment accessibles et rentables pour baser une économie sur ces matières premières.

En ce qui concerne l'attribution chronologique et culturelle, on peut affirmer que l'or a été manipulé dès la fin du Néolithique par les populations d'affinité Véraza (Balma de los Ossos, La Prunera). Si nous savons bien que les Campaniformes ont travaillé le cuivre, nous ne pouvons pas encore l'affirmer avec certitude pour les groupes locaux antérieurs du Néolithique final mais, nous ne doutons pas, qu'ils aient eux aussi profité de ces avancées technologiques (Martin Colligan 2001 ; Martin Colligan *et alii*, 2003), dans la

mesure où elles sont attestées dans les mêmes contextes culturels au nord des Pyrénées (Ambert, 1994). ■

Remerciements : Nous remercions G. Perez et J. Vaquer qui ont traduit et révisé ce texte.

NOTE

(1) Ce travail résume l'étude rédigée dans le cadre du projet "archéomé-tallurgie dans la Péninsule Ibérique, technologie et changement culturel à l'Âge du Bronze" dans lequel nous avons pu répertorier jusqu'à 175 objets du nord-est péninsulaire (y compris l'Andorre) parmi lesquels plus de la moitié seraient de la première métallurgie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALCALDE G., MOLIST M., SAÑA M. (2002) – *Procés d'ocupació de la Bauma del Serrat del Pont (La Garrotxa), entre el 2900 i el 1450 cal AC*. Publicacions Eventuals d'Arqueologia de la Garrotxa, 2, Olot, 125 pàgs.
- ALCALDE G., MOLIST M., MONTERO I., PLANAGUMA LI., SAÑA M., TOLEDO A. (1998) – "Producciones metalúrgicas en el nordeste de la península ibérica durante el III milenio CAL AC: El taller de la Bauma del Serrat del Pont (Tortellà, Girona)", *Trabajos de Prehistoria*, 55, nº 1, p. 81-100.
- AMBERT P. (1994) – "Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault) : Bilan de quinze ans de recherches, en Archéologie en Languedoc". *Revue de la Fédération Archéologique de l'Hérault*, 18, p. 89-100.
- BOQUER S., GONSALVEZ L., MERCADAL O., RODON T., SAEZ L. (1992) – "Un nou assentament del Bronze-Ferro al Vallès: Can Roqueta (Sabadell, Vallès occidental)". *Tribuna d'Arqueologia 1990-1991*. Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, p. 41-51.
- EQUIP MINFERRI (1997) – "Noves dades per a la caracterització dels assentaments a l'aire lliure durant la 1ª 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 (Lleida)*, 7, p. 161-211.
- MARTÍN CÓLLIGA A., GALLART J., ROVIRA C., MATA-PERELLÓ J.M. (1999) – "El Nordeste de la Península Ibérica", a DELIBES G. i MONTERO I. (coord.), *Las primeras etapas metalúrgicas en la Península Ibérica. II Estudios Regionales*. Instituto Universitario Ortega y Gasset y Ministerio de Educación y Cultura, Madrid, p. 115-177.
- MARTÍN CÓLLIGA A. (2001) – "État de la question du campaniforme dans le contexte culturel chalcolithique du Nord-Est de la Péninsule Ibérique", a NICOLIS, F. (ed.) : *Bell Beakers today: Pottery, People, Culture, symbols in Prehistoric Europe. Col-loqui de Riva del Garda 11-16 de maig 1998*. Trento, p. 155-171.
- MARTÍN CÓLLIGA A., PETIT M.A., MAYA J.L. (2003) – "Cultura material, economia i intercanvis durant el IIIer mil.lenni AC a Catalunya", a *XII Col.loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà 2000*.
- MATA-PERELLÓ J.M. (1991) – *Els minerals de Catalunya*, a Arxius de la Secció de Ciències de l' Institut d'Estudis Catalans. Barcelona, vol. LVIII.
- PERICOT L. (1950) – *Los sepulcros megalíticos catalanes y la cultura pirenaica*. Barcelona, 273 p.
- ROVIRA S., MONTERO I., CONSUEGRA, S. (1997) – *Las primeras etapas metalúrgicas en la Península Ibérica. I: Análisis de materiales*. Madrid. Instituto Universitario Ortega y Gasset. 424 p.
- SERRA VILARÓ J. (1924) – *De Metal.lúrgia Prehistòrica a Catalunya. Mina i fundició d'aram a Riner*. Musaeum Archaeologicum Diocesanum. Solsona.
- TARRÚS J. (1999) – *Els grups megalítics de l'Albera, serra de Rodes i cap de Creus (Alt Empordà, Rosselló i Vallespir Oriental)*.
- VILASECA S. (1957) – "Una explotació minera prehistòrica. La Solana del Bepo, Ulldemolins". *Actas del IV Congreso Nacional de Arqueologia* (Burgos, 1955). Zaragoza.
- VILASECA S. (1973) – *Reus y su entorno en la Prehistoria*. Asociación de Estudios Reusenses. Reus. 2 vol.

Arceli MARTÍN CÓLLIGA
Josep GALLART FERNÁNDEZ
 Servei d'Arqueologia de la Generalitat
 de Catalunya

Josep M. MATA-PERELLÓ
 Departament d'Enginyeria minera i recursos
 naturals de la Universitat Politècnica de Catalunya

Carme ROVIRA HORTALÀ
 Col·laboradora del Museu d'Arqueologia
 de Catalunya

Damià RAMIS,
Andreas HAUPTMANN,
Jaume COLL

Réduction du minerai de cuivre dans la Préhistoire de Majorque

Résumé

Les objets métalliques les plus anciens de Majorque datent de la période de la céramique campaniforme vers 2000 cal BC. Jusqu'à présent, la réduction du minerai de cuivre à l'époque préhistorique à Majorque n'était pas encore démontrée. Les scories de réduction avaient été confondues avec des obsidiennes. Néanmoins, l'analyse de divers échantillons indique qu'il s'agit de scories de réduction de cuivre. La prospection d'une zone de montagnes du nord de l'île a révélé 25 sites contenant ces scories. Bien que les données chronologiques soient faibles, elles nous permettent dans certains cas de dater ces scories du début du II^e millénaire cal BC. Leur quantité n'excède jamais quelques dizaines de kilogrammes. Elles peuvent provenir des minerais de cuivre intercalés dans des roches calcaires et dolomitiques. Les déchets de réduction se situent dans des zones élevées des montagnes. Ils n'ont jamais été trouvés dans des sites d'habitats proches, et sont très rarement associés à d'autres matériaux archéologiques.

Abstract

The earliest metal objects found at Mallorca are dated to the Bell Beaker period around 2000 cal BC. Evidence for local copper smelting was contested for a long time, because copper mineralizations on the island remained unproved, and finds of "slags" were addressed as obsidian. Due to analytical work this material, however, originated from copper smelting. Subsequent field work revealed slag scatters at 25 sites in the northern mountain range of the island. Although chronological evidence is weak, in some cases it can be established that slags are dated to the early 2nd millennium cal BC. The quantity of the smelting debris is limited and does not exceed the range of kilograms. The sources for metallurgical activities were local copper mineralisations embedded in limestone and dolomitic rocks. The localization of the smelting debris is high up in the mountains, without any evidence of near habitation sites, and rarely associated to other archaeological materials.

INTRODUCTION

Les recherches actuelles situent le premier peuplement humain de Majorque à une époque imprécise du III^e millénaire cal BC (Alcover *et al.*, 2001 ; Ramis et Alcover, 2001). La phase culturelle la plus ancienne

reconnue sur l'île est caractérisée par la présence d'une céramique décorée d'incisions de tradition campaniforme. Elle est attribuée à la fin du III^e millénaire cal BC ou au début du suivant (Coll, 2001). Il n'existe actuellement aucune preuve formelle d'une phase culturelle antérieure qui correspondrait au Néolithique final.

LES PREMIERS INDICES D'UNE MÉTALLURGIE À MAJORQUE

Les processus métallurgiques apparaissent à Majorque sensiblement à partir de 2000 cal BC. La meilleure preuve en a été fournie par les fouilles de l'abri rocheux de Son Matge où l'on a découvert des fragments céramiques avec une décoration de tradition campaniforme et des dépôts de cuivre sur la face interne. Ces pièces ont été interprétées comme étant des creusets destinés à la fonte du cuivre (Waldren, 1979; Hoffman, 1991; 1995). Il existe également des dépôts de cuivre sur des fragments céramiques atypiques à Es Velar (Carreras et Covas, 1984) et Son Olesa (Waldren, 1984). Ce gisement a également livré quelques lingots de cuivre. Bien que la céramique de tradition campaniforme soit présente dans les deux gisements, la présence de matériaux archéologiques postérieurs et l'absence de contexte stratigraphique sûr interdisent de fixer l'âge des documents métallurgiques de ces deux gisements.

Une pointe en bronze de Son Matge a été associée à des matériaux campaniformes (Waldren, 1979). L'âge ^{14}C de Y-2682 : 3820 ± 120 BP (2600-1900 cal BC) qui lui a été attribuée, provient en fait d'un autre secteur du gisement (Plantalamor et Waldren, 1976, p. 244) dont l'étude stratigraphique est d'ailleurs très controversée (Alcover *et al.*, 2001; Coll, 2001). Si l'on exclut ce gisement problématique, les alliages de bronze sont présents à Majorque au moins depuis la première moitié du 2^e millénaire cal BC. Cette estimation est fondée sur la datation, réalisée sur des restes humains, du dolmen de S'Aigua Dolça UtC-4744 : 3460 ± 40 BP – 1890-1680 cal BC – (Calvo *et al.*, 1997, p. 26-27). La présence conjointe d'objets en cuivre et en bronze ainsi que la faible teneur en étain de certains outils majorquins en bronze de la première moitié du II^e millénaire cal BC a été interprétée comme le résultat d'un apport très limité d'étain sur l'île pendant cette période (Lull *et al.*, 1999, p. 32-33). En effet, l'étain est absent du contexte géologique de Majorque, à la différence des minerais de cuivre, présents en divers points de la Serra de Tramuntana.

L'exploitation des ressources cuprifères locales par les communautés préhistoriques de Majorque a été avancée comme une hypothèse dans la littérature scientifique (Delibes de Castro et Fernandez-Miranda, 1988, p. 155; Hoffmann, 1995, p. 24), mais elle n'a pas encore été démontrée. Par contre, l'importation conjointe du cuivre et de l'étain n'a jamais été démontrée.

DONNÉES NOUVELLES CONCERNANT LA MÉTALLURGIE DE MAJORQUE

La thèse de l'existence à Majorque d'une industrie minière du cuivre au début du II^e millénaire cal BC repose néanmoins sur des preuves solides : en particulier sur la découverte et l'analyse de plusieurs concentrations de scories cuprifères. Le matériau,

qualifié ici de scorie, est apparu précédemment dans la littérature scientifique sous le qualificatif erroné d'obsidienne, sur la foi des découvertes faites dans les montagnes de la commune d'Escorca (Carbognell *et al.*, 1981). En 1983, un échantillon de ce matériau fut analysé par le Dr. Pere Enrique (Université de Barcelone). Il rejeta l'hypothèse de l'obsidienne et avança qu'il pouvait s'agir d'une espèce de scorie. Ce rapport resta inédit jusqu'à ce que Alcover *et al.* (2001) y fassent référence et de mettre ainsi fin à la prétendue importation d'obsidienne à Majorque (Merino, 1997; Hernando, 1999).

La découverte de deux fragments de scorie dans deux gîtes archéologiques différents dans des niveaux datant du début du II^e millénaire cal BC – Cova Estreta (Encinas et Alcover, 1997; Ramis et Quintana, 2001) et Coval Simó (Coll, 2001) – et leur étude détaillée permet de les attribuer aux premiers stades de la préhistoire de Majorque. Nous donnons ici quelques résultats préliminaires de l'investigation en cours.

Prospection de terrain

Les prospections se sont centrées sur le périmètre de la Serra de Tramuntana (fig. 1), pour laquelle nous possédions des informations. La difficulté du relief et la densité de la végétation qui rendent l'observation de certaines zones difficile n'ont pas permis une prospection systématique. Aussi, les résultats obtenus ne constituent pas un inventaire exhaustif et rendent probable la découverte d'autres concentrations de scories à l'avenir dans la même région.

Les trois sites des montagnes d'Escorca et les spécimens récupérés dans les gisements archéologiques de la Cova Estreta et du Coval Simó sont situés à peu près dans la même zone du nord de la Serra de Tramuntana. C'est une des chaînes de montagne dont le relief est l'un des plus abrupt et le plus élevé de l'île, avec le Puig Major de Son Torrella (1 445 m) et le Puig de Massanella (1 352 m). Les minerais cuprifères y avaient été reconnus (Delibes de Castro et Fernandez-Miranda, 1988), ainsi que deux stations contenant des scories. L'une avait été citée dans la littérature (Avenc de s'Obsidiana, Escorca) par Merino (1997), l'autre, celle de la Cova de s'Entreforc nous est connue par une information orale de Encinas.

Répartition des découvertes

D'après les résultats de la prospection de terrain, 25 nouveaux sites (tabl. 1) ont actuellement été repérés. Ils se répartissent comme suit :

- un fragment de scorie provient de chacun d'un des deux sites archéologiques de Cova Estreta et de Coval Simó. Le premier est essentiellement un gisement paléontologique à faune endémique du Pléistocène supérieur et de l'Holocène de Majorque (Encinas et Alcover, 1997), mais qui renfermait également, à l'entrée de la cavité, un petit ensemble archéologique contenant un fragment de scorie (Ramis et Quintana, 2001). Le second, le Coval Simó, est un gisement archéologique stratifié, dont plusieurs niveaux d'occupation peuvent être datés

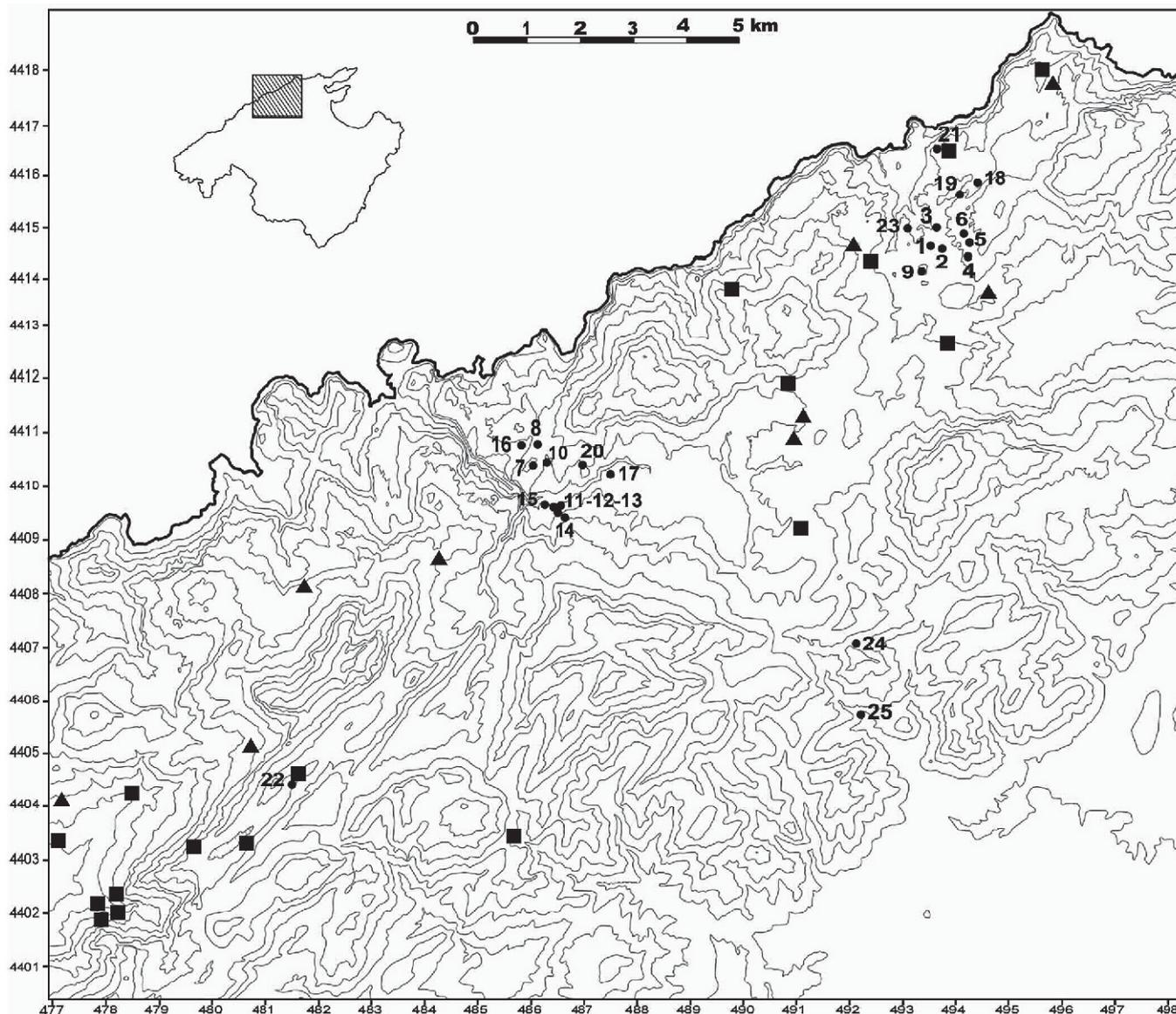


Fig. 1 – Carte de l'aire prospectée montrant la localisation des lieux contenant des scories de cuivre (points noirs, numérotés selon le tableau 1), des structures d'habitation à ciel ouvert datées au 2^e millénaire cal BC (points verts) et des grottes et abris rocheux occupés par les hommes à la fin du 3^e ou au début du 2^e millénaire cal BC (points rouges). (Les coordonnées correspondent au système UTM, la distance entre les courbes de niveau adjacentes est de 100 m).

entre la fin du III^e millénaire et le début du II^e millénaire cal BC. C'est sur un des niveaux les plus récents qu'un petit fragment de scorie a été récupéré ;

- les 23 autres stations ont été localisées par prospection ou, dans quelques cas (*supra*), grâce à la littérature et à l'information orale. 11 des 25 gisements – dont 8 sont des gisements à l'air libre et les trois autres des grottes – n'ont livré que de 1 à 3 fragments de scories. Ce faible chiffre permet de penser que ces sites n'ont pas donné lieu à une pratique métallurgique *in situ*. La présence des scories peut être lié soit à l'action de l'érosion, soit (notamment en ce qui concerne les fragments trouvés dans les deux gisements archéologiques) qu'ils aient été transportés jusque-là par les hommes ;
- les 14 derniers sites ont révélé des accumulations plus importantes de scories qui vont de quelques

kilos à quelques dizaines de kilos. Parmi ces gisements, 7 sont à ciel ouvert, les 7 autres étant des abris rocheux et des grottes. Les concentrations de scories localisées jusqu'à présent se répartissent principalement en deux zones. La première est la Coma de Mortix et les montagnes environnantes. La seconde correspond aux rives du Torrent de Lluc et du Torrent de Pareis, dans la zone proche de S'Entreforc. La plupart de ces ensembles n'ont fourni que des scories de cuivre, aucun autre type de matériel archéologique n'y ayant été décelé. Néanmoins, grâce aux fouilles réalisées dans plusieurs grottes à ossements de la région (Veny, 1968 ; Pons, 1999), nous savons qu'au début du II^e millénaire cal BC, le nord de la Serra de Tramuntana était peuplé. Il existait un habitat en grottes et en abris, mais également plusieurs concentrations de

N°	Nom	Description	Quantité	Référence
1	Avenç de s'Aigua (Mortitx-1)	Aire à ciel ouvert proche du sommet	+++	CARBONELL <i>et al.</i> (1981)
2	Mortitx-2	Station à ciel ouvert	+++	Inédit
3	Mortitx-3	Station à ciel ouvert	+++	Inédit
4	Avenç de l'Obsidiana (Mortitx-4)	Abri rocheux (aire autour du sommet)	+++	MERINO (1997)
5	Balma de s'Olivera (Mortitx-5)	Abri rocheux	+++	Inédit
6	Mortitx-6	Abri rocheux	+++	Inédit
7	Balma de la Serra de ses Farines	Abri rocheux	+++	Inédit
8	Serra de ses Farines	Station à ciel ouvert	+++	Inédit
9	Cingle de ses Mules	Station à ciel ouvert	2	Inédit
10	Balma del Torrent de Lluc	Abri rocheux	+++	Inédit
11	Torrent de Lluc-1	Station à ciel ouvert	2	Inédit
12	Torrent de Lluc-2	Station à ciel ouvert	1	Inédit
13	Torrent de Lluc-3	Station à ciel ouvert	2	Inédit
14	Torrent de Lluc-4	Station à ciel ouvert	+++	Inédit
15	Torrent des Boverons	Station à ciel ouvert	+++	Inédit
16	Coma de ses Cases	Station à ciel ouvert	1	Inédit
17	Cova de'n Pastor (Clot de'n Martí).	Grotte	+++	Inédit
18	Pou de La Malè	Station à ciel ouvert	1	Inédit
19	Balma del Camí de La Malè.	Abri rocheux	+++	Inédit
20	Cova de sa Coqueta (Cingle de n'Amer)	Grotte	3	Inédit
21	Cova Estreta	Grotte (gîte archéologique)	1	ENCINAS & ALCOVER (1997)
22	Coval Simó	Grotte (gîte archéologique)	1	COLL (2001)
23	Cova de s'Entreforc	Grotte	+++	ENCINAS (comm. pers.)
24	Camí de ses Figueroles	Station à ciel ouvert	1	Inédit
25	Torrent des Guix	Station à ciel ouvert	1	Inédit

Tabl. 1 – Lieux localisés contenant des scories de cuivre (+++ = accumulation supérieure à 1 kg et ne dépassant pas quelques dizaines de kilo, suivant le cas).

constructions de type cyclopéen en plein air, les navetes, dont l'âge est fondé sur les parallélismes morphologiques avec celles des terres basses de l'île. En effet, ce type de structures y était construit, selon les auteurs, depuis ca. 1750 cal BC (*e.g.* Salvà, 2001) ou ca. 1600 cal BC (*e.g.* Lull *et al.*, 1999).

Chronologie des découvertes

Comme nous l'avons vu, dans la plupart des cas, ces concentrations de scories ont été trouvées hors de tout contexte archéologique. Dans un cas (Serra de ses Farines), les scories se trouvaient à côté de matériaux de diverses époques (romaine et musulmane, principalement), dans un autre (Cingle de ses Mules), deux fragments ont été trouvés à proximité de constructions cyclopéennes d'époque indéterminée. Les indices chronologiques les plus fiables concernant ces scories proviennent du Coval Simó où un seul fragment a été récupéré dans un niveau stratigraphique bien établi. Les types céramiques de ce niveau (UE 48) sont approximativement caractéristiques de la première moitié du II^e millénaire cal BC. Deux échantillons osseux dudit niveau n'ont malheureusement pas fourni le collagène suffisant pour obtenir une datation isotopique.

Deux niveaux inférieurs contenant de la céramique campaniforme ont fourni les datations radiocarbones réalisées sur des os d'herbivores domestiques, suivantes: KIA-15726 : 3740 ± 30 BP (2280-2030 cal BC) et Beta-161787 : 3650 ± 40 BP (2140-1890 cal BC). Ces dates indiquent de façon indiscutable que le niveau

qui contenait le fragment de scorie est postérieur à 2140 cal BC. Dans deux autres grottes contenant des scories, Cova de s'Entreforc et Cova Estreta, il existe des ensembles de céramique apparemment contemporains à celui du Coval Simó.

En conclusion, il est possible d'établir, à partir de ces bases fiables, que l'industrie métallurgique du cuivre se développe à Majorque dans une période peu précise, située entre la fin du III^e millénaire cal BC et la première moitié du millénaire suivant.

Description et analyses des scories et implications métallurgiques

Les scories trouvées dans les sites de réduction de Majorque sont de taille variable. Les plus grandes, de la taille d'un poing, sont fragmentées. Certaines d'entre elles présentent une structure visqueuse. Elles sont cristallines et noires avec des nuances de rouge. Ainsi s'explique la confusion avec l'obsidienne (fig. 2). Elles ont été trouvées en concentrations qui peuvent atteindre quelques dizaines de kilos. Dans certains cas, cependant, seul un petit nombre de fragments isolés a été localisé. Aussi le volume total de scories de réduction sur l'île reste peu important. Il n'y a aucun indice de tuyères et les indices de fours ne sont pas très clairs. On peut occasionnellement observer dans les échantillons analysés des matériaux associant des marnes ou des calcaires profondément modifiés par la chaleur en contact avec la scorie.

Sept échantillons d'origines différentes (tabl. 2) ont été analysés à Bochum pour déterminer leur



Fig. 2 – Échantillons représentatifs de scories de réduction de cuivre, vitreuses, de couleur noire et rouge, provenant de différentes localités de Majorque, et une pièce de malachite avec du calcaire comme roche-mère. Barre d'échelle : 10 cm.

	E-3/4	E-4/1	E-5/1	E-8/1	E-8/2	E-12/1	E-12/2	E-8/2 Cu-Tröpf
SiO ₂	41.4	40.3	43.3	56.7	56.8	59.8	61.6	
TiO ₂	1.62	1.56	1.57	1.20	1.94	1.77	1.58	
Al ₂ O ₃	14.4	17.6	16.6	9.22	11.8	5.77	5.71	
FeO	2.55	4.93	6.46	5.201	3.257	2.366	1.971	
Fe								1.66
MnO	0.09	0.1	0.063	0.036	0.06	0.044	0.057	
MgO	4.71	5.58	4.26	2.46	2.66	2.60	2.20	
CaO	22.4	24.1	20.241	15.2	18.9	21.0	19.6	
BaO	0.101	0.041	0.063	0.11	0.27	0.10	0.13	
Na ₂ O	0.665	0.366	0.684	1.69	1.45	1.32	1.80	
P ₂ O ₅	0.364	0.48	0.492	0.38	0.43	0.40	0.47	
P								0.03
S	0.292	0.211	0.113	0.47	0.18	0.15	0.1	0.58
Cu	0.271	0.186	0.435	3.05	0.17	0.95	0.50	86
Pb	0.006	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.007
Co	0.003	0.001	0.001	0.002	0.001	< 0.001	n.d.	0.14
Ni	1.83	0.226	0.074	0.005	0.003	0.006	0.002	0.23
Cr	0.441	0.065	0.03	0.017	0.016	0.014	0.009	0.004
As	0.001	n.d.	n.d.	0.005	0.001	0.001	n.d.	0.009
Ag	0.006	0.003	0.002	n.d.	n.d.	n.d.	0.001	0.004
Bi	0.018	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sb	n.d.	n.d.	n.d.	0.003	0.001	n.d.	n.d.	n.d.
Sn	n.d.	0.001	0.001	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Summe	91.17	95.75	94.39	96.4	98.4	96.6	96.1	86.5

Tabl. 2 – Composition chimique de scories et d'un nodule de cuivre (E-8/2) de diverses localités de Majorque. Les valeurs sont exprimées en % du poids (n.d. = non détecté, limite de détection 0.001 wt%). E-3 : Avenc de l'Obsidiana (Mortitx 4); E-4 : Torrent de Lluc 4; E-5 : Balma del Torrent de Lluc; E-8 : Balma de S'Olivera (Mortitx 5); E-12 : Mortitx 6.

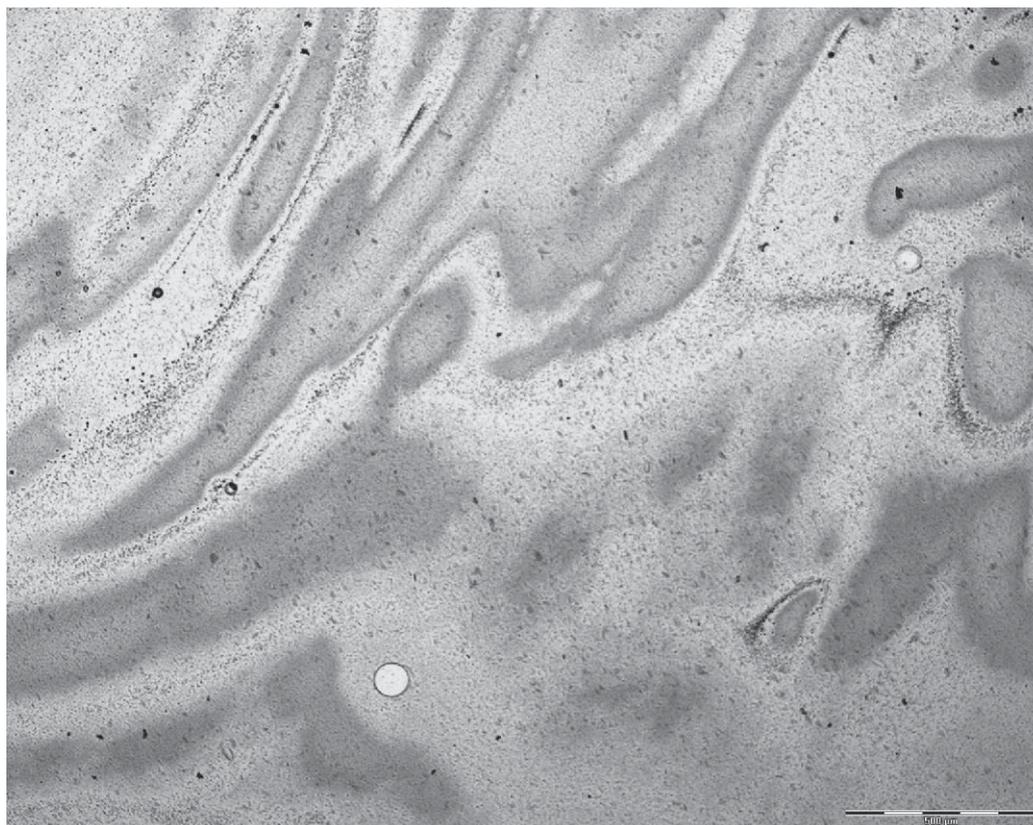


Fig. 3 – Échantillon E-5/1. Veines de couleur dans un fragment typique de scorie vitreuse de la Balma del Torrent de Lluc avec de minuscules inclusions de cuprite et de cuivre. Lumière transmise. Barre d'échelle: 500 μ .

composition chimique par la méthode de la spectrométrie optique couplée à du plasma induit (ICP-OES). Des sections fines, polies ont été préparées à partir de 3 des échantillons.

La composition chimique des scories montre que SiO₂ (40 – 60 wt%), CaO (15 – 24 wt%), Al₂O₃ (9 – 18 wt%) et MgO (2 – 6 wt%) sont prédominants. L'oxyde de fer est présent dans des proportions moindres (2 – 6 wt%). Les concentrations en cuivre ne dépassent pas 0.x wt% dans la plupart des cas, mais elles peuvent atteindre 5 wt%. Le plomb, par contre, se trouve en dessous de 100 ppm. et les concentrations de sulfure s'élèvent à 0.5 wt%. Les scories sont formées en majeure partie par du verre. Ceci est dû en partie à une recristallisation vers un type de mélilite capillaire proche de la composition de la géhlénite – Ca₂(Al,Mg)[(Al,Si)SiO₇] – (fig. 3). La concentration extrêmement faible en plomb exclut que les scories analysées puissent être le résultat d'une réduction de ce métal. D'ailleurs, le seul endroit où aient été trouvés des restes archéologiques témoignant de leur exploitation à l'époque romaine est un petit gîte de plomb de la commune de Bunyola, endroit éloigné de la zone de provenance des scories étudiées (Domergue, 1987).

Ces compositions diffèrent considérablement de la majeure partie des scories connues dans la plupart des lieux de réduction et ateliers de l'Ancien Monde. Dans ceux-ci les scories sont généralement

composées de silicates de fer atteignant ca. 25-40 wt% de SiO₂ et 35-60% de FeO. Cette composition est due principalement à la réduction de minerais de cuivre (comme la malachite ou la chalcopirite) et à un traitement additionnel de dépôts sulfurés intercalés dans une roche-mère riche en silice et entremêlée de gangue riche en fer provenant par exemple d'un gossan.

Par contre, mis à part leur teneur en cuivre, les scories de Majorque ressemblent beaucoup aux scories de réduction de fer dans des fours à soufflet de l'époque historique, lesquelles étaient fondues avec du calcaire ou de la dolomite. D'ailleurs ces scories ont des points communs. En particulier, la composition chimique de toutes les scories analysées à Majorque montre des taux de calcaire associées à des quantités variables de quartz, d'argile et de feldspath, compatibles avec le contexte géologique de la quasi-totalité de l'île. La composition chimique des scories découle directement de la minéralisation exploitée.

Les arguments décisifs en faveur de l'attribution de nos scories à une réduction de cuivre relèvent des concentrations en cuivre, mais aussi des inclusions de cuprite (Cu₂O) et de sulfures de cuivre telles que la digénite (Cu₂S) et la bornite (Cu₅FeS₄) (fig. 4). Ces analyses soulignent l'emploi, dans la réduction, d'un mélange de minerais de cuivre oxydés et sulfurés. En outre, l'existence sur les lieux de réduction de quelques



Fig. 4 – Échantillon E-3/3. Cristaux capillaires de géhlénite dans une roche-mère cristalline composée de $\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$. Lumière transmise. Barre d'échelle: 500 μ .

rare échantillons de malachite avec des épontes de calcaire, permettent de supposer que le minerai provient de minéralisations intercalées dans ces roches. Bien que l'origine exacte des minéralisations de cuivre exploitées soit encore inconnue ce type de roches est compatible avec le contexte géologique de la région et ceci permet d'exclure l'importation sur l'île de minerais cuprifères pouvant correspondre aux scories analysées.

En outre, il n'y a donc rien qui permette de suggérer que la roche calcaire ou dolomitique ait été ajoutée intentionnellement pour la fonte.

Aussi, pour l'heure, nous concluons que l'existence de scories de cuivre à Majorque est liée à quelques rares minéralisations modestes et dispersées, situées dans les montagnes du nord de l'île. Exploitées durant la première moitié du II^e millénaire cal BC, l'extension limitée de ces affleurements, n'a permis à ce jour la découverte, ni de minéralisation, ni d'activité minière.

COMPARAISONS

Il existe très peu de gisements de réduction de métal qui ait produit des scories de cuivre dont les compositions soient comparables à celle des scories étudiées ici. L'un d'entre eux est le gisement d'Afunfun, au Niger (Killick *et al.*, 1988.). Deux ateliers métallurgiques de

cuivre du IV^e millénaire cal BC, Feinan, en Jordanie (Hauptmann, 2000) et Tepe Sialk, en Iran (Schreiner, 2002), peuvent être également citées à ce titre. Les scories de tous ces gisements proviennent de minerais sédimentaires cuprifères intercalés dans des marnes et des roches calcaires et dolomitiques. L'analyse d'un nodule de cuivre inclus dans un échantillon de scorie a montré que le métal réduit est très pur, seul le nickel et le cobalt atteignent la proportion de 1/10 du niveau en pourcentage. Les autres éléments (As, Sb, Bi, Sn, Pb) sont proches de la limite de détection.

Par ailleurs, la localisation à Majorque, des lieux de réduction de cuivre dans des zones montagneuses élevées, exposées en partie à des vents violents et continus, nous longuement intrigués. Même si le parallèle reste sans fondement la comparaison avec le modèle de réduction de cuivre développé en Méditerranée orientale au début de l'Âge du Bronze, peut être suggérée. Les fours de réduction de cuivre activés par la force du vent et situés en haut des collines, exposés à des courants d'air très forts, sont nombreux depuis le III^e millénaire cal BC. Ils sont connus à Kythnos (mer Égée, Gale *et al.*, 1985), à Feinan (Jordanie), à Timna (Israël), dans la presqu'île du Sināï et dans le désert Arabique en Egypte (Hauptmann, 2000 ; Craddock, 2000). Ce sont les premiers fours de réduction connus, postérieurs à une ébauche de métallurgie extractive qui utilisait des récipients céramiques aux V^e et IV^e millénaires cal BC. ■

Remerciements : Josep Antoni Alcover, Miquel Trias, Joan Carreras et Jaume Guasp ont contribué de façon décisive au travail de terrain. José Antonio Encinas nous a fourni l'information relative à la Cova de s'Entreforc. Le Service technique du Patrimoine historique du Département des Travaux publics et de l'Urbanisme du Conseil de Majorque a autorisé le projet de prospection. La Direction générale de la Culture du

Conseil de l'Education et de la Culture (Gouvernement des Iles Baléares) a permis l'étude des matériaux de la Cova de s'Entreforc, en dépôt au Musée de Majorque. Ce travail entre dans le cadre du projet BTE2001-0589 de la Direction générale de la Recherche du Ministère des Sciences et de la Technologie (Gouvernement espagnol). La traduction française a été partiellement supervisée par P. Ambert.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALCOVER J.A., RAMIS D., COLL J., TRIAS M. (2001) – Bases per al coneixement del contacte entre els primers colonitzadors humans i la naturalesa de les Balears. *Endins*, t. 24, p. 5-57.
- CALVO M., COLL J., GUERRERO, V.M. (1997) – El dolmen de S'Aigua Dolça (Artá, Mallorca). *Revista de Arqueologia*, t. 191, p. 18-29.
- CARBONELL E., MORA R., PONS-MOYÀ J., COLL J. (1981) – La indústria en sílex del jaciment a l'aire lliure de la zona del Rafal des Porcs-Cova des Drac (Santanyí, Mallorca). *Endins*, t. 8, p. 75-80.
- CARRERAS J., COVAS J. (1984) – La ceràmica incisa a Santanyí. Avenç per a l'estudi dels seus jaciments: L'hàbitat d'es Velar (d'Aprop). *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana*, t. 40, p. 3-38.
- COLL J. (2001) – Primeres datacions absolutes del jaciment de coval Simó. *Endins*, t. 24, p. 161-168.
- CRADDOCK P.T. (2000) – *From Hearth to Furnace: Evidences for the Earliest Metal Smelting Technologies in the Eastern Mediterranean*. In: HAUPTMANN A. (coord.), *Early Pyrotechnology: The Evolution of the First Fire-Using Industries*. Paléorient, t. XXVI, fasc. 2, p. 151-165.
- DELIBES DE CASTRO G., FERNÁNDEZ-MIRANDA M. (1988) – *Armas y utensilios de bronce en la prehistoria de las Islas Baleares*. Valladolid, Universidad de Valladolid (Secretariado de Publicaciones, Studia Archaeologica, 78).
- DOMERGUE C. (1987) – *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Madrid, Casa de Velásquez (Serie Archaeologie, fasc. VIII).
- ENCINAS J.A. & ALCOVER J.A. (1997) – El jaciment fossilífer de la cova Estreta (Pollença). *Endins*, t. 21, p. 83-92.
- GALE N.H., PAPASTAMATAKI A., STOS-GALE Z.A., LEONIS K. (1986) – *Copper Sources and Copper Metallurgy in the Aegean Bronze Age*. In: CRADDOCK P.T., HUGHES M.J. (eds.), *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*. London, British Museum Occasional Paper, 48, p. 81-101.
- HAUPTMANN A. (2000) – Zur frühen Metallurgie des Kupfers in Feinan, Jordanien. Bochum, Deutsches Bergbau-Museum (*Der Anschnitt*, Beiheft 11).
- HERNANDO A. (1999) – *Los primeros agricultores de la Península Ibérica. Una historiografía crítica del Neolítico*. Madrid, Síntesis.
- KILLICK D., van der MERWE N., GORDON R., GRÉBÉNART D. (1988) – Reassessment of the Evidence for Early Metallurgy in Niger, West Africa. *Journal of Archaeological Science*, t. 15, p. 367-394.
- LULL V., MICÓ R., RIHUETE C., RISCH R. (1999) – *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideología y sociedad en la prehistoria de Menorca*. Barcelona, Consell Insular de Menorca.
- MERINO A. (1997) – Nuevas cavidades de la zona de Mortitx – puig d'en Massot (Escorca – Pollença), Mallorca. *Endins*, t. 21, p. 51-62.
- PLANTALAMOR L., WALDREN W. (1976) – *Campaña de excavaciones en el abrigo de Son Matge. Valldemossa (Mallorca) 1973*. Noticiario Arqueológico Hispánico, Prehistoria, t. 5, p. 241-246.
- PONS G. (1999) – *Anàlisi espacial del poblament al Pretalaiòtic Final i al Talaioètic I de Mallorca*. Palma, Consell de Mallorca (Col·lecció La Deixa, 2).
- RAMIS D., ALCOVER J.A. (2001) – Revisiting the Earliest Human Presence in Mallorca, Western Mediterranean. *Proceedings of the Prehistory Society*, t. 67, p. 261-269.
- RAMIS D., QUINTANA C. (2001) – Notícia de la troballa d'uns materials arqueològics a l'entrada de la cova Estreta (Pollença). *Endins*, t. 24, p. 155-159.
- SALVÀ B. (2001) – *El pretalaiòtic al llevant mallorquí. Anàlisi territorial*. Palma, Documenta Balear.
- SCHREINER M. (2002) – *Mineralogical and geochemical investigations into prehistoric smelting slags from Tepe Sialk/Iran*. Diploma, Technical University Freiberg.
- VENY C. (1968) – *Las cuevas sepulcrales del Bronce Antiguo de Mallorca*. Madrid, Biblioteca Praehistorica Hispana IX.
- WALDREN W. (1979) – A beaker workshop area in the rock shelter of Son Matge, Mallorca. *World Archaeology*, t. 11, fasc. 1, p. 43-67.
- WALDREN W. (1984) – *Chalcolithic settlement and Beaker connections in the Balearic islands*. In: WALDREN W., CHAPMAN R., LEWTHWAITE J., KENNARD R.C. (eds.), *Early Settlement in the Western Mediterranean Islands and their Peripheral Areas*. The Deya Conference of Prehistory. Oxford, BAR International Series, 229, p. 911-965.

Damià RAMIS IMEDEA

Institut Mediterrani d'Estudis Avançats
(CSIC-UIB). Ctra. Valldemossa km 7.5,
07122 PALMA, Îles Baléares, Espagne.
vieapba@uib.es

Andreas HAUPTMANN

Institut für Archäometallurgie-Deutsches
Bergbau-Museum, Hernerstraße 45,
BOCHUM 44787, Allemagne.
andreas.hauptmann@bergbaumuseum.de

Jaume COLL

Museo Nacional de Cerámica
y de las Artes Suntuarias González Martí.
C/ Poeta Querol 2, 46002 VALENCE, Espagne

Germán DELIBES de CASTRO,
Julio FERNANDEZ
MANZANO,
José Ignacio HERRAN
MARTINEZ

La métallurgie du début de l'Âge du cuivre dans le bassin du Duero (Espagne) : les défis de l'approvisionnement

Résumé

Au Chalcolithique ancien (connu sous nom de la période "Las Pozas") il existe dans le bassin du Duero une métallurgie balbutiante aussi ancienne que celle des plus illustres d'Ibérie (Los Millares/Vila Nova de Sao Pedro). La production des minerais et du métal s'adaptent aux caractéristiques géologiques et lithologiques régionales. C'est ainsi que les populations du pourtour des montagnes, proches des affleurements de cuivre, en bénéficiaient doublement : ils réduisaient les minerais, et destinaient une partie de leur production aux échanges. Les peuples de l'intérieur, des plaines sédimentaires, leur demandait du métal brut pour forger leurs outils et leurs armes. L'activité métallurgique devait être assez décentralisée.

Abstract

During the Lower Chalcolithic (known as "Las Pozas" period) the Duero Basin witnessed an incipient metallurgy, as old as the best known in Iberia (Los Millares/Vila Nova de Sao Pedro). The mineral and metal supplying model fitted into the regional geo-lithological characteristics. Some communities were settled at the mountain edges and by the copper outcrops. They processed the mineral and used part of their output to exchange and trade. Other groups were established in the lowlands and purchased raw metals to melt them down and to produce their own tools and weapons. According to this scenario, the metallurgical activity in this region must have been quite decentralized.

INTRODUCTION

La forte répercussion historiographique des découvertes des frères Siret au XIX^e siècle à Los Millares (Almería, Espagne), ainsi que les fouilles entreprises à partir de 1960 par l'Institut Archéologique Allemand sur le site de Zambujal, au nord de Lisbonne, justifient que, en dehors de l'Espagne et du Portugal, il soit commun d'identifier l'Âge du Cuivre dans la Péninsule Ibérique avec la spectaculaire et innovatrice réalité de sites aussi célèbres. Cependant, cet horizon archéologique,

certainement révolutionnaire et que, pour simplifier, nous nommerons "millaréen"¹, caractérisé par de grands sites d'habitation fortifiés, ainsi que de non moins importants cimetières, se manifeste exclusivement dans le sud péninsulaire, pendant que le reste des cultures archéologiques qui se développent en parallèle se localise dans les régions ibériques plus septentrionales. L'objectif de cet article est, précisément, de rendre compte de la façon dont les sociétés d'un de ces derniers espaces, le Haut Plateau Nord du centre de la Péninsule Ibérique, ont accédé, sans grand retard, à l'utilisation du cuivre et, même, ont réussi à surmonter les problèmes techniques

et logistiques que sa production suppose; tout ceci en dépit des formes de vie relativement primitives traduites par l'exigu niveau d'urbanisation que présentent les sites d'habitation que nous pouvons leur attribuer.

LES PREMIERS OBJETS MÉTALLIQUES DE L'HORIZON "LAS POZAS"

Ce n'est que très récemment que l'Âge du Cuivre a pu être identifié sur le Haut Plateau Nord de l'Espagne ou Bassin du Duero. Faute d'informations et d'études concluantes, on a parlé, durant des décennies, d'un désert, ou d'un vide démographique, sur ces terres, si peu attrayantes de l'intérieur péninsulaire, jusqu'à ce que Maluquer de Motes, au milieu du siècle dernier, commence à détruire cette idée après avoir eu l'occasion d'étudier une importante collection de matériaux provenant du site de La Mariselta, à Salamanque. Quatre décennies plus tard, les fouilles menées dans plusieurs endroits de la région de La Tierra del Vino,

province de Zamora, donnèrent lieu, enfin, à la définition d'un horizon indiscutablement chalcolithique, avec des objets en cuivre et des datations absolues proches de celles de Los Millares. Cet horizon fut baptisé du nom de l'un des sites les plus caractéristiques : Las Pozas, sur la commune de Casaseca de Las Chanas.

L'équipement du complexe Las Pozas, que les prospections effectuées pour l'Inventaire Archéologique de la Communauté Autonome de Castille et León est désormais documenté dans presque tout le moyen bassin du Duero – avec moins de profusion et de netteté à l'extrême oriental (province de Soria) –. Il montre d'évidentes affinités avec l'horizon de Vila Nova de Sao Pedro ou celui des *castella* chalcolithiques du bas cours du Tage (céramiques cannelées et incisées, parfois avec des décorations symboliques; passoires ou fromagères, chenets et croissants d'argile; pointes de flèche et pièces de faucille taillées en silex; haches en pierre polie; perles de collier en pierres semi-précieuses), affinités également manifestes au niveau des éléments métalliques.

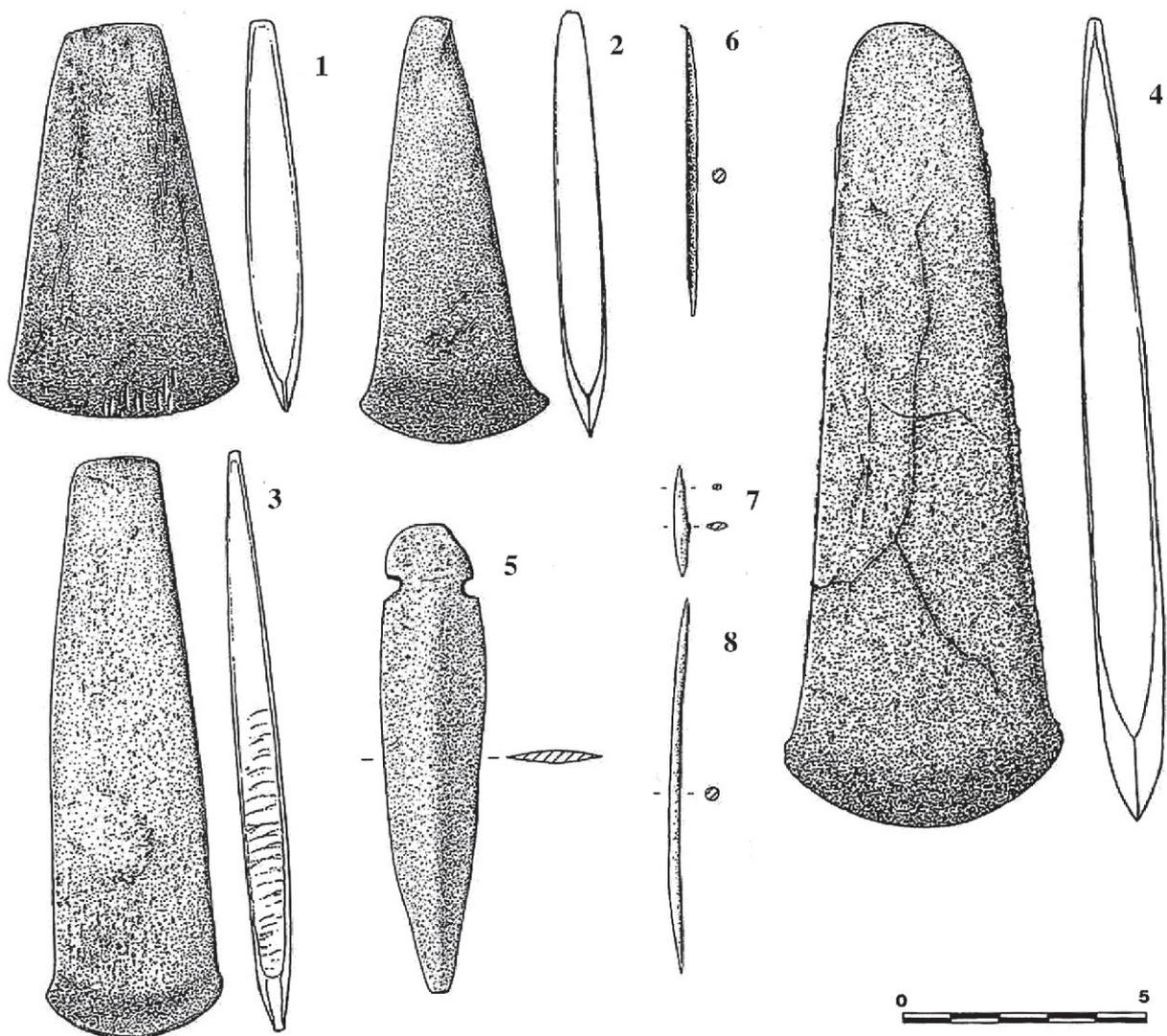


Fig. 1 – Objets en cuivre du Bassin du Duero. *Haches plates* : 1. Province de León; 2. Villapeceñil (León); 3. Province de León; 4. La Miranda (Palencia). *Poignard* : 5. Las Cañamonas (Zamora). *Alènes* : 6. Las Pozas (Zamora); 7. La Solana (Avila); 8. Los Itueros (Avila).

Mais, cependant, il existe des différences profondes au niveau du peuplement et des formes de vie. À quelques rares exceptions, toutes localisées dans le sud-est de la région (*castra* fortifiés du Alto del Quemado, à Salamanca, ou du Monte El Pedroso, à Zamora), les sites d'habitation de cet horizon ne sont que de très modestes hameaux. Ce sont quelques cabanes, protégées par une ou plusieurs ceintures de fossés, de façon similaires à celle de célèbres *enclosures* de la préhistoire récente européenne. Il en subsiste en général, que les traces de trous qui, à l'origine furent utilisés comme silos, ultérieurement transformés en dépôts de détritiques, communément dénommés "champs à trous". En résumé, il s'agit d'un habitat éphémère et peu exigeant en terme de construction, ce qui révèle une relative mobilité de ses occupants et diffère vivement des architectures complexes et de caractère fortement sédentaire des célèbres sites de Los Millares, Monte da Tumba, Leceia ou Zambujal, qui ont été, pour cette raison, considérés comme proto-urbains.

En outre, le Haut Plateau Nord reste hors des circuits de distribution péninsulaires d'éléments de prestige d'origine exotique bien connus, tels que l'ivoire et la coquille d'œuf d'autruche, provenant du nord de l'Afrique. Comme on ne perçoit pas de grandes différences de taille parmi les sites d'habitation, on ne peut en déduire une hiérarchisation du peuplement; L'absence de documents funéraires nous prive des objets significatifs d'un haut statut social. Tout ceci contribue à dessiner les grands traits d'une société segmentaire qui ne semble pas très différente des précédentes organisations néolithiques, si ce n'est par l'existence de témoignages d'activité métallurgique qui, surmontant le problème d'approvisionnement en matières premières, illustre un cadre bien plus complexe que nous aurons l'occasion de découvrir ensuite.

Les objets métalliques que nous pouvons à présent associer à ce contexte dépassent largement la cinquantaine et se rapportent aux modèles les plus communs de la métallurgie de l'Âge du Cuivre du Sud-ouest de l'Europe: poinçons à double pointe et haches plates, avec des ciseaux et petits poignards à encoches les uns et les autres moins nombreux (fig. 1). Il s'agit, pour le plus grand nombre d'entre eux, de pièces récupérées en surface, au cours de campagnes de prospection. Mais, quelques unes d'entre elles proviennent de contextes surs. Les poinçons à Las Pozas et Cañamonas, à Zamora, ou à Los Itueros, à Ávila; les haches plates du Cerro del Ahorcado, à Zamora, ou de Rábida 2, à Salamanca, les ciseaux de Los Bajos de Velilla Trasmontes, à Zamora, ou le poignard de Cañamonas témoignent sans ambiguïté de la circulation d'objets de cuivre à cette époque à travers notre territoire. L'identification, en quelques sites, de restes issus du processus de production (scories, lingotières et creusets), permet de lever toute ombre de doute dans l'attribution chronologique de l'horizon Las Pozas au début de l'Âge des Métaux.

Il ne nous semble pas que ce soit un problème de reconnaître que la collection d'objets en cuivre est réduite en nombre, surtout si nous tenons compte

qu'elle provient d'un territoire très vaste de plus de 90 000 km². Cela ne saurait effacer l'importance du rôle du métal dans l'équipement des communautés de l'horizon Las Pozas, d'autant que cette faible intensité est conjoncturelle. En effet, elle peut être due, soit au manque de recherches sur ce sujet, soit à l'absence de documents du monde funéraire, puisque, comme on le sait, grâce à plusieurs témoignages de la Culture de Los Millares, il était fréquent dans la Péninsule Ibérique de déposer de grandes quantités d'objets en cuivre comme offrandes funéraires. Cela nous paraît d'autant plus certain que la plus grande partie des pièces métalliques découvertes sur le Haut Plateau Nord provient de contextes connus, s'agissant des aires de dépôt de détritiques, ils peuvent être ainsi considérés comme des "objets perdus".

COMPOSITION DES PLUS ANCIENS OBJETS EN CUIVRE DU BASSIN DU DUERO

Comme ces aspects ont été analysés en profondeur dans d'autres travaux, nous nous limiterons à un simple rappel. Les analyses de fluorescence aux rayons X faites sur vingt-quatre pièces (vingt-et-un poinçons, deux poignards et une hache) par S. Rovira et I. Montero dans le cadre du projet *Archeométallurgie de la Péninsule Ibérique*, ont donné des cuivres souvent très purs. Dans vingt cas, en effet, nous pouvons parler de métal pur (le pourcentage de *Cu* se trouve proche du 99 %); dans quatre cas on retrouve des pourcentages de *As* supérieurs à 1 %, qui nous permettent de parler de cuivres arsenicaux, et dans un seul cas, celui du poinçon de La Colilla, à Ávila, on a détecté un taux légèrement supérieur à 1 % de nickel. Les alliages ne sont pas encore apparus à ce moment de la Préhistoire – les premiers de *Cu+Sn* n'apparaissent à l'intérieur de la péninsule qu'à partir du XVII^e siècle av. J.-C., au cours du Bronze Ancien. Même si les compositions métalliques sont assez uniformes, il n'existe pas de composition homogène au niveau des éléments minoritaires (nickel, zinc, arsenic, argent, étain et antimoine). Cela s'ajoute à l'absence de regroupements d'objets dans un seul site (il s'agit en général de découvertes isolées, qui ont eu lieu dans neuf provinces différentes) pour nous permettre de considérer sérieusement l'hypothèse que tout ces objets, ou une partie importante de ceux-ci, aient pu provenir d'une unique aire d'approvisionnement de minerais.

Cette diversité des compositions, enfin, présente une importante différence par rapport à la métallurgie immédiatement postérieure, de l'époque campaniforme – à identifier ici avec la "Civilisation Ciempozuelos" (Maluquer de Motes, 1960) –, où les cuivres riches en arsenic prévalent. Il n'est pas question par ailleurs, comme on l'a longtemps cru, qu'il s'agisse d'un ajout volontaire d'arsenic. Sa présence au sein des minerais polymétalliques contenant *Cu* et *As* ("cuivres gris") alors systématiquement utilisés, semble plaider pour l'existence à cette époque d'exploitations plus importantes et plus centralisées. Les données précitées ne

révèlent aucune spécificité dans la composition des premiers cuivres du Haut Plateau espagnol : elles correspondent aussi bien à ceux-ci qu'à n'importe quel autre groupe Chalcolithique de la Péninsule Ibérique. Il n'y a donc rien qui indique une production locale ou au contraire, comme de la plupart des biens de prestige contemporains, une origine exogène, leur présence dans nos contrées, étant tributaire des échanges commerciaux. C'est pour trancher ce dilemme que la détection d'indices de fonte sur notre territoire, si modestes soient-ils, revêt une importance capitale.

LES TRACES ARCHÉOLOGIQUES D'UNE ACTIVITÉ MÉTALLURGIQUE RÉGIONALE

Le premier indice sérieux fût mis en évidence, dans les années 70, sur le site de La Alameda, dans la commune de Peleagonzalo, à Zamora, avec la découverte d'un important lot de creusets, situés à proximité d'un foyer couvert de fragments de céramique. En fait, on a pu rapidement se rendre compte que La Alameda n'était que le premier d'une longue liste de sites à posséder ces pièces caractéristiques. C'est ainsi qu'on en découvrit aussi à Las Pozas, Las Peñas de Villardondiego et Los Bajos de Velilla de Trasmonte (province de Zamora) ; à Los Itueros, Aldeagordillo et Cerro Herrero (province d'Ávila) ; à Cueva Rubia (Palencia) et à Los Cercados (Valladolid). Dès lors, les archéologues ne tardèrent pas longtemps à découvrir d'autres témoignages, pas moins éloquents, de la métallurgie, tels que des restes de coulées et des lingots de cuivre. Ces derniers ont été identifiés à Aldeagordillo, Gilbuena, El Hontanar et El Tomillar (Ávila) ; à Los Ceniceros de Moradillo de Roa (Burgos) et à La Solana (Salamanque). Des minerais de cuivre, ont été en outre récupérés à Aldeagordillo et Cueva Rubia. Enfin un fragment de «vase-four», qui constitue le seul exemplaire de ce type que l'on puisse associer à l'horizon Las Pozas, provient de Las Cañamonas (Zamora). D'autres, d'époque campaniforme, comme ceux de Pico del Castro à Quitanilla de Arriba (Valladolid) complètent cette liste des traces de métallurgie régionale.

Les creusets, à grosses parois, faits de pâtes céramiques sableuses et bien épurées, ont généralement une forme ovale, seule une pièce de Los Bajos présente un bec-verseur. Il n'est pas rare – par exemple à La Alameda – qu'ils conservent à l'intérieur des résidus métalliques et que les bords montrent des traces de vitrification (“verre bleu” correspondant aux grains de sable fondus). Ces traces illustrent parfaitement les hautes températures de fusion auxquelles ils furent soumis. Dans le cas des lingots de fusion, il paraît clair qu'il s'agit, dans presque tous les cas, d'un métal déjà raffiné, comme le fait supposer sa faible teneur en fer, qui est propre au cuivre qui a été soumis à plusieurs processus de chauffage. Par contre, les 22 % de fer de La Solana ne peuvent se justifier que dans le cas d'un nodule issu directement d'une opération de réduction, peut-être d'un “vase-four” comme celui, trouvé à Las Cañamonas. En ce qui concerne les minerais, les seuls

découverts en contexte archéologique clos de cette époque, sont des carbonates (des malachites) sans que ceci veuille dire que l'on n'exploitait pas tous les oxydes et – de façon moins certaine – les sulfures.

Ces documents permettent donc d'affirmer que les communautés indigènes qui habitaient le bassin du Duero au III^e millénaire ont produit, elles mêmes, au moins une partie des objets métalliques qu'elles ont utilisés. Elles avaient accès aux minerais de cuivre, elles savaient les réduire dans des “vases-four”, raffiner un premier cuivre, encore très impur, dans des creusets et, faute de témoignages plus explicites, comment le couler dans des moules en sable. D'une certaine façon, en dépit du manque de données, nous pourrions nous féliciter d'une connaissance complète de la chaîne productive métallurgique de ces sociétés, mais cela ne signifie pas que nous sachions quelle était le fonctionnement réel de chacun des sites métallurgiques. D'une part, tous les sites dans lesquels on fondait du cuivre n'avaient les mêmes possibilités d'accès aux indispensables minerais. D'autre part la découverte de creusets ne signifie pas autre chose que le fait qu'on ait fondu sur place, sans que l'on puisse affirmer que la réduction s'y est également produite. En somme, sous cette apparente homogénéité de l'activité métallurgique de l'Âge du Cuivre dans l'espace central de la Péninsule Ibérique, nous pouvons entrevoir certains comportements particuliers que nous croyons, surtout, en relation avec les difficultés d'approvisionnement en minerai qui durent exister dans le centre du Bassin du Duero.

LA QUESTION DE L'APPROVISIONNEMENT EN MINERAIS

Le Haut Plateau Nord est une immense surface plane, caractérisée par son horizontalité, dont les bords se relèvent pour former une importante, et parfois spectaculaire, ceinture de montagnes. La surface du plateau, avec des altitudes moyennes de 600 à 900 m au-dessus du niveau de la mer, est la Castille des plaines, des campagnes et des terres incultes qui surplombent les vallées creusées en contrebas. Géologiquement, elle correspond au bassin de réception des sédiments fins du Tertiaire et du Quaternaire. Par opposition, les montagnes, qui s'élèvent sous la forme d'un amphithéâtre périphérique à ces plateaux, sont formées par des affleurements d'une cordillère paléozoïque composée, en sa plus grande partie, de roches siliceuses. Cette observation est essentielle pour notre étude, puisque tous les gisements de cuivre connus dans le Haut Plateau se concentrent dans cette périphérie montagneuse. Ce fait prouve que toute tentative de produire des objets métalliques hors de ces montagnes, et en particulier dans le centre du plateau (plaine) devait dépendre du ravitaillement, local ou extérieur à la région. Les gisements locaux furent l'objet de modestes exploitations minières au cours du XIX^e et de la première moitié du XX^e siècle. Ils se situent au nord des provinces de León et Palencia (un long et riche dépôt entre San Emiliano et Riaño, qui

se prolonge, malgré des discontinuités, jusqu'à Cervera de Pisuerga). D'autres sont situés au nord et à l'est de Burgos (mines de Huidobro et des extrémités occidentales de la chaîne montagneuse de La Sierra de La Demanda), sur les deux versants du Système Montagneux Central (alentours d'Ávila et Guadarrama – El Espinar). Enfin, il convient d'y ajouter quelques points isolés des pénélaines de Salamanque et Zamora, plus particulièrement ceux des terroirs d'Alba et d'Aliste.

Il est très probable que beaucoup de ces mines aient donné lieu à une exploitation minière durant le Chalcolithique, mais seules celles de La Profunda – gisement dans la province de León, dans la zone de Cármenes, qui était exploité à la fin du XIX^e siècle – et quelques indices, moins éloquentes, de la province d'Ávila, ont fourni des preuves archéologiques. À la Profunda, qui récemment a été l'objet d'une nouvelle étude qui a actualisé celle de Gago Rabanal, une importante collection de matériaux préhistoriques (des marteaux de pierre, avec la rainure classique pour l'emmanchement, des pics en bois de cervidé, des nucléus en quartzite qui furent probablement utilisés comme masses, des haches métalliques, etc.) ont été découverts. La découverte d'une galerie longue de 30 m, taillée dans le calcaire dolomitique, similaire à celles des célèbres mines asturiennes de El Milagro et de Aramo (juste sur l'autre versant de cette cordillère), datées par les séries de ¹⁴C datées dans les deux cas, à l'Âge du Cuivre ou, au tout début de l'Âge du Bronze est un fait important. La découverte à La Profunda d'une hache à talon et anneaux de type ibérique de l'Âge du Bronze Final, ne nous paraît pas suffisante pour invalider l'attribution de son exploitation chalcolithique. Il nous paraît plus probable que sa présence – comme celle d'une pièce semblable dans la mine de El Milagro – signe plutôt une exploitation tardive du gisement, compte tenu du fait de l'existence de pièces (coins ?) provenant de

coulées très primitives, de cuivre pur, nous renvoie, sans aucun doute, à des époques bien plus anciennes.

Les quartz intrusifs dans la masse granitique des environs d'Ávila de Los Caballeros forment un autre témoignage d'une certaine importance. Les vestiges de l'activité chalcolithique des carbonates de cuivre qu'ils contiennent n'ont pu être précisément détectés au sein des murailles de la ville médiévale. Les restes de malachite récupérés dans certains sites de cette époque (Aldeagordillo et Cantera de Hálagas, dans ce dernier cas avec des restes de scories arsenico-ferrugineuses provenant de la réduction) constituent des arguments intéressants. Il en est de la même pour les haches polies en fibrolite récupérées dans la mine aujourd'hui détruite de La Junquera dans la ville d'Ávila comme des marteaux miniers et des creusets du site de El Castillo de Cerdeñosa, lequel, ayant été daté du début de l'Âge du Bronze, apporte cependant quelques preuves (par exemple, des pointes de flèche cruciformes taillées en silex) d'une occupation antérieure, au moins de l'Âge du Cuivre. Enfin, il convient de remarquer l'évident voisinage entre les gisements de cuivre et certains sites de l'époque (bien documentés dans le cas de Aldeagordillo, Dehesa de San Miguel de Las Viñas, Cerro Herrero, Tiro de Pichón ou Cantera de Hálagas). L'implantation de tous ces sites demeurerait incompréhensible si l'on exclut l'existence possible d'exploitations minières, compte tenu que ces régions offrent un rendement agricole très inférieur à celui d'autres, proches.

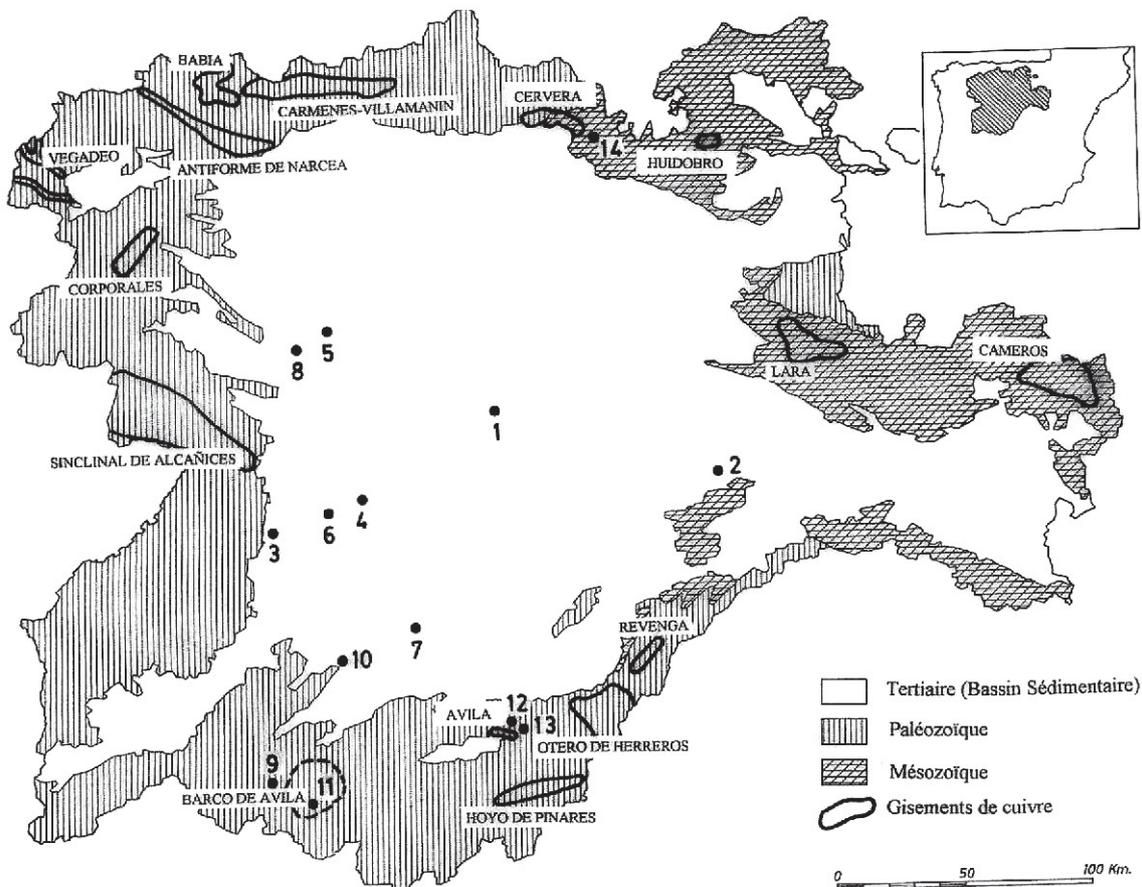
D'autres exploitations minières chalcolithiques ont pu exister sur le Haut Plateau Nord, mais l'important pour notre argumentation n'est pas de connaître leur nombre, mais de reconnaître que toutes se situent – contraintes par la géologie – dans la périphérie montagneuse du bassin sédimentaire. Cette constatation est importante puisque cela prouve que les sites localisés au centre de ce territoire ("Moyenne Vallée du Duero")

Province	Site archéologique	Témoignage métallurgique	Gisement de cuivre le plus proche	Distance linéaire
Ávila	Aldeagordillo	minéral / creuset / goutte	Ávila	0 km
Ávila	Cerro Hervero	creuset / adhérence	Ávila	0 km
Ávila	Hontanar	goutte	El Tejado	4 km
Ávila	La Teta	goutte	El Tejado	4 km
Ávila	Los Itueros	creuset / adhérence	La Colilla	12 km
Ávila	El Tomillar	goutte	Ávila	50 km
Burgos	Los Cenicerros	goutte	Lara	60 km
Palencia	Cueva Rubia	minéral / creuset / adhérence	Las Tuerces	0 km
Salamanca	La Solana	goutte	Santibáñez	12 km
Valladolid	Los Cercados	creuset	Alcañices	105 km
Zamora	La Alameda	creuset / adhérence	Alcañices	50 km
Zamora	Los Bajos	creuset	Alcañices	50 km
Zamora	Las Cañamonas	four-pot	Alcañices	55 km
Zamora	Las Peñas	creuset / adhérence	Alcañices	55 km
Zamora	Las Pozas	creuset	Alcañices	55 km

Fig. 2 – Tableau des objets métalliques.

qui présentent de traces d'activité métallurgique, ont forcément dû être ravitaillés en matières premières depuis cette périphérie. Si l'on calcule la distance entre les sites "métallurgiques" et la mine, reconnue à ce jour la plus proche nous obtenons des distances de l'ordre précisé dans la figure 2. Cette approximation ne nous semble pas être dénué d'intérêt. Cela suggère que certains sites n'ont pas eu de peine pour se ravitailler *in situ*, alors que d'autres ont dû dépendre de la fourniture de matières premières extérieure à leurs territoires. De ce fait, les coûts de production du métal furent bien différents dans les uns et les autres.

En conséquence, il n'aurait pas été surprenant que toute l'activité métallurgique du Haut Plateau Nord ait été centralisée dans les montagnes, à proximité des gisements et, même concentrée entre les mains de spécialistes (de vrais "métiers secondaires", dans le sens childéen du mot, déjà ?) comme expression d'une naissante économie de marché. Mais ces idées ne sont pas tout à fait neuves. Elles ont déjà été exprimées pour la fin du Néolithique et l'Âge du Cuivre du Haut Plateau Nord à propos de l'exploitation de variscite dans la région d'Aliste, à Zamora, ou des activités minières (silex, amphibolites, ophites,



Sites Archéologiques	0	20	40	60	80	100	km
1 - Los Cercados (Valladolid)	[Shaded bar from 0 to ~100 km]						
2 - Los Ceniceros (Burgos)	[Shaded bar from 0 to ~60 km]						
3 - Las Pozas (Zamora)	[Shaded bar from 0 to ~55 km]						
4 - Las Peñas (Zamora)	[Shaded bar from 0 to ~55 km]						
5 - Las Cañamonas (Zamora)	[Shaded bar from 0 to ~50 km]						
6 - La Alameda (Zamora)	[Shaded bar from 0 to ~50 km]						
7 - El Tomillar (Ávila)	[Shaded bar from 0 to ~45 km]						
8 - Los Bajos (Zamora)	[Shaded bar from 0 to ~45 km]						
9 - La Solana (Salamanca)	[Shaded bar from 0 to ~15 km]						
10 - El Hontanar (Ávila)	[Shaded bar from 0 to ~5 km]						
11 - La Teta (Ávila)	[Shaded bar from 0 to ~5 km]						
12 - Aldeagordillo (Ávila)	[Shaded bar from 0 to ~5 km]						
13 - Cerro Hervero (Ávila)	[Shaded bar from 0 to ~5 km]						
14 - Cueva Rubia (Palencia)	[Shaded bar from 0 to ~5 km]						

Fig. 3 – En haut : distribution des sites à indices d'activité métallurgique et principaux gisements de cuivre sur le Haut Plateau de Nord de l'Espagne. En bas : distances entre sites archéologiques et gisements proches.

vermillon) lesquelles, comme nous le savons, ont circulé loin de leurs origines, dans de vastes espaces de distribution.

Dans les sites métallurgiques condamnés à s'approvisionner à distance le métal pouvait sous des formes diverses (minerai ; métal brut (issu d'une réduction primaire) ou métal raffiné, c'est-à-dire des lingots. Même si les données disponibles ne permettent pas, pour l'instant, d'assurer quelle espèce de matière première circulait, il existe deux arguments auxquels nous attachons une grande valeur pour privilégier l'une de ces trois possibilités. L'absence de fours de réduction dans les plaines sédimentaires du centre du bassin (à l'exclusion du fort douteux "vase-four" de Las Cañamonas)², couplée à la présence de minerais et de nombreux récipients spécifiques pour le raffinage du métal dans de nombreux sites nous font privilégier l'hypothèse d'une circulation de métal partiellement élaboré, auquel il ne manquait que la fusion dans le creuset avant d'être coulé dans le moule ? Nous privilégierons d'autant plus cette hypothèse qu'elle est renforcée par l'existence, à l'aube du Bronze Final, des petits ateliers de la moyenne vallée du Duero – Carricastro, près de Tordesillas, à Valladolid, qui fonctionnaient sur le même modèle (fig. 3).

UN MODÈLE DÉCENTRALISÉ DE PRODUCTION MÉTALLURGIQUE ?

Au cours de ces dernières années, un intense débat a été ouvert sur le modèle de production métallurgique à l'Âge du Cuivre dans le sud-est de la Péninsule Ibérique. Il opposait ceux qui soutiennent que le métal était obtenu dans quelques ateliers spécialisés à ceux qui pensaient – non sans quelque surprise de leur part, puisqu'ils se placent en partie en contradiction avec les modèles classiques de Childe – qu'il s'agissait d'une activité beaucoup moins centralisée, puisqu'on en trouve des traces fréquentes dans les activités domestiques. L'argument clef des défenseurs de la première position reste le grand « atelier de fonte » de Los Millares, avec ses foyers, ses minerais, ses "vases-fours", ses lingotières et – peut-être pour une plus claire différenciation de l'activité qui s'opérait dans son sein – l'insolite plan rectangulaire de la cabane qui abrite ses activités, qui contraste avec l'habituel plan circulaire du reste des constructions du site. À ce titre, on pourrait également ajouter, avec les mêmes arguments le témoignage d'un nouvel atelier métallurgique d'une certaine envergure, de Cabezo de Juré, province de Huelva. Les informations fournies par les sites du secteur aval de la rivière Almanzora proposent une réalité contraire. Dans le site d'Almizaraque, proche des affleurements de cuivre de la formation rocheuse de la Sierra Almagregra, plusieurs structures d'habitation ont fourni du minerai ainsi que les preuves d'une métallurgie de réduction, qui montrent que la métallurgie n'était pas un métier vraiment spécialisé. En outre, Almizaraque n'est pas un gisement isolé. Plusieurs villages de la région

(Cerro Virtud, Zájara, El Burjulú), à la même époque, produisaient du métal. Tous suggèrent une activité métallurgique beaucoup plus domestique et décentralisée, et aussi de moindre importance, que ne le font les tenants de la première proposition. En ce qui concerne le Haut Plateau Nord, et bien que l'on ne dispose que d'une information modeste, nous retiendrons une troisième hypothèse, comportant certains aspects des deux modèles décrits antérieurement. D'une part, si les sites métallurgiques du centre du bassin du Duero se sont approvisionnés en métal brut, et non pas en minerais, ceux qui leur fournissaient ce métal devaient produire des volumes de minerai bien au-dessus de leurs propres besoins. C'est probablement le cas des communautés qui exploitaient La Profunda et les mines des environs d'Ávila, mais peut-être aussi celles, plus lointaines, de El Aramo, lesquelles, comme le signale de Blas, en plus d'extraire des malachites en grande quantité et de les réduire (sur le pas de la mine, ou dans les sites d'habitation proches), exportaient une bonne partie du métal brut. Cette analyse révèle une notable complexité. Néanmoins, en contrepartie, il convient de tenir compte dans les sites d'habitats de Las Pozas, La Alameda et Las Peñas, situés tous dans un rayon de quinze kilomètres par rapport aux mines, d'activités métallurgiques au sein de chaque habitat, sans souci de concentrer en un seul point la production régionale.

Nous privilégions donc l'hypothèse que, dans le Haut Plateau Nord, les communautés montagnardes – surtout celles qui ont joui de la proximité des mines – ont pu acquérir un degré de complexité sociale, totalement étranger aux peuples de la plaine, ce qui paraît également être confirmé par d'autres éléments d'analyses. C'est ainsi que dans les cordillères on retrouve les rares habitats fortifiés de l'Âge du Cuivre du Haut Plateau Nord qui, avec leurs systèmes défensifs sophistiqués, sont à classer parmi les "habitats proto-urbains". C'est également, dans l'un d'entre eux, certainement le plus important, El Monte de El Pedroso, à Zamora, que les habitants accumulaient et travaillaient différentes roches (cherts, amphibolites, variscites et peut-être aussi des carbonates de cuivre), dans le but de ravitailler les populations des plaines sédimentaires. ■

NOTES

(1) L'application du terme "millaréen" à la réalité portugaise, et du sud-ouest en général constitue une licence excessive, vu que les horizons de Los Millares et Vila Nova de Sao Pedro/Zambujal ne sont pas tout à fait comparables l'un à l'autre. La particularité des substrats, par exemple, détermine l'existence de coutumes funéraires légèrement différentes dans chacune de ces aires. Mais nous sommes tenus à souligner de nombreux traits communs, tels qu'une forte tendance au proto-urbanisme, ainsi qu'un même univers symbolique, par ailleurs très complexe.

(2) Il est possible que, dans le futur, l'apparente absence des processus de réduction de minerai en dehors des zones à gisements de cuivre dans le Haut Plateau Nord, puisse évoluer. Cependant, la "trouvaille" de plus de deux dizaines de fragments de "vase-four" sur le site chalcolithique de La Calderota à La Cistérniga (Valladolid), ne peut lui être opposé, puisque les pièces en question ne correspondent pas à des vases four (Strato, 2001).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLAS CORTINA M.A. (1998) – “Producción e intercambio de metal: la singularidad de las minas de cobre prehistóricas del Aramo y El Milagro (Asturias)”, dans Delibes, G. (coord.) *Minerales y metales en la prehistoria reciente: algunos testimonios de su explotación y laboreo*, Studia Archaeologica, 88, Valladolid, p. 71-103.
- DELIBES G., FERNÁNDEZ MANZANO J., HERRÁN J.I. (1999) – “La Submeseta Norte”, dans Delibes, G. et Montero, I. (coords.) *Las primeras etapas metalúrgicas en la Península Ibérica. II. Estudios regionales*, Instituto Ortega y Gasset, Madrid, p. 63-94.
- DELIBES G., FERNÁNDEZ MANZANO J. (2000) – “La trayectoria cultural de la Prehistoria reciente (6400-2500 BP) en la Submeseta Norte española: principales hitos de un proceso”, dans Jorge, V.O. *Pré-história recente da Península Ibérica*, Actas do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular, vol. IV, Porto, p. 95-122.
- FERNÁNDEZ MANZANO J., HERRÁN MARTÍNEZ J.I., OREJAS SACO DEL VALLE A., HERNANSANZ M., PARADINAS S. (1997) – “Minería y poblamiento calcolíticos en Ávila de los Caballeros”, *Actas del II Congreso de Arqueología Peninsular. II. Neolítico, Calcolítico y Bronce*, Fundación Rei Afonso Henriques, Zamora, p. 527-542.
- FERNÁNDEZ MANZANO J., HERRÁN J.I., HERNANSANZ M. (1998) – “Arqueometalurgia del Calcolítico y de los inicios de la Edad del Bronce en la provincia de Avila”, dans Mariné, M. et Terés, E. (coords.) *Homenaje a Sonsoles Paradinas*, Asociación de Amigos del Museo de Avila, Avila, p. 31-48.
- MATÍAS RODRÍGUEZ R., NEIRA CAMPOS A., ALONSO HERRERO E. (2000) – “Explotación prehistórica del yacimiento de cobre de la Mina «La Profunda» (Cármenes, León-España)”, dans Mata-Perelló, J.M. et González, J.R. (éditeurs) *Libro de actas del primer simposio sobre la minería y la metalurgia antigua en el sudoeste europeo*, Centre d’Arqueologia d’Avinganya, vol I, Serós, p. 117-131.

Germán DELIBES de CASTRO,
Julio FERNANDEZ MANZANO,
José Ignacio HERRAN MARTINEZ,
 Universidad de Valladolid, Plaza del Campus,
 E-47011 VALLADOLID, Espagne

Pollution minière chalcolithique dans l'estuaire du Rio Tinto (Huelva, Espagne)

Marc LEBLANC

Résumé

Les énormes amas pyriteux de Rio Tinto, exploités dès la plus haute antiquité, sont la source de deux petits fleuves acides et chargés de métaux qui se jettent dans le golfe de Cadix. Un sondage (15 m), réalisé dans l'estuaire du Rio Tinto pour évaluer l'impact des activités minières, montre deux horizons (0-1,3 m et 3-4 m) particulièrement riches en métaux ; tous deux contiennent de la pyrite détritique. L'horizon supérieur correspond à l'activité minière moderne. L'horizon inférieur contient des fragments de scorie et de charbon de bois qui ont donné un âge de 2580-2475 Cal BC. Ceci confirme l'importance de l'activité minière chalcolithique dans le SW de la péninsule ibérique.

Abstract

Mining activity is a major source of metal pollution producing metal-rich acidic waters and mining wastes; metals may be accumulated downflow in sediments. The acidic Tinto river (pH 2) drains the world's largest known Massive Sulfide Deposit (Rio Tinto district > 10⁹t of massive sulfide ore). The corresponding sand sediments include abundant clastic pyrite grains and display high concentrations of toxic metals (0.5% As, 0.5% Pb, 0.3% Zn, 0.2% Cu). The Rio Tinto mining district has been mined at various times since the 3rd millennium BC (Briard, 1976; Rothenberg and Blanco Freijero, 1980; Nocete, 2001) and up to now. The history of mining pollution is partly registered in a core of about 15 m length drilled in the upper Tinto estuary, through the Holocene estuarine sedimentary sequence which started about 8000 y BP (Borrego et al., 1999). The sedimentation rates are comprised between 1 and 5 mm/yr. The trace metal contents in the Holocene estuarine sediments generally compare with averaged continental sediments. The exception is represented by two horizons (0-1.3 m and 3-4 m) mainly made up of yellow sands both bearing abundant (2-12 wt%) clastic pyrite grains. In both horizons metal contents are one to three order of magnitude higher than those of the other layers and the metal association (Pb, Cu, Hg, As, Zn, Sn, Cd, Tl, Ag, Au) reflects fairly well that of the Rio Tinto sulfide ore. The upper horizon, resulting from discontinuous inputs during flood events, corresponds clearly to the intensive modern mining activity which started during the XIXth century and which is also recorded in 120 yrs old shelf sediments of the Gulf of Cadiz (Van Geen et al., 1997). The basal part of the lower horizon is dated at 2580-2475 BC (C14 AMS Calibrated age from charcoal fragments) indicating that active mining activity started early in the Rio Tinto district. Furthermore, the presence of small fragments of slags, bearing copper traces, and of charcoal

fragments provides an evidence of metallurgical activities in the Rio Tinto area 4500 yrs ago. Conclusions: (1) The presence of sediments bearing high metal-contents and clastic sulphide grains is a strong indication for mining pollutions; (2) Mining and metallurgy were important activities in the Rio Tinto district during the Third Millennium BC.

INTRODUCTION

L'exploitation et le traitement des minerais métalliques produisent de grandes quantités de déchets miniers : les terrains qui recouvrent les corps minéralisés sont enlevés et stockés sur place ; les minerais trop pauvres pour être traités sont laissés à l'air libre ; les résidus de broyage et de traitement du minerai (séparation des sulfures utiles en laverie) sont accumulés à proximité ; enfin, les opérations pyrométallurgiques (grillage et fusion des sulfures) rejettent des scories. Ces matériaux fragmentés et broyés, généralement riches en sulfures métalliques, sont soumis au fil du temps à l'érosion et à l'altération. Sous l'action des eaux de surface chargées en oxygène, les sulfures sont rapidement oxydés ; ces réactions d'oxydation produisent des eaux acides et chargées en métaux. Néanmoins, si le démantèlement des déchets miniers est suffisamment rapide, les sulfures peuvent être transportés loin en aval avant d'avoir pu être oxydés. En conséquence, on peut trouver, en aval des zones d'exploitation minière, des eaux chargées en métaux et des sédiments de rivière riches en métaux et contenant des grains détritiques de sulfures.

L'activité minière et métallurgique dans le Sud de la Péninsule Ibérique a une longue histoire : elle a commencé au troisième millénaire avant notre ère (Briard, 1976 ; Rothenberg et Blanco Freijero, 1980 ; Nocete, 2001), elle s'est particulièrement développée durant l'Antiquité (Flores, 1981) et a repris toute son importance à l'époque industrielle moderne (XIX^e-XX^e siècles). Le but de cette étude était de rechercher l'impact des phases d'exploitation minière anciennes et moderne en aval du bassin de la plus importante mine de la ceinture pyriteuse Sud-ibérique : Rio Tinto.

RIO TINTO

La ceinture pyriteuse Sud-ibérique (fig.1) comprend plus de 80 amas pyriteux polymétalliques qui se sont formés à la fin du Viséen dans des formations volcano-sédimentaires sous-marines. Ces amas qui sont essentiellement constitués de pyrite massive (pyrite = FeS₂) contiennent 2 à 5 % de métaux de base, sous forme de sulfures, et des métaux en traces (Cd, As, Tl, Sn, Hg, Ag, Au par ordre d'abondance décroissant). Au total, on avait dans la ceinture pyriteuse environ 37 Mt Zn, 13 Mt Cu et 11 Mt Pb (Leistel *et al.*, 1994). Le plus important gisement et le plus gros au monde de sa catégorie est celui de Rio Tinto (1 milliard de tonnes de minerai). Les masses sulfurées de Rio Tinto affleuraient probablement dès le Miocène (Kosakevitch *et*

al., 1993). Partiellement oxydées, en surface, elles formaient des collines de "chapeaux de fer" qui ont facilement attiré l'attention des mineurs. Les minéralisations de Rio Tinto ont été exploitées dès la fin du 3^e millénaire, puis à l'époque des Tartessiens et des Phéniciens (1200-500 BC), pour connaître une exploitation à grande échelle au temps des Romains (Flores, 1981) ; la reprise moderne de l'exploitation s'est faite au milieu du XIX^e siècle, la mine de Rio Tinto a fermé fin 2002. Ces différentes phases d'exploitation ont laissé d'énormes stocks de déchets miniers riches en pyrite qui sont soumis à l'oxydation et à l'érosion. L'oxydation de la pyrite donne naissance à des eaux acides, chargées en métaux et colorées en brun rouge ; elles vont former le Rio Tinto. Ce fleuve acide (pH 1,5-2,5), long de 90 km, se jette dans l'océan atlantique au niveau d'Huelva (fig.1) ; les eaux atlantiques, contaminées en métaux, entrent ensuite en Méditerranée par le détroit de Gibraltar. Les sables transportés par le Rio Tinto sont des sables gris contenant des grains détritiques de pyrite (près de 60 % au pied des déchets miniers et encore quelques % dans l'estuaire) ; la pyrite est peu ou pas oxydée, ce qui suppose un transport rapide lors des crues.

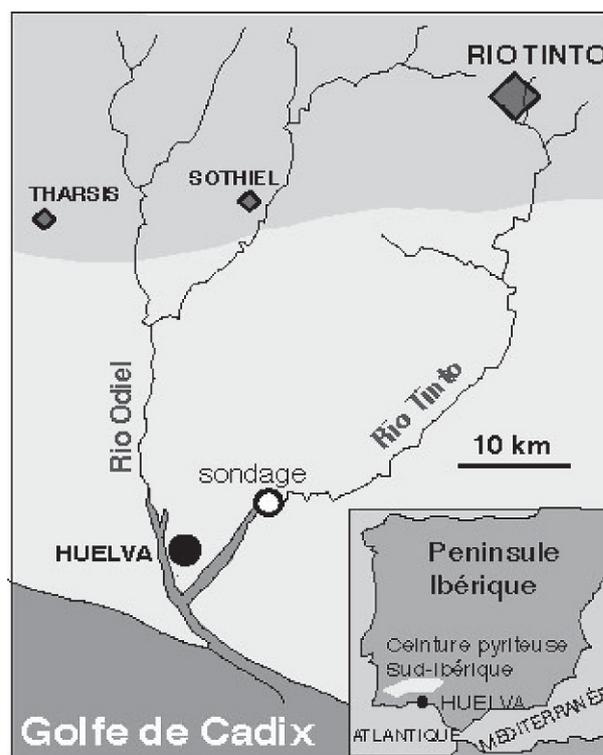


Fig. 1 – localisation du sondage étudié. Les fleuves acides du Rio Tinto et du Rio Odiel prennent leur source dans les districts miniers (losanges) de la ceinture pyriteuse sud-ibérique.

MÉTHODES

Un sondage a été implanté dans la plaine d'inondation supratidale (lat. 37°18'16", long. 6°48'10") pour recouper toute la formation Holocène de l'estuaire (15 m). La carotte de sondage (diamètre 7 cm) a été bien récupérée, sans perturbation notable. La lithologie a été étudiée au microscope pétrographique et métallographique. Vingt échantillons ont été sélectionnés pour analyse (éléments majeurs et traces) par des méthodes adaptées à chaque type d'éléments. La morphologie et

la composition des différents constituants des sédiments ont été déterminées par microscopie électronique à balayage (MEB) avec analyse spectrale RX (EDS).

Les datations radiocarbone ont été réalisées par Beta Analytic Inc. (Miami) sur des échantillons de sédiments (50 g) contenant suffisamment de carbone organique (0,5-1 %). Les âges conventionnels ¹⁴C ont été calibrés en utilisant la dendrochronologie (Pretoria Calibration Procedure); ils sont donnés en âges BC avec 95 % de probabilité. Des datations ²¹⁰Pb ont été effectuées sur les 30 cm supérieurs de la carotte, par W. Burnett de l'Université de l'État de Floride.

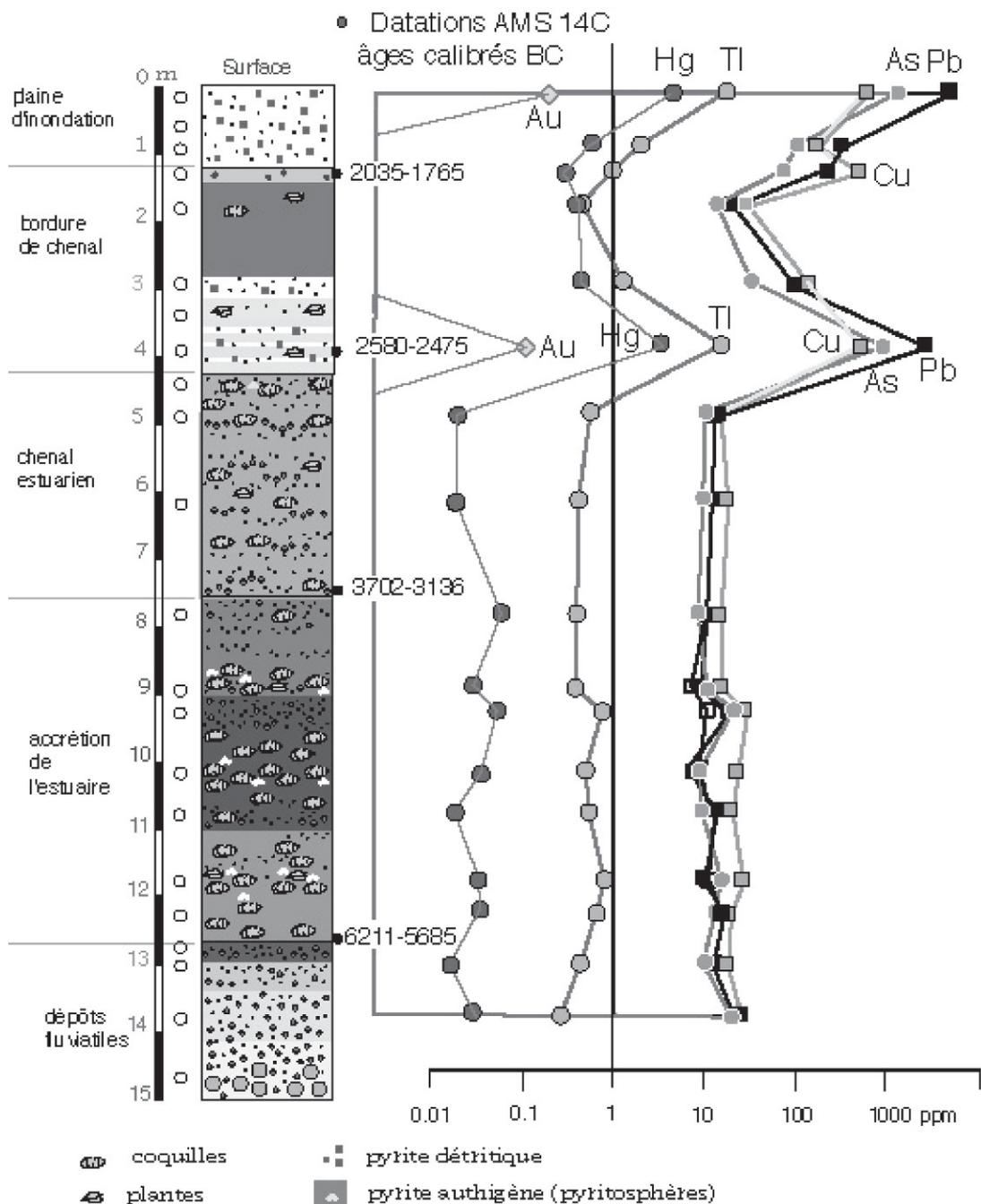


Fig. 2 – Coupe litho-stratigraphique, géologique et chronologique du sondage.

RÉSULTATS

Lithostratigraphie

De bas en haut, on observe : un horizon détritique grossier (dépôts fluviatiles); des shales noirs avec lumachelles et à pyrite authigène (développement du delta estuarien); des sables argileux à fragments de coquilles (chenal estuarien); des alternances de sables et shales verts (marges de chenaux); puis, en contact érosif, les sables jaunes de la plaine d'inondation.

Géochimie (Tableau I)

Les concentrations en métaux de ces sédiments sont tout à fait normales. Cependant, deux horizons (0-1,3 m et 3-4 m) montrent de fortes concentrations en Pb, Ba, As-Cu, Zn-Sn, Tl-Cd, Ag, Hg-Au (par ordre décroissant). Ces fortes concentrations (2500-5300 ppm Pb, 900-1400 ppm As) sont cent fois plus élevées que celles des autres couches.

Observations au microscope électronique

Les deux horizons anormaux ont la même composition : ce sont des sables jaunes avec 2 à 12 % de grains de pyrite (20-50 μm). La pyrite est sous forme de fragments anguleux, à peine émoussés et légèrement corrodés (fig. 3). La coloration jaune des sables est due à la présence d'éléments ferrugineux ocres. Des lamelles de barytine et des petits cristaux de cassitérite (SnO_2) rendent compte des teneurs en Ba et Sn; tandis que la présence d'inclusions de galène et d'or dans la pyrite explique les teneurs en Pb et Au.

L'horizon inférieur (fig. 3) contient de 0,5 à 1,2 % de carbone organique; il renferme en effet des petits fragments de charbon de bois (0,1-1,2 mm) où les structures cellulaires du bois sont encore visibles. Par ailleurs, on y trouve quelques petits globules et fragments d'un verre bulleux (30-500 μm). Ce verre a une composition silico-ferrugineuse qui ne correspond à aucune roche naturelle. Il contient en outre des traces de soufre et renferme des inclusions riches en carbone et fer avec 0,1 à 1 % de cuivre et de soufre; on retrouve ces caractéristiques seulement dans les scories métallurgiques.

Datations

Les datations ^{14}C obtenues sont cohérentes avec la stratigraphie du sondage : 6211-5685 Cal BC pour la base du système estuarien (12,5 m); 3702-3136 Cal BC pour la base du système de chenaux estuariens (7,5 m); 2580-2475 Cal BC pour l'horizon de sable à pyrite inférieur (4 m); 2035-1765 Cal BC pour le plancher de l'horizon de sable à pyrite supérieur (1,3 m). La partie supérieure de cet horizon (0-30 cm) donne des concentrations homogènes et relativement élevées en ^{210}Pb , qui indiquent un dépôt récent.

DISCUSSION

Le contexte de la sédimentation Holocène

Les données sédimentologiques et les âges ^{14}C obtenus sont en accord avec ce que l'on sait de la transgression Holocène. Elle a débuté dans la région d'Huelva aux environs de 8000 BC et a culminé, après la mise en place du système estuarien aux alentours de 3000 BC (Borrego *et al.*, 1999). Les données chronologiques permettent de dire que les sédiments estuariens se sont déposés à une vitesse comprise entre 1 et 7 mm/an et qu'il n'y a pas eu de perturbation majeure dans leur chronostratigraphie. Les deux horizons à concentrations anormales en métaux correspondent à des dépôts sableux de crue, bien Calibrés (long transport fluviatile). L'horizon inférieur reflète un apport fluviatile lors d'un épisode de progradation de l'estuaire; les sédiments argileux et coquilliers sus-jacents indiquent un retour de la sédimentation tidale sur l'estuaire. L'horizon supérieur correspond à des dépôts discontinus de crues sur la plaine d'inondation, avec érosion des dépôts sous-jacents (il y a, actuellement, chaque année une crue majeure du Rio Tinto qui peut déposer jusqu'à 50 cm de sables nouveaux).

Évidences d'une contamination en métaux à partir de la zone minière de Rio Tinto

L'association des métaux que l'on trouve dans les deux horizons anormaux est caractéristique de la minéralisation de Rio Tinto (amas sulfurés polymétalliques) qui contient, par ordre d'abondance

Concentrations en ppm (g/T)	Zn	Pb	Cu	As	Au
Minerai massif de Rio Tinto	20.000	7.000	7.000	2.000	0,8
Sable à sulfure (Rio Tinto amont)	3.200	1.200	950	3.900	0,07
Horizon à pyrite sup. (sondage)	300	5.300	760	1.400	0,2
Horizon à pyrite inf. (sondage)	240	2.500	400	900	0,1
Sédiments normaux (sondage)	67	7	24	12	0,003

Tabl. 1 – Comparaison de la concentration en métaux. Observations au microscope électronique.

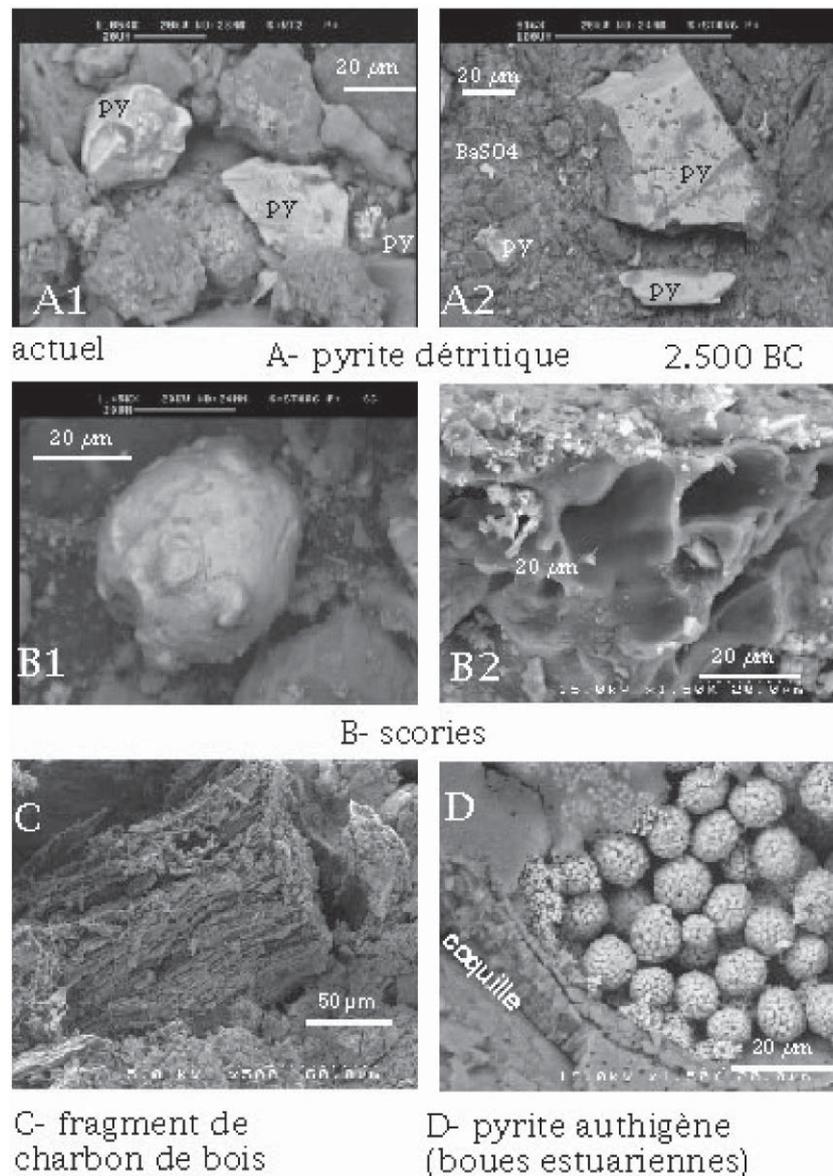


Fig. 3 – Images obtenues au Microscope Électronique à Balayage. A : pyrites détritiques actuelles et de l'horizon anormal inférieur ; B et C : scories et charbon de bois de l'horizon anormal inférieur ; D : aspect des pyrites authigènes dans les sédiments estuariens.

décroissante : Zn, Pb, Cu, Ba, As, Cd, Sn, Ag, Hg, Tl et Au. Cependant, les proportions relatives ne sont pas exactement les mêmes (tabl. I) : certains éléments très solubles (Zn, Cd, Cu) sont lessivés au cours de l'altération et du transport, tandis que les autres (Pb, Ba, Sn) vont rester stables sous une forme minérale peu soluble (galène, barytine, cassitérite).

La pyrite, qui est abondante dans les deux horizons riches en métaux (2 à 12 %), est sous forme de grains détritiques anguleux à peine émoussés et peu ou pas altérés, ce qui témoigne d'un transport rapide et d'un dépôt à l'abri de l'air. Cette pyrite détritique est totalement différente des agrégats de petits cristaux authigènes (pyritosphères) que l'on observe en abondance sur les éléments organiques (coquilles, végétaux) des niveaux argileux noirs du sondage (fig. 3). La source la plus évidente pour cette pyrite

détritique est la zone minière de Rio Tinto où le Rio Tinto prend sa source (fig. 1), au milieu des zones d'exploitation et de traitement des amas pyriteux. On peut clairement suivre l'érosion continue des stocks de déchets miniers ; certains sont constitués essentiellement de pyrite, rejetée après broyage et traitement du minerai pour récupérer les métaux à valeur marchande. De nos jours, le rio Tinto transporte des sables gris riches en pyrite (40-60 % en amont, 10-1 % à l'estuaire) sous forme de grains similaires en taille et morphologie à ceux que l'on observe dans les deux horizons de sable à pyrite et à fortes concentrations en métaux du sondage. En prenant en considération le débit des crues et la géométrie du cours du Rio Tinto, on peut montrer que le transport des sables à pyrite jusqu'à l'estuaire peut être très rapide (15 à 45 heures).

Ces observations géochimiques (même association de métaux) et minéralogiques (pyrite détritique) sont deux arguments forts pour affirmer que les deux niveaux de sables à pyrite du sondage proviennent du remaniement du matériel pyriteux de la zone minière de Rio Tinto.

Âge de l'horizon supérieur

Les sédiments du golfe de Cadix sont contaminés en métaux (Cu, Zn) depuis 130 ans par les apports du Rio Tinto (Van Geen *et al.*, 1997); cela reflète l'impact de l'activité minière moderne qui a commencé au milieu du XIX^e siècle. Il en est vraisemblablement de même pour l'horizon de sables à pyrite localisé au sommet de notre sondage. Les concentrations en ²¹⁰Pb montrent que les 30 cm supérieurs se sont déposés il y a peu de temps, probablement lors de crues récentes. Par contre, le substratum de cet horizon, un niveau ferrugineux ocre, a donné une datation ¹⁴C de 2035-1765 Cal BC. La partie supérieure de la séquence Holocène a donc été fortement érodée, avant le dépôt de l'horizon supérieur, ce qui a fait disparaître les éventuels témoignages des activités minières antiques (tartéssiennes, phéniciennes, romaines).

Âge de l'horizon inférieur

L'échantillon de sable à pyrite analysé contenait 1 % de carbone organique sous forme de minuscules fragments de charbon de bois qui ont été datés à 2580-2475 Cal BC. Cela signifie qu'il y a eu au milieu du III^e millénaire un remaniement de sables à pyrite à partir de la zone minière de Rio Tinto. Les amas sulfurés de Rio Tinto affleurent probablement depuis le Miocène (Kosakevitch *et al.*, 1993), ils ont été fortement oxydés en surface et transformés en "chapeau de fer" sur plusieurs dizaines de mètres. La pyrite fraîche a pu être amenée en surface soit par une forte érosion de la carapace ferrugineuse, soit par une exploitation minière des masses pyriteuses sous-jacentes. La première hypothèse est peu vraisemblable : les reliefs sont peu vigoureux (chaîne pénéplanée) et on ne connaît pas de zone érodée naturellement qui recoupe de la pyrite. Par contre, l'exploitation minière peut mettre à l'affleurement des minerais sulfurés et laisser sur place, après broyage et récupération des minéraux cuprifères, de grands volumes de matériaux pyriteux. L'horizon inférieur témoignerait d'une période d'exploitation minière active au milieu du III^e millénaire.

Les sables pyriteux de cet horizon contiennent non seulement des fragments de charbon de bois mais aussi

de petits fragments et gouttelettes de scories métallurgiques (verres bulleux silico-ferrugineux avec traces de cuivre et de soufre). C'est donc une activité minière et métallurgique qui s'est développée dans la zone de Rio Tinto au milieu du III^e millénaire.

L'activité minière et métallurgique dans le sud de la Péninsule Ibérique au III^e millénaire

Le début du III^e millénaire est marqué par un changement majeur des structures de peuplement avec l'apparition de sites fortifiés et le développement de l'agriculture ; parallèlement, des centres d'exploitation miniers et métallurgiques se mettent progressivement en place pour atteindre leur apogée au milieu du III^e millénaire (Nocete, 2001). On connaît depuis longtemps l'importance de la civilisation Almérienne, en Andalousie orientale, pour son activité minière et métallurgique, notamment avec le site fortifié de Los Millares (Briard, 1976; Rothenberg et Blanco Freijero, 1980). Par contre, on ne connaissait que des indications éparses et modestes d'une activité minière et métallurgique chalcolithique en Andalousie occidentale (Rothenberg et Blanco Freijero, 1980). Sur la zone minière de Rio Tinto, les témoignages d'une probable activité minière chalcolithique ont pratiquement tous disparu ; ils ont été effacés par les travaux miniers qui se sont succédés sur place, depuis l'époque des Tartéssiens jusqu'à l'époque moderne (Flores Caballero, 1981). Cependant, la découverte de plusieurs centres spécialisés dans le bassin du Guadalquivir et ses marges montagneuses (Nocete, 2001) montre que l'activité minière et métallurgique était très développée dans cette région au milieu du III^e millénaire. Le site fortifié de Cabezo Juré (2650-2100 BC), situé près d'Huelva, renferme plusieurs niveaux de scories ; le niveau le plus riche en scories a donné des âges comparables à celui de notre horizon inférieur (Nocete, 2001, p. 110-111).

CONCLUSIONS

Dans l'estuaire du Rio Tinto, on observe l'impact de l'activité minière et métallurgique du milieu du III^e millénaire (zone minière de Rio Tinto).

La présence d'anomalies en métaux, de fragments de matériel minéralisé et, éventuellement, de scories et de charbons de bois, dans des sédiments de rivière, indique qu'il y a eu des zones d'activité minière et métallurgique en amont. ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BORREGO J., RUIZ F., GONZALES-REGALADO M.L., PENDON J.G., MORALES J.A. (1999) – The Holocene transgression into the estuary of the Odiel river (Cadiz gulf, SW Spain), *Quaternary Research*, 18, 769-788.

BRIARD J. (1976) – *L'âge du bronze en Europe barbare*, Hespérides, Paris, p. 81-86.

FLORES CABALLERO M. (1981) – *Las antiguas explotaciones de las minas de Rio Tinto*, Instituto de Estudios Onubenses, Huelva, Espagne, 1, 93 p.

KOSAKEVITCH A., GARCIA PALOMERO F., LECA X., LEISTEL J.M., LENOTRE N., SOBOL F. (1993) – Contrôles climatique et géomorphologique de la concentration de l'or dans les chapeaux de

fer de Rio Tinto (Province de Huelva, Espagne), *C.R. Académie des Sciences*, Paris, 316, 85-90.

LEBLANC M., MORALES J.A., BORREGO J., ELBAZ-POULICHET F. (2000) – 4,500-years-old mining pollution in southwestern Spain: long-term implications for modern mining pollution, *Economic Geology*, 95, 655-662.

LEISTEL J.M. et A.L. (1994) – *The massive sulphide deposits of the South Iberian pyrite province: geological setting and exploration criteria*, Documents BRGM, Orléans, France, 234, 236 p.

NOCETE F. (2001) – *Tercer Milenio antes de nuestra era, relaciones y contradicciones centro/periferia en el Valle del Guadalquivir*, Bellaterra publ., Barcelona, Espagne, 187 p.

ROTHENBERG B., BLANCO FREIJERO A. (1980) – *Scientific studies in early mining and extractive metallurgy*, Craddock edit., British Museum, London, 20, 41-56.

VAN GEEN A., ADKINS J.F., BOYLE E.A., NELSON C.H., PALANQUES A. (1997) – A 120 yr record of widespread contamination from mining of the Iberian pyrite belt, *Geology*, 25, 291-294.

Marc LEBLANC
Hydrosciences, Université Montpellier 2,
34095 MONTPELLIER, France

Salvador ROVIRA
et Antonio GUTTIEREZ

Utilisation expérimentale d'un four primitif pour fondre du minerai de cuivre

Résumé

Cette expérience a été réalisée avec un four très simple : un petit trou excavé dans le sol et au fond duquel a été placé un récipient céramique. Deux soufflets et deux tuyères fournissent l'air nécessaire pour activer la combustion du charbon de bois et produire l'élévation de la température. Après la réduction directe d'un kilogramme de malachite, nous avons obtenu une masse de scories contenant plusieurs nodules et billes de cuivre. Une sélection d'échantillons du minerai, de la scorie et des nodules de cuivre brut a été analysée pour déterminer la composition chimique et cristallographique. Les résultats sont en accord avec d'autres expériences et avec les données archéologiques préhistoriques.

Abstract

Experimental smelting is probably the best way to approach to the understanding of early copper metallurgy. For the experiment, a simple, small pit dug in the ground has been used as smelting furnace. Forced air jet has been supplied by means of two bellows and two nozzles. After processing one kilogram of malachite we have obtained a slaggy lump containing lots of copper prills and drops. Selected samples of ore, slag and raw copper have been analysed for chemical and crystallographic composition. This smelting experiment demonstrates that copper can be easily obtained in a very simple open "furnace", by direct reduction without fluxing. To reach temperatures in the order of 1100-1200° C is not a problem using bellows and tuyères. The process works in red-ox environment, as demonstrate the formation of delafossite in the slag and cuprite in the raw copper. These features have been observed in archaeo-metallurgical remains, what makes to believe that earliest metallurgists could operate in a similar way. Slag composition is directly related to the smelted mineral. However, reactions with ash components (as for example Ca) can be important. The resulting slag is very viscous, making difficult the metal run-off. Many crystallographic compounds were probably formed in solid or semisolid state as their melting points are much higher than the temperature attainable in the furnace. Copper recovery by crushing the slag and the subsequent re-smelting of the still copper-rich powder could furnish an explanation to the fact of the scarcity of copper slags in the Spanish early metallurgical sites. Smelting experiments provide the best way for understanding not only early technology and its remains but spatial organisation of workshops, efficiency of the process and other economical variables too.

INTRODUCTION

L'expérimentation reste la meilleure technique pour enrichir notre connaissance des procédés métallurgiques les plus anciens, pour lesquels la fouille archéologique n'apporte, dans tous les cas, qu'une information limitée. Les vestiges mis au jour dans les gisements espagnols se bornent à des morceaux de minerai, des scories, des gouttes de métal, des fragments de vases à réduire le minerai, des creusets et quelques sous-produits du processus métallurgique. L'analyse, au laboratoire, de ces produits permet de reconnaître leur nature et de reconstituer les phases de la chaîne opératoire exécutées par le métallurgiste. Mais pour arriver à interpréter plus finement cette chaîne et pour pouvoir faire des évaluations chiffrées du rendement de l'opération, de la consommation du combustible, etc., l'expérimentation devient indispensable. Elle permet en outre de confronter les hypothèses aux processus expérimentaux. Les produits obtenus par l'expérimentation sont analysés avec précision et les résultats sont comparés avec les données archéologiques. S'ils sont proches, il est possible de penser que les préhistoriques ont opéré de la même façon. S'ils sont différents, il faut faire de nouvelles expériences en changeant les variables du système. En Espagne, la documentation archéologique montre que le procédé d'obtention du cuivre dans les premiers temps de la métallurgie utilisait des récipients en céramique à l'intérieur desquels avaient lieu les réactions de réduction du minerai (Rovira et Ambert, 2002a). Cependant, dans la pratique, le fonctionnement de ces creusets nous est mal connu. En l'absence de vraies structures de fourneau pendant le Chalcolithique et la majeure partie de l'Âge du bronze ancien, nous



Fig.1 – Le fourneau pendant la phase de préchauffage.

supposons que ces récipients étaient placés dans des feux ouverts ou dans des foyers de type domestique. Nous savons aussi que les principaux minerais de cuivre travaillés dans la Péninsule Ibérique ont été des oxydes et des carbonates (cuprite, malachite, azurite), souvent en association naturelle avec d'autres types de minerais contenant de l'arsenic, comme la clinoclase et la conicalcite. Les rareté des scories datées de ces premières métallurgies et leur composition chimique et minéralogique suggèrent qu'il s'agit d'une réduction directe, sans l'ajout de fondants, après sélection, par la couleur et la densité, des minerais possédant le moins de gangue.

L'EXPÉRIMENTATION DE TORO (ZAMORA)

Tous ces paramètres ont été pris en compte dans l'expérience de fusion effectuée en 2001 à Toro, pendant le congrès de Zamora, sur la propriété de l'institution "González Allende", qui nous a aimablement permis d'utiliser ses équipements.

Matériel mis en œuvre

Pour le fourneau, nous avons creusé dans le sol un petit puits d'environ 40 cm de diamètre et 30 cm de profondeur, dans le fond duquel a été placé un grand creuset, l'alimentation en air étant produite par deux soufflets et deux tuyères (fig.1). Un kilogramme de malachite en petits morceaux a été ramassé dans une mine de la province de Burgos. Le minerai a été concassé jusqu'à l'obtention de particules d'environ 2 mm, pétries avec de l'argile en petites boulettes. Des analyses au microscope électronique à balayage indiquent une teneur en cuivre d'environ 60 %. Il s'agit de ténorite (CuO), aux faibles pourcentages de fer et de calcium. La gangue est du feldspath. Le tableau 1 montre les résultats obtenus pour deux échantillons. Quelques inclusions de P, Ag, Cd, La, Ce et Nd ont été détectées.

Conduite du fourneau

Après un préchauffage d'une demi-heure, le fourneau a été chargé de la manière suivante : une poignée de minerai concassé a été déposée sur les braises du foyer, recouverte immédiatement par une nouvelle couche de charbon de bois. Lorsque ce dernier se transforme en braises, une autre poignée du minéral est ajoutée, et ainsi de suite jusqu'à ce que la charge du fourneau soit complète. Lentement, au fur et à mesure de la baisse de leur niveau à l'intérieur du fourneau, le

Analyse	Phase	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	FeO	CuO	PbO	SO
EXZA-11-1/1	Composition globale	2,0	16,9	17,4	0	0	1,1	0,15	1,1	60,7	0	0,72
EXZA-11-2/1	Composition globale	0	16,7	21,0	0	0	1,4	0,17	1,1	59,6	0	0
EXZA-11-2/3	Feldspath gangue	2,2	34,1	48,0	0	0	8,8	0,32	2,5	4,1	0	0

Tabl. 1 – Minerai de cuivre (pourcentage pondéraux d'oxydes).

minerai et le charbon atteignent la chambre de combustion où la température oscille entre environ 1200° C (couleur jaune) et 1300° C (couleur blanc jaunâtre) lors de l'alimentation en air par les deux tuyères, qui doivent fonctionner au même rythme. Nous faisons ainsi alterner des périodes de grande arrivée d'oxygène pour activer la combustion et élever la température, avec d'autres, pauvres en oxygène, avec une température diminuant de 100° C ou plus pendant que les soufflets se remplissent d'air. Dans l'expérience, les soufflets se vident en 4-5 secondes et ils se remplissent en une seconde. La charge (un kilogramme de malachite) a été complétée après deux heures de fusion, l'expérience étant prolongée d'une heure encore, avec ajout de charbon lorsque c'était nécessaire. Après quatre heures et demie de fonctionnement, l'expérience a été interrompue et le fourneau laissé refroidir lentement pendant une heure.

Les résultats de l'expérience

Le fourneau a été vidé avec soin et son contenu lavé et soumis à flottaison pour récupérer les matériaux lourds, tels les morceaux de minerai et de scorie. Mais, de fait, le creuset du fond ne contenait que des cendres et du charbon et il ne présentait pas d'impact thermique à l'exception d'une fissure.

Le résultat de l'opération a en fait été un amalgame de scories collées à la bouche d'une tuyère (fig. 2). Quelques nodules de cuivre de la taille d'un petit pois y étaient visibles dans sa partie inférieure et ont pu être récoltés très facilement. La scorie produite est un matériau très poreux, contenant de nombreux nodules de cuivre.

Sept échantillons prélevés à différents endroits de la masse de scories ont été sélectionnés pour l'analyse.

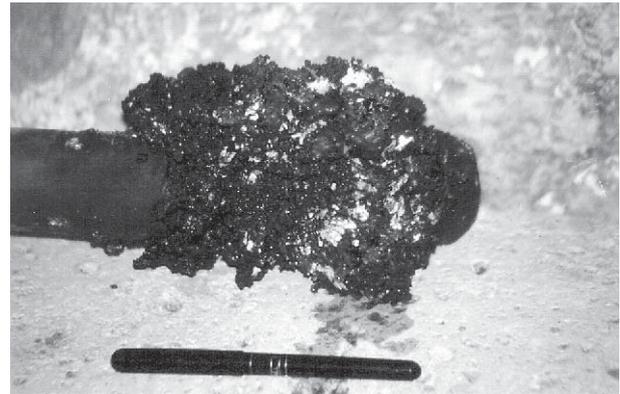


Fig. 2 – Masse de scorie collée à la bouche de la tuyère.

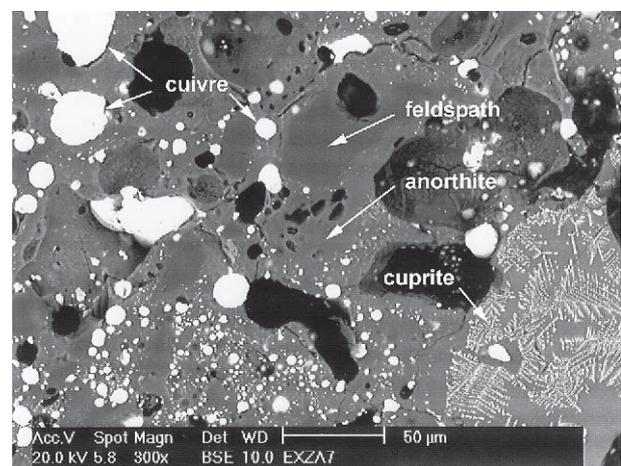


Fig. 3 – Échantillon de la scorie EXZA7. Micrographie électronique (électrons rétrodiffusés). Phases principales.

Analyse	Phase	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	TiO ₂	CaO	FeO	CuO
EXZA-01/3	Matrice (feldspath)	0	17,1	57,1	4,03	1,09	3,85	1,56	15,2
EXZA-02/1	Matrice (anorthite)	0	13,5	53,5	4,19	0,76	18,2	1,72	8,05
EXZA-02/2	Matrice (anorthite)	0	15,7	48,4	3,90	0,91	19,4	2,53	9,13
EXZA-03/1	Matrice (anorthite)	1,48	14,8	51,2	3,39	0,99	16,8	2,84	8,36
EXZA-03/2	Bâtons noirs (anorthite)	0	28,6	49,7	1,88	0,30	15,9	1,92	1,72
EXZA-05/1	Matrice (feldspath)	1,94	18,2	53,8	4,08	0,90	2,48	1,24	17,3
EXZA-05/2	Aiguilles (delafossite)	0	13,8	2,65	0	2,82	0	23,4	57,2
EXZA-05/3	Bâtons noirs (anorthite)	0	30,6	49,8	1,20	0	13,5	0,78	4,05
EXZA-05/4	Structure euhéctique	3,05	13,5	43,8	2,89	1,74	0,94	4,56	29,5
EXZA-05/5	Verre remplissage (feldspath)	1,37	19,7	64,7	6,78	1,15	0,82	2,04	3,38
EXZA-06/1	Matrice (feldspath)	1,86	29,3	46,6	7,82	0,23	1,35	1,9	11,0
EXZA-06/2	Aiguilles (delafossite)	0	3,80	5,3	0	2,67	1,15	34,9	52,2
EXZA-06/3	Matrice grise claire	3,08	9,24	43,7	1,47	1,00	15,2	6,96	19,3
EXZA-06/4	Matrice grise obscure	0	10,8	50,2	2,05	0,76	13,2	3,33	19,7
EXZA-06/5	Bâtons noirs (anorthite)	0	27,0	52,4	2,57	0,59	12,1	1,48	3,87
EXZA-06/6	Structure euhéctique	1,93	17,2	47,7	5,05	0,95	1,51	4,22	21,4
EXZA-07/1	Matrice (anorthite)	2,03	14,3	50,3	3,20	0,97	18,2	3,59	7,38
EXZA-07/2	Matrice (feldspath)	1,33	36,1	48,5	8,29	0,85	0,94	1,39	2,54
EXZA-07/3	Matrice (anorthite)	1,66	14,7	50,1	4,48	1,00	14,3	2,97	10,8

Tabl. 2 – Scories expérimentales (pourcentage pondéral d'oxydes).

Analyse	Objet	Phase	O	S	Fe	Cu	Pb
EXZA-01/1	Scorie de cuivre	Bille avec de la cuprite	2	0	0	98	0
EXZA-01/2	Scorie de cuivre	Inclusion de cuprite dan la bille	11	0	0	89	0
EXZA-03/3	Scorie de cuivre	Inclusion avec du plomb	0	0	1,36	57,47	41,17
EXZA-04-1/1	Nodule de cuivre	Inclusion de cuprite	10,7	0	0	89,3	0
EXZA-04-1/2	Nodule de cuivre	Métal sans inclusions	0	0	0	100	0
EXZA-04-2/1	Nodule de cuivre	Inclusion de cuprite	10,5	0	0	89,5	0
EXZA-04-2/2	Nodule de cuivre	Métal sans inclusions	0	0	0	100	0

Tabl. 3 – Billes et nodules de cuivre (pourcentage pondéraux par élément).

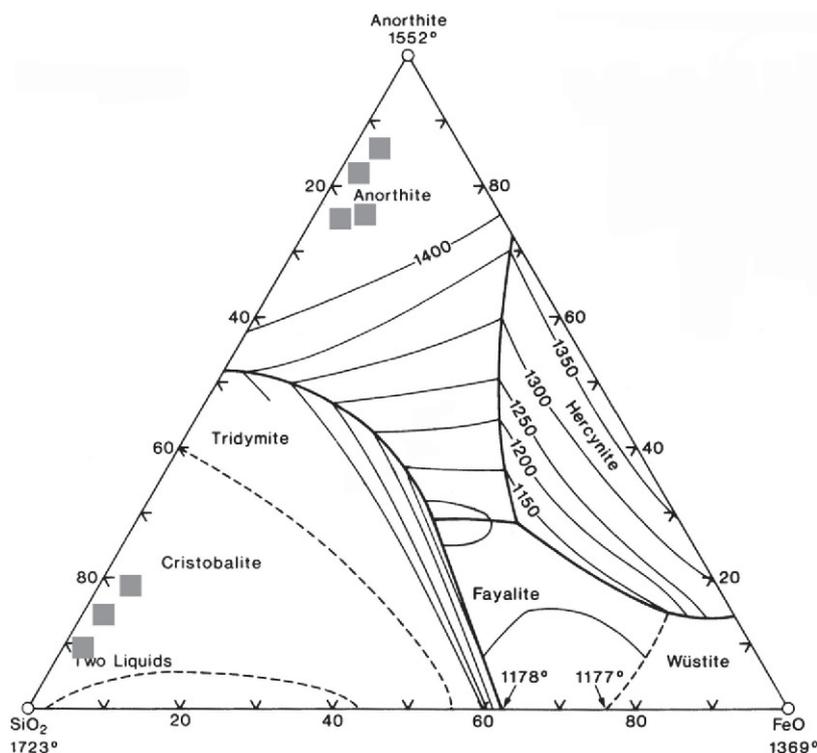


Fig. 4 – Diagramme ternaire avec la composition des matrices des scories expérimentales.

Après préparation *ad hoc*, ils ont été analysés au microscope électronique à balayage (tabl. 2 et 3). Sous appareil optique, les scories présentent des structures très hétérogènes, avec plusieurs minéraux qui n'ont pas fondu, ce qui suggère des conditions thermiques et chimiques très éloignées de l'état d'équilibre du système.

La figure 3 montre la structure complexe de la scorie. Le feldspath non fondu est très abondant. La matière siliceuse "fondue" est un plagioclase, dans la plupart des cas, de l'anorthite. Beaucoup de billes de cuivre, de diverses tailles, se sont formées. La formation de cuprite dendritique est très fréquente. C'est un bon indicateur de l'obtention de températures d'environ 1200°C à l'intérieur du fourneau. Quelques échantillons de cuprite dendritique ne sont pas réduits. Dans d'autres échantillons, les composants structurels les plus importants sont des composés silicatés comme l'anorthite et le feldspath.

Ces résultats sont bien en conformité avec la composition du minerai traité. En effet, les faibles quantités de fer et de calcium dans la gangue ne permettent pas

la formation de pyroxènes et autres Si-Ca-Fe, composés que nous trouvons fréquemment dans les scories chalcolithiques et du Bronze ancien de la Péninsule Ibérique (Rovira et Ambert, 2002a; Sáez *et al.*, 2001). Néanmoins, la formation d'anorthite, un silicate contenant de l'aluminium et du calcium, appelle une explication complémentaire, le minerai originel ne contenant pas assez de calcium pour former ce silicate, ce dernier ne peut provenir que des cendres du charbon de bois. Il est bien connu, en effet, que ces cendres comportent jusqu'à 60 % de CaO (Evans et Tylecote, 1967).

En reportant la composition des matrices des scories dans le diagramme ternaire anorthite-SiO₂-FeO, nous obtenons deux groupes bien séparés (fig. 4) :

- un se situe dans la région de l'anorthite et l'autre dans la région de la silice. Même si ce diagramme n'est pas approprié pour représenter ce type de scories immatures (son utilisation requiert des températures hors de portée d'un four primitif), il nous offre une première approximation pour les classer ;

- un autre point intéressant révélé par ces scories expérimentales est la formation de delafossite (fig. 5). Cet oxyde de fer et de cuivre se forme au-delà des 1 000° C et il demeure stable dans un environnement oxydant. Par conséquent, la présence de delafossite indique que l'atmosphère à l'intérieur du fourneau n'est pas strictement réductrice. Soulignons qu'il est fréquent de trouver cet oxyde de fer dans les scories des périodes métallurgiques les plus anciennes (Hauptmann *et al.*, 1996, p. 6; Rovira et Ambert, 2002b, p. 96).

Le cuivre brut

Outre plusieurs nodules en cuivre visibles à la surface de la masse de scories obtenue, beaucoup d'autres billes ont été récupérées par triage à la main après le broyage des scories dans un mortier de laboratoire. La figure 6 en montre une petite quantité. Les analyses de deux nodules (tabl. 3) indiquent qu'ils sont en cuivre avec des quantités variables, mais en général élevées, de cuprite, ce qu'illustre la figure 7. La présence de cuprite dans le cuivre brut est un autre indice des conditions redox dans le fourneau. Par ailleurs, la microstructure métallographique (fig. 7) montre de gros grains de métal, ce qui indique un processus de refroidissement très lent du fourneau de la température la plus haute jusqu'à température ambiante. Cette particularité a été également observée sur quelques nodules archéologiques de gisements chalcolithiques comme Almizaraque (Almería, Espagne) (Rovira et Ambert, 2002b, p 96-97).

Rendement en cuivre de l'opération

Si l'on prend en compte la composition du minerai (tabl. 1), la charge complète du fourneau devrait correspondre à environ 420 g de cuivre. Après le broyage d'une masse de scories pesant 565 g, nous avons sélectionné à la main 117,3 g de cuivre en nodules et en billes. Ce chiffre représente une récupération directe de cuivre de 27,9 %, rendement en bonne concordance avec d'autres expériences réalisées antérieurement (Zwicker, 1980, p. 15; Rovira, 1999, p. 108).

CONCLUSIONS

Cette expérimentation démontre que le cuivre peut être aisément obtenu dans un fourneau ouvert à structure très simple, par réduction directe du minerai oxydé sans l'addition de fondants. Atteindre des températures d'environ 1 100°-1 200° C n'est pas un problème en utilisant des soufflets et des tuyères. Le processus se développe en atmosphère redox, comme le démontre les formations de delafossite dans la scorie et de cuprite dans le métal brut. Ces caractéristiques ont été observées dans les restes archéométallurgiques, ce qui fait penser que les métallurgistes anciens pouvaient opérer de la même façon. La composition des scories est très étroitement liée à la composition du minerai. Cependant, les réactions avec certains composants des

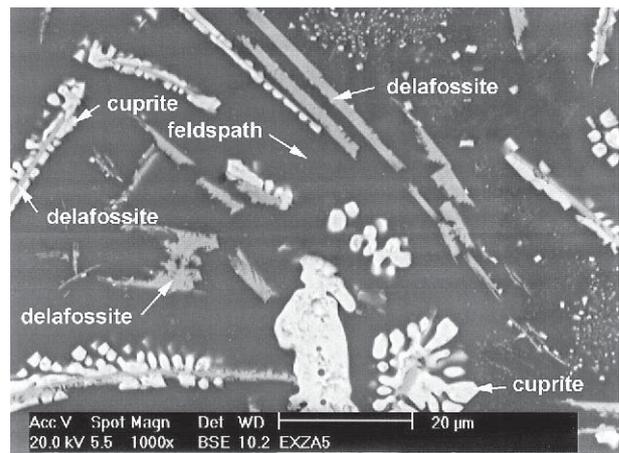


Fig. 5 – Échantillon de la scorie EXZA5. Micrographie électronique (électrons rétrodiffusés). Aiguilles de delafossite.



Fig. 6 – Nodules de cuivre expérimentaux.

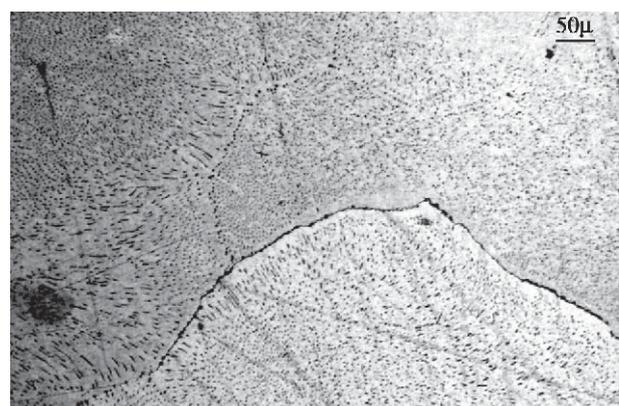


Fig. 7 – Nodule expérimental EXZA4-1. Micrographie métallographique. On peut observer la présence d'une grande quantité de cuprite (particules noires) et les bords des gros grains de cuivre.

creuses (par exemple CaO) peuvent être importantes. La scorie obtenue est très visqueuse, ce qui rend très difficile la séparation par gravité des perles de métal. Nombre de composés cristallographiques se forment à l'état solide ou semi-solide, leurs températures de fusion étant beaucoup plus élevées que celles pouvant être atteintes dans un fourneau primitif. La récupération du

cuivre par concassage de la scorie et la refonte ultérieure de la poudre résultant de cette opération, toujours riche en cuivre, peuvent fournir une explication au manque de scories dans les gisements espagnols qui présentent des traces évidentes de métallurgie ancienne. Un autre type d'expérimentation s'avère nécessaire pour vérifier le fonctionnement des vases à réduire le minerai ("vases-four"). Les expériences de réduction du minerai de cuivre sont pour nous le meilleur moyen pour comprendre, non seulement la technologie primitive et ses vestiges, mais aussi l'organisation spatiale de l'atelier, l'efficacité des processus, voire des indications commerciales. ■

Remerciements : Cette expérience a été conduite dans le cadre de l'Action intégrée hispano-française

“Les céramiques à réduction de minerai de cuivre (CRMC), une technique ibérique de la métallurgie à l'Âge du cuivre. Son extension en France méridionale (archéologie, métallotechnie et expérimentation)”, sous la direction du prof. Germán Delibes de Castro (universidad de Valladolid) et du prof. Jean Vaquer (Université de Toulouse, CNRS).

Elle a été réalisée à Toro (Zamora) au cours des journées “Minería y metalurgia de la Edad del Bronce. Una revisión desde el Valle del Duero” (Mines et métallurgie de l'Âge du bronze. Une révision depuis la vallée du Duero), les 1 et 2 Juin 2001.

Les auteurs souhaitent remercier Elías López-Romero pour son aide dans la correction du texte en Français, ainsi que Paul Ambert et Pascale Giraud pour la révision finale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

EVANS R.T., TYLECOTE R.F. (1967) – Some vitrified products of non-metallurgical significance. *Bulletin of the Historical Metallurgy Group*, 1, 9, p. 22-23.

ROVIRA S. (1999) – Una propuesta metodológica para el estudio de la metalurgia prehistórica: el caso de Gorny en la región de Kargaly (Orenburg, Rusia), *Trabajos de Prehistoria*, 56, 2, p. 85-113.

ROVIRA S., AMBERT P. (2002a) – 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, 1, p. 105-126.

ROVIRA S., AMBERT P. (2002b) – Vasijas cerámicas para reducir minerales de cobre en la Península Ibérica y en la Francia meridional, *Trabajos de Prehistoria*, 59, 1, p. 89-105.

SÁEZ R., NOCETE F., NIETO J.M., CAPITÁN M.A., ROVIRA S., RUIZ-CONDE A., SÁNCHEZ-SOTO P.J. (2001) – Metalurgia del cobre en Cabezo Juré (Alosno, Huelva): estudio mineralógico de

escorias del 3er. milenio a.n.e., *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 24, p. 171-179.

ZWICKER U. (1980) – *Investigations on the extractive metallurgy of Cu/Sb/As ore and excavated smelting products from Norsun-Tepe (Keban) on the upper Euphrates (3500-2800 BC)*, in W.A. Oddy ed., *Aspects of Early Metallurgy*, British Museum Occasional Paper 17, London, p. 13-26.

Salvador ROVIRA

Musée Archéologique National, Serano 13,
E-28001 MADRID (Espagne)

Antonio GUTTIEREZ

Paleorama Pablo Garcia Virumbales s/n
E-09199 ATAPUERCA BURGOS (Espagne)

*III.
La première métallurgie
dans les péninsules
de la Méditerranée Occidentale*

2. L'Italie et l'Arc Alpin

Évolution et variation de la composition chimique des objets en métal aux Âges du cuivre et du Bronze ancien dans l'Italie septentrionale

Raffaele C. de MARINIS

Résumé

Bien que les objets en métal d'Italie septentrionale proviennent surtout de dépôts et que la chronologie de l'Âge du Bronze Ancien s'appuie sur la typologie de la céramique des habitats fouillés scientifiquement et datées par la dendrochronologie, il est possible de fixer une chronologie des productions métalliques en s'appuyant sur la typologie, sur les analyses de la composition chimique des objets et sur quelques assemblages (Lavanone et Fivè). Postérieurement à la métallurgie de l'Âge du Cuivre, caractérisée par du cuivre pur pour les haches et du cuivre arsénié pour les poignards et les hallebardes, il existe trois phases identiques dans la métallurgie centre-européenne : un bronze tiré de fahlerz au Bronze Ancien I A (Bz A I); un alliage cuivre-étain avec des basses teneurs en étain aux Bronze Ancien I B et I C (Bz A 2a); un bronze avec une teneur de 8-9 % en moyenne d'étain au Bronze Ancien II (Bz A 2b).

Abstract

In the last five decades some 1400 quantitative spectrographic analyses of metal artifacts embracing the Copper and Bronze Ages of Northern Italy have been made and published by different research teams (Otto & Witter, Junghans, Sangmeister and Schröder, E. Slater, P. Northover, L. Cambi and others). This important data-base has not yet been exploited by researchers involved in the typological and chronological studies of prehistoric copper and bronze Italian artifacts. My remark directly concerns R. Peroni, G.L. Carancini and their school. The chronologies worked out by these Authors apply the contextual seriation method to ceramic and metal objects mainly recovered from tombs and settlements without any kind of scientific control or simply by surface surveys. Quantitative chemical composition of the metal objects and its changes in the course of time are not held in due consideration. Therefore, we haven't to wonder that in these chronologies each phase is characterized by different technological levels: pure copper, arsenical copper, copper smelted from Fahlerz ores with high content of As, Sb, Ag and Ni, copper-tin alloys, and so on. Our chronological system for the Bronze Age in Northern Italy is founded upon the stratigraphic sequences of the dwellings and therefore it mainly relates to the pottery evolution. Following the results of the excavations at the sites

of Lavagnone and Fiaavè, it is possible to subdivide the Early Bronze Age in two periods, I and II, and the EBA I into three phases I A, I B and I C. The EBA I A is dated to 2077-1992 BC by dendrochronology and the EBA I B to 1984-1916 BC. The most part of bronze objects comes from the hoards, from stray finds or from dwellings without excavation data, whereas very few bronze objects have been discovered in defined cultural context during scientific excavations. A flanged axe of Torbole type from the most ancient pile dwelling of Lavagnone allows a correlation between EBA I A and the first hoard horizon. An axe of Langquaid type from Fiaavè 3 allows to establish a correlation between EBA II and the third hoard horizon. In spite of the general lack of bronze objects from stratigraphic context dating to the EBA I B and I C, the correlation with the second hoard horizon seems probable. Utilizing the typological and chronological parameters of our EBA periodisation, the analyses of metal composition cluster round homogeneous groupings. First of all, during the Copper Age axes were made of pure copper, while the metal of daggers and halberds was arsenical bronze, except for the rivets which are of copper. During the EBA I A (the most ancient phase of the Polada culture) all the metal artifacts were of copper or, more frequently, of bronze with high values of As, Sb, Ag and Ni. This bronze is very similar to the metal of the so called Singen type, which spread in Central Europe during Bronze A I. The copper-tin alloy comes into use only in the second hoard horizon (EBA I B-C, 2000-1800 BC). The values of tin are rather variable and low tin-bronzes are frequent especially in the beginning of this period (cfr. the axes of Savignano type). Finally, during the EBA II (1800-1600 BC) we find good tin-bronzes with an average of 8-10 per cent Sn.

INTRODUCTION

Depuis longtemps on dispose d'un bon nombre d'analyses chimiques quantitatives des objets en métal des ges du Cuivre et du Bronze en Italie. Je pense aux 103 analyses publiées par Otto et Witter (1952), aux 857 du groupe de Stuttgart (Studien zum Anfänge der Metallurgie, (Junghans *et al.*, 1960, 1968, 1974), aux 106 publiées par Elisabeth Slater (1971), auxquelles on peut ajouter quelque cent analyses effectuées plus récemment par Peter Northover. Les analyses effectuées par P. Northover, à notre demande, sont encore, pour la plupart, inédites et seront indiquées par le sigle Te. Il ne faut pas oublier les analyses effectuées par les chercheurs italiens, en particulier par L. Cambi (1959, 1960), L. Follo, M. Leoni (1980-1981) et M. Oddone, qui toutefois ne sont pas aussi nombreuses (environ 230 analyses). Dans l'ensemble nous avons environ 1 400 analyses, qui couvrent toutes les périodes du Cuivre et du Bronze. C'est tout à fait singulier, en considérant le nombre d'analyses disponibles, que presque la totalité des spécialistes italiens des âges des Métaux aient utilisé très peu ce moyen d'analyse pour établir un cadre de l'évolution des techniques métallurgiques pendant les âges du Cuivre et du Bronze, pour mettre en évidence les variations dans le temps de la composition chimique des objets en métal. Il est vrai qu'il y a des limites à une utilisation correcte de ce corpus d'analyses. Beaucoup d'entre elles se réfèrent à des trouvailles de provenance inconnue, n'ayant qu'une indication générique "Italie"; la provenance d'autres

n'est pas correctement indiquée dans les publications, et nécessite la recherche du numéro d'inventaire du musée où l'objet est conservé; pour de nombreux objets, il n'existe aucun dessin publié, donc la détermination typologique et chronologique devient problématique sans retour à la pièce elle-même; enfin de nombreux objets analysés sont peu significatifs du point de vue chronologique et culturel.

NOUVELLE EXPLOITATION DES BANQUES DE DONNÉES D'ANALYSES

Toutefois, une nouvelle exploitation de cette importante banque de données à la lumière des connaissances actuelles sur la chronologie et sur les groupes culturels de l'Âge du Cuivre et de l'Âge du Bronze, se révèle très utile. Elle est d'autant plus nécessaire, qu'encore récemment un chercheur de bon niveau comme C. Pare (2000, p. 23) en se rapportant parfois à des opinions décidément dépassés, n'a pas pu tracer un cadre clair de la plus ancienne métallurgie italienne. C'est ainsi qu'*a contrario* de ce qu'il écrit, il n'existe aucun objet en bronze dans la nécropole de Remedello et dans la grotte avec sépultures collectives de Val Francavere. À propos du poignard de la tombe 79 de Remedello, il s'agit d'une faute d'impression dans le tableau des analyses publiées par E. Slater (1971) tandis que les premières analyses des objets en métal de Val Francavere (Maggi, p. 102-103) se sont révélées incorrectes. Aujourd'hui on sait que tous les objets sont en cuivre arsénié ou en cuivre pur (Maggi, 1978, Campana, 1996).

	provenance	période	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
poignards à languette simple													
SAM 641	Remedello 106	Cuivre 1	0.010	0	4.100	0	0.110	0.010	0.090	0	0	0	0.030
poignards de type Remedello													
SAM 20300	Volongo	Cuivre 2		0	3.200	0	0.140	tr.	0.046	0	0	0	0
SAM 20297	Remedello 79	Cuivre 2	tr.		1.150	tr.	0.100	0.010	0.032	0	0	0	tr.
O-W 299	Remedello 62 (lame)	Cuivre 2		tr.	7.800		0.200	tr.	0.120				
SAM 639	Remedello 62 (rivet)	Cuivre 2	tr.	0	0.620	0	0.080	0.010	0.020	0	0	0	0.030
SAM 640	Remedello 62 (rivet)	Cuivre 2	tr.	0	0.680		0.080	0.010	0.030	0	0	0	0.030
O-W 337	Remedello 83	Cuivre 2	tr.	0.050	8.000	tr.	0.200	tr.	0.120				
SAM 642	S.Martino Sicc.		0	0	4.500	0	0.110	0.020	0.030	0	0	0	0.040
SAM 338	Cumarola	Cuivre 2	0	0.060	4.600	0	0.120	tr.	0.600	0	0	0	tr.
Slater 1971	Fontanella 11	Cuivre 2			4.880		0.127				0.006		0.011
SAM 577	Borgo Rivola	Cuivre 2	0.010	0.010	1.600	0.005	0.120	0.020	0.020	0	0.020	0	0.010
SAM 578	Borgo Rivola	Cuivre 2	tr.	0	2.100	<0.005	0.080	0.020	0.110	0	0	0	0.080
poignards de type campaniforme													
SAM 20389	S. Cristina	Cuivre 3	0.000	0.000	2.000	tr.	0.04	0.000	0.017	0	0	0	tr.
O-W 369	BS-Remedello	Cuivre 3	tr.	0.200	2.000	0.050	0.050	0.010	0.010	0	0	tr.	0
hallebardes													
O-W 304	Gambara	Cuivre 3	tr.	tr.	4.500		0.020	tr.	tr.				
Ghislanzoni	Villafranca	Cuivre 3	tr.	0.100	4.100			tr.			tr.		tr.

Annexe 1 – Poignards et hallebardes de l'âge du Cuivre en Italie septentrionale.

Les difficultés à cerner de façon correcte l'évolution de la métallurgie italienne des âges du Cuivre et du Bronze sont sans doute liées, en premier lieu, aux manques de paramètres indiscutables d'ordre chronologique, typologique et culturel. C'est presque une banalité de souligner que si les objets ne sont pas classés dans leur exact contexte chronologique et culturel, le résultat de la recherche ne peut qu'être confus et sans valeur. Dans un important article sur l'introduction de l'alliage Cu-Sn en Europe, publié il y a une trentaine d'années, Konrad Spindler (1971) a groupé les analyses des matériaux italiens effectuées par Junghans, Sangmeister, Schröder (1960, 1968, 1974) en quatre phases chronologiques : fin de l'Âge du Cuivre, Bronze Ancien phase 2-3, Bronze Ancien phase 4 et époque nuragique et terramaricole, c'est-à-dire Bronze Moyen et Récent. L'absence du Bronze Ancien (phase 1) a été justifiée par l'idée que dans cette phase chronologique il n'y avait pas d'objets en métal et qu'en Italie septentrionale cette phase coïncidait avec la persistance de la culture de Remedello, typique de l'Âge du Cuivre, la culture de Polada ne débutant qu'à la phase 2 du Bronze Ancien. Il s'agit d'idées complètement dépassées. Spindler n'a pas publié le catalogue des objets analysés et utilisés pour la construction de ses histogrammes, donc on n'a pas la possibilité de vérifier l'exactitude de la chronologie et de la typologie adoptées. Nous nous bornons à une dernière observation à propos de cet article : le même Spindler s'étonne de voir encore dans la phase 4 du Bronze Ancien un très haut pourcentage d'objets sans Sn, ou avec Sn en trace, ou avec une basse teneur en Sn. Il nous est de ce fait difficile à comprendre quel sort faire aux 20 haches de type Langquaid attribuées à ces classes (Spindler 1971, p. 233 et tableau 4) : 12 haches avec Sn entre traces et 0.252 % ; 2 haches avec 0.502-2 % de Sn ; 6 haches avec 2.01-4 % de Sn). On ne connaît pas dans l'Italie septentrionale une seule hache à rebords et lame à

tranchant semi-circulaire qui soit démunie d'étain, comme le prouve l'annexe 5, qui rassemble toutes les analyses de haches à rebords et tranchant semi-circulaire ou plus accentué du Bronze Ancien de l'Italie septentrionale. L'Âge du Bronze Ancien a été une période de longue durée, d'environ 500 ou 600 années. Pendant cette période, la technologie du cuivre et du bronze a fait continuellement des progrès considérables. La source principale pour la connaissance de la métallurgie du Bronze Ancien en Italie septentrionale est constituée par les dépôts. Beaucoup d'objets en cuivre et en bronze ont été découverts dans les habitats, surtout dans les palafittes de la région du lac de Garde et de la province de Trente, mais très peu d'objets viennent de fouilles scientifiques et possèdent donc un contexte culturel et chronologique précis. Le mobilier des rares nécropoles du Bronze Ancien ne comprend presque jamais des objets en métal. Par conséquent, il n'y a pas de quoi s'étonner si en l'absence de "closed finds" ou de contextes stratigraphiques précis, ont été exprimées des opinions parfois très différentes sur la typologie et la chronologie des matériaux métalliques du Bronze Ancien de notre région.

CHRONOLOGIE DE L'ÂGE DU BRONZE

La chronologie communément adoptée par les chercheurs italiens est celle élaborée par Renato Peroni et son école (Peroni, 1974, 1994 ; Carancini, 1993 ; Carancini *et al.*, 1999), conséquence en partie de l'influence exercée par la prestigieuse série Prähistorische Bronzefunde. Je pense avoir démontré à plusieurs reprises que cette chronologie est encore loin d'être assurée (Marinis, 2001, 2002), d'autant qu'elle ignore complètement les aspects technologiques du problème. Si on observe les analyses de la composition quantitative des objets en adoptant l'ordre chronologique

musée	n. inv.	n. analyse	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
dépôt de Remedello Sopra													
Brescia	13	O-W 418	tr.	0.20	0.20	0.80	0.10	tr.	0.04	0.0008	tr.	tr.	0.10
Brescia	2	O-W 415	tr.	0.20	0.10	1.00	0.12	tr.	0.02	0.0010	0.00	tr.	0.00
Brescia	p	O-W 171	0.04	0.30	tr.	0.30	0.10	0.02	0.01	0.0005	tr.	tr.	0.15
Brescia	e	O-W 416	0.02	0.30	0.20	1.00	0.10	tr.	0.01	0.0008	tr.	tr.	0.05
Brescia	a	O-W 417	tr.	0.70	0.40	1.00	0.13	tr.	0.001	0.0003	tr.	tr.	tr.
Brescia	3	O-W 19	tr.	0.09	0.00	0.60	0.05	tr.	0.03	0.0008	tr.	tr.	0.05
Brescia	h	O-W 76	0.00	tr.	0.00	0.00	0.01	tr.	tr.	0.000	0.00	0.00	0.00
Brescia	b	O-W 200	tr.	0.07	0.00	0.50	0.05	tr.	0.05	0.000	0.00	tr.	0.00
Brescia		O-W 336	0.00	1.20	0.17	tr.	0.05	tr.	tr.	0.0003	0.00	tr.	0.00
Brescia	i	O-W 183	0.00	0.80	tr.	tr.	0.05	tr.	tr.	0.000	0.00	tr.	0.00
dépôt de Torbole													
Rome	23196	SAM20273	tr.	0.02	1.35	4.00	0.94	1.55	0.007			0.090	tr.
« «	« «	Slater 7-a	0.43		1.05	2.53	0.013	1.53			0.006		0.041
Brescia	35	O-W 942	tr.	tr.	1.20	1.00	1.30	0.90	0.008			0.010	
Brescia	33	O-W 774	tr.	tr.	1.40	2.20	1.50	1.10	0.001			0.030	
Brescia	32	O-W 773	tr.	tr.	1.60	2.40	1.40	0.90	0.008			0.010	
Brescia	34	O-W 775	tr.	0.04	1.60	2.70	1.60	1.45	tr.			0.050	tr.
Brescia	31	O-W 772	tr.	0.04	1.90	2.70	1.50	1.25	tr.			0.030	tr.
dépôt de Isolino													
Varese	1697	O-W 746	0.02	tr.	1.00	1.30	0.70	3.50	tr.	0.00	0.05	0.00	0.00
Varese	1695	O-W 776	0.04	0.05	1.60	2.70	0.80	3.50	tr.	0.00	0.08	0.00	0.05
Varese	1694	O-W 748	tr.	tr.	0.80	1.10	0.20	1.70	tr.	0.00	0.01	0.00	0.10
Varese	1693	O-W 747	0.04	0.05	1.60	2.70	0.70	3.50	tr.	0.00	0.08	0.00	tr.
Varese	1696	O-W 941	0.01	tr.	0.90	1.10	0.20	1.70	tr.	0.00	0.01	0.00	0.10
haches de type Remedello Sopra													
musée	provenance												
Desenzano	Corno S.	Te 1	tr.		0.52	2.29	1.63	0.97				tr.	0.02
Trente	Ledro VI	Te 66	tr.	0.04	0.59	1.49	1.12	1.41				0.01	tr.
Brescia	Bresciano	O-W 345	tr.	0.06	0.15	tr.	0.20	tr.	tr.	0.00	0.00	0.00	0.00
haches de type Torbole													
Verona	Cisano	O-W 865	0.05	0.01	0.30	1.10	2.50	0.90	0.00	0.003	0.00	0.010	tr.
Desenzano	Lavagnone	Te 27	tr.	0.04	0.52	1.75	1.10	1.36	0.02	Tr.		tr.	0.020
Verona	Barche S.	SAM 657	0.05	0.01	0.035	1.55	0.80	1.30	tr.			0.070	0.010
Rome	Polada	SAM20481	tr.	0	0.36	1.70	0.49	1.30	0	0	0	0.050	tr.
Trente	Ledro 28 E	Te 56	tr.	0.00	2.29	1.83	1.51	1.40	0.00			0.010	0.040
Milano	prov. inc.	Te 80	0.37	0.34	1.23	5.97	2.10	0.97	tr.	tr.	tr.	0.100	0.020
Milano	Porto Gal.	Te 63	0.02	tr.	0.40	2.34	0.90	1.15	tr.			tr.	0.030
Turin	Murello	SAM 8138	tr.	0	0.17	1.50	0.80	0.64	0	0	0	0.030	0
haches de type Neyruz													
Milano	Cast.Vals.	SAM 1343	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rome	Iseo	SAM 20332	tr.	tr.	0.86	2.00	0.88	1.10	0	0	0	0.08	tr.

Annexe 2 – Dépôts de Remedello Sopra, Torbole et Isolino Virginia à rebords du type Torbole, Remedello Sopra e Neyruz (Bronze Ancien I A).

proposé par Peroni, le résultat est étrange, par ce que dans chaque phase chronologique sont représentés des niveaux technologiques très différents. Il paraît bien improbable que chaque phase chronologique se caractérise par un horizon technologique aussi multiforme. Voici quelques exemples :

- dans le premier horizon des dépôts d'après Carancini et Peroni (1999, cf. les objets et les types attribués aux diverses phases chronologiques dans les planches 1-5) coexistent haches en cuivre pur (dépôt de Remedello Sopra, Otto et Witter, 1952), haches en bronze avec une basse teneur en étain (dépôt de Monte Maggio : SAM 614-615), haches en cuivre avec As, Sb, Ag et Ni (Ledro : Te 66), poignards en bronze avec une teneur élevée en étain (Ledro : Te 7) ;
- dans le deuxième horizon des dépôts il y a des haches en cuivre issues de la réduction de Fahlerz (dépôts de Torbole et de Fermignano : O-W 772-775, 942 ; SAM 8128-8134) et des haches en bronze à étain et plomb (Campiglia, Contrada Leggera, Ruvo : SAM 20407-20414, 202849) ;
- dans le troisième horizon, nous trouvons des objets en cuivre arsénié – qui fait sa réapparition après une

longue absence – (poignards de Pianizzoli, Massa Marittima, lame de poignard et lame de hallebarde de Montemerano II : SAM 609-613, 616-617), haches en cuivre pur (dépôt de Burzanella : analyses de deux haches par M. Oddone), haches en bronze avec teneurs basses ou moyennes en étain (dépôt de Savignano : SAM 20416-20421 et analyses encore inédites effectuées par L. Follo), poignards à manche massif en bronze avec teneurs moyennes ou élevées en étain (Loreto Aprutino, Cervara Alfina : SAM 19794-19795, 20247-20250, 20341-20344), haches en bronze avec teneurs plus ou moins élevées d'étain, plomb, arsenic et zinc (dépôts de Montemerano, Campiglia, Verruca : SAM 20573-20584, 20596, 20598, 20619, 20188-20223, 20225-20240, 20554-205589), (dépôt de S. Marcellino, Albore Livadio). De plus, il semble tout à fait singulier que les dépôts du troisième horizon viennent presque exclusivement de l'Italie du Centre et du Sud et qu'au contraire les dépôts du quatrième horizon soient tous concentrés dans l'Italie septentrionale. La seule exception vient du dépôt de Savignano (Modena). En effet, S. Lorenzo in Nuceto, au sud de Forlì, et

provenance		n. anal.	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
Fontan.Mantov.	poignard	O-W 807	0.02	tr.	0.80	2.70	2.00	1.85	tr.			0.03	
Bande Cavriana	poignard	SAM 588	0.07	0.010	0.25	2.15	1.00	0.50	0.02	0	0	0.04	1.00
" "	poignard	SAM 589	0.12	tr.	0.51	1.42	0.58	1.10	0.001	0	0	tr.	0.03
Lavagnone	poignard	Te 26	1.36	tr.	0.94	2.26	1.33	1.32	0.02	tr.	tr.	0.06	
Ledro	poignard	Te 78	0.03	0.030	1.11	1.64	0.90	1.48				0.05	0.03
Polada	poignard	SAM 20479	0.29	0.049	2.80	0.415	<0.01	0.16			0.025		0.048
Barche Solfer.	poignard	SAM 656	<0.01	0	0.85	2.6	0.67	1.16	0.006	0	0	tr.	0.04
Gabbiano	poignard	Te 33			0.26	1.39	0.97	0.22	0.03			0.02	0.02
Ledro	poignard	Te 41	0.20		0.61	1.66	1.11	1.61			tr.	0.01	0.01
Ledro	poignard	Te 71	0.04	tr.	0.64	1.15	0.54	0.79	0.02	0.04	0.03	0.03	0.08
Ledro	double spiral	Te 24	0.02	0.030	2.6	1.59	1.11	-	0.01			tr.	0.03
Ledro	double spiral	Te 38	tr.	0.06	2.03	0.93	1.07	tr.	0.03	tr.	0	0	0.09
Gabbiano	lunule	Te 34	tr.	0.120	1.54	0.06	0.06	tr.	0.02	0.04		tr.	0.06
Porto Galeazzi	lunule	Te 35	0.11	0.130	2.22	1.58	0.59	8.02				0.80	0.29
Porto Galeazzi	épingle	Te 37	tr.		0.74	2.29	1.45	2.51				0.39	0.04
Ledro	alêne	Te 53		0.030	1.35	1.24	1.00	0.03	0.19		0.19		tr.
Ledro	alêne	Te 76	tr.		0.82	0.70	0.55	1.12		tr.	tr.	tr.	0.02
Ledro	aguille	Te 69	0.02		2.47	2.18	0.42	1.46			0.03	0.02	tr.
Ledro	fragm. torq.	Te 74	0	0.03	2.05	1.26	1.29	0	0.25	0.03	tr.	0	0.01
Ledro	torques	Te 3		0.050	1.89	0.95	1.48	1.59			tr.	tr.	tr.
Südtirol	torques	O-W 618			2.80	1.00	1.40	tr.	0.025				

Annexe 3 – Poignards, outils et ornements de Bronze Ancien I A en Italie septentrionale.

Burzanella, non loin du col de la Futa, sont déjà, du point de vue géographique, dans l'Italie centrale.

L'articulation chronologique de l'Âge du Bronze Ancien en Italie du Nord s'appuie essentiellement sur la céramique, dont la séquence typo-chronologique est bien connue grâce à deux habitats qui ont été fouillés récemment, le Lavagnone près de Desenzano del Garda (Marinis, 2000, p. 85 ss.) et Fivè dans la province de Trente (Perini, 1994). Les séries stratigraphiques du Lavagnone et de Fivè ont permis de tracer une articulation en deux périodes : le Bronze Ancien I, subdivisé en trois phases I A, I B, I C, et le Bronze Ancien II (Marinis, 2000). Une subdivision aussi précise n'est pas possible, actuellement, pour les dépôts ; il est même difficile de mettre en relation la séquence chronologique des habitats et celle des dépôts.

Il y a néanmoins quelques certitudes :

Des phases les plus anciennes de la palafitte du Lavagnone (Bronze Ancien I A) provient une hache à rebords qui est exactement comparable aux haches du dépôt de Torbole (Brescia) (Marinis, 1999, p. 18 ss., fig. 5), tandis que le complexe du Fivè 3, qui est typique du Bronze Ancien II, a donné une hache à rebords du type Langquaid et un poignard à base semi-circulaire avec 5 rivets (Marinis, 1999, p. 18 ss., fig.11). La phase la plus récente des dépôts qui se caractérise par des haches à tranchant semi-circulaire et qui offre la possibilité de "cross-dating" avec le Bronze A 2-b de l'Europe centrale, peut donc être assignée au Bronze Ancien II. Entre les dépôts plus anciens, attribuables au Bronze Ancien I A, et ceux plus récents attribuables au Bronze Ancien II, nous avons un autre groupe de dépôts qui se placent chronologiquement dans une position intermédiaire, sans qu'il y ait la possibilité d'établir une corrélation précise avec les phases chronologiques des habitats, mais qu'il n'est pas possible d'attribuer en totalité au Bronze Ancien I B et I C.

En utilisant les paramètres typologiques et chronologiques de notre périodisation du Bronze Ancien, on peut constater que les analyses de la composition chimique quantitative des objets se rassemblent de façon plus cohérente. Avant tout nous donnons un bref aperçu de la métallurgie de l'Âge du Cuivre, c'est-à-dire des cultures de Remedello et du Vase Campaniforme. Les haches sont, à quelques exceptions près, en cuivre pur. Parmi les éléments en traces, le plus important est l'argent (Marinis, 1992). Par contre les poignards et les hallebardes sont en cuivre arsénié (Marinis, 1992 ; 2001). La teneur en arsenic est en moyenne autour de 4 % (cf. annexe 1). Il faut observer que les rivets sont toujours en cuivre pur ou avec une faible teneur d'arsenic.

Au Bronze Ancien I A, tous les objets en métal ont été produits en cuivre pur mais aussi, plus souvent, en cuivre réduit à partir de minerais du type Fahlerz, très riches en arsenic, antimoine, argent et nickel, l'alliage binaire cuivre-étain (Marinis, 2001, p. 264 et ss., fig. 6) ne paraissant pas encore représenté. La composition chimique des objets du Bronze Ancien IA est très caractéristique et se différencie aussi bien de celle de l'Âge du Cuivre que de celle des phases suivantes du Bronze Ancien.

Après le Bronze Ancien I A les objets en cuivre avec forte teneur en arsenic, antimoine, argent et nickel disparaissent et ces éléments deviennent présents seulement avec des teneurs basses ou en traces plus ou moins significatives. L'utilisation d'un cuivre de type Fahlerz n'est pas circonscrite, en Italie septentrionale, aux objets des dépôts (cf. annexe 2), mais est largement documentée par les objets découverts dans l'aire de la culture de Polada qui, par leur typologie, peuvent être datés du Bronze Ancien I A. Il y a un emploi général des fahlerz pour fabriquer des lames de poignards, aiguilles, alènes, épingles à tête aplatie et martelée, torques, pendentifs à double spirale et en forme de croissant (lunules). Toutes ces classes de matériaux ne

Musée	n. inv.	n. anal.	Cu	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Co	Zn	Fe
haches de type Savignano													
dépôt de Savignano													
Roma	23157	SAM 20416		2.50	0.090	0.010	0.02	tr.	0.040	0.00	0.00	0.090	tr.
"	"	Slater 3h		2.13	0.156	0.032		0.015	0.117			0.150	0.012
Roma	23158	SAM 20417		2.70	tr.	0.00	0.00	0.010	0.000	0.00	0.00	0.000	tr.
"	"	Slater 3i		3.50		0.497		0.020	0.080			0.028	0.047
Roma	23159	SAM 20418		1.65	tr.	tr.	0	tr.	0	0	0	0	tr.
"	"	Slater 3j		1.68	0.084	0.057	0.012	0.009	0.000	0.00	0.00	0.087	0.000
Roma	23160	SAM 20419		1.20	0.040	tr.	0.050	tr.	tr.	0	0	0	tr.
"	"	Slater 4a		1.74	0.043	0.275	0.133	0.0086	0.043			0.034	0.046
Roma	23161	SAM 20420		2.20	0.230	0.010	0.080	tr.	tr.	tr.	0	0	tr.
"	"	Slater 4b		1.90	0.370	0.000	0.023	0.016	0.075	0.00		0.007	0.002
Roma	23162	SAM 20421		2.30	0.020	tr.	0.110	0.060	0.060	0	0	0	tr.
"	"	Slater 4c		3.69	0.017	0.770	0.082	0.008	0.104			0.173	0.061
Roma	45655	Slater 5e		0.43	0.00	0.065	0.000	0.010	0.000			0.015	0.021
palude Brabbia													
Varese		O-W 1222	96.00	3.80	tr.				tr.	tr.			tr.
Varese		O-W 1230	96.50	3.00	0.20	tr.	0.05	0.01	tr.	tr.		tr.	tr.
"Ancona"													
München		O-W 1220	97.70	2.20	tr.		tr.	tr.	tr.				
Ledro, niveau VII b													
Trente	A 15	Te 67		5.48	0.03	0.19	0.45	0.41	0.42		tr.	0.02	0.02
provenance inconnue													
Bergamo	333	L 29765		5.3	0.032	0.28	0.11	0.027	0.44				0.032
Bergamo	334	L 29766		6.9	0.027	0.44	0.13	0.027	0.64				0.079
haches à rebords d'autres types													
Pieve S.Giacomo		Slater 9 h		2.81	0.038	0.032	0.036	0.002				0.02	0.054
Ledro A 45		Te 51		2.80	0.02	0.12	0.20	0.21	0.17	0.02	tr.		0.18
lames de poignard													
Ledro		Te 8		3.64	tr.	0.94	1.43	1.33	1.12	0.01	0.06		tr.
Ledro		Te 55		5.04		0.72	0.54	0.32	0.32		tr.		0.04
Ledro A7		Te 7		13.13	0.04	0.66	0.90	0.92	0.02	0.02	tr.		0.03
Gabbiano Manerba		Te 31		3.21	0.07	0.70	0.54	0.87	0.10	0.02	tr.	tr.	0.02
Maraschina		Te 32		3.18		1.51	1.71	1.10	0.02	0.03	0.01		0.02
Mercurago		SAM 664		7.2	0.15	tr.	0.01	0.26	0	0	0	0	0.07
Ca' de Cioss		SAM 20475		3.7	0.02	1.55	0.31	0.27	1.3	0.006	0.004	0	tr.
poignards à manche massif													
Ledro niveau IV		Te 4 (pomm.)		7.27	2.28	0.30	0.68	1.06	0.03	0.08	tr.		0.02
Ledro niveau IV		Te 5 (poignée)		12.87	0.10		tr.	0.04	0.10		0.02		0.02
Ledro niveau IV		Te 6 (lame)		14.17	0.03		0.06	0.08	0.12				tr.
Cast. Marchesi		SAM 20428		4.01	0.04	0.61	1.45	0.67	0.93	tr.	0	0	0
Cast. Marchesi		SAM 20429		8.80	0.00	0.06	0.36	0.26	0.20	0	0	0	0
épingles													
Cast. d'Arbedo		SAM 790		5.00	tr.	0.00	<0.01	0.02	0.15	tr.	0.00	tr.	0.08
Ledro (Ösenkopfnadel)		Te 16		3.56	0.05	0.16	0.50	0.79	0.02	0.04	tr.	tr.	0.02
Bodio		SAM 8071		5.8	0.01	0.44	0.17	0.15	0.17	0.007	0	0	tr.
Ledro A31		Te 17		7.32	0.08	0.55	0.37	0.11	0.55		tr.	tr.	0.05

Annexe 4 – Objets en métal de Bronze Ancien I B - I C en Italie septentrionale.

sont pas représentées dans le premier horizon chronologique des dépôts, qui comprennent seulement des haches. Malheureusement, il s'agit presque toujours de trouvailles hors contexte, mais leur attribution au Bronze Ancien I A découle de la typologie mais aussi de leur composition chimique (cf. annexe 3). La sépulture à inhumation de La Vela Valbusa (Trente) a un mobilier typique du Bronze Ancien I A (Bz A 1) aussi bien pour la céramique que pour la parure (*Dentalium*, perles en test de coquille et en os, canines d'ours et crâches de cerf perforées, boutons en os du type Montgomery) (Fasani, 1988). Deux fragments de tube spiralé en bronze ont été analysés et il s'agit de cuivre

réduit à partir de fahlerz (As 2.97, Sb 0.69, Ag 0.12; A.L. Pedrotti, communication personnelle). La composition chimique des objets du Bronze Ancien I A d'Italie septentrionale est identique au soi-disant métal du type Singen, qui est largement répandu en Europe centrale au début du Bronze Ancien (Waterbolk, 1965, graphiques 8 et 9; Krause, 1988; Liversage, 1994).

Elle est par contre différente du métal C 2 (selon J.S.S.), fahlerz avec lequel ont été fabriqués les torques-lingots (Ösenhalsringbarren) découverts par milliers dans les dépôts du Bronze Ancien de la Moravie, de la Basse Autriche, de la Bavière et du cours supérieur de l'Elbe (Waterbolk, 1965, graphique 7;

	n. inv	n. analyse	Cu	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
Dépôt "Iodigiano"	A 6957	SAM 1345		2.80	0.64	0.30	0.05	0.015	0.00	0.024	0	0.22	0.00	tr.
" " "	A 6955	Te 25		9.88	0.35	0.26	0.14	0.05	0.02	tr.		0.19		0.03
" « «	A 6954	Te 84		10.25	0.88	0.12	0.10	0.10	0.09	tr.			0.01	0.01
Ledro	A20	Te 12		9.45	tr.	0.22	0.15	0.18	0.26					0.08
Ledro	A21	Te 68		8.24	tr.	0.55	0.27	0.19	0.50		0.04			0.05
Ledro	A22	Te 52		7.06	0.02	0.37	0.31	0.10	0.30	tr.				0.01
Ledro	coll.PG	SAM 20252		7.60	tr.	1.15	0.08	0.44	0.22	0.009	0	0	0	tr.
Besenello		O-W 866	88.3	10.00	0.05	0.30	0.50	0.16	0.50	tr.				tr.
Bor Pacengo		O-W 1163	83.4	14.60	tr.	1.20	0.05	0.03	0.32	tr.			tr.	0.15
Bor Pacengo		O-W 1164	84.1	14.00	1.00	0.30	tr.	0.05	0.35	tr.			tr.	tr.
Castelnuovo		SAM 1340		3.20		0.30	0.12	0.015	0.12	0.001	0	0	0	0
Sojano		SAM 20382		8.80	0.05	0.80	0.08	0.07	0.19	0	0	0	0	tr.
		Slater fig. 5i		10.80	0.04	0.08	0.061	0.096	1.20			0.019		0.061
Cazzago Br.		O-W 523	84.9	14.0	0.05	0.3	0.3	0.13	0.07	tr.			tr.	
Baragalla		SAM 20268		5.50	0.62	0.10	0.07	0.04	0.03	0	0	0	0	tr.
Val Gardena		SAM 12029		5.00		tr.	tr.	tr.	0.04	0	0	0	0	tr.
S. Ilario		SAM 648		8.4	tr.	0.6	0.19	0.03	0.32	0.008	0	0	0	0.06
Barche Solf.		SAM 658		6.10	0.01	0.35	0.25	0.19	0.54	0.003	0	0	tr.	0.01
Bodio Keller		SAM 20333		7.90	tr.	1.35	0.18	0.07	0.77	0.007	0	0	0	tr.
Bodio Desor		O-W 867	84.4	14.00	0.06	0.30	0.50	0.30	0.17	tr.			tr.	tr.
Castagnole		Leoni 1981	91.54	8.18	0.09		0.10			0.01		0.04	.0005	0.01
Trana		SAM 7994		7.8	1.45	Tr.	0.12	0.04	0.02	0.014	0	0.09	0	Tr.
Cast.Marchesi (terramara)		SAM 20438		4.60	0.02	0.25	0.17	0.03	0.47	0	0	0	0	tr.
		Slater fig. 6e		4.41		0.11	0.137	0.031	0.034					0.013

Annexe 5 – Haches à rebords et lames à tranchant semi-circulaire en Italie septentrionale (Bronze Ancien II).

Harding, 1983 ; Eckel, 1992, p. 55 ss.). Les dépôts de Cresciano-Osogna, dans le canton du Tessin, et de San Fiorano, près de Crémone, dans la plaine du Pô, constitués de centaines de petits lingots en forme de hache-bipenne (Castelfranco, 1887, pl. V, 3-4 ; Montelius, 1895, col. 161, pl. 27, 6), montrent comment la matière première circulait dans cette période. Il s'agit d'objets minces, sans aucun tranchant, avec une face plate, d'un poids compris entre 27 et 41 grammes. Pour ces objets, qui n'ont aucun usage pratique, on ne connaît pas de parallèles convaincants, sauf les hachettes minces de Vendays-Montalivet en Gironde (Roussot-Laroque *et al.*, 1999). L'interprétation la plus probable demeure celle de lingots, plutôt que des offrandes votives, compte tenu du très grand nombre de pièces livrées par chaque dépôt et de leur composition chimique. L'analyse d'une des pièces de Cresciano-Osogna, conservée au musée de Milan, a été effectuée par Peter Northover : Sn : 0.08 ; Pb : 0.00 ; As : 1.341 ; Sb : 0.70 ; Ag : 2.52 ; Ni : 3.67 ; Bi : 0.00 ; Au : 0.00 ; Zn : tr. ; Co : 0.50 ; Fe : 0.02 (Milano MPA 2419Te 81). Il s'agit, donc, d'un cuivre résultant de la réduction d'un fahlerz, avec antimoine dominant et une teneur forte en argent et nickel. Une étude plus approfondie de ces objets pourrait conduire à l'identification de la source du minerai. La plus grande partie des objets de l'Italie septentrionale produits avec un minerai de type fahlerz entre dans ce groupe à antimoine dominant, tandis que ceux qui sont obtenus avec des falherzs sans nickel ou, au contraire, avec nickel et arsenic abondants et peu d'argent sont moins fréquents. Il y a donc des différences, qui renvoient à des provenances de matière première différentes, mais pour le versant méridional des Alpes il n'y a pas encore d'études suffisantes permettant d'identifier les zones d'approvisionnement. L'horizon chronologique suivant, le Bronze Ancien I B et I C, correspond au Bronze A 2-a de l'Europe centrale, c'est-à-dire à la phase classique d'Unetice. C'est la période dans

laquelle se répand et se généralise dans la plus grande partie des régions européennes l'emploi de l'alliage cuivre-étain, c'est-à-dire du vrai bronze, précédemment connu seulement dans certaines régions, comme les Îles Britanniques (Metalwork Assemblages III and IV selon Needham, 1985 ; Gerloff, 1996). Le deuxième horizon des dépôts, selon ma chronologie, est caractérisé, pour ce qui concerne les haches, par le type Savignano (Caradelli, 1997, p. 305-306, fig. 155). Les poignards à manche en bronze (Vollgriffdolche), bien représentés par les dépôts de Castione dei Marchesi dans la plaine du Pô (Marinis, 1997) et de Ripatransone et Loreto Aprutino dans l'Italie centrale (Uenze, 1938 ; Bianco Peroni, 1994) apparaissent pour la première fois. Le dépôt de Torrazzo della Sforzesca, en Lombardie (Marinis, 1982), se caractérise par des torques aux extrémités enroulées et des gorgerins formés par plusieurs torques, décorés de chevrons gravés, exactement comme quelques gorgerins découverts en Europe centrale ou dans certains tombeaux ou dépôts de la Bavière datés au Bronze A 2-a par Ruckdeschel (Ruckdeschel, 1978, p. 151, pl. 39 : 1-9) : Sengkofen (Torbrügge, 1959, 41, p. 207, n° 334, pl. 63 : 14), Stammham-Hofschallern et Burgkirchen (Stein, 1979, p. 65-66 n° 131, pl. 45 : 1 ; p. 37-38, n° 63, pl. 17 : 1), Osterhofen (Maier, 1973), Seiboldsdorf et Ainring (Ruckdeschel, 1978, p. 148, fig.12 : 7 ; p. 149-150, pl. 39 : 9). Nous donnons dans l'annexe 4 la liste des analyses d'objets en métal qui appartiennent, sur la base de la typologie, à la période Bronze Ancien I B – I C (A 2a en Europe centrale). En Italie septentrionale pendant le Bronze Ancien I B et I C s'impose également pour la première fois l'alliage direct cuivre-étain pour produire un bronze dont les variations de teneur en étain sont encore sensibles. De plus, leurs éléments traces nous démontrent que vraisemblablement dans certains cas les bronziers ont réutilisé le métal d'objets de la période précédente, issus de fahlerz. Le Bronze A 2-b centre-européen, appelé

années BC	Chronologie des habitats			principaux dépôts en Italie septentrionale (inclus le Canton Tessin)	Chronologie centro-européenne
2200 2100 2000	BRONZE ANCIEN I A	Lavagnone 2 → hache de type Torbole	premier horizon des dépôts	Remedello Sopra Torbole Isolino Cresciano-Osogna	A 1
	BRONZE ANCIEN I B		deuxième horizon des dépôts	Savignano Castione d'Arbedo Torrazzo Sforzesca Castione dei Marchesi	A 2a
1900	BRONZE ANCIEN I C				
1800 1700 1600	BRONZE ANCIEN II	Fiavè, zone 2, assemblage 3 → hache de type Langquaid	troisième horizon des dépôts	Lodigiano Baragalla → hache de type Bevaix Robbio	A 2b

Tabl. I – Chronologie des dépôts de l'Âge du Bronze de l'Italie septentrionale.

musée	n. inv.	n. anal.	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
Milano	MPA 2419	Te 81	0.08	0.00	1.34	10.70	2.52	3.67	0.00	0.00	tr.	0.50	0.02

Tabl. 2.

horizon de Langquaid ou aussi de Langquaid-Renzenbühl par Abels (1972), se caractérise par un considérable développement de la métallurgie qui s'accompagne d'une multiplication des relations entre les bronziers de l'Italie septentrionale et ceux des régions au Nord des Alpes. Elle est prouvée par une intense circulation d'objets finis et de connaissances technologiques.

Les nombreux rapports entretenus entre les bronziers travaillant dans le cadre des cultures du Rhône, d'Arbon et de Straubing, et ceux de l'Italie septentrionale sont démontrés par la découverte d'objets typiques de productions nord-alpines au Sud des Alpes et vice-versa. Par exemple, des haches-spatules de type Bevaix, caractéristiques de la civilisation du Rhône, surtout du groupe Aare-Rhône, ont été retrouvés dans le dépôt de la Baragalla près de Reggio Emilia (Marinis, 1977). Une hache de type Rümplang a été découverte dans la palafitte de Lagazzi di Vho (Marinis, 1997) et des haches de type Langquaid II K-L, viennent du lac de Varese et de Porto Ronco sur le Lac Majeur (Marinis, 1975). Une hache de type Langquaid a été découverte à Fiavè, dans l'ensemble Fiavè 3 de la palafitte de la zone 2, ensemble caractéristique du Bronze Ancien II (Perini, 1987, 1994; Marinis, 1999, p. 34 ss., fig. 11). Pendant le Bronze Ancien II, le niveau technologique paraît progresser, la teneur en étain est en moyenne plus élevée et les variations de

composition s'amenuisent, comme on peut l'observer dans l'histogramme qui regroupe les analyses de 25 haches, 10 poignards et une épingle.

EN CONCLUSION

Il me semble avoir ainsi démontré l'importance de l'étude de la composition chimique des objets aussi pour établir leur chronologie, du moins pour ce qui concerne certaines périodes comme l'Âge du Cuivre et l'Âge du Bronze Ancien. À partir de l'Âge du Cuivre, jusqu'à la fin du Bronze Ancien, quatre phases technologiques sont reconnaissables dans la métallurgie du cuivre et de ses alliages :

- cuivre pur pour les haches et cuivre arsénié pour les poignards et les hallebardes (mais les rivets sont en cuivre pur), pendant l'Âge du Cuivre (civilisations de Remedello et du Vase Campaniforme);
- cuivre réduit de minerais de Fahlerz, à teneurs plus ou moins élevées en antimoine, en arsenic, en nickel et en argent, au Bronze Ancien I A (les phases plus anciennes de la civilisation de Polada);
- alliage cuivre-étain au Bronze Ancien I B et I C. Les teneurs en étain sont très variables, mais en moyenne plutôt basses, surtout au début de la période;
- alliage cuivre-étain de bonne qualité, avec une moyenne de 8-9 %, au Bronze Ancien II. ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABELS B.U. (1972) – Die Randleistenbeile in Baden-Württemberg, dem Elsass, der Franche Comté und der Schweiz, *PBF IX*, 4, München.

ALBORE LIVADIE C., PATERNOSTER G., RINZIVILLO R. (199?) – Il ripostiglio di asce di San Marcellino (Frignano-Napoli), Atti del I° Congresso Nazionale di Archeometria, Bologna.

- BERZERO, CAMELLA CRESPI, GENOVA, MELONI, ODDONE, PEARCE (1991) – *Indagine chimica sul ripostiglio di Pieve Albignola (Pavia)*, dans M. Pearce, *Materiali preistorici, Cataloghi dei civici musei di Pavia*, I, Pavia p. 163-170.
- BIANCO PERONI V. (1994) – I pugnali nell'Italia continentale, *PBF*, VI, 10, Stuttgart (F. Steiner V.), n^{os} 389, 391, 392, 400-411, 416-421 (Ripatransone); 389, 390-392, 394-397, 424, 426, 427, 429, 430, 432 (Loreto Aprutino).
- CAMBI L. (1959) – Ricerche chimico metallurgiche su leghe cupriche, I metalli dei sepolcri di Ponte S. Pietro e Garavicchio, *Studi Etruschi*, XXVII, p. 191-208.
- CAMBI L., ELLI (1960) – Relitto di fonderia terramaricola, *Studi Etruschi*, XXVIII, p. 421-435.
- CAMPANA N., FRANCESCHI E., MAGGI R., STOS-GALE Z. (1996) – *Grotticella sepolcrale di Val Frascaese : nuove analisi dei reperti metallici*, L'antica età del Bronzo, Firenze p. 556-557.
- CARANCINI G.L. (1993) – *Primi sviluppi della metallurgia nell'area medio-tirrenica nel quadro della protostoria peninsulare, in Vulcano a Mezzano. Inseadimento e produzioni artigianali nella media valle della Fiora durante l'età del Bronzo*, Valentano, p. 125-155.
- CARANCINI G.L., PERONI R. (1999) – *L'età del Bronzo in Italia: per una cronologia della produzione metallurgica*, Perugia, 1999.
- CARDARELLI A. (1997) – *Le Terramare. La più antica civiltà padana*, Modena, 1997, p. 305-306, fig.155 (A).
- CASTELFRANCO P. (1887) – Una tomba, due ripostigli e una torbiera interessanti la paletnologia lombarda, *Bullettino di Paletnologia Italiana*, p. 137-149, Pl. V.
- ECKEL F. (1992) – *Studien zur Form- und Materialtypologie von Spangenbarren und Ösenringbarren*, Bonn (R. Habelt V.).
- FASANI L. (1998) – La sepoltura e il forno di fusione de La Vela di Valbusa (Trento), *Preist. Alp.*, 24, p. 165-181.
- GERLOFF S. (1996) – *Wessex, Mycenae and Related Matters: the Chronology of the British Bronze Age in its European Setting*, The Bronze Age in Europe and the Mediterranean, colloquium XX (R. Peroni ed.), XIII Int. Congress of Prehist. and Protohist. Sciences, Forlì, p. 11-19.
- HARDING A.F. (1983) – *The Bronze Age in Central and Eastern Europe: Advances and Prospects*, dans F. Wendorf, A.E. Close (eds.), *Advances in World Archaeology*, 2, New York – London (Academic Press) p. 1-50.
- JUNGHANS S., SANGMEISTER E., SCHRÖDER M. (1960) – *Metalanalysen kupferzeitlicher und frühbronzezeitlicher Bodenfunde aus Europas*, Berlin (Gebr. Mann V.).
- JUNGHANS S., SANGMEISTER E., SCHRÖDER M. (1968) – *Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas*, Berlin (Gebr. Mann V.).
- JUNGHANS S., SANGMEISTER E., SCHRÖDER M. (1974) – *Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas*, Berlin (Gebr. Mann V.).
- KRAUSE R. (1988) – *Grabfunde von Singen am Hohentwiel I*, Stuttgart (Theiss V.).
- LEONI M., FORTINA G. (1970) – Studio metallografico di manufatti bronzei provenienti da stazioni palafitticole del Garda, *Memorie Museo Civico Storia Naturale Verona*, XVIII, p. 423-447.
- LEONI M. (1980-1981) – *Esame analitico di due asce provenienti dalla zona di Carignano, Sibirium*, XV, p. 47-49.
- LIVERSAGE D. (1994) – Interpreting composition patterns in ancient bronze: the Carpathian Basin, *Acta Archaeologica* (Copenhagen), Supplementum 65, p. 57-134.
- MAGGI R., FORMICOLA V. (1978) – Una grotticella sepolcrale dell'inizio dell'età del bronzo in Val Frascaese, *Preistoria Alpina*, 14, p. 87-113.
- MAGGI R. (1998) – *Val Frascaese, Dal diaspro al bronzo. L'età del Rame e l'età del Bronzo in Liguria*, La Spezia 1998, p. 142-143.
- MAIER R.A. (1973) – *Germania*, 51, p. 524-527, fig.1-2.
- MARINIS de R.C. (1975-1976) – *Alcuni aspetti dei rapporti culturali tra Italia settentrionale e regioni transalpine durante l'antica età del Bronzo*, Atti VII Ce.S.D.I.R., Milano, p. 203 ss., fig. 5:2.
- MARINIS de R.C. (1977) – *Il ripostiglio dell'antica età del Bronzo della Baragalla presso Reggio Emilia*, Atti XIX Riunione Scientifica Ist. Italiano Preist. e Protost., Firenze p. 213-242.
- MARINIS de R.C. (1978) – Lagazzi di Vho, *Preist. Alp.*, 14, p. 271-273, fig. 6.
- MARINIS de R.C. (1982) – *L'età del Bronzo : la metallurgia*, Archeologia in Lombardia, Milano (Silvana edit.), p. 63-72, figg. 73-74.
- MARINIS de R.C. (1992) – *La più antica metallurgia nell'Italia settentrionale*, dans F. Höpfl, W. Platzer, K. Spindler (éd.), *Der Mann im Eis*, I, Bericht über das Internationale Symposium 1992 in Innsbruck, Innsbruck, 1992, 19932 p. 389-409.
- MARINIS de R.C. (1997) – *Il ripostiglio di Castione dei Marchesi (Parma)*, *Archeologia dell'Emilia-Romagna*, I/1, p. 9-20.
- MARINIS de R.C. (1997) – *Il ripostiglio della Baragalla (RE), Le Terramare. La più antica civiltà padana*, Modena (Electa), p. 306-308.
- MARINIS de R.C. (1999) – Towards a Relative and Absolute Chronology of the Bronze Age in Northern Italy, *Not. Arch. Berg.*, 7 (2002) p. 23-100.
- MARINIS de R.C. (2000) – *Il museo civico archeologico G. Rambotti. Una introduzione alla preistoria del lago di Garda*, Desenzano del Garda.
- MARINIS de R.C. (2001) – *Aspetti della metallurgia dell'antica età del Bronzo in Toscana*, Atti della XXXIV Riunione Scientifica. Preistoria e Protostoria della Toscana, Firenze, p. 253-280.
- MONTELIUS O. (1895) – *La civilisation primitive en Italie depuis l'introduction des métaux, I. Italie septentrionale*, Stockholm.
- NEEDHAM S. et Alii (1985) – *Early Bronze Age Hoards*. British Bronze Age Metalwork. Associated Finds, London (British Museum Publications).
- OTTO H., WITTER W. (1952) – *Handbuch der ältesten vorgeschichtlichen Metallurgie in Mitteleuropa*, Leipzig (J.A. Barth V.), 1952.
- PARE C.F.E. (2000) – *Bronze and the Bronze Age*, in C.F. Pare (ed.), *Metals Make the World Go Round. The Supply and Circulation of Metals in Bronze Age Europe*, Oxford (Oxbow Books), p. 1-38.
- PERINI R. (1987) – *Scavi archeologici nella zona palafitticola di Fivà-Carera, II, Resti della cultura materiale: metallo-osso-litica-legno*, Trento, 1987, 12 ss., pl. I : 4, 21 ss., fig. 5b.
- PERINI R. (1994) – *Scavi archeologici nella zona palafitticola di Fivà-Carera, III, Resti della cultura materiale: ceramica*, 1-2, Trento.
- PERONI R. (1994) – Osservazioni sulla cronologia dell'età del Bronzo nell'Italia continentale, dans V. Bianco Peroni, *I pugnali nell'Italia continentale*, *PBF*, VI, 10, Stuttgart (F. Steiner V.), p. 184-197.
- PERONI R. (1989) – *Protostoria dell'Italia continentale. La penisola italiana nelle età del Bronzo e del Ferro*, Roma (Biblioteca di Storia Patria), 1989.
- ROUSSOT-LARROQUE J., BOURHIS J.R., BRIARD J. (1999) – *Une production métallique originale de l'Âge du Cuivre dans le Médoc : pointes de Palmela et hachettes minces de Vendays-Montalivet (Gironde)*, Actes de congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 124^e Nantes, p. 273-284.
- RUCKDESCHEL W. (1978) – *Die frühbronzezeitlichen Gräber Südbayerns. Ein Beitrag zur Kenntnis der Straubinger Kultur*, Bonn (R. Habelt V.).

SLATER E. (1971) – Analysis of samples from the Pigorini Museum, in G. Barker, *The first metallurgy in Italy in the light of the metal analyses from the Pigorini Museum*, *Bullettino di Paleologia Italiana*, 80, p. 182-212.

SPINDLER K. (1971) – Zur Herstellung der Zinnbronze in der frühen Metallurgie Europas, *Acta Praehistorica et Archaeologica*, 2, p. 199-253.

STEIN F. (1979) – *Katalog der vorgechichtlichen Hortfunde in Süddeutschland*, Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde 24, Bonn (R. Habelt V).

TORBRÜGGE W. (1959) – *Die Bronzezeit in der Oberpfalz*, Kallmünz (Materialh. z. Bayerischen Vorgeschichte 13).

UENZE O (1938) – *Die frühbronzezeitlichen triangulären Vollgriffdolche*, *Vorgeschichtliche Forschungen* 11, Berlin (De Gruyter), 39 a-z, 37 a-h.

WATERBOLK H.T., BUTLER J.J. (1965) – Comments on the use of metallurgical analysis in prehistoric studies, *Helinium*, V, p. 227-251.

Légende des figures (non référencées dans le texte. Celui-ci étant une synthèse je propose qu'on en fasse un cahier in fine de l'article après les annexes puisqu'elles sont pour leur part référencées)

Raffaele C. de MARINIS
Dipartimento di Scienze dell'Antichità,
sezione Archeologia,
Università degli Studi di Milano, Italie

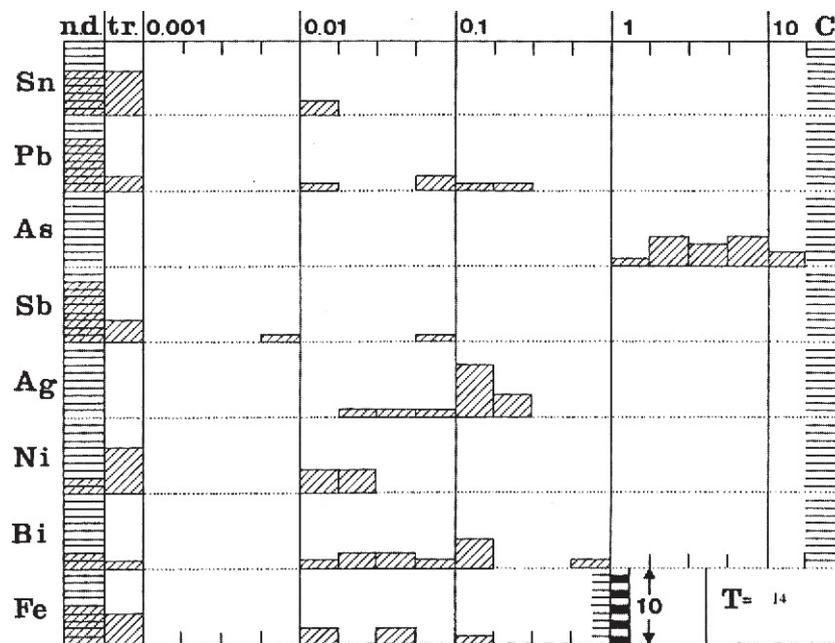


Fig.1 – Histogrammes de la composition chimique des poignards et des hallebardes de l'Âge du Cuivre en Italie septentrionale (cf. annexe 1).

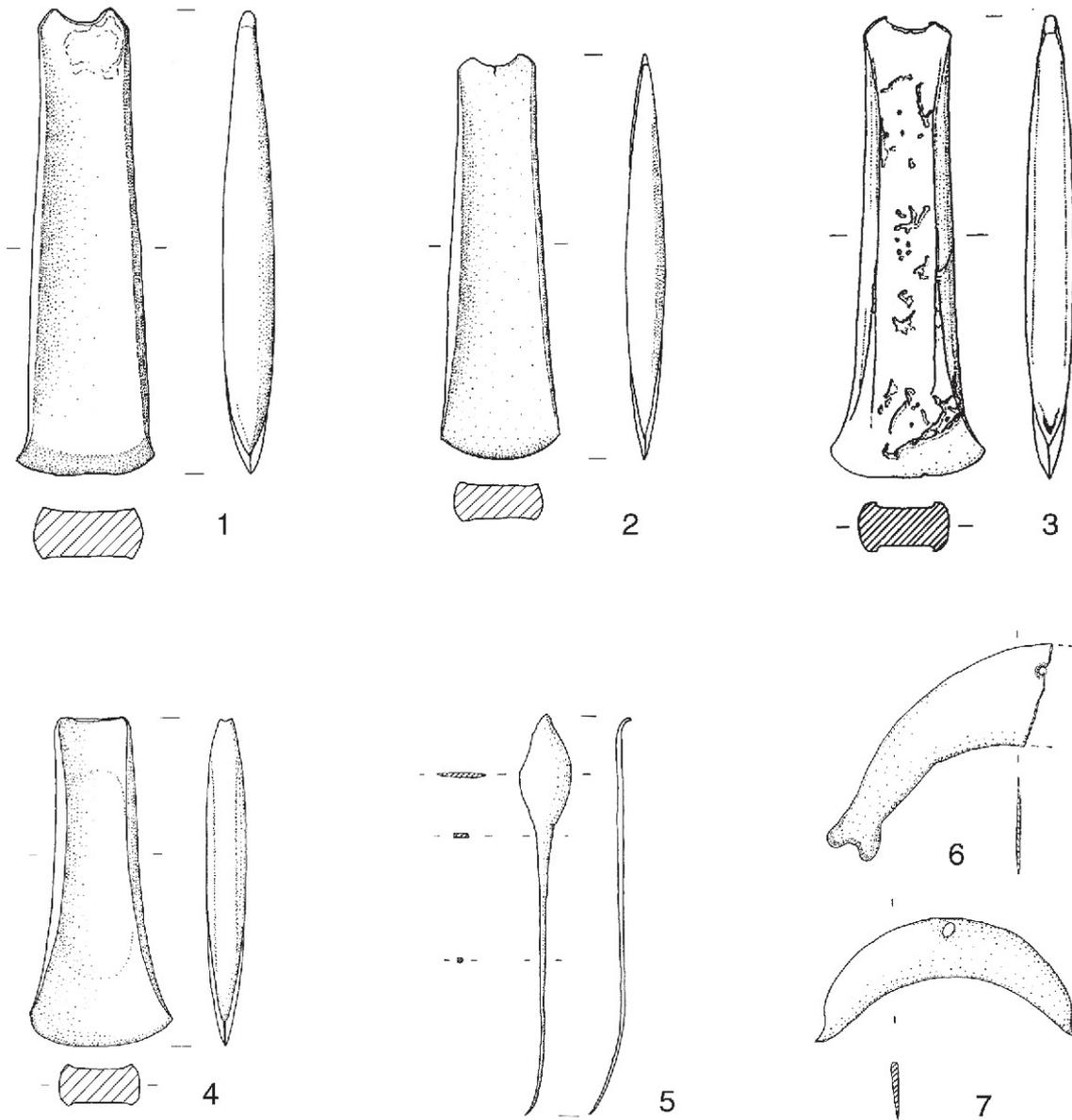


Fig. 2 – Types du Bronze Ancien I A : 1. Ledro (niveau VI, tranchée C) ; 2. Corno di Sotto ; 3. Lavagnone (secteur A, us G/us 338) ; 4-6. Porto Galeazzi ; 7. Gabbiano di Manerba. – gr. nat.

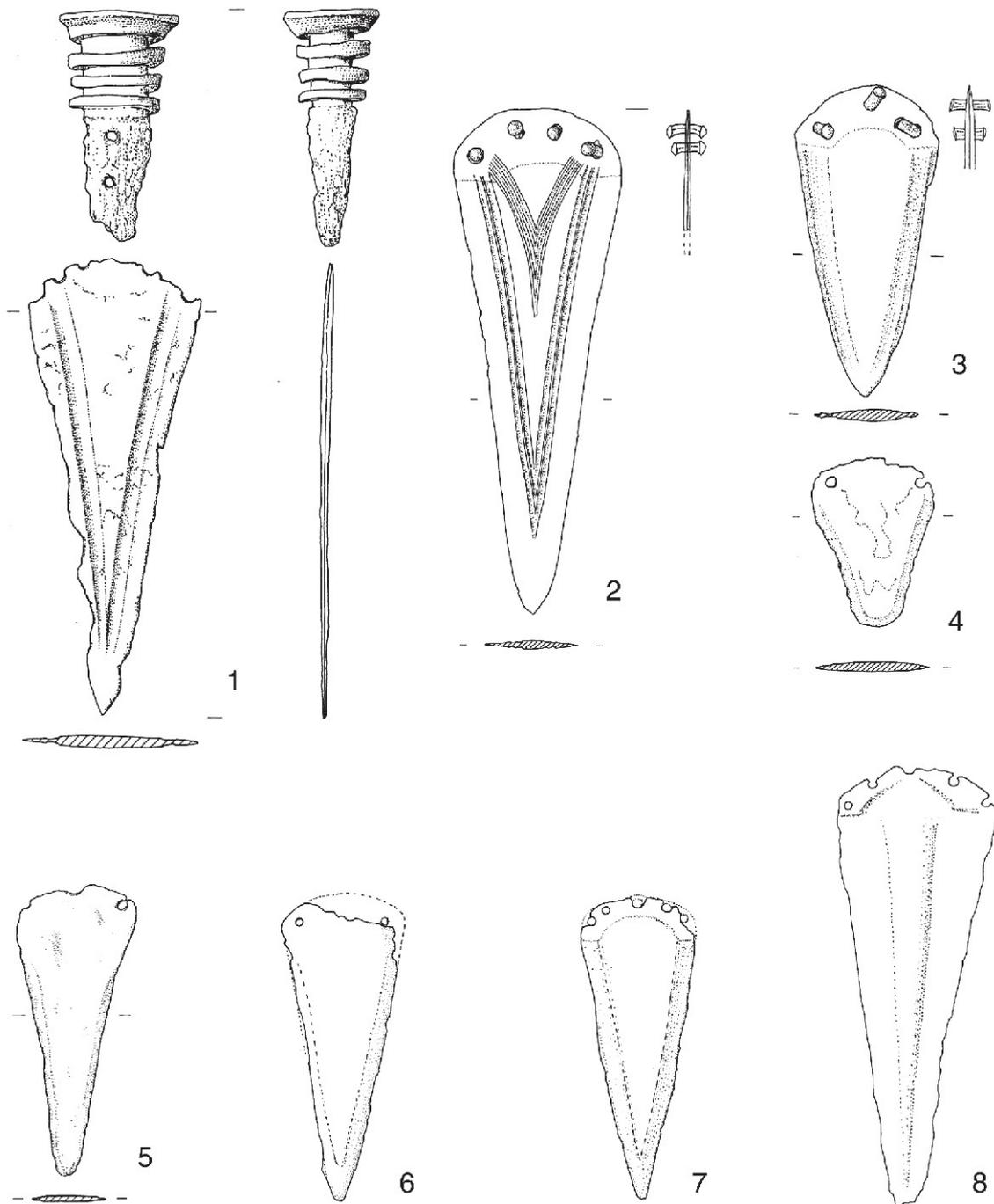


Fig. 3 – Types du Bronze Ancien I A: 1. Lavagnone (secteur A, us G/us 338); 2, 4. Ledro; 3. Fontanella Mantovana; 5. Gabbiano di Manerba; 6, 8. Bande di Cavriana; 7. Barche di Solferino. – gr. nat.

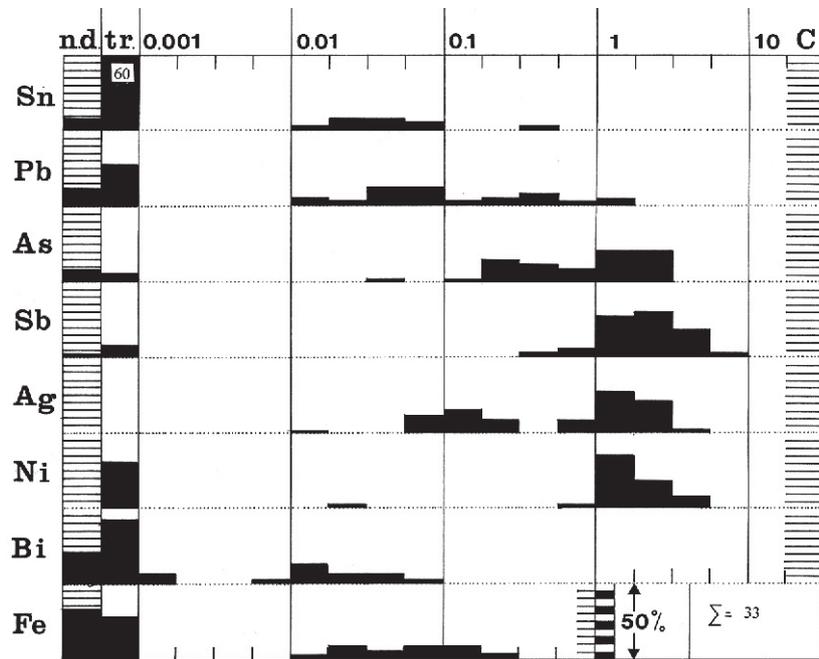


Fig. 4 – Histogrammes de la composition chimique des haches du Bronze Ancien I A (cf. annexe 2).

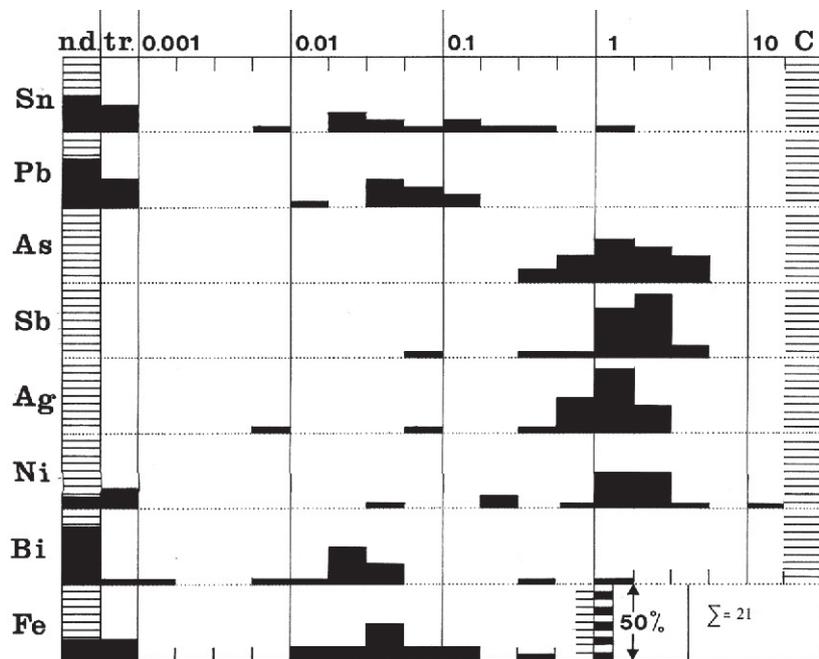


Fig. 5 – Histogrammes de la composition chimique des poignards, outils et ornements du Bronze Ancien I A (cf. annexe 3).

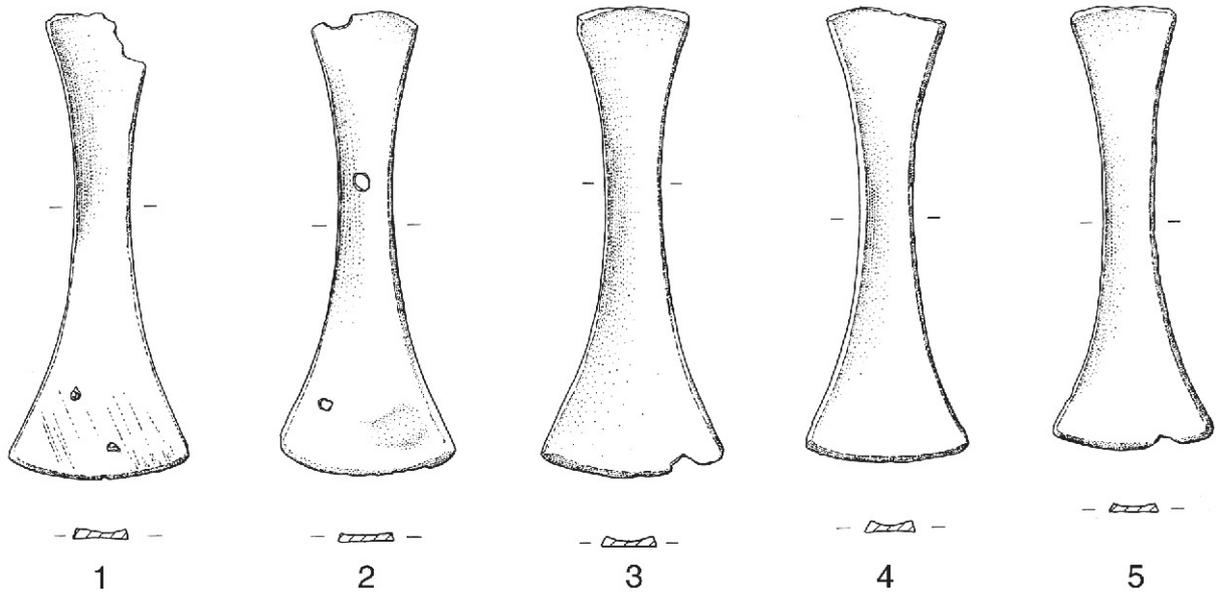


Fig. 6 – Petits lingots en forme d'hache-bipenne du dépôt de Cresciano-Osogna. – gr. nat.

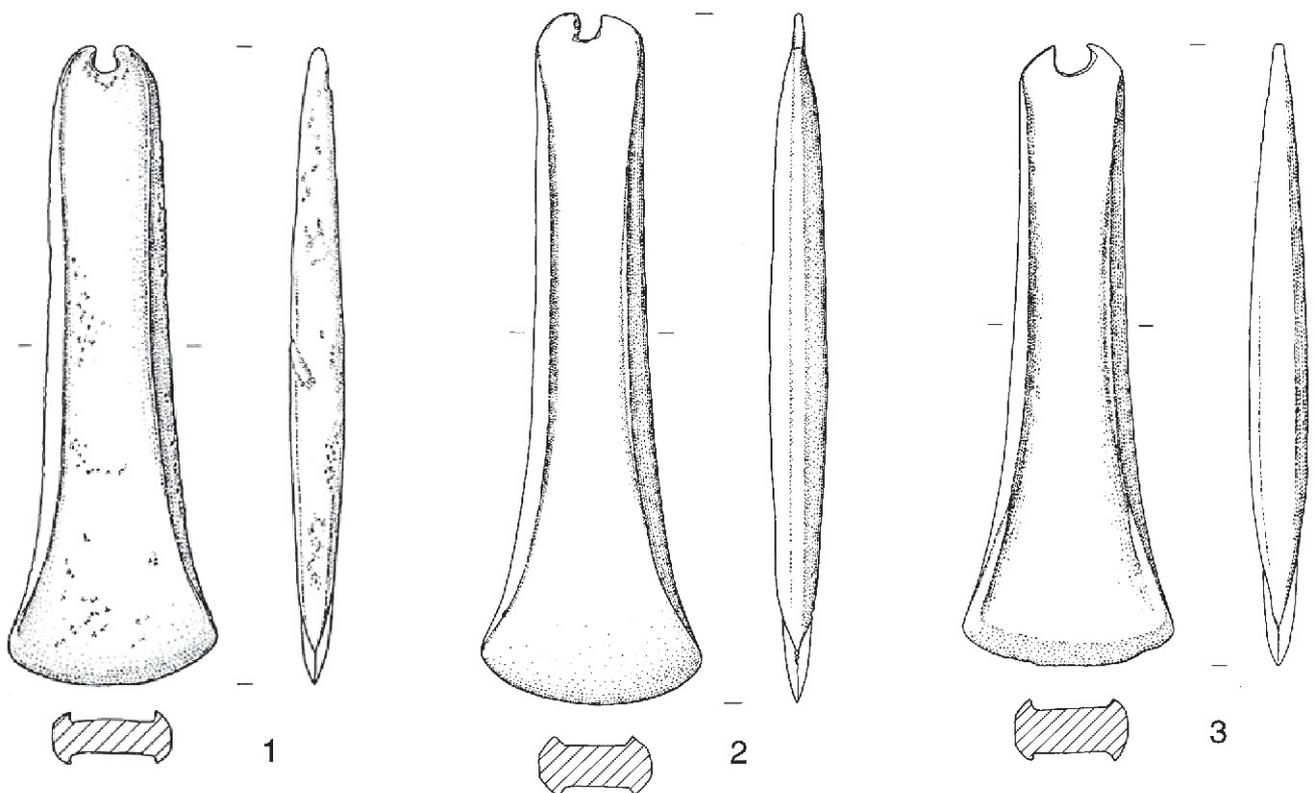


Fig. 7 – Haches du dépôt de Savignano. – gr. nat.

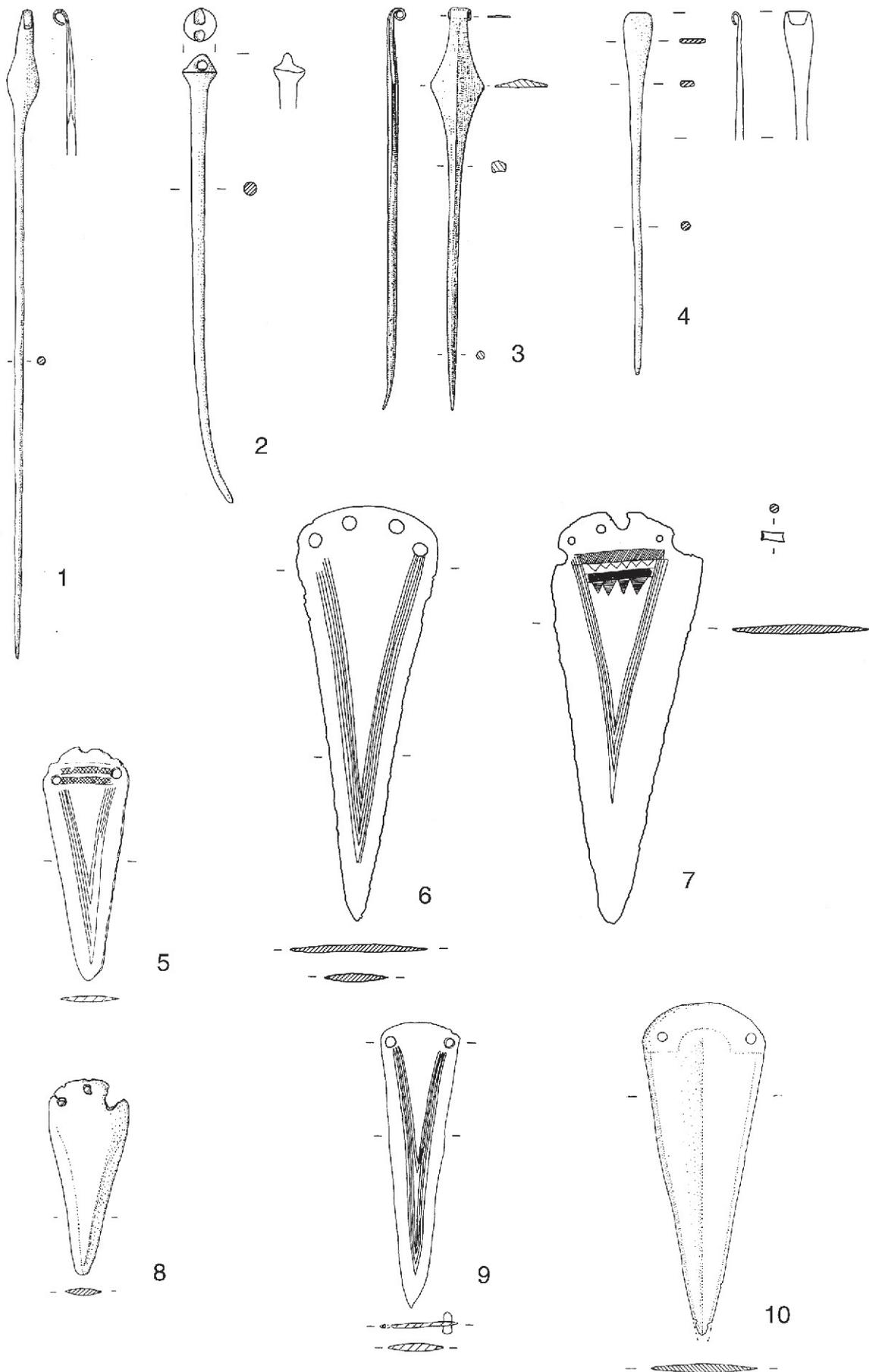


Fig. 8 – Épingles et lames de poignard du Bronze Ancien I B – I C : 1. Bodio; 2, 4, 6-8. Ledro; 3. Castione d'Arbedo; 5. Maraschina; 9. Gabbiano di Manerba; 10. Mercurago. – gr. nat.

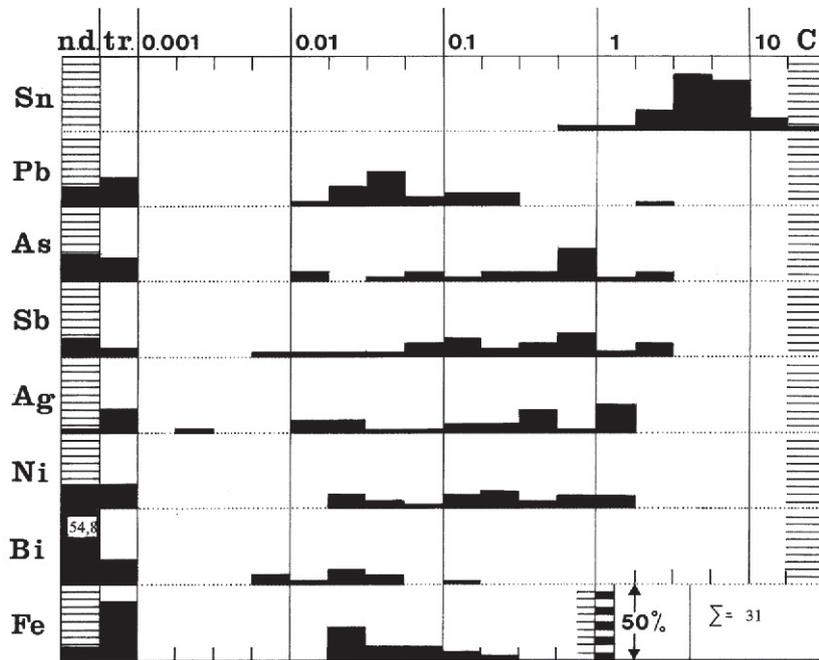


Fig. 9 – Histogrammes de la composition chimique des objets en métal du Bronze Ancien I B – I C (cf. annexe 4).

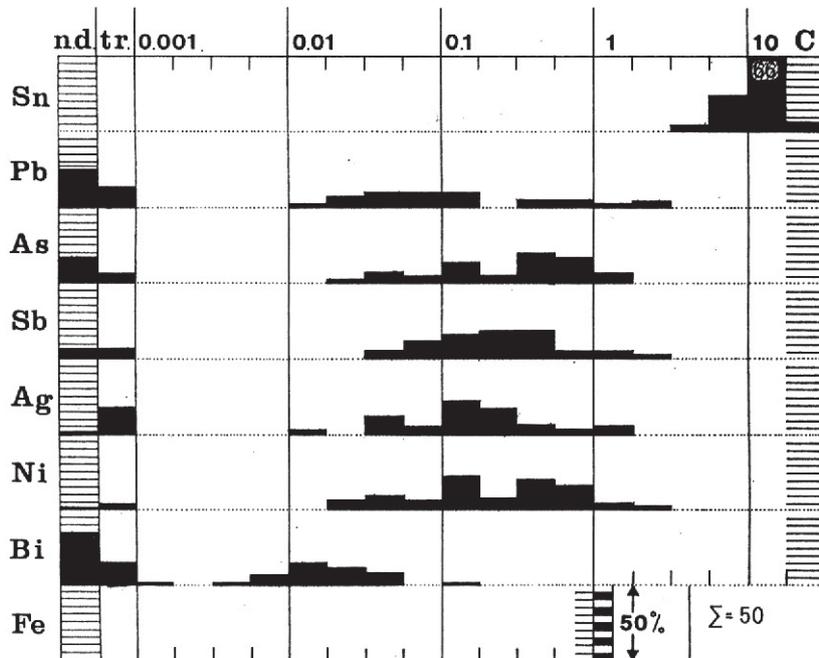


Fig.10 – Histogrammes de la composition chimique des objets en métal du Bronze Ancien II.

Maurizio ROSSI
et Anna GATTIGLIA

Les poignards de Remedello hors d'Italie : révision de données¹

Résumé

Des pétroglyphes représentant fidèlement des poignards en cuivre de type Remedello, caractéristiques du Chalcolithique moyen d'Italie septentrionale, sont présents aux Oullas (Alpes-de-Haute-Provence). Ces représentations sont probablement en rapport avec la voisine mine de cuivre de Saint-Véran – Les Clausis. La typométrie comparée des objets réels et des pétroglyphes suggère que ces derniers ont été gravés par l'outil graveur en suivant le contour de l'objet réel posé sur le rocher. La présence de poignards italiques dans la Haute Ubaye est particulièrement significative, puisque cette vallée se situe sur la ligne théorique de jonction entre l'aire de Remedello et le dolmen d'Orgon – le Mas des Gavots (Bouches-du-Rhône), seul site hors d'Italie ayant livré un véritable poignard de Remedello. D'autres poignards attribués à ce type et existants hors d'Italie sont par contre à supprimer pour des raisons typologiques ou du fait de la provenance réelle des objets.

Abstract

Petroglyphs faithfully representing copper daggers of Remedello type, characteristic of middle chalcolithic of Northern Italy, are present at the Oullas (Alpes-de-Haute-Provence). Such representations are probably related to the neighbouring copper mine of Saint-Véran – les Clausis. Comparative typometry of real objects and petroglyphs suggests that the later were carved by outlining the real object placed on the rock, with an engraving tool. The presence of italic daggers in haute Ubaye is particularly significant, as that valley is situated along the ideal line linking Remedello area to Orgon – le Mas des Gavots dolmen (Bouches-du-Rhône), sole not Italian site having revealed an authentic Remedello dagger. In fact, other daggers assigned to this type and existing out of Italy must be deleted for typological reasons or because the real provenance of the object is different.

INTRODUCTION

Des pétroglyphes représentant fidèlement des poignards en cuivre de type Remedello, caractéristiques du Chalcolithique moyen d'Italie septentrionale, sont présents aux Oullas (Alpes-de-Haute-Provence). Or, ces poignards réels ou figurés sont de fait extrêmement rares hors d'Italie, la plupart de ceux généralement signalés doivent être supprimés pour des raisons typologiques ou du fait de la provenance réelle des objets.

LES EXEMPLAIRES FRANÇAIS DU BASSIN-VERSANT DE LA DURANCE

Remedello et les Oullas

L'abri sous roche des Oullas (Saint-Paul-sur-Ubaye, Alpes-de-Haute-Provence, 2 420 m) est un site rupestre à la tête de la vallée de l'Ubaye, près de la frontière italienne (Muller, 1987 ; 1994 ; Muller et Jorda, 1990 ; Muller *et al.*, 1991). On y observe un panneau gravé et



Fig. 1 – Restitution partielle du relevé du panneau gravé et peint des Oullas (en noir les pétroglyphes chalcolithiques, en gris les peintures sous-jacentes).

peint, comprenant, parmi d'autres choses, un grand personnage masculin (hauteur 76 cm), aprosope et macrodactyle, et des représentations de poignards à la lame triangulaire et au pommeau en demi-lune (*pl. coul. VIII, n° 3* et fig. 1).

Loin de renvoyer à la vallée de la Durance et au Sud-Est de la France, les objets dont les pétroglyphes des Oullas constituent la fidèle représentation rupestre sont une production en cuivre typique du Chalcolithique moyen d'Italie septentrionale (fig. 3 et 4), où ils caractérisent la phase 2 de la culture de Remedello, dans les nécropoles de Remedello Sotto (phase 2, 2900-2500 av. J.-C.), Cumarola, Borgo Rivola et Spilamberto (De Marinis, 1994b, 1998; cf. Bagolini, 1981, p. 247-258); leur représentation est fréquente sur les stèles gravées de Valcamonica, Trentin – Haut-Adige, Lunigiana et Valais. Ils sont par contre bien différents des poignards représentés dans les Alpes-Maritimes, sur les roches du Mont Bego (Bocquet, 1977; De Lumley *et al.*, 1996; cf. Rossi et Gattiglia, 1998, p. 451; Rossi *et al.*, 1999, p. 259), où un seul exemplaire pouvant peut-être appartenir à ce type a été reconnu (Bocquet, 1977).

Les Oullas et les Clausis

La composition rupestre des Oullas se trouve à 6 km seulement de la mine de cuivre préhistorique de Saint-Véran – les Clausis (Hautes-Alpes), d'où l'on accède à la haute Ubaye par le Col de la Noire, relativement facile bien que élevé (2955 m). On peut envisager qu'elle constitue une sorte d'ex voto, suite à la première découverte de l'un des gîtes cuprifères du secteur par un groupe humain ayant la pratique et la nécessité de l'extraction du cuivre, pour produire, parmi d'autres choses, des poignards tels que ceux qui ont été représentés sur la roche (*pl. coul. VIII, nos 3 et 4*). Le gîte en question pourrait être même celui des Clausis, ou un autre, que les archéologues n'ont pas encore identifié sur le terrain. Il faut rappeler à ce propos que l'absence de pétroglyphes préhistoriques au voisinage le plus immédiat de la mine des Clausis ne doit pas étonner, puisque, ainsi que l'on a appris au cours des dernières années, en haute montagne les pétroglyphes réalisés sur les calcschistes de la Zone Piémontaise ne survivent pas à l'altération plus de cinq ou six siècles (Rossi, 1999), à l'extérieur de zones abritées comme celle des Oullas.

Pétroglyphes et typométrie

Les dimensions des poignards rupestres de la Haute Ubaye (longueur de la lame $17 \div 24$ cm, largeur de la garde $5 \div 8$ cm; cf. fig. 1 et *pl. coul. VIII, n° 3*) correspondent précisément aux dimensions des exemplaires réels de la variante à lame longue (longueur de la lame $16 \div 24$ cm, largeur de la garde $5 \div 9$ cm, fig. 3). Dans un autre cas également significatif, celui de la stèle C23 d'Ossimo – Anvoia, au Valcamonica (Fedele, 1995, fig. 21), les dimensions des figures gravées (longueur de la lame $11 \div 12$ cm, largeur de la garde $4 \div 5$ cm) correspondent aussi précisément aux dimensions des

exemplaires réels de la variante à lame courte (longueur de la lame 11 ÷ 13 cm, largeur de la garde 4 ÷ 7 cm; cf. fig. 2).

Dans les deux cas, il est très probable que les pétroglyphes aient été réalisés en appuyant l'objet réel sur la pierre et en suivant son contour avec un ciseau de pierre frappé à l'aide d'un maillet. Les objets réels devaient donc être présents sur place au moment de la réalisation des pétroglyphes. Si cela est tout à fait normal au Valcamonica, très proche de la zone de Remedello, cela devient remarquable aux Oullas. Cela confirme, au début des âges des métaux, la présence dans ce secteur de groupes humains d'origine italique, déjà suggérée à Saint-Véran – Les Clausis par la typologie des tuyères métallurgiques, par le traitement Besenstrich de quelques récipients céramiques et par les outils en éclogite de provenance piémontaise ou ligure (Gattiglia et Rossi, 1995; Rossi *et al.*, 1999).

Les Oullas et le dolmen d'Orgon

Le site des Oullas se place d'ailleurs singulièrement (fig. 3) sur la ligne théorique de jonction entre la zone de plus haute concentration de poignards de Remedello (Courtin *et al.*, 1975; Bagolini *et al.*, 1983) et le dolmen d'Orgon – le Mas des Gavots (Bouches-du-Rhône), d'où provient un poignard de ce type (Courtin *et al.*, 1975; Gallay, 1981, p. 7, 44-45; Roudil, 1990; cf. fig. 2).

Cette ligne de jonction Remedello – les Oullas – Orgon pourrait s'avérer particulièrement significative, car le Mas des Gavots a la caractéristique d'être le seul site hors d'Italie ayant livré un véritable poignard de Remedello. D'autres attributions similaires que l'on trouve dans la littérature archéologique sont par contre à supprimer pour des raisons diverses. Voyons ici pourquoi (fig. 2 et tabl. 1).

UN PEU DE TYPOLOGIE

L'exemplaire dont on conserve le moulage au Musée des Antiquités Nationales de Saint-Germain-en-Laye (Gallay, 1981, p. 7, 44-45, 119), publié jadis comme provenant de Salins-les-Bains (Jura), est en réalité l'un des trois issus de la nécropole de Cumarola (Modena) (Bagolini *et al.*, 1983, p. 57-59, 63, 65). Volé il y a longtemps, au Musée di Antichità de Torino, il est actuellement conservé à l'Alte Pinakothek de München (De Marinis, 1992, p. 408) qui l'a probablement acquis sans trop de précaution.

Le poignard livré par la sépulture n. 3 de Fontaine-le-Puits (Savoie) a un talon arrondi, présentant cinq trous de rivet et la trace d'un emmanchement en forme de fer à cheval : au contraire de ce que l'on a souvent écrit (cf. Jacqueline Combier, 1976; Guilaine, 1980, p. 128; Gallay, 1981, p. 8, 119; Bocquet, 1984, p. 50, 56; Jean Combier, 1991, p. 34), il n'appartient donc évidemment pas au type Remedello. Il est probable que l'attribution à Remedello de ce poignard ait été suggérée par la position repliée, costale, du squelette, bien que le mobilier associé ne la justifie pas.

Le poignard du tumulus campaniforme de Soyons (Ardèche), lui aussi attribué, encore en 1991, à Remedello (Combier, 1991), est de type Ciempozuelos (Gallay, 1981, p. 33-35; Gutherz, 1995, p. 395). Il est possible que cette fausse attribution ait été suggérée par la présence au Valcamonica, sur les stèles gravées

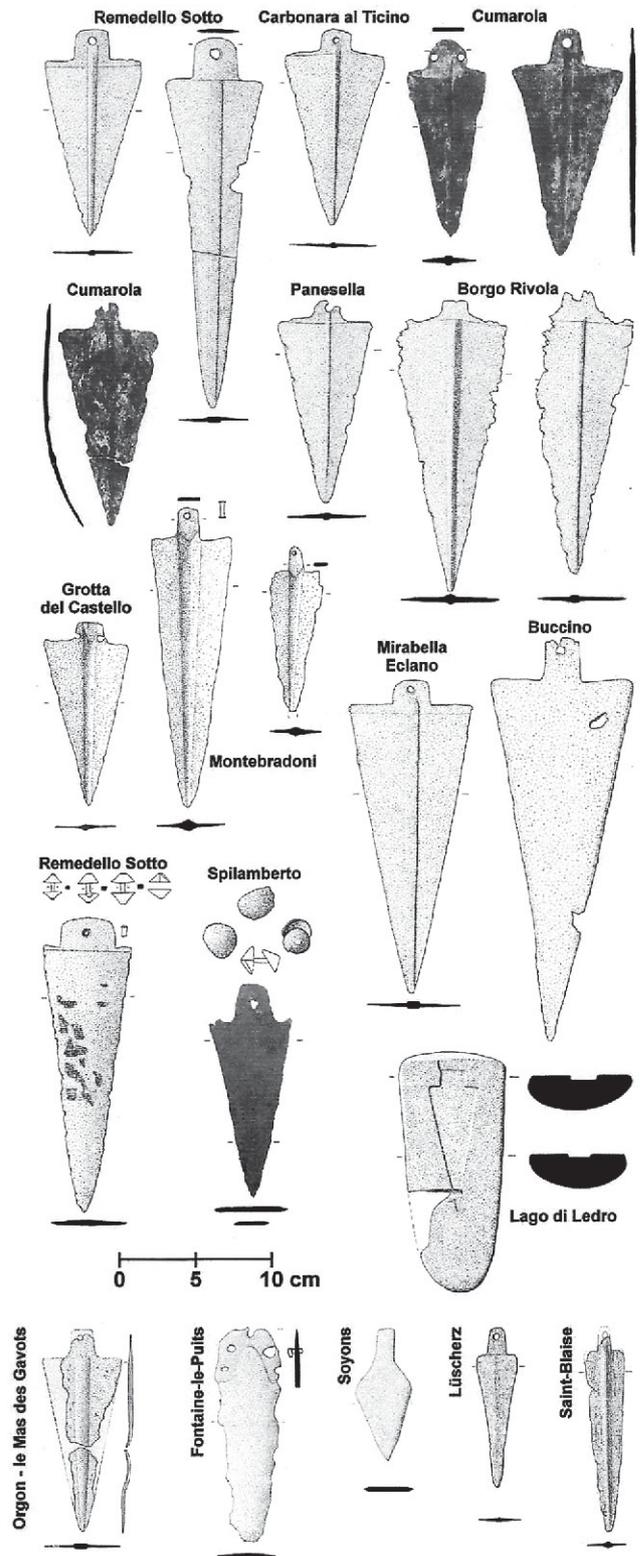


Fig. 2 – Les poignards en cuivre de type Remedello (véritables et prétendus).

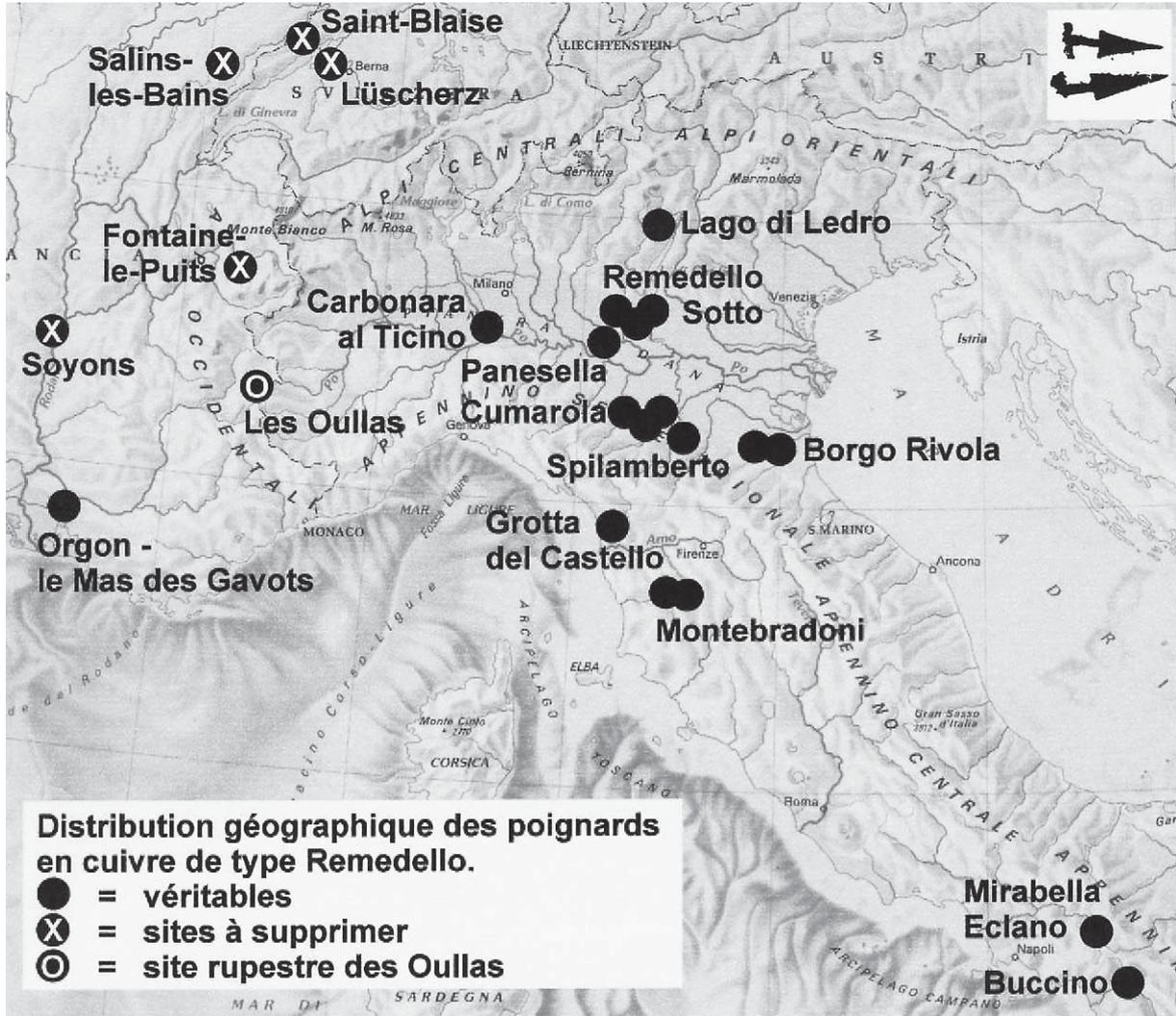


Fig. 3 – Distribution géographique des poignards en cuivre de type Remedello.

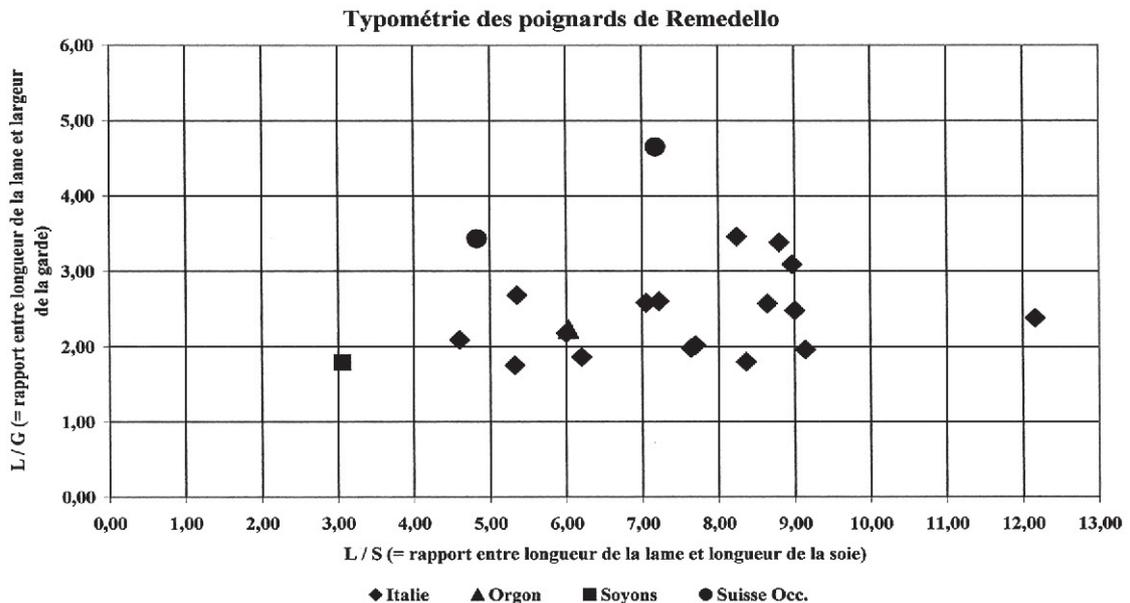


Fig. 4 – Typométrie des poignards de Remedello.

Site	Lame	Nervure	Rivets	L / G	L / S	Source iconographique
Borgo Rivola sép. [1] (RA)	longue	présente	1	2.48	9.00	Bianco Peroni, 1994, pl. 1 (dessin)
Borgo Rivola sép. [2] (RA)	longue	présente	1	2.58	7.05	Bianco Peroni, 1994, pl. 1 (dessin)
Buccino sép. 1-2 (SA)	longue	absente	1	2.57	8.64	Bianco Peroni, 1994, pl. 2 (dessin)
Carbonara al Ticino / Sabbione (PV)	courte	présente	1	1.80	8.36	Bianco Peroni, 1994, pl. 1 (dessin)
Cumarola sép. [1] (MO)	courte	présente	1	1.75	5.32	Bagolini <i>et al.</i> , 1983, p. 53 (photo)
Cumarola sép. [2] (MO)	courte	présente	1	2.02	7.70	Bagolini <i>et al.</i> , 1983, p. 61 (photo)
Cumarola sép. [3] (MO)	courte	présente	2	2.18	6.00	Bagolini <i>et al.</i> , 1983, p. 58 (photo)
Grotta del Castello di Vecchiano (PI)	courte	présente	2	1.98	7.64	Cocchi Genick <i>et al.</i> , 1989, p. 123 (dessin)
Lago di Ledro (TN)	courte	absente	1?	2.60	7.22	Bianco Peroni, 1994, pl. 2 (dessin)
Mirabella Eclano (AV)	longue	présente	1	2.38	12.16	Bianco Peroni, 1994, pl. 2 (dessin)
Montebradoni 1 (PI)	longue	présente	1	3.38	8.80	Cocchi Genick <i>et al.</i> , 1989, p. 123 (dessin)
Montebradoni 2 (PI)	longue	présente	1	2.68	5.35	Cocchi Genick <i>et al.</i> , 1989, p. 123 (dessin)
Orgon - le Mas des Gavots (13)	courte	présente	1	2.23	6.03	Courtin <i>et al.</i> , 1975, p. 185 (dessin)
Panesella / Volongo sép. 1 (CR)	courte	présente	1	1.96	9.14	Bianco Peroni, 1994, pl. 1 (dessin)
Remedello Sotto sép. 62 (BS)	longue	présente	1	3.46	8.24	Bianco Peroni, 1994, pl. 1 (dessin)
Remedello Sotto sép. 79 (BS)	courte	présente	1	1.86	6.20	Bianco Peroni, 1994, pl. 1 (dessin)
Remedello Sotto sép. 83 (BS)	longue	absente	1	3.09	8.97	Bianco Peroni, 1994, pl. 2 (dessin)
Spilamberto sép. 1 (MO)	courte	absente	1	2.09	4.60	Bagolini, 1981, p. 108, fig. 46 (photo) Bianco Peroni, 1994, pl. 2 (dessin)
Fontaine-le-Puits (73)	à talon arrondi	et soie absentes	5	3.29	n.d.	Jacqueline Combier, 1976, p. 170 (dessin)
Lüscherz (BE)	longue	présente	1	4.65	7.18	Strahm, 1992, p. 22 (dessin)
Saint-Blaise (NE)	longue	absente	1	3.43	4.83	Strahm, 1992, p. 22 (dessin)
Salins-les-Bains (39)	localité à supprimer en tant que l'exemplaire qui en proviendrait est celui de Cumarola sép. [3]					Bagolini <i>et al.</i> , 1983, p. 57-58 (photos)
Soyons (07)	rhomboidale	absente	0	1.79	3.06	Gallay, 1981, pl. 4 (dessin)

Tabl. 1 – Typologie et typométrie des poignards de Remedello (véritables et prétendus).

L/G = rapport entre longueur de la lame et largeur de la garde ; L/S = rapport entre longueur de la lame et longueur de la soie.

Cemmo 3 et 4, de représentations de poignards de Ciempozuelos, qui sont de toute façon très différents de ceux de Remedello (De Marinis, 1994a, 1994b). En général, il convient d'observer à ce propos que les recherches naïvement stylistiques et morphologiques sur les pétroglyphes du Valcamonica ont rarement été associées à une approche archéologique sérieuse et il faut donc souvent se méfier des légendes (dans les deux sens du mot!) qui accompagnent nombre de reproductions de ces pétroglyphes dans la littérature qui s'en occupe.

Concernant enfin les exemplaires de Saint-Blaise, dans le canton de Neuchâtel, et de Lüscherz, dans le canton de Bern (Strahm, 1992), bien plus «maigres» que leurs parents italiques présumés, si l'on dresse un diagramme de dispersion tenant en compte les rapports

dimensionnels entre lame, garde et soie (fig. 4), on constate qu'ils vont se placer bien en dehors de l'aire plutôt serrée dans laquelle tombent les véritables poignards de Remedello (y compris celui du Mas des Gavots).

On ajoutera, pour terminer, que les poignards à soie en silex de Payre III, dans l'Ardèche (Nikitine, 1963), et du Perpétairi, dans la Drôme (Courtin, 1962), diffèrent sensiblement des objets correspondants de Remedello, desquels ils ont été rapprochés (Beeching, 1986, p. 268) : la différence est donnée non seulement par les détails des retouches, mais surtout par le polissage de la face ventrale puisque dans les exemplaires italiques la retouche recouvre complètement les deux faces de l'outil (Biagi, 1978 ; Poggiani Keller, 1982 ; Barfield, 1985, p. 158-159 ; De Marinis, 1998, p. 39, 42).

CONCLUSION

L'intérêt des pétroglyphes des Oullas, s'agissant de poignards de Remedello incontestables, renforce l'influence de la métallurgie italienne contemporaine de ce secteur des Alpes déjà évoquée pour les mines de cuivre voisines de Saint-Véran. Par contre la liste des poignards de Remedello en France comme en Suisse,

doit être débarassée de plusieurs exemplaires parfois cités à tort (Salins, Fontaine-le-Puits, Soyons, Saint-Blaise), hormis les gravures du Valais, le seul poignard remedellien connu hors d'Italie demeure celui d'Orgon. ■

NOTE

(1) Projet de recherche "PÉTRAO" ("Pétroglyphes des Alpes Occidentales"), texte n. 63.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAGOLINI B. dir. (1981) – *Il neolitico e l'età del rame. Ricerca a Spilamberto e S. Cesario 1977-1980*, Vignola, Cassa di Risparmio di Vignola.
- BAGOLINI B., FERRARI M.G., GIACOBINI G., GOLDONI M. (1983) – Materiali inediti dalla necropoli di Cumarola nel quadro dell'eneolitico italiano, *Preistoria Alpina*, t. 18 (1982), p. 39-78.
- BARFIELD L.H. (1985) – Burials and boundaries in chalcolithic Italy, in C. Malone et S. Stoddart éd., *Papers in Italian archaeology*, t. IV, The Cambridge conference, vol. II, Prehistory, Oxford, *British Archaeological Reports*, p. 152-176.
- BEECHING A. (1986) – *Le néolithique rhodanien: acquis récents et perspectives de la recherche*, in J.-P. Demoule, J. Guilaine dir., *Le Néolithique de la France. Hommage à Gérard Bailloud*, Paris, Picard, p. 259-276.
- BIAGI P. (1978) – *La preistoria in terra bresciana. Culture e stazioni dal paleolitico all'età del bronzo*, Brescia, Grafo.
- BIANCO PERONI V. (1994) – *I pugnali nell'Italia continentale*, Stuttgart, Steiner.
- BOCQUET A. (1977) – Des armes contre le temps : hallebardes et poignards précisent la datation des gravures, *Les Dossiers de l'Archéologie*, fasc. 23, p. 84-95.
- BOCQUET A. (1984) – Quelques éléments sur les rapports entre les Alpes françaises du Nord et l'Italie du néolithique à l'âge du fer, *Bulletin d'Études Préhistoriques Alpines*, t. XVI, p. 49-62.
- COCCHI GENICK D., GRIFONI CREMONESI R. (1989) – *L'età del rame in Toscana*, Viareggio, Comune di Viareggio.
- COMBIER Jac. (1976) – *Les sépultures de Fontaine-le-Puits (Savoie)*, in A. Bocquet, C. Lagrand dir., IX^e Congrès U.I.S.P.P. Livret-guide de l'excursion A 9: Néolithique et âges des métaux dans les Alpes Françaises, Paris, Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques, p. 169-171.
- COMBIER J. (1991) – *Poignards du chalcolithique et de l'âge du bronze ancien dans la moyenne et la basse vallée du Rhône. Données pour la datation des gravures de la région du Mont Bego*, Colloque international "Le Mont Bego. Une montagne sacrée de l'âge du bronze. Sa place dans le contexte des religions protohistoriques du bassin méditerranéen", Tende 1991, t. 1, Paris, Laboratoire de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, Nice, Laboratoire de Préhistoire du Lazaret, p. 33-36.
- COURTIN J. (1962) – La sépulture chalcolithique du Perpétairi à Mollans (Drôme), *Gallia Préhistoire*, t. IV (1961), p. 192-205.
- COURTIN J., SAUZADE G., BOURHIS J.-R. (1975) – Un poignard de type Remedello en Provence, *Bulletin de la Société préhistorique française*, t. 72, fasc. 6, p. 184-190.
- DE LUMLEY H. et al. (1996) – *Le rocce delle Meraviglie. Sacralità e simboli nell'arte rupestre del monte Bego e delle Alpi Marittime*, Milano, Jaca Book.
- DE MARINIS R. (1992) – *La più antica metallurgia nell'Italia settentrionale*, in F. Höpfl, W. Platzer, K. Spindler dir., *Der Mann im Eis*, t. 1, Bericht über das Internationale Symposium 1992 in Innsbruck, Innsbruck, Universität Innsbruck, p. 389-409.
- DE MARINIS R. (1994a) – *I massi di Cemmo*, in S. Casini éd., *Le pietre degli dèi. Menhir e stele dell'età del rame in Valcamonica e Valtellina*, Bergamo, Centro Culturale Nicolò Rezzara et Comune di Bergamo, p. 160-174.
- DE MARINIS R. (1994b) – *La datazione dello stile III A*, in S. Casini éd., *Le pietre degli dèi. Menhir e stele dell'età del rame in Valcamonica e Valtellina*, Bergamo, Centro Culturale Nicolò Rezzara et Comune di Bergamo, p. 69-87.
- DE MARINIS R. (1998) – *The eneolithic cemetery of Remedello Sotto (BS) and the relative and absolute chronology of the copper age in Northern Italy*, *Notizie Archeologiche Bergomensi*, t. 5 (1997), p. 33-51.
- FEDELE F. dir. (1995) – *Ossimo I. Il contesto rituale delle stele calcolitiche e notizie sugli scavi 1988-95*, Napoli, Museo di Antropologia dell'Università di Napoli, Torino, PHP Laboratory.
- GALLAY G. (1981) – *Die kupfer- und altbronzezeitlichen Dolche und Stabdolche in Frankreich*, München, Beck.
- GATTIGLIA A., ROSSI M. (1995) – Les céramiques de la mine préhistorique de Saint-Véran (Hautes-Alpes), *Bulletin de la Société préhistorique française*, t. 92, fasc. 4, p. 509-518.
- GUILAINE J. (1980) – *La France d'avant la France. Du néolithique à l'âge du fer*, Paris, Hachette.
- GUTHERZ X. (1995) – *Quelques réflexions sur l'origine et la chronologie du bronze ancien dans le sud-est de la France*, in R. Chenorkian éd., *L'homme méditerranéen. Mélanges offerts à Gabriel Camps*, Aix-en-Provence, Université de Provence, p. 375-401.
- MULLER A. (1987) – *Vallée de l'Ubaye (05). Prospections-inventaire, Notes d'Information et de Liaison de la direction des antiquités de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur*, t. 4, p. 183-184.
- MULLER A. (1994) – *Gravures et peintures rupestres des Oullas (Saint-Paul-sur-Ubaye, Alpes-de-Haute-Provence, France)*, Congrès de la Société Préhistorique Française, XXIV^e session, Carcassonne 1994, Résumés, Paris, Société Préhistorique Française, p. 105-107.
- MULLER A., JORDA M. (1990) – *Vallée de l'Ubaye*, in J.-P. Jacob, A. D'Anna, A. Guilcher, M. Pagni éd., *Provence-Alpes-Côte d'Azur, Gallia informations. Préhistoire et histoire*, t. 2 (1989), Paris, Centre National de la Recherche Scientifique, p. 289-290.
- MULLER A., JORDA M., GASSEND J.-M. (1991) – *Les gravures préhistoriques de la vallée de l'Ubaye (environ du Lac du Longet) et les modalités du peuplement de la zone intra-alpine*, *Colloque international "Le Mont Bego. Une montagne sacrée de l'âge du bronze. Sa place dans le contexte des religions protohistoriques du bassin méditerranéen"*, Tende 1991, t. 1, Paris, Laboratoire de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, Nice, Laboratoire de Préhistoire du Lazaret, p. 155-161.
- NIKITINE S. (1963) – La grotte sépulcrale de Payre III (commune de Pouzin, Ardèche), *L'Anthropologie*, t. 67, fasc. 5-6, p. 459-469.
- POGGIANI KELLER R. (1982) – *L'età del rame*, *Archeologia in Lombardia*, Milano, Silvana, p. 39-50.
- ROSSI M. (1999) – *Geo-archeologia dei petroglifi nelle Alpi Occidentali: un capitolo quasi tutto da scrivere*, in F. Mandl éd., *Archäologie*

und Felsbildforschung. Studien und Dokumentationen, *Mitteilungen der ANISA*, t. 19-20, fasc. 1-2, p. 76-106.

ROSSI M., GATTIGLIA A. (1998) – *La préhistoire récente d'une région de haute et moyenne montagne : le Briançonnais (Hautes-Alpes)*, in A. D'Anna, D. Binder dir., Production et identité culturelle. Actualité de la recherche. Rencontres méridionales de préhistoire récente. Actes de la deuxième session, Arles 1996, Antibes, Association pour la Promotion et la Diffusion des Connaissances Archéologiques, p. 447-461.

ROSSI M., GATTIGLIA A., ROSTAN P., BOURHIS J.-R., NISBET R. (1999) – *Aspects économiques de l'exploitation du cuivre et de la métallurgie du bronze dans les Alpes franco-piémontaises*, in P. Della Casa éd., Prehistoric alpine environment, society, and economy. Papers of the international colloquium PAESE '97, Zürich 1997, Bonn, Habelt, p. 257-266.

ROUDIL J.-L. (1990) – Les importations alpines en Languedoc pendant le bronze ancien, Actes du V^e colloque sur les Alpes dans l'antiquité, Pila 1987, *Bulletin d'Études Préhistoriques et Archéologiques Alpines*, t. [I], p. 153-161.

STRAHM C. (1992) – L'introduction de la métallurgie en Europe Centrale, Le chalcolithique en Languedoc. Ses relations extra-régionales. Colloque international hommage au Dr Jean Arnal, Saint-Mathieu-de-Trévières 1990, *Archéologie en Languedoc*, t. 15 (1990-91), p. 15-25.

Maurizio ROSSI

Antropologia Alpina
Corso Tassoni 20, I-10143 TORINO, Italie
antropologia.alpina@libero.it

Anna GATTIGLIA

Dipartimento di Scienze Antropologiche,
Archeologiche e Storico-Territoriali
Via Giolitti 21/E, I-10123 TORINO, Italie
antropologia.alpina@libero.it

Première approche de la consommation de superficies forestières par la métallurgie protohistorique : essai de cartographie de l'utilisation du paysage du Rhin supérieur

Doris MISCHKA

Résumé

La consommation de superficies forestières servant à la production de charbon de bois pour le traitement du fer a été déterminée à l'aide d'estimations des consommations minimales et maximales. Les chiffres obtenus varient entre 118 et 954 m² par an, selon la méthode de construction des meules, la densité de la forêt et la gestion de l'environnement qui peut s'inscrire ou non dans une perspective durable.

Abstract

Utilising estimates of maximal and minimal woodland consumption for charcoal production, using the example of iron smelting, an area is calculated ranging from 118 m² to 954 m² per year. This estimate depends upon the type of charcoal pile that was constructed, the tree density of the woodland and as to whether the woodland was clear cut or sustainable forestry was practiced.

INTRODUCTION

Au printemps 2001, un colloque intitulé "Développement du paysage par rapport à l'époque actuelle", financé par l'Association allemande de recherches (Deutsche Forschungs gemeinschaft, DFG), s'est déroulé à Fribourg en Brisgau. Les recherches dont il a fait état visent à établir en priorité les relations réciproques entre l'environnement et l'homme, c'est-à-dire évaluer l'impact humain sur le paysage et les conséquences ultérieures, quasi naturelles, à plus ou moins long terme.

Il s'agit ainsi d'analyser les changements de l'environnement durant les 7500 dernières années et de mettre en lumière les périodes où l'impact humain a été faible et celles où il a été intense. Seize thèses, dotées de bourses, sont en cours dans le cadre de ce projet interdisciplinaire. Les boursiers viennent de 10 instituts différents qui se répartissent entre quatre universités.

Cette note présente un aperçu partiel de l'une de ces thèses, réalisée à l'Institut de Préhistoire et Protohistoire et de l'archéologie du Moyen Âge de l'université de Fribourg, sur "La répartition des habitats dans la

partie sud de la région du Rhin supérieur pendant l'Âge du bronze et l'Âge du fer". Ce projet vise à élaborer une cartographie de l'utilisation du paysage à cette époque, en faisant apparaître les habitats, la forêt, la terre arable, le pâturage et les surfaces aquatiques. Ces informations sont à la base d'autres recherches concernant l'érosion et l'accumulation sédimentaire, mais aussi, pour des régions très limitées, elles permettent des simulations climatologiques en relation avec la végétation. L'échelle spatiale retenue pour ce travail permet de disposer de données pour un espace d'une certaine envergure en lieu et place de données strictement ponctuelles. Toutefois, cette échelle ne peut être totalement exacte dans les détails. L'important en fait, c'est avant tout la proportion entre les éléments analysés, par exemple entre la forêt et le paysage ouvert. Pour ce faire, il convient d'abord d'évaluer les paysages ouverts par l'agriculture (terres arables, prés, etc.) et pour les habitats et, ensuite, il faut évaluer la consommation de bois pour les bâtiments, le chauffage et la production de certains biens comme la céramique ou le métal.

Le travail méthodologique, exposé ci-après, prendra pour exemple la consommation de bois pour la métallurgie et l'exploitation du minerai de fer. À partir de la quantité de charbon de bois utilisé, il nous est possible d'évaluer l'aire forestière concernée.

L'AIRE DE RECHERCHE (FIG.1)

Elle est située au sud-ouest de l'Allemagne et comprend la partie sud de la région du Rhin supérieur. À l'ouest, elle est limitée par le Rhin, au sud, elle atteint Bâle. Ensuite, la limite suit globalement la vallée de la Wiese jusqu'au "Feldberg", point culminant de la Forêt Noire, dont l'altitude est de 1493 m. Au nord, le terrain inclut le Kaiserstuhl, un massif volcanique. On peut distinguer deux paysages très différents : la Forêt Noire, avec son relief et ses hauteurs parfois extrêmement raides, et la plaine du Rhin supérieur, composée de la "Baie de Fribourg", des collines du "Markgräfler Land" et de la plaine de Colmar et Neuenburg. La plaine du Rhin supérieur est

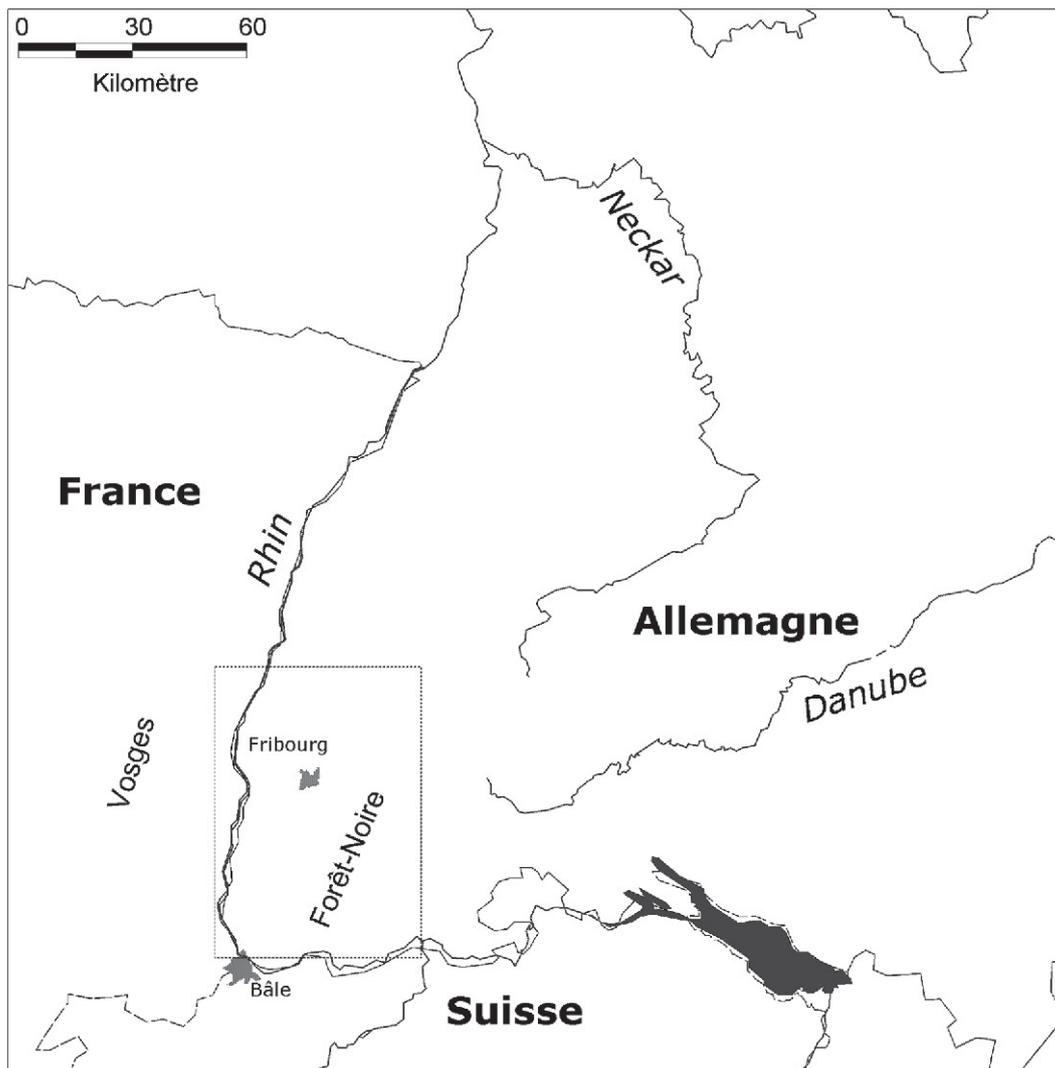


Fig.1 – Carte de l'aire de recherche (cadre pointillé).

dominée par les collines de la bordure de la Forêt Noire (les "Vorberge", intermédiaires géologiques et topographiques entre le fossé rhénan et la Forêt Noire) et par le Kaiserstuhl qui domine localement la plaine de plus de 100 mètres. La plaine et la zone des "Vorberge" sont couvertes de lœss qui donnent une terre fertile et facile à travailler favorable au développement des habitats et de l'économie.

MÉTHODE D'ÉTUDE

Il n'est pas possible d'établir de façon exacte le taux de "consommation de forêt" pendant l'époque protohistorique. On peut cependant essayer d'évaluer le taux d'abattage à l'aide d'une sorte de "calcul d'intervalle". Pour cela, on déduit le taux minimal potentiel à partir des découvertes et des observations de terrain. Ces découvertes ne doivent être considérées que comme une part minimale de ce qui existait à l'époque, car il est peu probable que toutes les traces de l'activité humaine aient été mises au jour ou se soient conservées.

Pour l'exemple choisi (la production de fer) il faut disposer de témoignages directs, c'est-à-dire les sources primaires comme les sites d'exploitation et de métallurgie. Il faut y ajouter les pièces en fer trouvées lors des fouilles ou gisant par terre : elle nous donnent une idée de la quantité de fer produite, analyse valable exclusivement s'il n'y a pas eu dans la région des quantités importantes de métal importées ou exportées. Enfin, on peut essayer d'évaluer les besoins en fer en comptant les unités économiques, c'est-à-dire les fermes. On pourrait supposer que chaque ferme disposait d'un stock minimal d'outils et d'armes en fer, comme cela a été mis en évidence par l'exemple de Joldelund en Schleswig-Holstein (Jöns, 2000, p. 170-172). Une fois produits, ces outils doivent être maintenus en bon état et remplacés quand ils sont usés ou retirés du système comme lorsqu'ils sont enterrés avec leur propriétaire. Il est facile de comprendre la difficulté de procéder à ces évaluations puisqu'il faut d'abord connaître le nombre d'habitats existant pour une période donnée et le nombre d'unités économiques composant un habitat. De plus, il est nécessaire de définir une échelle temporelle. Souvent, les témoins d'un habitat se limitent à des pièces trouvées par terre, seulement approximativement datées. En outre, on ne connaît en général ni la fonction de l'habitat, ni le nombre de bâtiments, ni la durée du peuplement. L'estimation des besoins en bois et de la surface forestière déboisée est encore plus difficile à réaliser.

LES OBSERVATIONS DE TERRAIN ET LES PIÈCES TROUVÉES DANS LE CADRE RÉGIONAL

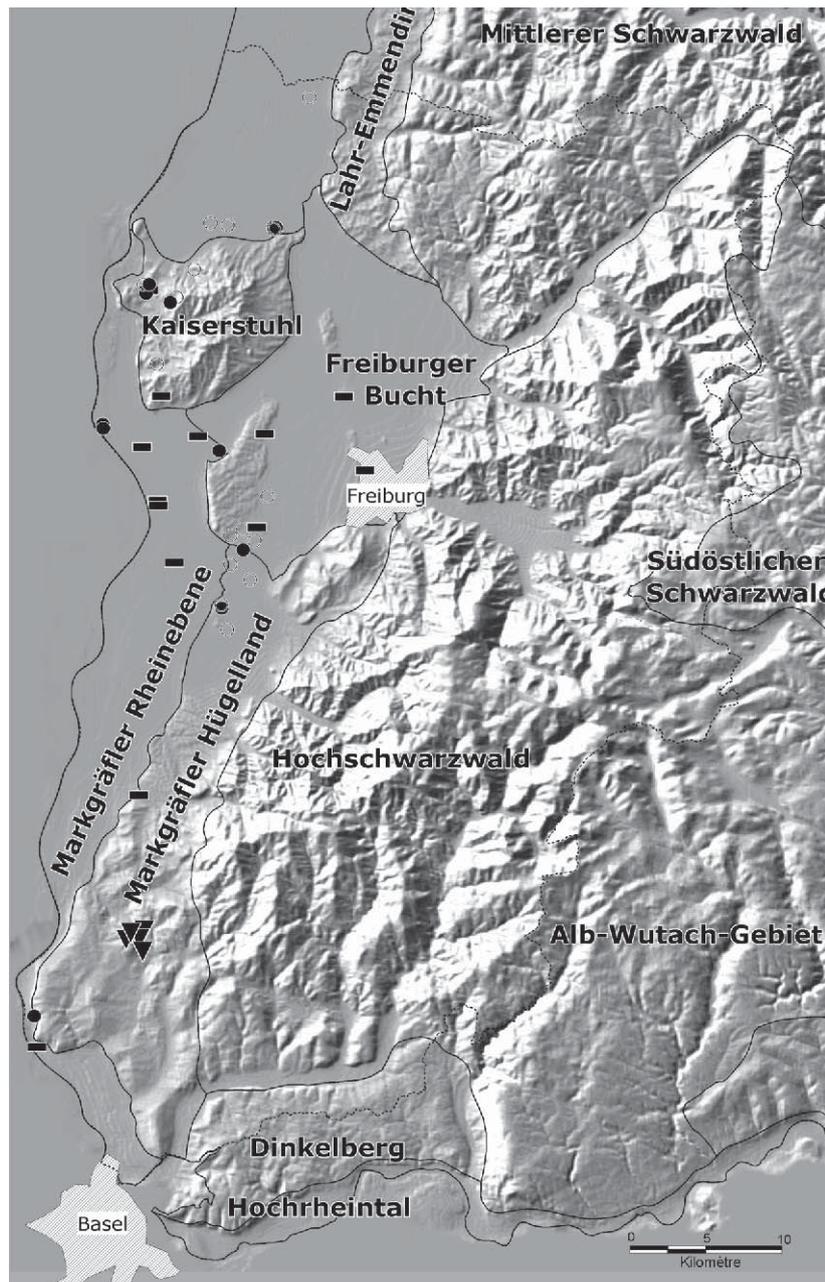
D'après les cartes de répartition archéologiques, les sites où des pièces ont été trouvées sont rares dans les régions montagneuses ; ils sont nombreux, en revanche,

dans la zone des "Vorberge", dans le "Kaiserstuhl" et surtout dans la plaine du Rhin supérieur. La carte fig. 2 ne montre que les sites (possibles et certains) d'habitats et de tombeaux du début de la période La Tène ainsi que les sites d'exploitation de fer.

Les découvertes de fer les plus anciennes en Europe occidentale datent de l'époque du Bronze récent (Hallstatt B), les premiers indices de métallurgie datent de la période de Hallstatt (Hallstatt C/D). Les témoins les plus proches du terrain examiné, qui appartiennent à la période du Hallstatt récent et du début de La Tène, proviennent de Neuenbürg (Gassmann, 1998, p.209), au nord de la Forêt Noire.

Grâce aux recherches approfondies de l'Agence pour le Patrimoine Culturel de Bade-Württemberg, financées par la "Fondation Volkswagen", l'existence de sites métallurgiques a pu être démontrée dans le Neuenbürg (Gassmann, 1998, p. 206). Les pièces en métal découvertes ont été datées de l'époque La Tène grâce à l'association de tessons de céramique et de datations par le radiocarbone. Ces datations, réalisées sur des charbons de bois associés aux blocs de scories, situent l'exploitation entre 800 cal BC et 40 cal BC (1-Sigma) sur la base des datations suivantes –(Lö 39 : 2150 + 140 BP = 380-40 cal BC ; Lö 5 (1) : 2265 + 180 = 800-50 cal BC ; Lö 5 (2) : 2315 + 45 = 410-230 cal BC). Si les écarts types élevés des échantillons Lö 39 et surtout Lö 5 (1) peuvent poser problème, l'échantillon Lö 5 (2), plus précis, est attribuable au début de l'époque de La Tène. Pour les périodes de La Tène moyenne et de La Tène finale, des restes de scories ont été trouvés dans plusieurs sites mais ils proviennent probablement de forges et non pas de fonderies.

Le minerai de fer existe dans la région d'étude sous forme de sidérolithique ("Bohnerz") tout au long de la faille principale de la Forêt Noire. Par ailleurs, on trouve de la limonite, qui affleurerait parfois en surface dans les vallées humides, et, plus rarement, de l'hématite dans les gangues de minerai de la Forêt Noire. Jusqu'à maintenant, il n'existe pas de preuves directes d'exploitation comme des entrées de galeries, des mines à ciel ouvert ou des déblais miniers. Par contre, cinq sites de fonderies de minerai sidérolithique ont pu être localisés dans le "Markgräfler Land" (fig. 3, n^{os} 3278, 3303, 3304, 3513, 3514). L'étendue de ces sites n'est pas connue mais on estime que le plus grand d'entre eux a pu abriter au maximum une centaine de fours. Les blocs de scories découverts pèsent entre 6 et 40 kg. En évaluant la teneur en fer du minerai à 10 à 20 %, on ne peut pas extraire plus de 10 kg de fer à chaque opération métallurgique. Le rendement total du site le plus grand (Gassmann, 1991, p. 90) peut donc être estimé à 1 tonne au maximum. Pour les quatre autres sites, dont on ne connaît pas l'étendue exacte, moitié moindre du premier sans doute leur production cumulée serait de 2 tonnes de fer ; la production totale des cinq sites atteint ainsi 3 tonnes. Même si cette approche peut paraître très imprécise, elle nous permet toutefois d'estimer les besoins en matières premières. Mais il est important de vérifier et d'actualiser ces estimations en effectuant régulièrement des recherches sur place.



Légendes

Sites de la période de La Tène ancienne

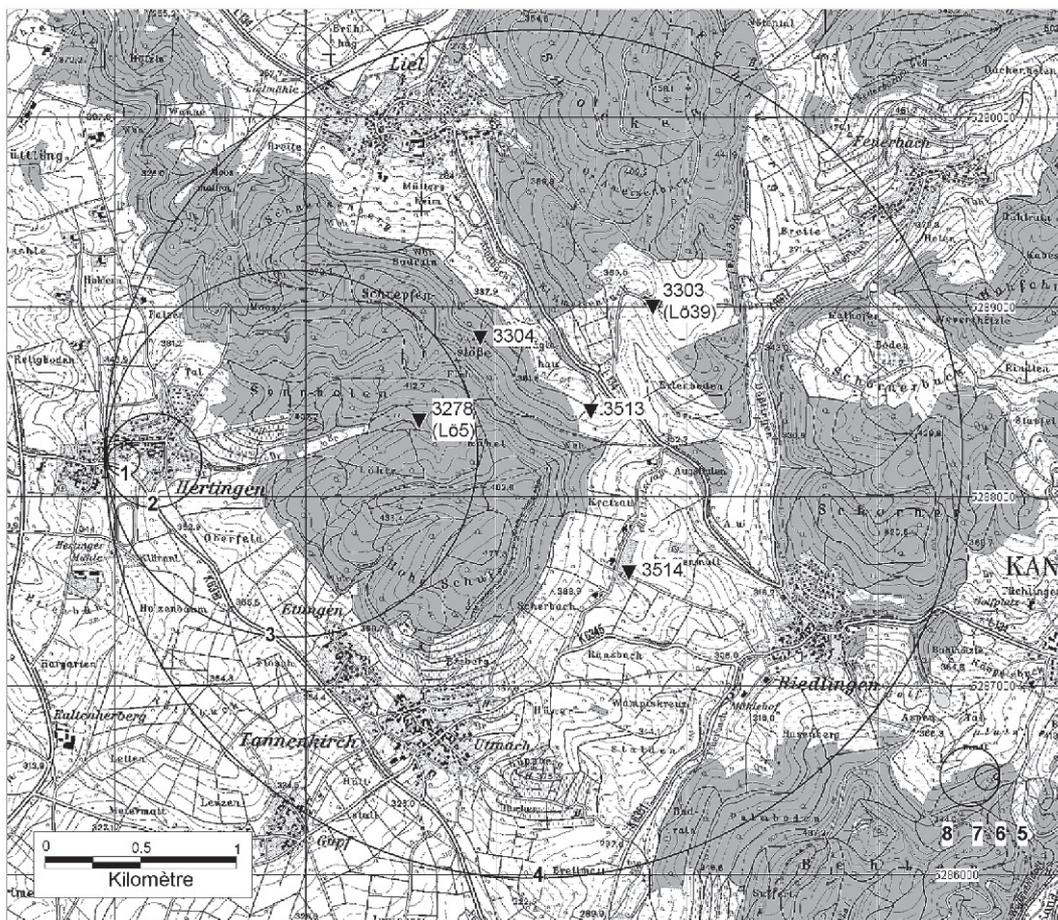
- | | |
|-------------------|-----------------------------|
| ■ Tombes (13) | ▼ Sites de fonte de fer (5) |
| ● Habitats (11) | ⋯ Aire de recherche |
| ○ Habitats ? (16) | □ Espaces naturels |

Carte d'après Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) (Hrsg.) 2002

Fig. 2 – Espaces naturels de la région du Rhin supérieur avec des sites de la période de La Tène ancienne.

Dans sa thèse, Thommes (1997) a évalué la consommation de bois nécessaire à la production du charbon de bois pour la fonte du cuivre et du fer. Pour cela, il a utilisé une estimation des réserves de bois par hectare dans différents secteurs de forêts “vierges” de moyenne montagne en prenant en compte leur productivité, c'est-à-dire leur taux de croissance et leur capacité de régénération. De plus, il a procédé à une évaluation chiffrée de la productivité des meules de charbon

de bois sur la base des fouilles réalisées à partir de données de documents du XIX^e siècle et de celles fournies par l'Agence de l'Aide au Développement. Il distingue la production de charbon en fosse, dont le rendement en charbon est de 7 à 17 % du bois utilisé, et celle en meule, dont le rendement peut atteindre 20 à 22 %. La quantité de bois consommé pour une tonne de charbon obtenue est considérée comme une référence.



Carte d'après : Landesvermessungsamt Baden-Württemberg 1998

Légendes

▼ Fonte de fer

Rayons et Hectare: par 405 t charbon de bois: par 2 t charbon de bois:

Abbatage total: 1 = 86 m / 2,4 ha 5 = 6 m / 0,01 ha
2 = 246 m / 19,1 ha 6 = 17 m / 0,1 ha

Gestion durable: 3 = 973 m / 297,6 ha 7 = 69 m / 1,49 ha
4 = 2242 m / 1578,8 ha 8 = 159 m / 7,89 ha

Fig. 3 – Consommation schématique de différentes exploitations forestières.

Thommes exploite enfin les résultats d'expériences de fonte effectuées dans le cadre de l'archéologie expérimentale. Il se réfère chaque fois à 1 kg de métal extrait pour pouvoir comparer les résultats.

Une proportion de 135 kg de charbon pour 1 kg de fer, qui a pu être déterminée lors d'une expérience de Crew (d'après Thommes, 1997, p. 169), servira de base pour les calculs suivants.

En supposant que les 3 tonnes de fer du "Markgräfler Land" ont été produites en une seule saison, les besoins de surface forestière pour obtenir les 405 tonnes de charbon nécessaires varient, selon la productivité des meules et la densité de la forêt, de 2,4 à 19,1 ha dans le cas d'un abattage complet de 297,6 à 1 578,8 ha dans le cas d'une gestion durable de la forêt. Dans les deux cas, les chiffres inférieurs correspondent à l'emploi de meules techniquement sophistiquées et à une forte densité de la forêt, les chiffres plus élevés, en revanche, correspondant à des techniques moins faciles à gérer, comme la production de charbon en fosse, et à une densité forestière plus faible.

On compte pour 405 tonnes de charbon de bois (3 tonne de fer, tabl. 1).

Sur cette base d'une production annuelle de fer, on obtient les surfaces suivantes pour les 200 années de la période La Tène ancienne :

Pour 2 tonnes environ de charbon de bois (15 kg de fer), on compte (tabl. 2).

Par ailleurs, si l'on considère les pièces en fer ramassées, sans prendre en compte les importations et les exportations, on obtient une information supplémentaire sur la quantité minimum de fer produite à l'époque. 175 objets régionaux en fer de cette période ont été découverts. Citons notamment 8 barres bi-pointes, 12 fers de lance, 6 épées, une hache, 2 hachettes, 13 fibules, 17 anneaux, 15 clous et plusieurs objets plus petits comme des fils, des alènes, des crochets et des fragments non identifiés. Pour pallier le problème de la conservation difficile du fer, il serait souhaitable de fabriquer des répliques et de les peser ensuite, mais nous ne disposons pas à ce jour de telles données. Bielenin obtient 0,25 kg pour un fer de lance, 1,9 kg en moyenne pour une épée et 1,5 kg pour un

Abattage total	Meule économique (rendement : 20 à 22 %) en ha :	Meule moins économique (rendement : 7 %) en ha :
Haute densité	2,35	6,64
Densité faible	6,8	19,08
Gestion durable		
Haute densité	297,55	835,11
Densité faible	562,58	1578,85

Tabl. I.

Abattage total	Meule économique (rendement : 20 à 22 %) en ha :	Meule moins économique (rendement : 7 %) en ha :
Haute densité	0,0117	0,0332
Densité faible	0,0340	0,0954
Gestion durable		
Haute densité	1,4878	4,1756
Densité faible	2,8129	7,8943

Tabl. II.

grand soc (Bielenin, 1978, p. 23). Pleiner nous donne les poids de 50 g pour un manche de poignard, 600 à 700 g pour une épée et 5 à 7 kg pour une barre bi-pointe (Pleiner, 1996, p. 284, 287-288). Ces barres bi-pointe sont sans doute les objets les plus lourds. Même en comptant un poids moyen de 5,25 kg (Ludwig, 1999, p. 36, d'après deux découvertes faites à Heidelberg), on obtient un total de 919 kg seulement, donc moins d'une tonne, pour l'ensemble de l'Âge du fer. C'est assurément une estimation largement inférieure à la réalité.

Ce qui est surprenant, dans cet inventaire, c'est la quantité très faible de matériel typique utilisé dans les habitats, à savoir les socs, les marteaux, les serpes, les couteaux et les outils communs. Ce fait s'explique sans doute par le "choix négatif" (Eggers, 1959, p. 267) réalisé par les hommes de l'époque qui ont emporté les objets en métal quand ils ont quitté un habitat. Par ailleurs, une grande partie du fer de cette époque a été réutilisée pour produire un nombre élevé de clous, avec lesquels a été construit le "murus gallicus" des oppida qui d'après Jockenhövel équivaldrait à un nombre important "de tonnes" (Jockenhövel, 1993, p. 73).

En fait, on n'a probablement retrouvé que très peu du fer utilisé à l'époque à cause du recyclage, la plus grande partie restante ne s'étant sans doute pas conservée.

On peut néanmoins essayer de calculer les besoins en fer sur la base du nombre des habitats connus. Dans le périmètre étudié, 27 habitats de La Tène ancienne (450-250 avant J.-C) ont fourni du fer : 11 d'entre eux ont fait l'objet de fouilles, les 16 autres ont permis de récupérer des objets en surface (fig. 2). Jusqu'à présent,

il n'existe pas de modèle pour définir la répartition des habitats, ni pour celle de l'économie. Aucun habitat n'a été entièrement mis au jour, et, d'après la répartition des objets trouvés, ces occupations semblent être de petites tailles, vraisemblablement des fermes ou des hameaux. Seul le site de hauteur du "Münsterberg" à Breisach, construit durant la période Halstatt, est plus grand que les autres (Röder, 1995, p. 152). Il est donc difficile d'établir précisément quel peut être le nombre d'unités économiques par site.

Jöns a évalué l'équipement de base par ferme à "deux à trois serpes, deux faux, dix couteaux, un marteau, deux à trois haches et un armement simple", l'ensemble pesant 5 à 10 kg. À prendre également en compte, la perte et le fait qu'on enterrait des outils avec leur propriétaire, le tout étant estimé à 1-2 kg de fer par an (Jöns, 2000, p. 170-172).

En ne comptant qu'une seule unité économique par site, on arrive aux chiffres suivants : pour l'équipement de base 135 à 270 kg, 5 400 à 10 800 kg pour les outils remplacés en 200 ans, soit un total de 5,54 à 11,7 tonnes. En supposant qu'on n'a découvert qu'une partie des habitats, on peut ainsi se faire une idée de la taille de cette métallurgie : si on estime la découverte, à seulement 10 % de ce que représentait réellement l'habitat, on arrive à une quantité de fer de 55 à presque 111 tonnes.

CONCLUSIONS

Les chiffres les plus élevés sont ceux obtenus en calculant les besoins en fer pour chaque habitats, ils

sont de 2 à 3,5 fois plus grands que ceux estimés pour la production de fer. Toutefois, même si on prend en considération ces nouveaux chiffres pour recalculer les besoins en surface forestière dans le cas de l'abattage total, les surfaces restent concevables. Avant de raisonner en terme de gestion durable, il faut se demander si les hommes étaient prêts à accepter le surplus de travail que celle-ci nécessite pour se procurer du bois et du charbon.

Il semble donc que le facteur le plus important, dont dépendent avant tout les chiffres précités, est le nombre d'unités économiques contemporaines et leurs besoins en matière première. Voilà ainsi un champ de recherches qui s'ouvre pour l'avenir. Les évaluations de la production nous fournissent schématiquement, dans le cas de l'abattage total et de façonnement, des chiffres de consommation de superficies forestières dans un rayon de 86 à 246 m autour de l'emplacement de production, et cela pour une production de 3 t de fer par saison. Si on répartit cette quantité de fer sur les 200 années de la période de La Tène ancienne, on arrive à un rayon de 6 à 17 m (fig. 3). Considérés isolément ces chiffres ont l'air relativement modestes. Il ne semble pas y avoir eu d'impact considérable sur l'environnement; les diagrammes polliniques, pour

leur part, n'indiquent rien. Il ne faut cependant pas oublier que la production n'était pas la seule à utiliser du bois : la construction des bâtiments et le chauffage en étaient également des consommateurs.

Au niveau actuel des recherches, partir des pièces en métal retrouvées semble être l'approche la moins prometteuse car il faut d'abord trouver un moyen de pallier les problèmes dus à la mauvaise conservation du fer; et de plus à la difficulté de retrouver suffisamment d'objets s'ajoute leur mauvaise représentation dans les habitats.

Le but de cette étude était d'exposer une méthode susceptible de nous aider à apprécier le rapport entre la forêt et le paysage ouvert pour l'époque protohistorique en partant de l'exploitation du fer. Cela nous permet de présenter les résultats sous forme de cartes figurant l'utilisation du paysage.

Cette étude est l'illustration des résultats obtenus d'une méthode que dans le cadre d'une thèse nous appliquons à l'intégralité de l'Âge des Métaux, la consommation des superficies utilisées étant représentée dans chaque cas sous forme de cartes. ■

Remerciements : Traduit de l'allemand par Philip Hintze, relu et corrigé par P. Giraud et P. Ambert.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BIELININ K. (1978) – *Frühgeschichtliches Bergbau- und Eisenhüttenwesen im Swietokrzyskie-Gebirge*. In : Eisenverhüttung vor 2000 Jahren. Archäologische Forschungen in der Volksrepublik Polen. Ausstellungskatalog Berlin 1977, p. 11-26.
- EGGERS H. J. (1959) – Einführung in die Vorgeschichte. MÜNCHEN.
- GASSMANN G. (1991) – Der südbadische Eisenerzbergbau : Geologischer und montanhistorischer Überblick, Ungedruckte Dissertation Freiburg.
- GASSMANN G. (1998) – *Spurensuche : Reste keltischer Eisenverhüttungsanlagen in Baden-Württemberg*, Denkmalpflege Baden-Württemberg 1998, p. 206-211.
- JOCKENHÖVEL A. (1993) – *Eisengewinnung im Mittelgebirgsraum*. In : STEUER H. UND ZIMMERMANN U. (Hrsg.) (1993) – Alter Bergbau in Deutschland. Sonderheft Archäologie in Deutschland 1993, p. 70-74.
- JÖNS H. (2000) – *Die Ergebnisse der interdisziplinären Untersuchungen zur frühgeschichtlichen Eisengewinnung in Joldelund*. In : HAFFNER A., JÖNS H. UND REICHSTEIN J. (Hrsg.) (2000) – Frühe Eisengewinnung in Joldelund, Kr. Nordfriesland. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie t. 59, p. 263-279.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LfU) (Hrsg.) (2002) – *Digitaler Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg (WaBoA)*, Freiburg.
- LANDESVERMESSUNGSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1998) – TK 8211 Kandern. Stuttgart.
- LUDWIG R. (1999) – *Von den ältesten Siedlungsspuren bis zum Ende der Römerzeit*. In : LUDWIG R. UND MARZOFF P. (1999) – Der Heiligenberg bei Heidelberg. Führer zu archäologischen Denkmälern in Baden-Württemberg t. 20, p. 27-54.
- PLEINER R. (1996) – Das frühe Eisen : Von der Kleinwaagenmenge zu der ältesten Industrie. *Ethnogr. Archäol. Zeitschr.*, 37, p. 283-291.
- RÖDER B. (1995) – *Frühlatènekeramik aus dem Breisgau – ethnoarchäologisch und naturwissenschaftlich analysiert*. Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg t. 30.
- THOMMES P. (1997) – *Wald und Metall. Eine Methode zur Rekonstruktion der Waldschädigung durch ur- und frühgeschichtliche Meiler- und Verhüttungstechnologie*. Ungedruckte Dissertation Freiburg.

Doris MISCHKA

Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters der Universität

Fribourg-en-Brigau, Belfortstrasse 22,

D-79085 FRIBOURG-EN-BRISGAU, Allemagne

Tel. : 0049-(0)761-203-3388,

Fax : 0049-(0)761-203-3380

Email : d.rupprecht@ufg.uni-freiburg.de

Fouilles dans les mines de cuivre (IV^e millénaire Cal. BC) de Monte Loreto (Ligurie, nord-ouest de l'Italie)

Roberto MAGGI
et Mark PEARCE

INTRODUCTION

La “découverte” de la mine de cuivre préhistorique de Monte Loreto (Ligurie) n’en est pas vraiment une. Cette mine était déjà connue dans la première moitié du XIX^e siècle, période durant laquelle l’intérêt économique pour les ressources en cuivre, aussi bien en Europe qu’ailleurs, était très fort. Cependant, l’importance de cette activité préhistorique restait ignorée de la littérature scientifique et ne s’est révélée que récemment, lorsqu’il a été possible d’avoir recours à la datation par les isotopes du carbone.

L’archéologie préhistorique n’est une véritable discipline scientifique en Italie qu’à partir de 1860 (Desittere, 1984 ; Peroni, 1992 ; Pearce, 1994). Son origine se situe dans la classe moyenne émergente du nord du pays plutôt portée, de par l’idéal libéral et la philosophie positive, vers les sciences naturelles et la culture matérielle, plutôt que vers les valeurs patriciennes de la civilisation classique : cela juste au moment où cette dernière soutient le Risorgimento et l’unification de l’Italie moderne sous la conduite d’un dirigeant piémontais. Dès le départ, cette discipline nouvelle a intéressé les géologues et les naturalistes pour qui elle constituait une contribution essentielle dans le litigieux débat autour des origines de l’homme suscité par les publications de Darwin (“L’origine des espèces”). L’un de ces géologues, Arturo Issel, professeur à l’université de Gênes, fut nommé inspecteur honoraire des fouilles et des monuments antiques du nouvel état italien (Maggi, 1998).

LES DÉCOUVERTES ANCIENNES DANS LA MINE DE LIBIOLA, (PRÈS DE SESTRI LEVANTE, PROVINCE DE GÈNES)

Arturo Issel, géologue animé par un intérêt personnel pour l’extraction minière (il fut même à une époque

propriétaire d’une mine, Ballaera *et al.*, 1999), avait visité les mines de cuivre de Ligurie. Il décrit dans son ouvrage “Sur les traces des travaux antiques observés dans quelques mines de Ligurie” la découverte, au cours de travaux miniers dans la mine de cuivre de Libiola, (Issel, 1879, 1892), d’artefacts préhistoriques : un coin en bois, une pelle, un marteau en pierre et un manche de pic en chêne, trouvés dans un étroit tunnel creusé par l’homme. Le manche a été daté par la méthode radiocarbone dans deux laboratoires (Maggi *et al.*, 1988). Les deux déterminations obtenues donnent une date calibrée entre 3490 et 3102 cal. BC, permettant ainsi d’affirmer que l’ancienne mine découverte au XIX^e siècle à Libiola date bien de la seconde moitié du IV^e millénaire BC et appartient au premier Âge du Cuivre.

Malheureusement, l’exploitation commerciale s’est poursuivie à Libiola jusque dans les années 1950, sous forme d’une exploitation extensive à ciel ouvert. Si d’anciennes galeries et des puits anciens restent néanmoins identifiables, il est très difficile de reconstituer l’histoire de la mine de Libiola et de retrouver et donc de dater les plus anciennes traces d’exploitation. Les recherches menées en collaboration avec les géographes de l’université de Nottingham n’ont ainsi pas permis d’identifier avec certitude le secteur de la mine où des instruments préhistoriques avaient été trouvés par Issel (1879).

MONTE LORETO

Libiola n’est pas la seule mine de cuivre qu’Issel considérait comme préhistorique. Il indique qu’il existait également des indices plus à l’intérieur des terres (Issel, 1879, 1892) au niveau des affleurements cuivreux de Monte Loreto (près des villages de Masso, Castiglione, Chiavarese) au sud de Gênes, dans l’arrière pays de Sestri-Levante. Bien qu’il y ait eu une exploitation de cuivre à Monte Loreto au cours du

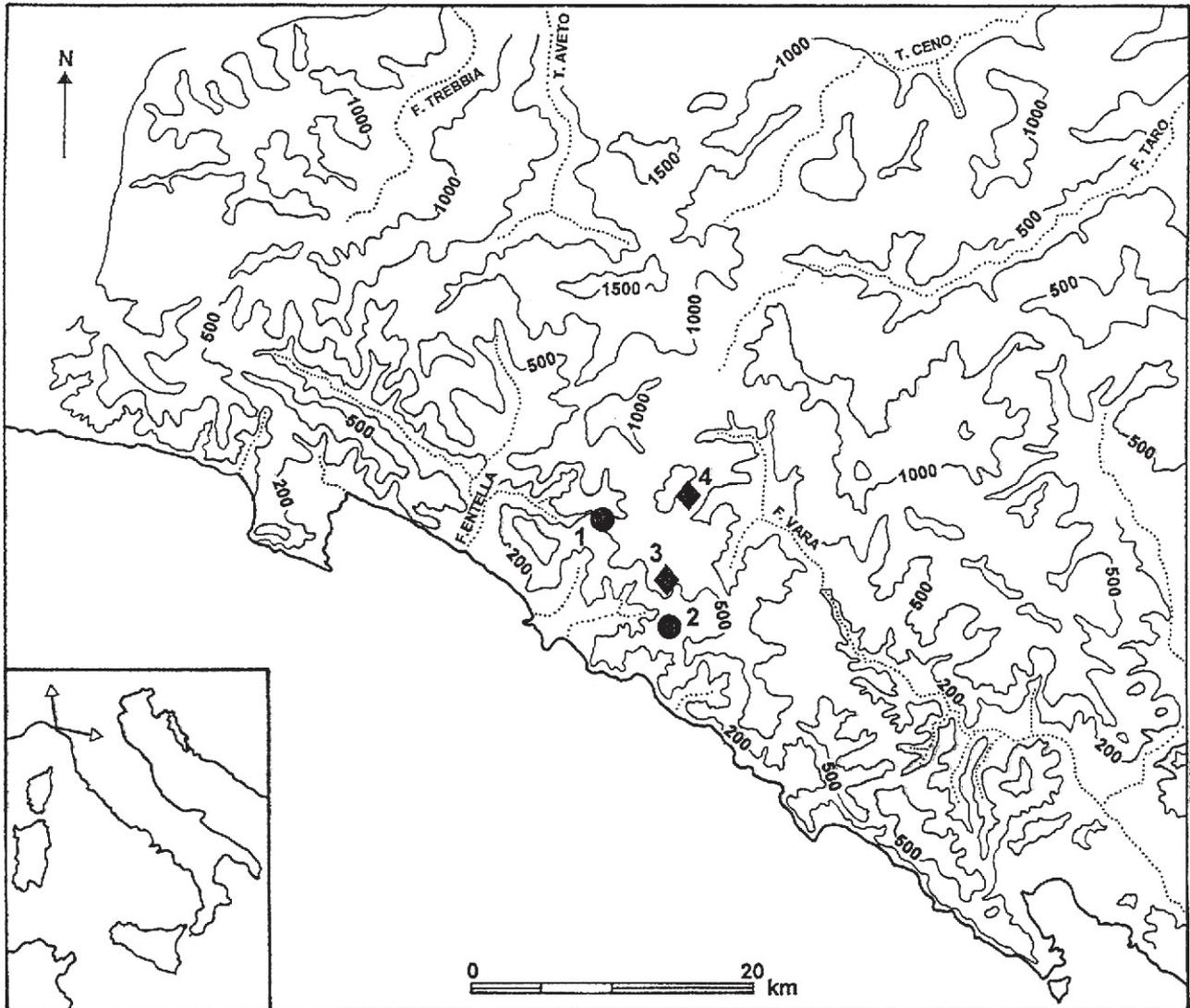


Fig. 1 – Carte des mines préhistoriques citées dans le texte.

XIX^e siècle, après les années 1920 (au moment où l'or était également extrait de la mine), la production y a rapidement décliné. En conséquence, à Monte Loreto, l'impact d'une exploitation moderne a été moindre qu'à Libiola.

Issel souligne, en 1879 que la presque totalité du secteur le plus riche du filon a été extraite dans l'Antiquité, à l'aide de tranchées verticales de 20 ou 30 mètres de profondeur mais pas plus larges que la veine elle-même (Issel, 1879, 1892). C'est la possibilité d'identifier ces tranchées dans certaines fissures de terrains de nature similaire à ceux décrits par Issel (pillow-lavas volcaniques) qui a déterminé nos travaux.

Les fouilles de ce site sont actuellement conduites par les auteurs de cet article, en collaboration avec les spéléologues du Centre d'études souterraines de Gênes et nos collègues de l'université de Nottingham. Les travaux ont commencé en 1996 avec une fouille d'évaluation et se sont poursuivis chaque été jusqu'en 2001. Des prospections ont également été effectuées pendant les vacances de Pâques entre 1997 et 2000.

Les fouilles se situent sur la pente sud d'une éminence qui culmine à 367 m, le long d'une série de veines de cuivre, au contact d'une part du basalte et de l'autre d'une brèche à serpentine, tout près du village de Masso.

La végétation méditerranéenne de garrigue et de maquis des pentes de la montagne, cultivées jusqu'à la dernière guerre laisse la roche à nu et permet de voir de nombreuses traces d'activité minière. Les fouilles se sont concentrées sur deux secteurs, ML1 où les mineurs préhistoriques ont rempli une fissure naturelle avec du minerai de cuivre, et ML6, à l'origine une aire de traitement. D'autres tranchées ont été creusées à différents endroits en dehors des deux secteurs cités, au niveau d'affleurements, indices d'anciens travaux.

Les fouilles ont commencé en 1996 par deux tranchées réalisées au niveau d'une fissure semblant correspondre à la description que faisait Issel d'une tranchée de mine préhistorique. Elle est en effet étroite, au plus 30 à 40 centimètres, et il semble que le minerai

était extrait en laissant la roche en place, comme l'indique Issel en 1879. La première tranchée a été creusée perpendiculairement à la fissure, l'autre à partir d'une plate-forme artificielle, située immédiatement en dessous de la mine présumée. Dans le même temps, les spéléologues du Centre d'études souterraines fouillaient une petite tranchée témoin réalisée à l'intérieur de cette même fissure, qui avait fait, semble-t-il, l'objet d'essais miniers au XIX^e siècle (Maggi *et al.*, 1998). En 1998, nous avons recueilli des documents concernant la galerie principale et élucidé ses relations avec les infrastructures de mur en pierres sèches.

À l'est de ces premières tranchées, près de la mine Sestri exploitée au XIX^e siècle, nous avons mis au jour des marteaux en pierre à la surface d'une fissure colmatée où nous avons ouvert une tranchée. Le remplissage, qui n'est pas d'origine colluviale, est peu compact et peut être interprété comme le résultat d'un dépôt artificiel de sédiments réalisés à l'aide de seaux. Parmi les hypothèses possibles celle d'un comblement destiné à renforcer la stabilité des travaux miniers, rendue nécessaire par la fracturation du substrat basaltique. Nous avons d'ailleurs été concrètement confrontés à ce risque durant l'hiver 1997 : une chute de rocher volcanique de type "pillow-lava" est produite dans notre tranchée de fouilles abandonnée depuis pour d'évidentes raisons de sécurité.

En 1998, une nouvelle tranchée a été ouverte (immédiatement à l'ouest de la tranchée écroulée) afin d'examiner les débris miniers tombés dans la fissure. Les entailles de sa partie sud ont pu être interprétées comme des encoches creusées par l'homme pour faciliter l'accès aux parties profondes de la mine, par analogie avec les pratiques minières du XIX^e siècle, qui utilisent des "logettes" pour fixer des échafaudages. Ici encore, pour des raisons de sécurité, les fouilles ont été interrompues à trois mètres de profondeur.

Pour obtenir une section complète des anciens travaux, il nous a fallu nettoyer la partie est de la fissure située au-dessus de l'entrée de la mine Sestri du XIX^e siècle, laquelle avait également livré en surface des marteaux de pierre. Une coupe des travaux miniers préhistoriques de 3,75 m, nettoyée en trois étapes pour des raisons de sécurité, a ainsi été réalisée. Un sol de piétinement et un marteau de pierre, indiquant peut-être l'endroit où stationnait un mineur pendant le remplissage, ont été identifiés. Les charbons de bois de ce secteur ont donné la datation radiocarbone de 4240 ± 60 BP (Beta-135162).

En 1999, on ouvrit mécaniquement deux tranchées. La première présentait un niveau de déblais miniers – parsemé de minerai et de charbon de bois – à au moins 4 m de profondeur. La seconde, située juste à côté de la fissure où débutèrent les premières fouilles, a révélé une succession de couches de déblais de cuivre riche en pyrite, datées de 4710 ± 40 BP (Beta-171344) et 4090 ± 50 BP (Beta-135853). Des colluvions, qui s'interstratifient dans ces niveaux, suggèrent une forte érosion contemporaine des pentes liée à une opération minière de grande échelle dans

ces secteurs riches en minerai. Ainsi, il semblerait que Monte Loreto était déjà un secteur industriel à l'Âge du Cuivre.

Entre 1999 et 2003, de nouvelles fouilles ont été conduites dans cette fissure, avec l'aide des spéléologues du CSS, jusqu'à 6,61 m de profondeur. Elles semblent démontrer que, contrairement au comblement de sa partie supérieure, la partie plus profonde de la mine a été remplie lentement avec du matériel lessivé provenant de l'extérieur. Ces niveaux inférieurs sont riches en charbons de bois qui ont été datés de 4090 ± 60 BP (Beta-135159). Le remplissage a également livré des marteaux en pierre et de la poterie de l'Âge du cuivre. Ici encore, l'exploitation a été limitée à la seule extraction du minerai, l'encaissant stérile n'étant déblayé que lorsque l'accès au minerai le nécessitait.

L'aire étudiée est largement recouverte par celle des travaux du XIX^e siècle. Néanmoins les prospections préliminaires menées en 1996 sur environ 2500 m² et 150 m de dénivelé ont permis de récolter une soixantaine de marteaux en pierre. Cette aire appelée ML6, a été fouillée de 1997 à 2001. Les marteaux en pierre, qui présentent tous des traces d'utilisation, sont majoritairement en basalte, mais aussi en dolérite, en grès, en diorite et en gabbro, roches dont les gisements sont souvent éloignées de plusieurs kilomètres. Le jaspe, une autre variété de pierre dure, exploité de façon contemporaine dans la vallée de Lagorara, était également utilisé. Ces marteaux présentent une simple ou une double gorge pour l'emmanchement (De Pascale, 2001).

L'aire de fouille ML6, qui couvre environ 170 m², montre des indices de deux phases différentes d'utilisation. La plus récente peut être datée de l'Époque byzantine ou du Haut Moyen-Âge. La première, qui remonte à l'Âge du Cuivre, nous livre des témoins d'infrastructures d'exploitation du minerai à grande échelle.

C'est ainsi qu'un puits de mine situé sur une faille a été creusé dans l'Antiquité jusqu'à 2 m de profondeur et ses parois présentent des entailles pour la préhension des pieds et des mains des mineurs. Ce puits a fourni du charbon de bois daté de 4720 ± 60 BP (Beta-123150), soit 3645-3355 Cal BC. C'est la plus ancienne date obtenue à Monte Loreto.

Une succession d'amas de déblais miniers calibrés, constitués majoritairement de substrat et de gangue, est épandue à proximité immédiate. Dans certains de ces amas, on retrouve des fragments de roches et des fragments de marteaux brisés ou usagés. D'autres amas, souvent inter-stratifiés avec les premiers, contiennent un matériel plus fin et sont probablement le résultat d'un enrichissement du minerai. Cet enrichissement a du être mené à bien par lavage bien que les sources et les cours d'eau se trouvent à une certaine distance en dessous du site.

Dans ces amas, des surfaces horizontales ou inclinées sont constituées d'une matrice compacte de minerai. Elles peuvent être interprétées comme des sols temporaires utilisés pour des traitements à froid – broyage et tamisage – et peut-être pour le grillage à basse température des minerais.

Il s'y trouvait également une série de structures plus organisées avec des foyers, des trous de poteaux et des murs bas en pierre sèche. Leur fonction exacte nous échappe. Les charbons de bois de quatre de ces surfaces de travail ont fait l'objet d'une datation radiocarbone. Tous remontent à l'Âge du Cuivre : 4280 ± 40 BP (Beta-121726), 4170 ± 60 BP (Beta-121444), 4030 ± 40 BP (Beta 170965), 4000 ± 60 BP (Beta-135161).

L'un des tas surmonte un large trou d'environ 6 m de long, 3 m de large et 1,5 m de profondeur. Il a probablement été creusé pour l'extraction d'un minerai moins concentré. Une couche voisine, formée de débris de roche altérée par le feu et de fragments du chapeau de fer (gossan), a été datée de 4600 ± 80 BP (Beta-135160). La densité des débris de charbons de bois suggère l'usage de foyers. Enfin, un niveau supérieur qui obturait le sommet de la mine a été daté de 3980 ± 50 BP (Beta-170964). La petite série de poteries provenant de ML6 semble correspondre parfaitement à la séquence chronologique chalcolithique de Monte Loreto, où il n'existe aucune preuve de réduction métallurgique préhistorique (aucun fragment de tuyère ou de creuset n'a été mis au jour).

Par contre, la phase d'exploitation de l'Époque byzantine découverte à ML6 présente une série de structures en pierre sèche qui peuvent se rapporter à la métallurgie selon Fabrizio Benente de l'université de Gênes, directeur de ce secteur de la fouille. Nous ignorons néanmoins si le métal recherché à cette époque était le cuivre ou le minerai de fer, abandonné par les mineurs de l'Âge du cuivre.

Sur le flanc de la montagne, de nombreuses entrées de mine du XIX^e siècle ont été repérées par nos prospections et elles ont permis une lecture plus fine des plans d'archive de Monte Loreto de la fin du XIX^e siècle et du début du XX^e siècle. C'est dans le cadre de ces prospections que de nouvelles aires de travail du minerai ont été trouvées, avec des marteaux en pierre et des fragments de minerai. Au total, 200 marteaux en pierre entiers et de nombreux fragments y ont été ramassés, indiquant l'existence probable d'un puits de mine préhistorique (De Pascale, 2001).

En 1999, en même temps que les pentes de la montagne, nous avons exploré le lit de la rivière Petronio et le fond de la vallée, cherchant les traces d'activité de réduction. Nous avons découvert des scories mais aussi, au niveau des nombreux points où la rivière érode la roche du bed-rock, plusieurs creusements qui ressemblent à des citernes. Ils sont généralement subrectangulaires et présentent des signes évidents d'une très grande érosion. Bien qu'ils soient situés à proximité d'installations de lavage du minerai du XIX^e siècle, ils ne semblent pas leur être associés. Au contraire, ils paraissent être très antérieurs, sans qu'on puisse préciser leur âge.

Ce projet ne se limite pas aux fouilles et aux prospections. Notre collègue de l'université de Nottingham, Michael McCullagh a entrepris, tout autour de Libiola et Monte Loreto, des prospections EDM et GPS qui permettent de reproduire le terrain par un modèle informatique. Enfin, Massimo Oddone, de l'université de Pavie, a pu analyser par activation neutronique, grâce

aux installations du réacteur nucléaire Triga Mk II, les échantillons collectés dans les deux mines et parallèlement pour les comparer, le matériel des autres mines de cuivre italiennes étudiées jusqu'à présent.

QUELQUES INDICATIONS SUR LES AUTRES MINES ANCIENNES DE LIGURIE

Val Frascaese

Au nord des mines de cuivre de Monte Loreto, de l'autre côté de la vallée du Petronio, le Val Frascaese présente plusieurs affleurements calcaires, très visibles depuis Monte Loreto. Dans deux de ces affleurements s'ouvrent plusieurs grottes. Le Tana delle Fate (ou "l'antré des fées") était utilisé au Néolithique et au Chalcolithique (Maggi *et al.*, 1984), tandis que la grotte de Prima Ciappa ("première dalle") fait office de sépulture collective durant une longue période à l'Âge du Cuivre (Maggi *et al.*, 1978 ; Campana *et al.*, 2002). Deux objets en cuivre découverts dans cette dernière – une épingle et une dague – ont pu être fabriqués avec le cuivre de Monte Loreto.

Val Lagorara

C'est dans une vallée voisine de la Vara que se trouvent les carrières de jaspe de Val Lagorara (Campana *et al.*, 2002). Elles ont fourni de nombreuses pièces bifaciales de la Ligurie de l'est, datées par le radiocarbone de la fin du IV^e millénaire. Ces exploitations sont donc assurément contemporaines des périodes d'activité de la mine de Monte Loreto.

Le premier métal utilisé en Ligurie

Le cuivre était connu et utilisé bien avant que ne débutent les exploitations des mines de Monte Loreto et de Libiola. C'est ainsi qu'un poinçon, trouvé dans le Néolithique tardif de la grotte de Arene Candide (province de Savone) peut être daté, au minimum, de 4000 cal. BC. L'analyse réalisée par Enrico Franceschi (université de Gênes) montre qu'il s'agit d'un cuivre pur. La présence d'impuretés telles que potassium, calcium, silice et sulfures peut être l'indice de l'utilisation d'un cuivre natif (Campana *et al.*, 1997).

CONCLUSIONS

Les onze datations obtenues à Monte Loreto suggèrent deux grandes phases d'activité. La première se situe autour du milieu du IV^e millénaire. Elle est probablement plus précoce que l'activité minière précédemment reconnue à Libiola, jusque là la plus ancienne d'Italie. La seconde phase est datable de la première moitié du III^e millénaire. L'utilisation de la tombe collective de Val Frascaese, près des mines de Monte Loreto, semble être effective entre les deux phases d'exploitation de la mine (autour de 3000 BC) et

perdre probablement jusqu'à la seconde moitié du III^e millénaire.

Les dates obtenues ici convergent également avec celles des plus anciennes exploitations de cuivre en Europe. Celles des Balkans peuvent être grossièrement datées de la fin du VI^e millénaire BC. Ai Bunar, en Bulgarie, (Cernych, 1978) semble contemporaine de Karanovo V (environ 4230-4000 cal. BC) et Rudna Glava, en Serbie (Jovanovic, 1978; Jovanovic *et al.*, 1976), de Vinca D (environ 4670-4980 cal. BC). L'activité minière en Ligurie apparaît ainsi juste un millénaire plus tard que dans les Balkans.

En Europe de l'Ouest, Ruiz-Taboada et Montero-Ruiz ont récemment plaidé pour une origine indépendante de la métallurgie ibérique (Ruiz-Taboada *et al.*, 1999). Le site de Cerro Virtud à Almeria, avec une date radiocarbone de la première moitié du V^e millénaire BC, a livré un fragment de "vase-four". Rotherberg et Blanco Freijeiro (1980) ont également soutenu que les mines de cuivre de Chinflon pouvaient être datées de la fin du V^e millénaire. Néanmoins, l'interprétation chronologique de ce site est controversée.

Ainsi, ce n'est peut-être pas un simple hasard si les premières traces de métallurgie du cuivre en Italie proviennent de Ligurie, qui fait face à la Péninsule Ibérique, par delà la Méditerranée. En effet, il semble que l'Âge du Cuivre (au sens plus largement culturel et non comme seule indication de l'usage du cuivre)

commence en Ligurie aux alentours de 3600 cal. BC, soit cent ans plus tôt que dans le nord de l'Italie.

Il convient néanmoins de faire état des découvertes réalisées récemment dans ce secteur des Alpes. Une extraction à petite échelle a pu y avoir lieu dès le IV^e millénaire cal. BC. Cette hypothèse est étayée par les datations des vestiges du travail du cuivre au Göttschenberg, entre 3642 et 3356 cal. BC (GrN-11410 4720 ± 60 BP) (Lippert, 1992) et, bien sûr, par la datation (3350 et 3120 cal. BC) d'Ötzi, l'homme des glaces à la fameuse hache en cuivre (Barfield, 1994). En outre, la présence de céramique du type Vases à bouche carrée, caractéristique du Néolithique final, datable d'environ 4200 BC, dans le site d'habitat de la culture de Münchhöfner à Brixlegg, dans le Tyrol autrichien (Huijsmans *et al.*, 1998), semble liée aux ressources métallurgiques de ce secteur. Aussi, peut-être faut-il considérer que la métallurgie de l'Italie du nord a une origine alpine, celle de Ligurie pouvant au contraire être originaire de l'ouest de la Méditerranée. ■

Remerciements : Le projet de Monte Loreto a été supporté financièrement par AHRB, la surintendance archéologique de Ligurie, l'université de Nottingham, la Moilly Cotton Fondation, la Société des Antiquités, la communauté de Val Petronio, les communes de Sestri Levante, Castiglione, Chiavarese et Casarza Ligure. La traduction française a été assurée par M.C. Frère-Sautot, P. Giraud et P. Ambert.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- BALLAERA S., MARCHESINI M., RETTAGLIATA M. (1999) – *La miniera di Monte Linajuolo nella storia di Rovigno*, Associazione Turistica Pro Rovigno.
- BARFIELD L.H. (1994) – The Iceman reviewed, *Antiquity*, 68, 258, p. 10-26.
- CAMPANA N., FRANCESCHINI E., MAGGI R., STOS GALE Z. (1995) – *Grotticella sepolcrale di Val Frascaiese (Genova) : nuove analisi dei reparti metallici*, in COCCHI GENICK ed. Firenze 1996, Octavo, p. 556-557.
- CAMPANA N., MAGGI R., eds (2002) – *Archeologia in Valle Lagorara, Diecimila anni di storia intorno a una cava di diaspro*, Istituto Italiano di Preistoria e Protoistoria, Firenze
- CAMPANA N., FRANCESCHI E. (1997) – *Analyses of the metal objects*, in R. MAGGI (ed.), The excavation by Luigi Bernabo Brea and Luigi Cardini of the cave of Arene Candide within the historical context of the study of Prehistory in Italy, Roma, Memorie dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana, nuova serie, 5, p. 611-6221.
- CERNYCH E. N. (1978) – Aibunar – a balkan copper mine of the fourth millenium BC, *Proceedings of the Prehistoric Society*, t. 45, p. 103-110.
- DE PASCALE A. (2001) – *Monte Loreto : un sito preistorico di estrazione mineraria. Problemi metodologici*. Tesi di laurea, University of Genova.
- DESITTERE M. (1984) – *Contributo alla storia della palethnologie italiano*, in Morigi *et al.* (eds), Dalla Stanza delle Antichità al Museo Civico, Bologna, Grafis, p. 61-85.
- HUIJSMANS M., KRAUB KG (1988) – KG Brixlegg, MG Brixlegg, VB Küfstein, *Fundberichte aus Österreich*, 37, p. 713-714.
- ISSEL A. (1879) – Sulle tracce di antichissima lavatories ossature in lacune miniere della Liguria, *Rassegna settimanale*, 3, 70, p. 348-349.
- ISSEL A. (1892) – *Liguria geologica e preistorica*, vol. 2, Genova (réed 1993), p. 27-28.
- JOVANOVIĆ B. (1979) – The technology of Primary Copper in South-East Europe, *Proceedings of the Prehistoric Society*, t. 45, p. 103-110.
- JOVANOVIĆ B. et OTTOWAY B.S. (1976) – Copper mining and metallurgy in the Vinca group, *Antiquity*, t. 50, 198, p. 104-113.
- MAGGI R. (1997) – *The excavation by Luigi Bernabo Brea and Luigi Cardini of the cave of Arene Candide within the historical context of the study of Prehistory in Italy*, Roma, Memorie dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana, nuova serie, 5, p. 11-30.
- MAGGI R. (1998) – *Storia delle Liguria fra 3600-2300 anni avanti Cristo*, in DEL LUCHESSA and MAGGI (eds), *Del diaspro al bronzo. L'Eta del Rame e del Bronzo in Liguria*, La Spezia, Luna Editore, p. 7-28.
- MAGGI R., DEL LUCHESSA A. (1988) – Aspects of the Copper Age in Liguria, *Rassegna di Archeologia*, 7, p. 331-338.
- MAGGI R. et FORMICOLA (1978) – Una grotticella sepolcrale dell'inizio dell'eta del bronzo in Val frascaiese (Genova), *Preistoria Alpina*, 14, p. 87-113.
- MAGGI R. et PEARCE M. (1998) – *Les mines préhistoriques de Libiola et Monte Loreto*, in M.C. Frère Sautot (ed), *Monographies Instrumentum*, 5, Montagnac, p. 89-93.
- MAGGI R. et VIGNOLO M. R. (1984) – *Val Frascaiese, Tana delle Fate*, Soprintendenza Archeologica della Liguria, p. 81-83.
- MC CULLAGH M., MAGGI R., PEARCE M., RATCLIFFE J. (1999) – *From the ground up : visualising Ligurian archeological sites*, L. Din-

gwall *et al.*, eds. Archeology in the age of Internet, *British Archeological Reports*, Intern serie 750, p. 265.

PEARCE M. (1994) – *Il territorio di Milano e Pavia tra Mesolithic e Prima eta del Ferro. Dalla carta archeologica alla ricostruzione del paesaggio*, Firenze, La Nuova Italia, p. 25-26.

PERONI R. (1992) – *Prehistoria e protohistoria. La vicenda degli studi in Italia, in la vie della prehistoria*, Roma, Manifestolibri, p. 9-70.

ROTHENBERG B., BLANCO FREIJERO A. (1980) – *Ancient copper mining and smaltine at Chinflon (Huelva, SWSpain)* in PT CRADDOCK ed, *Scientific Studies in Early Mining and extractive metallurgy*, Bristih Museum, Occasional paper, 20, p. 41-62.

RUIZ-TABOADA A., MONTERO-RUIZ I. (1999) – The oldest metallurgy in western Europe, *Antiquity*, 73, 282, p. 897-903.

Roberto MAGGI

Superintendance régionale pour les Biens et les
Activités Culturelles de la Ligurie (Italie)

Mark PEARCE

Département d'archéologie, Université de
NOTTINGHAM, Royaume Uni

Résumé

Les quatre grandes "cultures" Énéolithiques de l'Italie, les "cultures" de Remedello, Rinaldone, Gaudio et Laterza, jouent un rôle important dans plusieurs modèles archéologiques et archéo-métallurgiques. Elles sont généralement considérées comme des "cultures chalcolithiques", bien qu'on ne dispose toujours pas d'une définition convenable de ces "cultures". Dans ce travail nous chercherons à répondre à une question essentielle : est-il possible de donner une définition vérifiable de ces "cultures" à partir du matériel archéologique ? En effet, dans la plupart des cas, les études qui leur ont été consacrées ont opposé les unes aux autres sans tenir compte des caractéristiques et des types communs qui les unissent. Dans le cas contraire, qui est proposé ici, il est très difficile, voire impossible de proposer une délimitation claire de ces groupes.

Abstract

The four eneolithic "cultures" of Remedello, Rinaldone, Gaudio and Laterza are of crucial importance for many archaeological and archeometallurgical models. They are specified as "chalcolithic cultures". In fact, a satisfying definition of these "cultures" is lacking yet. The article investigates, if a proper definition of these "cultures" can be developed using the archaeological material. These "cultures" were usually investigated separately from each other but they offer a structural coherence as cross-regional related phenomenon, because they possess a much wider spectrum of common types and features as has been described. A precise boundary of these groups is thus impossible.

INTRODUCTION

Intermédiaire géographique entre le Proche-Orient, région supposée être à l'origine de la métallurgie du cuivre, et les premières références d'une métallurgie autonome en Europe Centrale et Occidentale, l'Italie se voit attribuer un rôle fondamental dans le domaine du développement et de la diffusion de l'ancienne métallurgie en Méditerranée occidentale. Dans le contexte de la diffusion de la métallurgie chalcolithique, ce développement est dit "méditerranéen occidental" (Strahm, 1994, p. 33), compte tenu des contacts qui s'esquissent en particulier entre l'Italie, la région des Alpes, le Midi de la France et de la Péninsule Ibérique. En datation absolue, cette période se situe entre 3100 et 2500 av. J.-C. (Matuschik, 1997, p. 18 ; Sangmeister, 1999, p. 349). Les termes "Remedello" et "Rinaldone" désignent les "cultures chalcolithiques" d'Italie et forment la base de nombreux concepts et théories archéologiques.

Pourtant, jusqu'à présent, il n'existe pas de définition rigoureuse de ces "cultures" du fait que les recherches archéo-métallurgiques (sauf celles Bagolini & Fasani, 1982 ; Barfield, 1996) s'appuient préférentiellement sur des méthodes empruntées aux sciences naturelles. En conséquence, les dénominations de ces "cultures" sont reprises sans aucune analyse critique, ni aucune modification depuis leur création. Ce problème, qui est commun à toute l'Europe et à toutes les époques préhistoriques (voir Strahm, 1988, p. 178), forme la base de notre interrogation : est-il possible en étudiant l'ensemble du matériel connu de donner, une définition stricte des "cultures archéologiques" de l'Énéolithique d'Italie ? Afin de pouvoir comparer les "cultures" ou "faciès" de l'Italie septentrionale à l'Italie méridionale, nous avons étudié les "cultures" de "Remedello" et "Rinaldone", le "faciès Gaudio" et la "culture de Laterza".

Jusqu'ici les recherches se limitaient, pour chacune de ces "cultures", à la description d'une sélection de

types et de caractéristiques, à l'exclusion de la majeure partie du matériel archéologique. Pour cette raison, il était impossible de donner une bonne définition des "cultures" mais également des influences qu'elles pouvaient avoir les unes par rapport aux autres.

Aussi, après avoir dressé leur historique, qui met en évidence les problèmes centraux qui dominent la discussion scientifique sur l'Énéolithique de l'Italie, nous étudierons de façon critique toutes les sources disponibles, puis nous expliciterons la méthode utilisée pour définir une nouvelle approche. Enfin l'ensemble du matériel sera inclus dans un tableau en suivant sa répartition géographique.

Cette approche permet de proposer une interprétation cohérente qui pourrait servir de point de départ à une recherche approfondie. Nous suivons en cela l'exposé d'un mémoire de maîtrise soutenu en 2001 à l'Université de Freiburg i. Br. (Steiniger, 2001).

HISTORIQUE DE LA RECHERCHE

Parmi les "cultures" de l'Énéolithique de l'Italie, quatre d'entre elles occupent une position dominante. Il s'agit de la "culture" dite de "Remedello" située dans la vallée du Po en Italie septentrionale, le "faciès" ou "culture de Rinaldone" répandue en Toscane et Latium, le "faciès" ou la "culture de Gaudio" en Campanie et la "culture" dite "Laterza" de l'Italie méridionale présente en Apulie et en Basilicate. Les termes utilisés couramment par la littérature comme "culture" et "faciès" ou bien "cultura", "faciès" et "civiltà" seront dans ce texte repris systématiquement entre guillemets.

En 1901, pour Colini, les divers types de tombes et objets de l'Énéolithique faisaient partie d'une évolution commune à toute l'Italie. Il dénomma cet ensemble : "civiltà eneolitica". Les points communs typologiques étaient évidents malgré les particularités régionales (Colini, 1901, p. 119-125). Il y a donc plus de 100 ans que l'Énéolithique d'Italie est présenté de façon unitaire comme cela se retrouvera dans cette recherche. Au début du 20^e siècle, l'approche terminologique de Colini n'a pratiquement pas retenu l'attention de la recherche, celle-ci mettait surtout l'accent sur la division régionale. On forma ensuite des groupes typologiques d'une extension régionale limitée et on les qualifia, comme si cela allait de soi, des termes de "cultures" ou "faciès".

Le terme de "culture de Remedello" fut pour la première fois utilisé par Åberg en 1921 (Åberg, 1921, p. 184). En étudiant l'Énéolithique de la Péninsule Ibérique, il s'intéressa à quelques objets de la "culture de Remedello" à titre comparatif. Néanmoins, il ne tenta pas de faire une description détaillée de la "culture de Remedello". Elle resta un concept abstrait, laissé à l'arbitraire des auteurs (par ex. Reinecke, traite uniquement de la chronologie; Reinecke, 1924, p. 14-15). Même si, le nombre d'objets et de sites attribués à cette "culture" allait en augmentant, aucune réflexion ne mit en question la base insuffisante sur laquelle Åberg avait à l'époque introduit le terme "culture de Remedello".

En 1939, Laviosa Zambotti tenta d'établir un "faciès di Rinaldone" répandu en Italie centrale par comparaison avec le "faciès", "civiltà" ou "cultura di Remedello" laquelle lui semblait être suffisamment définie (Laviosa Zambotti, 1939, p. 54 pp). Acanfora à son tour, au cours de sa description de la "culture de Remedello" (Acanfora, 1956, p. 345), se référa à la division régionale de Laviosa Zambotti et par conséquent entérina l'existence des deux "faciès". Cornaggia-Castiglioni proposa, à son tour, une distinction terminologique selon laquelle la "cultura di Remedello" serait un "faciès" subordonné de la "civiltà eneolitica" (Cornaggia-Castiglioni, 1971, p. 8-10). Plus tard, l'abandon du terme de "culture de Remedello" fut proposé à plusieurs reprises (Bagolini & Fasani, 1982, p. 348; Barfield, 1988, p. 418), mais la terminologie oscillait au gré des auteurs depuis "Remedello", "culture de Remedello", "faciès di Remedello" à "civiltà di Remedello".

L'homme de Similaun, pourtant découvert en dehors de l'aire spécifique du Remedello, relança les discussions. La nécessité de lui fournir un contexte fit focaliser les recherches sur sa hache en cuivre pour sa "ressemblance" avec les haches de la nécropole de Remedello. La relation fut proposée (De Marinis, 1992, p. 403). Aussi, plusieurs auteurs ont attribué l'homme des glaces à la "culture de Remedello" (Barfield, 1992, p. 124, 1996, p. 69; Spindler, 1993, p. 218-244; Prinoth-Fornwagner & Niklaus, 1995, p. 82-87; De Marinis, 1997, p. 33; De Marinis & Pedrotti, 1997, p. 260 pp.). Un autre argument d'attribution de l'homme des glaces à la "culture de Remedello" a été proposé par Barfield et De Marinis. Il repose sur le vieillissement du début de la "culture de Remedello" par rapport aux dates fournies par les chronologies absolues (vers 3300 BC, date calibrée), lui permettant de correspondre à l'âge de l'homme de Similaun (Barfield, 1992, p. 124; De Marinis, 1992, p. 403). De cette manière, la "culture de Remedello" a obtenu un droit à l'existence "indiscutable" grâce à "l'homme des glaces".

Néanmoins, C. Schilz a pu proposer une définition claire de la "culture de Remedello", mais les résultats de son travail (Schilz, 1995) n'ayant pas donné lieu à publication, n'ont pas eu d'écho. Ainsi, après 100 ans d'histoire, le terme de "culture de Remedello" est toujours aussi mal défini malgré un nombre important de nouvelles découvertes.

Le "faciès de Rinaldone", initialement introduit par Laviosa Zambotti, a connu une histoire comparable. Là encore, la description du "faciès" n'était pas très détaillée, mais se fondait sur les comparaisons interrégionales et diachroniques (Laviosa Zambotti, 1939, p. 55 pp). L'introduction du "faciès di Rinaldone" par Laviosa Zambotti était aussi discutable du point de vue méthodologique que celle de la "culture de Remedello" par Åberg.

Jusqu'à présent, jamais l'inventaire complet d'objets n'a été utilisé pour définir une "culture". Les recherches se sont toujours limitées à un choix d'élément typologiques caractéristiques de leur appartenance culturelle ou à des structures sujettes à caution

Cemetery	Grave Nr.	Literature
1 Villafranca		Ghislanzoni 1932, Bianco Peroni 1994
2 Remedello	4,13,34,37,40,41,42,45,46,56,60,61,62, 63,65,69,70,71,72,74,75,78,79,81,82,83,86,88,93,95,97,100,102,106,107,109,BSI°,BSII°,BSIII°,BSIV°	Colini 1898-1902, Acanfora 1956, Cornaggia-Castiglioni 1971, DeMarinis 1997
3 Volongo	1,2	Colini 1898
4 Fontanella	1,3,4,5,6,7,8,11,12,13	Locatelli 1890, Acanfora 1956
5 Spilamberto	1-5,9,10,13,14,16-22,24-28	Bagolini 1981
6 Cumarola		Bagolini et al. 1982
7 Battifolle		Kurz 1993, Cocchi Genick 1996
8 Pozzuolo		Kurz 1993, Bianco Peroni 1994
9 Spedaletto	1,2	Kurz 1993, Cocchi Genick 1996
10 Poggio Aquilone	4	Kurz 1993, Cocchi Genick 1996
11 Porcarecchia	1,2 (forno & fossa-grave)	Kurz 1993, Cocchi Genick 1996
12 Corano	1,4,5	Kurz 1993, Cocchi Genick 1996
13 Pianetti	24,11,15,20	Kurz 1993, Bianco Peroni 1994
14 Ponte S. Pietro	1,2	Kurz 1993, Miari 1993, 1994
15 Chiesa d'Ermini		Kurz 1993, Bianco Peroni 1994
16 Garavichio	1,2,3,4	Kurz 1993, Cocchi Genick 1996
17 Rinaldone	1,2,3,4,5,8	Kurz 1993, Cocchi Genick 1996
18 Cantalupo	A	Kurz 1993, Cocchi Genick 1996
19 Camerata		Kurz 1993, Cocchi Genick 1996
20 Vigna Schiboni		Kurz 1993, Savignoni 1902
21 Sgurgola		Kurz 1993, Cocchi Genick 1996
22 Toppo S. Filippo		Kurz 1993, Cocchi Genick 1996
23 Napoli Materdei	1,2	Marzochella 1980
24 Mirabella Eclano	"Capo"	Salerno 1993, Bailo Modesti & Salerno 1998
25 Trinità	1,2,3,4,5	Albore Livadie 1990
26 Pontecagnano	6511-6514, 6516-6518, 6520, 6589, 6590	Bailo Modesti & Salerno 1998
27 Eboli	1,2,3,4	Bailo Modesti 1974, 1993, Bailo Modesti & Salerno 1995
28 Gaudo	II, IV, IX, XIII, 10(Brinson), U', M	Bailo Modesti & Salerno 1998
29 Buccino	1,2,3,4,5,6,7,9	Holloway 1973
30 Tursi		Cremonesi 1976
31 Laterza	1,2,3,4,6,7,8	Biancofiore 1967, 1971
32 Gioia del Colle		Gervasio 1913
33 Ceilino S. Marco		Lo Porto 1962-63, Biancofiore 1971

Tabl. 1 – Tableau des tombes permettant une analyse archéologique.

(Negroni-Catacchio, 1988, p. 351). Ainsi la définition du “faciès” ou “cultura di Rinaldone” est jusqu’à présent resté plutôt contestable, comme Cocchi Genick (1996, p. 508-520) l’a clairement exposé. Il en est de même dans le travail de M. Kurz (1993), lequel se fonde sur une large base matérielle dont les provenances sont analysées de façon critique.

Dans la première publication des fouilles de la nécropole de Gaudo Sestieri constatait uniquement l’appartenance du site à l’Énéolithique (Sestieri 1946, p. 246). Par la suite, plusieurs dénominations furent proposées comme “cultura Rinaldone-Gaudo” (Puglisi, 1959, p. 12), “civiltà del Gaudo” (Voza, 1962,

p. 39 p) ou “cultura del Gaudo” (Bailo Modesti, 1993, p. 13). Aujourd’hui le terme de “faciès del Gaudo” est généralement admis par la recherche scientifique. Compte tenu du fait que pratiquement tous les objets du “faciès del Gaudo” proviennent de contextes funéraires, Bailo Modesti préférait le terme de “faciès del Gaudo” représentant uniquement les tombes ou plutôt les vestiges des rites funéraires d’une “cultura” (Bailo Modesti & Salerno, 1998, p. 3).

Cornaggia-Castiglioni avait au contraire réservé le terme “faciès” à une partie d’un plus vaste ensemble, la “civiltà eneolithica” (Cornaggia-Castiglioni, 1971, p. 15). Selon Bailo Modesti, les tombes sont donc un

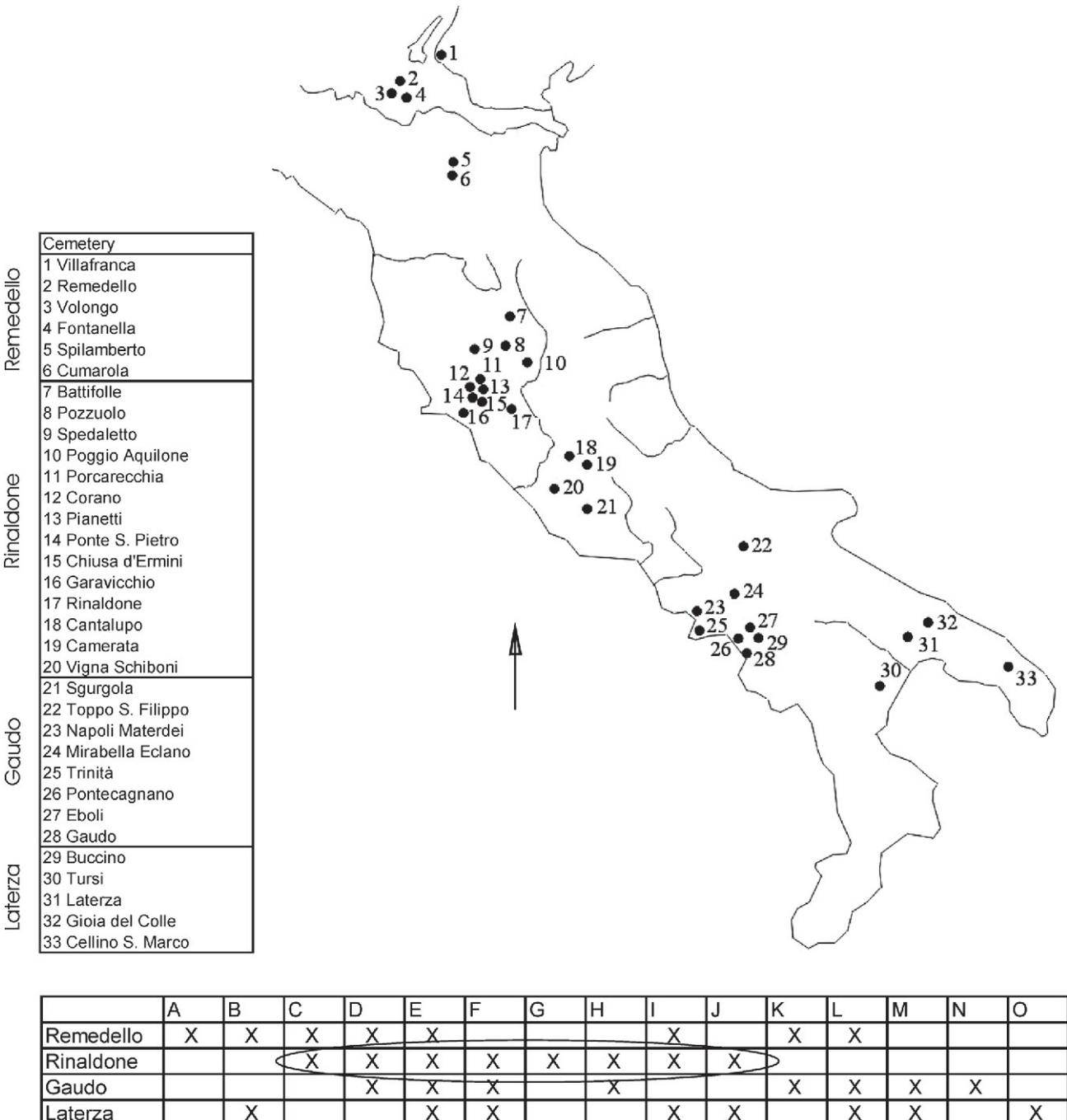


Fig.1 – Carte géographique des sites et structure de base du tableau illustrant les ensembles.

“faciès” de la “cultura”, selon Cornaggia-Castiglioni la “cultura” un “faciès” de la “civiltà”.

Enfin, bien que Salerno eût proposé une sériation fondée sur une base complète de matériel, il ne posa pas la question sur l'appartenance de tous les sites et objets au “faciès del Gaudio” ou sur la base qui permet d'exclure d'autres ensembles. L'objectif était d'identifier les types chronologiquement sensibles afin d'élaborer une division chronologique du “faciès del Gaudio” (Bailo Modesti & Salerno, 1998, p. 145).

Les objets et structures significatives de la “culture de Laterza” n'ont été présentés que de temps en temps comme unité (Biancofiore, 1967, p. 282) alors que l'accent était mis sur l'hétérogénéité typologique (Cremonesi, 1976, p. 121-131). Les théories sur une migration intrusive à partir de la Méditerranée orientale tenaient lieu d'explication pour une délimitation de l'Énéolithique d'Apulie par rapport aux régions de l'Italie centrale et du Sud-Ouest (Gervasio, 1913, p. 171). Les sujets d'incertitude étaient ainsi transférés de l'Italie vers l'Orient. D'autres structures qui appartenaient pourtant de façon évidente à cette culture étaient exclues sur la base d'arguments chronologiques (Lo Porto, 1988, p. 317-319). Aussi, le nombre de sites attribués à la “culture de Laterza” était-il réduit, ce qui a contribué à générer peu d'études à son sujet.

Bien sûr il existe de nombreux autres ensembles chalcolithiques en Italie. Ne pouvant les citer toutes nous renvoyons à la bibliographie en fin de note (Cocchi Genick, 1996, p. 470 pp; Bagolini & Cremonesi, 1988; Sarti & Martini, 2001; Nicolis, 2001; Barfield, 1975; Barfield, 1983; Voza, 1962). Soulignons enfin que D. Cocchi Genick dans son “Manuale di preistoria” (Cocchi Genick, 1996, p. 306, 508, 605) décrit en détail, par régions, tous les objets et structures spécifiques de l'Italie. Mais malheureusement, elle n'a pas fait la synthèse de son travail détaillé.

HYPOTHÈSE ET NOUVELLE PROPOSITION

Les remarques précédentes ont mis en évidence les deux problèmes principaux qui concernent l'Énéolithique en Italie :

- d'une part, les travaux, souvent anciens, qui ont proposé les noms des “faciès” utilisés aujourd'hui restent dans tous les cas sujets à caution. En particulier les sites de Remedello, Rinaldone, et Gaudio n'avaient pas à l'origine valeur de sites éponymes d'une “culture archéologique”;
- d'autre part, l'augmentation importante du nombre de sites et de découvertes, imputées au cours des temps à ces “cultures” mal définies, posait de plus en plus problème. Il s'en est suivi, que seuls quelques types, emblématiques, d'une appartenance culturelle étaient pris en compte, au détriment du reste de l'outillage.

C'est sur ces bases, souvent limitées à la typologie des objets métalliques, sans souci de comparaison inter-culturelles ou chronologiques que furent

“arrêtés” les principaux “faciès” ou “cultures” de l'Énéolithique italien. Un travail général sur l'Énéolithique italien ne pouvait qu'essayer de trouver des solutions nouvelles.

Pour se faire une idée d'ensemble valable, la structure des relations interrégionales doit être présentée d'une façon compréhensible. La plupart des ouvrages sur l'Énéolithique en Italie se limitaient à une classification régionale, ce qui empêchait l'assemblage des résultats au niveau interrégional. On s'aperçoit clairement à quel point il est problématique d'assembler un nombre de sites sous le terme d'une “culture archéologique” uniquement en raison de leur proximité régionale et chronologique, bien que leur gamme de formes soit très diversifiée.

Les critères principaux d'une “culture archéologique” doivent associer à côté des ressemblances typologiques du matériel, la proximité des sites et leur chronologie. Néanmoins, il convient de ne pas faire un choix, subjectif, *a priori* des critères typologiques de tous les objets de la même façon, sans choix ou exclusion préliminaire de certains types.

Jusqu'ici, la quantité exacte de trouvailles et de types considérés caractéristiques d'une “culture” par rapport à d'autres considérés comme moins spécifiques n'a pas fait l'objet d'une recherche. C'est ainsi que beaucoup d'objets non céramiques ou d'objets mal conservés ont été jugés sans importance, tandis que les recherches se sont référées à des objets remarquables ou en métal.

Seule une comparaison de toutes les trouvailles et de tous les types peut démontrer d'une façon compréhensible quelles formes sont, beaucoup, peu ou pas présentes au sein d'une entité “culturelle”. Une exploitation appropriée doit pour cela traiter toutes les caractéristiques et types de la même façon. C'est seulement à cette condition qu'il sera possible de comparer l'ensemble du matériel de l'Énéolithique d'Italie.

Sélection du matériel

Les ensembles analysés ci-dessous sont tous des mobiliers funéraires lesquels forment la quasi-totalité du mobilier de l'Énéolithique d'Italie. Malheureusement, la plupart de ceux-ci ont été fouillés dès le 19^e siècle et sont conservés dans les musées dans un état incomplet. Les sites bien conservés sont par contre beaucoup plus rares. Au bout de notre analyse, nous avons sélectionné un total de 33 nécropoles datées de 140 tombes bien conservées (tabl. 1). Elles contiennent environ 600 inhumations, le chiffre entaché d'imprécision puisque nous ignorons si tous les squelettes des sépultures collectives nous sont parvenus.

La méthode

La base des résultats présentés ci-dessous se compose d'un catalogue détaillé complet de toutes les tombes du Néolithique final appartenant à ces quatre “cultures”. Tout objet ou caractère est défini par un type. Malheureusement il ne sera possible de présenter

ni le catalogue, ni la définition détaillée de tous les types bien que ce soit une démarche importante de notre travail (Steiniger, 2001). En résumé, 3 149 caractéristiques ont été isolées (objets, principes/types décoratifs, architecture funéraire etc.), puis elles ont été regroupées en 165 types.

Dans un second temps, les ensembles ont été représentés sous forme d'un tableau qui met en lumière la répartition et la fréquence des types. Cela garantit une exploitation future et des interprétations plus approfondies. La structure du tableau est organisée suivant le "modèle polythétique" de D.-L. Clarke (1968, p. 244-249). Il convient en effet parfaitement à l'illustration de la diffusion d'une grande quantité d'objets dans diverses régions. Il a été précédemment utilisé par Borello (1981) et Wolf (1993) qui ont réalisé des comparaisons "interculturelles" sur la base de grandes quantités d'objets.

En référence à la division géographique de l'Italie, les sites sont présentés sur le tableau de haut en bas, du nord au sud (fig. 1). Sur la carte, les sites se regroupent dans quatre régions, séparées les unes des autres. Sur le tableau, ces régions sont séparées par une ligne horizontale. Les différents types figurent dans les colonnes du tableau. Ils ne sont pas répartis régulièrement dans les différents groupes. Quelques-uns apparaissent uniquement dans une seule des régions (par ex. sur le territoire du groupe Remedello : colonne A), tandis que d'autres sont présents dans les tombes des groupes Remedello et Laterza (colonne B), mais pas dans les régions intermédiaires. Dans la troisième colonne, colonne C, figurent les types qui sont présents sur les territoires des groupes Remedello et Rinaldone. Tout le tableau est organisé de cette façon, les colonnes sont désignées par les lettres de A à O. La colonne E contient les types qu'on trouve dans toute l'Italie (dans les quatre groupes). La colonne N contient les types d'une diffusion limitée au groupe Gaudio, et la colonne O ceux du groupe Laterza. Chacun des types appartient à une des 15 possibilités de répartition (colonnes A-O). À titre d'exemple, soulignons que pour le Rinaldone, un seul objet présent dans l'une des huit colonnes du groupe régional (colonnes C-J), suffit à être attribué au type. Les chiffres figurant sur le tableau indiquent la fréquence d'un type dans un site (fig. 2). L'organisation des types et des sites sur le tableau ne doit pas être confondu avec une sériation calculée de façon mathématique. Les sites figurent sur le tableau selon leur position géographique, alors que les types sont organisés selon leur diffusion. Le tableau ne cherche pas à créer une division chronologique, contrairement à ce qui est parfois proposé (voir Theune, 1995, p. 327).

Exploitation des données

Parmi les 3149 caractéristiques définies, 576 sont attribuées au groupe Remedello, seulement 384 au groupe de Rinaldone, 1155 au groupe de Gaudio et 1034 au groupe Laterza (fig. 3). C'est dire que plus de 1000 objets, structures évidentes et caractéristiques définies de types, sont présents dans les groupes Gaudio et Laterza, tandis que les groupes Remedello

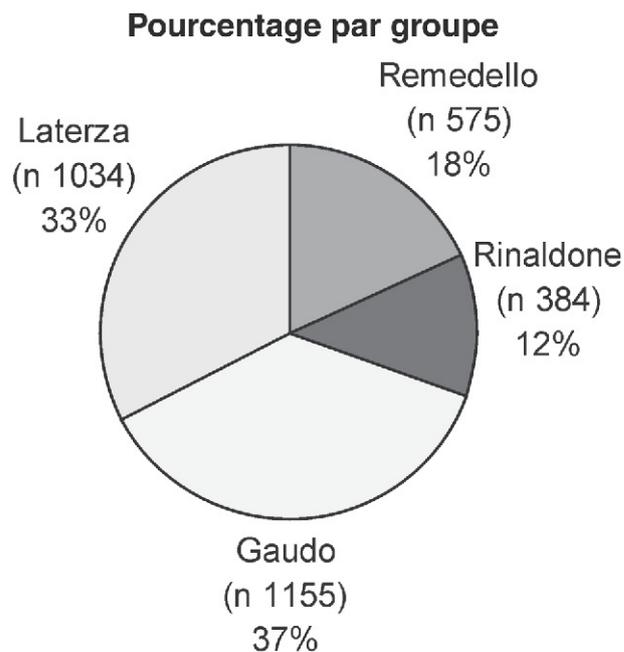


Fig. 3 – Fréquence des objets et structures caractéristiques des quatre groupes régionaux.

et Rinaldone n'en présentent que 1000 à eux deux. Si la répartition était uniforme, chacun des groupes présenterait un quart du nombre total des types, mais l'inégalité des sources archéologiques fausse les données en faveur de l'Italie méridionale. En effet, les tombes collectives de cette région étaient en grande partie bien conservées et contenaient un grand nombre de céramiques. Par conséquent l'analyse se base sur un nombre de trouvailles de répartition inégale. Il sera nécessaire d'en tenir compte dans une interprétation approfondie.

Remedello

La première colonne (fig. 2, A) consacrée aux types du mobilier funéraire Remedello ne contient qu'un nombre très réduit d'objets. Par contre, la plupart des types du groupe Remedello d'Italie du Nord existent dans les tombes d'autres régions de l'Italie (colonnes B, C, D, E, I, K, L). Mais il existe aussi des "types spécifiques" appartenant en propre au seul groupe Remedello (fig. 4). Parmi ceux-ci on trouve quatre types différents d'objets en métal. Plusieurs sont en cuivre, comme les rivets qui ornaient probablement des poignards de Remedello et Spilamberto et la hallebarde de Villafranca. La parure pectorale de Villafranca et une épingle en béquille de Remedello sont en argent. Les poignards en os de Spilamberto sont aussi "spécifiques" que les poignards foliacés retouchés des deux faces. Les gaines de douilles de haches en bois de cerf et quelques pendentifs et bijoux peuvent être aussi considérés "spécifiques", ainsi que l'unique pointe de flèche triangulaire en silex à base concave. Un ruban à décor incisé tour à tour horizontalement et verticalement est l'ornement spécifique des

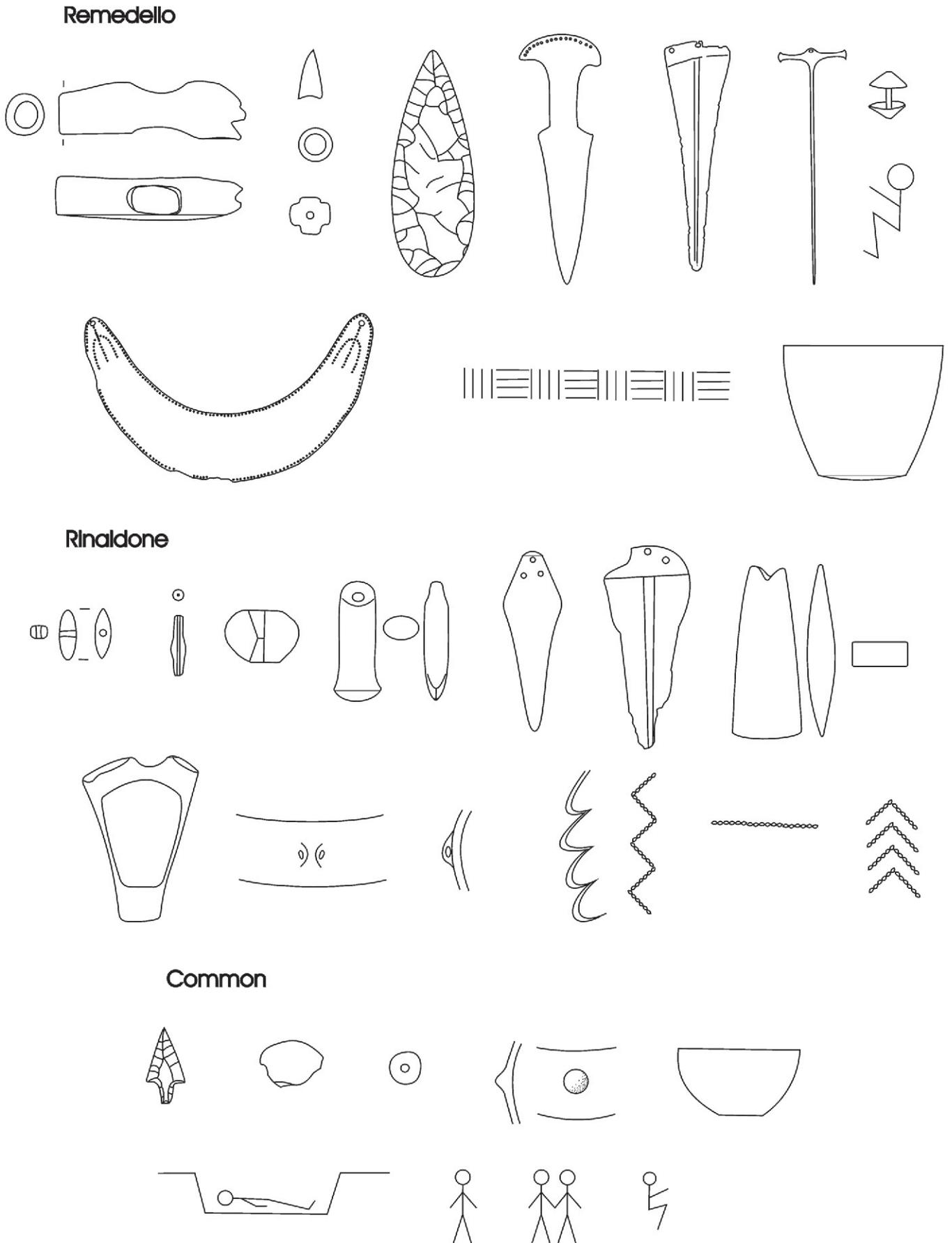


Fig. 4 – Types spécifiques des groupes Remedello et Rinaldone et des types communs aux quatre groupes (diverses échelles, dessin d’après la littérature citée, voir tabl. 1).

céramiques. Les seules inhumations accroupies côté droit de l'Énéolithique d'Italie appartiennent au Remedello ce qui permet de leur attribuer, sans trop de risque d'erreurs, les tombes de même type dépourvues de mobilier funéraire.

Nous obtenons ainsi 14 types spécifiques au groupe de Remedello, représentant 22 %, soit un cinquième de tous les types rencontrés parmi le matériel de ce groupe. Les 78 % restants sont des formes typologiques qu'on retrouve parmi le mobilier funéraire des autres trois groupes (fig. 6). Il convient d'ajouter qu'on ne trouve pas un seul des types spécifiques dans toutes les nécropoles du groupe Remedello, et que plusieurs d'entre eux sont des objets uniques (*cf. supra*).

Parmi les 576 objets attribués au groupe Remedello seulement 6 % peuvent être déterminés comme spécifiques, 94 % existent dans d'autres régions (fig. 7). De ce fait les tentatives basées sur un mobilier funéraire spécifique de la "culture de Remedello" se révèlent d'autant plus insuffisantes à la définir que la plupart des sites qui lui sont attribués ne présentent pas un seul (par ex. Cumarola) ou qu'un petit nombre (par ex. Fontanella) de ces types spécifiques. En outre, les poignards du type Remedello ne peuvent pas être considérés "spécifiques" du groupe puisqu'ils sont présents dans plusieurs tombes du groupe de Gauda (comme à Mirabella, Eclano et Buccino).

Les autres groupes

Pour le Rinaldone (colonne G) les objets spécifiques sont rares et très localisés puisque la plupart (76 %) des types présents dans les tombes du groupe Rinaldone se

trouvent aussi dans les tombes d'autres régions d'Italie (fig. 6). 24 % des objets, dont les poignards en cuivre du type Guardistallo et du type Rinaldone, des haches plates légèrement encochées sur le dos et quelques perles en antimoine, peuvent être considérées comme "Rinaldone" (fig. 4). Il convient de leur adjoindre des têtes de massue, des pendentifs perforés en forme de hache ainsi que les anses tubulaires horizontales et certains décors céramiques d'impressions de cordelettes. Le tableau figurant les ensembles démontre clairement que sept parmi les quinze sites attribués au groupe Rinaldone sont dépourvus d'un seul objet spécifique (fig. 2). Parmi les 384 objets retenus seulement 8 % sont spécifiques, tandis que 92 % de tous les objets et caractéristiques présents au sein de ce groupe font partie des types d'une diffusion interrégionale (fig. 7). Il est donc très malaisé de définir un "faciès di Rinaldone".

Avec le groupe de Gauda, on trouve plusieurs types assez fréquents et largement répandus, présents sur beaucoup de sites. Aucun site du groupe n'est dépourvu d'objets spécifiques. Les bouteilles bi-coniques sont présentes dans toutes les nécropoles à l'exception de Mirabella Eclano (fig. 5), les poignards en silex dans la plupart. Les poignards du type Gauda sont plus rares, et il convient d'ajouter aux objets "spécifiques" du Gauda, la hache unique de Mirabella Eclano et les épingles à béquille en os et poids de métier à tisser de la nécropole de Trinitá. Il existe en outre des vases dits "Saliera", des bols en forme de coquille de noix, des applications horizontales, des demi-cercles incisés, des bandes verticales ornées d'un décor en arêtes de poisson et des bandes verticales portant un décor de lignes obliques ou de hachures réticulées.

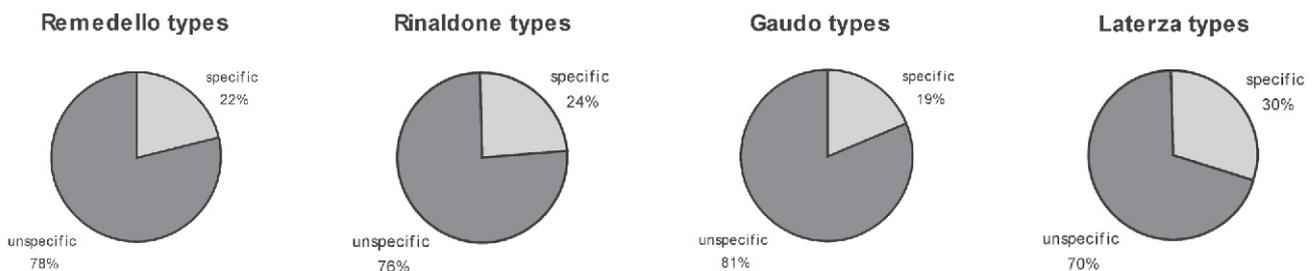


Fig. 6 – Variété des types des quatre groupes régionaux divisés en types spécifiques et non spécifiques.

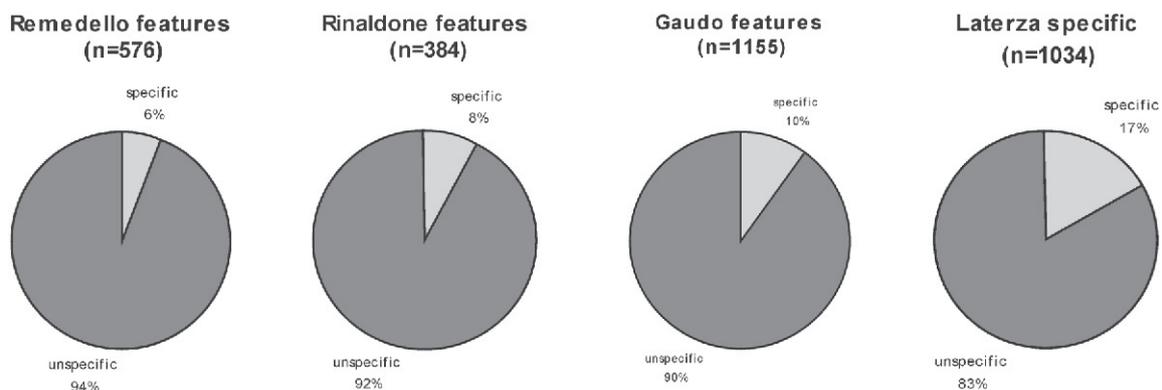


Fig. 7 – Répartition des quantités d'objets, structures évidentes et caractéristiques des quatre groupes régionaux, divisés en types spécifiques et non spécifiques.

Parmi les 97 types faisant partie du matériel du groupe Gaudo le nombre des types spécifiques atteint 19 %, soit 18 types (fig. 6), représentant en fait 10 % des 1155 objets et structures évidentes (fig. 7). Une délimitation précise du faciès "Gaudo" sur une base typologique est donc impossible.

Le groupe Laterza, compte seulement quatre nécropoles, mais elles ont livré un nombre d'objets, représenté dans tous les sites (fig. 2), supérieur à celui des 21 nécropoles des groupes Remedello et Rinaldone. Les types spécifiques (colonne O) sont dominés par une large gamme de formes céramiques et de décors variés, en particulier les bandes horizontales de chevrons, losanges et triangles (fig. 5), mais aussi des décors horizontaux en arêtes de poisson. Des décors géométriques obtenus par des piqûres et des applications lenticulaires sont aussi spécifiques que les poignées des vasques et que celles relevées se terminant en bouton. Les poignards en bronze du type Montebradoni et les couteaux dits "de femme" ("coltello delle donne") sont les objets en métal les plus remarquables. Les redresseurs de flèches en pierre, les grattoirs et nucléus en silex et en dents d'animaux et certains outils en os sont spécifiques. L'ambre est connue en petite quantité.

Le groupe Laterza comprend 91 types différents, parmi lesquels 30 % sont spécifiques (fig. 6). Seulement 17 % des 1034 objets peuvent être qualifiés de types spécifiques. Le groupe Laterza présente par conséquent une plus forte proportion de types spécifiques que les autres groupes régionaux. Néanmoins, le faible nombre de sites ne permet pas une définition claire d'une "culture de Laterza".

Interprétation des résultats

Il est intéressant de souligner que 1192 objets, représentés par 11 types, appartiennent aux quatre groupes régionaux (fig. 2, colonne E), soit 38 % du total (fig. 8). La pointe de flèche triangulaire à pédoncule en silex est la plus fréquente (478 pièces, pour 26 sites) et possède la plus grande extension géographique (fig. 4). Puis viennent les perles sphéroïdes et les plats coniques ou légèrement lobés et le décor en tenons. Les inhumations individuelles ou à deux individus et les inhumations accroupies ont une extension géographique aussi importante que les inhumations en fosse.

De ce fait, la fréquence des objets spécifiques communs aux quatre groupes régionaux est plus forte, et de loin, à celle de chacun de ces groupes (fig. 9). Ceci établit clairement un lien typologique entre toutes les tombes examinées ci-dessus reliant toutes les régions de l'Italie, tandis que les caractères particuliers sont beaucoup plus rares. Sur les 3149 objets analysés, seulement 34 sont spécifiques (fig. 8) au groupe Remedello (env. 1 %), 31 au Rinaldone (env. 1 %), 117 au Gaudo (env. 3,7 %) et 175 (env. 5,6 %) au groupe Laterza. Aussi seulement 11,3 % du total des objets peuvent être attribués uniquement et explicitement à l'un ou l'autre des quatre groupes régionaux (fig. 10).

Les quatre groupes régionaux possèdent une gamme de formes largement répandues et assez fréquentes

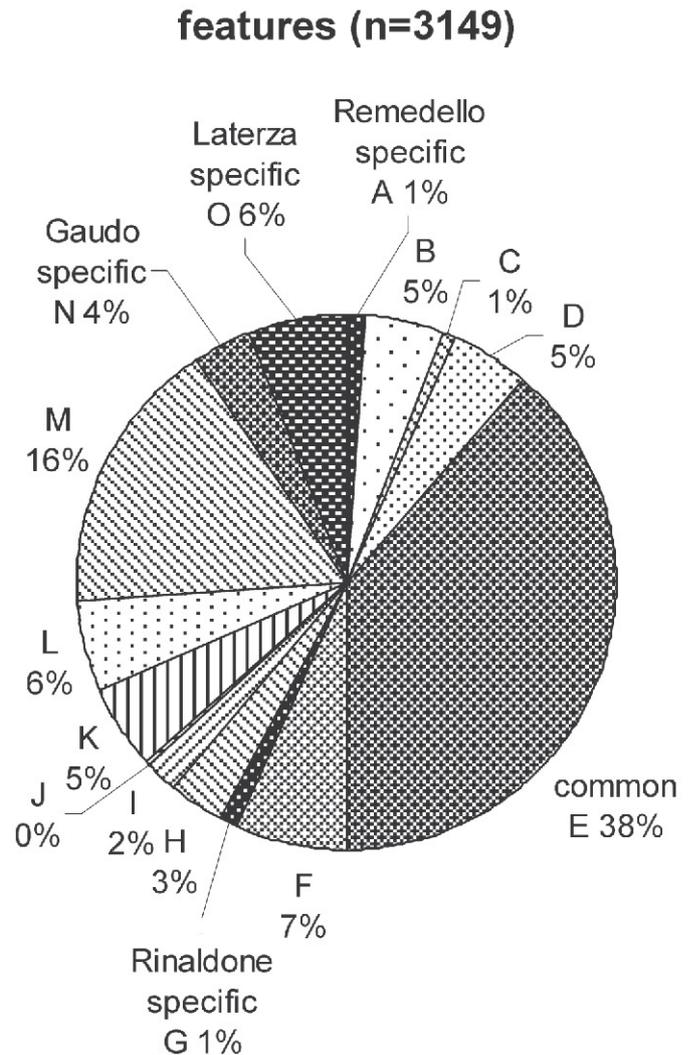


Fig. 8 – Ensemble total d'objets exprimé en pourcentages selon leur diffusion régionale.

comprenant pratiquement 90 % de la totalité des objets et des caractères recensés. Les caractéristiques régionales sont assez rares. Autrement dit, les types spécifiques étant rares et très peu répandus dans les territoires attribués à chacun de ces groupes, ils ne permettent de fait, ni la définition d'un groupe, ni une différenciation entre les différents groupes. Ces types ne sont pas "spécifiques" de ces groupes, mais "particuliers" et "rares". Le fait qu'ils ne soient représentés que dans un seul groupe régional de nécropoles n'y change rien. Ces types ne peuvent pas être retenus comme une caractéristique spécifique à une "culture".

Un résultat comparable a été décrit par E. Mottes en conclusion de son analyse d'environ 400 poignards en silex d'Italie septentrionale (Mottes, 2001, p. 532). Ces objets ne peuvent être attribués, ni précisément à une période bien définie, ni à un "groupe culturel".

En fait, plus on augmente le nombre des "groupes culturels" plus le pourcentage de types spécifiques se réduit et celui de types présents dans plusieurs groupes est important. La comparaison entre les quatre "cultures" analysés ci-dessus attribue un pourcentage

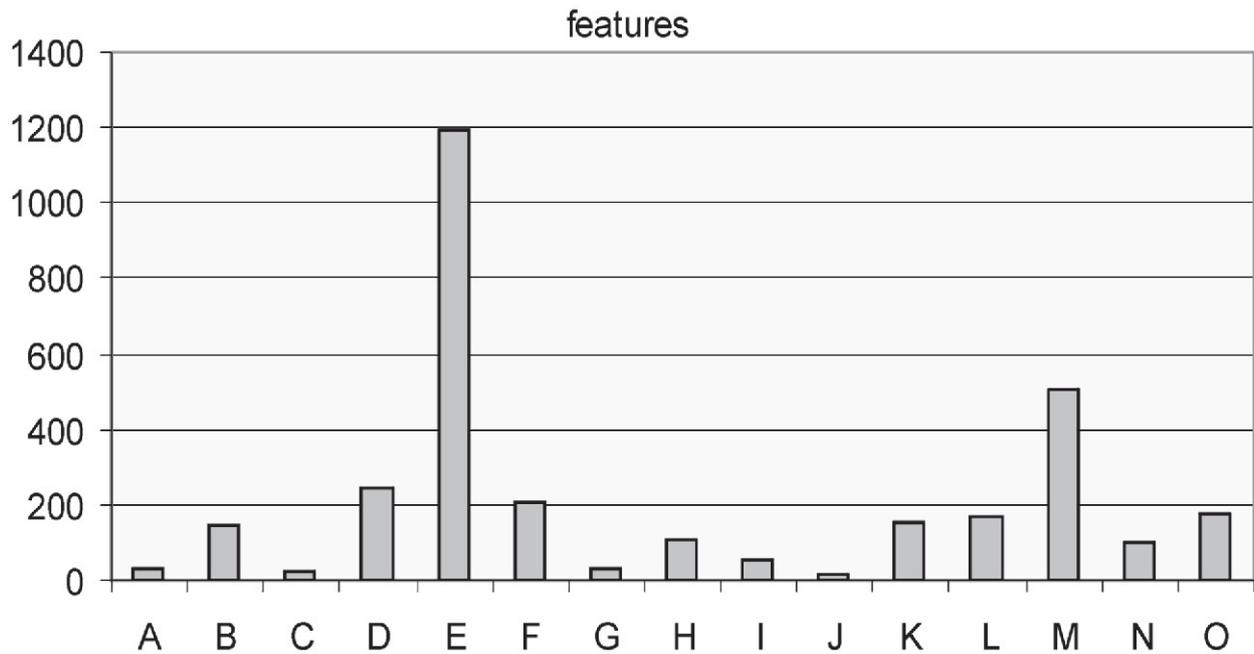


Fig. 9 – Ensemble total d'objets en chiffres absolus selon leur diffusion régionale.

features (n=3149)

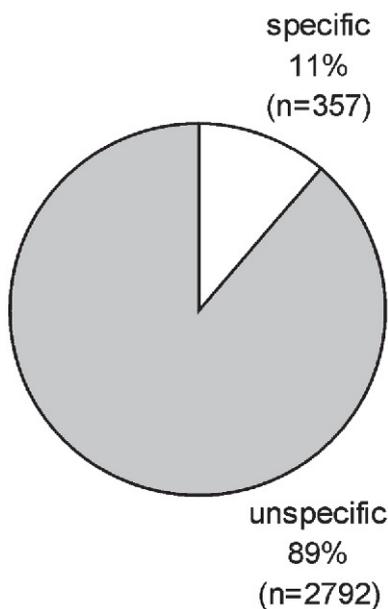


Fig. 10 – Ensemble total d'objets des quatre groupes régionaux divisés en types spécifiques et non spécifiques.

types (n=167)

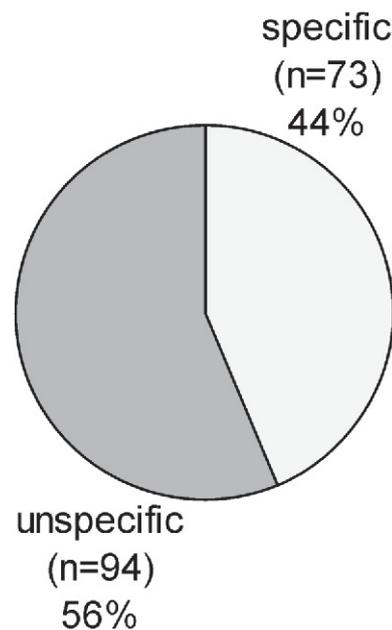


Fig. 11 – Objets des quatre groupes régionaux divisés en types spécifiques et non spécifiques.

de 56% pour les types largement répandus. Il augmenterait si l'on associait à l'analyse d'autres "groupes culturels". La réponse à la question : une forme typologique est-elle spécifique à un groupe régional ? dépend donc du cadre de l'analyse archéologique. C'est-à-dire du choix et du nombre de groupes voisins qui sont impliqués dans l'analyse et du choix du matériel, du cadre chronologique, et de la définition des types. Cela interdit de définir une "culture archéologique" en se basant uniquement sur les types spécifiques.

Le caractère commun à plusieurs régions et "cultures" des objets les plus fréquents rappelle la structure "polythétique" de Clarke. Ce modèle qui attribue à chaque "culture polythétique" un territoire central (Clarke, 1968, p. 244-249) permettrait de délimiter l'extension géographique d'une "culture polythétique" par des ensembles dits "polythetic assemblages" (Clarke, 1968, p. 248). Les "types" associés à ces ensembles atteindraient plus de 50 % au centre du territoire et se réduirait rapidement de

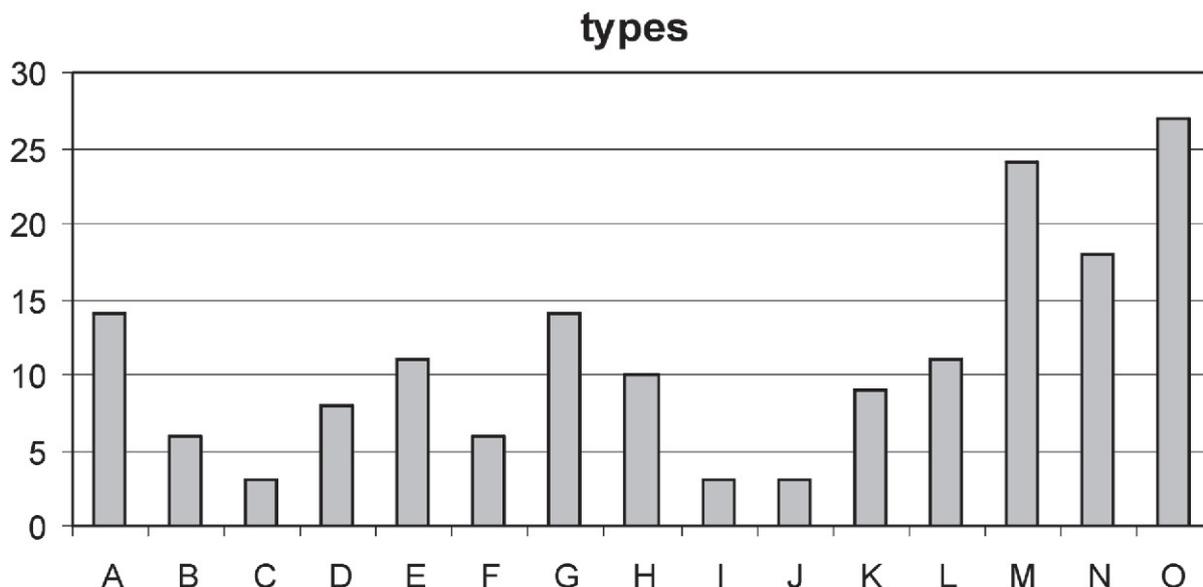


Fig. 12 – Variété typologique micro-régionale des quatre groupes régionaux en chiffres absolus.

façon exponentielle en périphérie. Clarke (Clarke, 1968, p. 37) était le premier à appliquer le “modèle polythétique” à la recherche archéologique. Il l’avait repris de Sokal et Sneath (1963) qui eux ne donnent pas d’indication d’une délimitation régionale d’un “territoire central d’un groupe polythétique” (Sokal & Sneath, 1963, p. 13-15). Cette idée fut ajoutée par Clarke dans son “modèle archéologique” (Clarke, 1968, p. 248).

Le terme de “groupes polythétiques” employé dans le sens de Sokal et Sneath rend les faits de façon plus objective, en renonçant à établir des limites et à fixer le centre des territoires définis (Sokal & Sneath, 1963, p. 15). Par contre, le “modèle” de Clarke induirait pour les objets appartenant aux larges zones de transition entre différentes “cultures”, l’impossibilité de les attribuer avec certitude à une entité quelconque (Brather, 2001, p. 450).

Au contraire, notre travail marque, malgré une grande distance entre les groupes, un chevauchement clair de la répartition des types. Pour cette raison, on ne devra pas tenter d’étayer l’appartenance de certains objets et structures évidentes aux “cultures” ou “faciès” définis ou à des “cultures” dites “polythétiques” par une comparaison interrégionale et l’illustration des ensembles sur un tableau. L’objectif de cette enquête est de mettre à jour la répartition réelle de tous les types présents dans les quatre entités désignées “cultures” sans sacrifier à de nouvelles “attribution culturelle”.

CONCLUSIONS

Les résultats se prêtent à l’analyse suivante : on observe dans chacun des quatre groupes régionaux une structure comparable dans les proportions entre les types spécifiques et non spécifiques. Ce ne sont pas les

types rares qui devraient recevoir le qualificatif “d’objets typiques” mais la majeure partie des objets et des caractéristiques. Ces types beaucoup plus importants en quantité sont des types également présents dans d’autres groupes de l’Énéolithique de l’Italie. Aucun des quatre groupes ne doit donc être compris comme ensemble typologique singulier, autonome et isolé. En conséquence on déduit de l’analyse un caractère beaucoup plus homogène de l’Énéolithique de l’Italie qu’on ne l’a exposé jusqu’ici dans la majorité des ouvrages. Ce caractère homogène des mobiliers funéraires se prête difficilement à la subdivision en “faciès” ou “cultures”, au moins tant que les datations ¹⁴C sont insuffisantes.

Désormais, il faudra donc étudier de près la répartition territoriale de toutes les tombes et de tous les objets de l’Énéolithique avant de proposer une subdivision du matériel. Le terme de “culture archéologique” étant avant tout une hypothèse de travail (Strahm, 1996, p. 264) et une aide au classement du matériel (Brather, 2001, p. 448-450) ils sont amenés à être discutés et devront être modifiés au cours de l’évolution de la recherche. L’utilisation de termes comme “culture archéologique” ou “polythétique” reste de toute façon problématique, compte tenu de la répartition sur de si grands espaces d’un aussi petit nombre de types caractéristiques.

L’objectif suivant sera de soumettre la totalité des objets et structures de l’Énéolithique de l’Italie à une analyse complète et d’illustrer la structure de la base matérielle à l’aide de la sériation. Cette démarche est à l’opposé des modèles de “cultures” en vigueur, dans lesquels le matériel est classé et interprété selon le modèle préconçu. L’appartenance typologique étroite de toutes les tombes des quatre groupes régionaux suggère que les espaces vides inter-groupes pourront être remplis par des structures dont il n’a pas été tenu compte jusqu’ici.

L'expression de "civiltà eneolitica" comprenant toute l'Italie qui a été avancée par Colini en 1901 et l'approche contraire postérieure de la recherche archéologique, de diviser l'Italie Énéolithique en petits groupes, difficile à comprendre du point de vue méthodologique, sont deux interprétations extrêmes qui devraient faire le sujet d'une nouvelle discussion. ■

Remerciements : Je remercie Isabelle Godbillon pour la traduction du texte, et tout particulièrement de leur aide, Prof. Dr. Edward Sangmeister, Prof. Dr. Christian Strahm, Prof. Dr. Paul Ambert, Florian Gauß, Jörg Drauschke, Maria Kurz et Christoph Schilz. La traduction du texte français a été révisée et corrigée par Paul Ambert et Denis Dainat.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ÅBERG, N. (1921) – *La civilisation Énéolithique dans la Péninsule Ibérique*, Halle a. S.
- ACANFORA M.O. (1956) – Fontanella Mantova e la cultura di Remedello, *Bullettino di Paleontologia Italiana*, 65, p. 321-385.
- ALBORE LIVADIE C. (1990) – *Archeologia a Piano di Sorrento. Ricerche di Preistoria e di Protostoria nella Penisola Sorrentina*, Napoli.
- BAGOLINI B. (1981) – *Il neolitico e l'età del rame*, Vignola.
- BAGOLINI B., CREMONESI G. (1988) – La distribuzione della ceramica a squame, Atti Congr. Intern. "L'età del rame in Europa", *Rassegna di Archeologia*, 7, p. 634-635.
- BAGOLINI B., FASANI L. (1982) – Problemi sulla fine del Neolitico ed il passaggio all'età del Bronzo nel versante meridionale della regione alpina centrale, in: *Atti X Simp. Int. Neol. Età Bronzo in Europa*, p. 343-355. Verona.
- BAILO MODESTI G. (1974) – Eboli, necropoli eneolitica, in: Bailo Modesti G. dir., *Seconda mostra della Preistoria e della Protostoria nel Salernitano*, Salerno, p. 25-42.
- BAILO MODESTI G. (1993) – *La cultura del Gaudio*. in: L'ultima Pietra, il Primo Metallo, Museo nazionale dell'Agro Picentino, Pontecagnano, p. 13-19.
- BAILO MODESTI G., SALERNO A. (1995) – Il Gaudio di Eboli, *Origini*, IXX, p. 327-393.
- BAILO MODESTI G., SALERNO, A. (1998) – *Pontecagnano II.5 La necropoli eneolitica*, Napoli.
- BARFIELD L.H. (1975) – Il periodo eneolitico nella provincia di Reggio Emilia, in: *Preistoria e protostoria nel Reggiano*, Reggio Emilia, p. 27-30.
- BARFIELD L.H. (1983) – The chalcolithic cemetery at Manerba del Garda, *Antiquity* LVII, p. 116-123.
- BARFIELD L.H. (1988) – The chalcolithic of the Po plain, Atti Congr. Intern. "L'età del rame in Europa", *Rassegna di Archeologia*, 7, p. 411-418.
- BARFIELD L.H. (1992) – *Der Zeuge aus dem Gletscher*, Wien.
- BARFIELD L.H. (1996) – *The Chalcolithic in Italy: Consideration of Metal Typology and Cultural Interaction*, in: Bagolini B., Lo Scivavo V. dir., *The Copper Age in the Near East and Europe*, XIII Int. Congr. Prehist. Protohist. Sci., Forlì, p. 65-74.
- BIANCOFIORE F. (1967) – La Necropoli Eneolitica di Laterza, *Origini*, I, p.195-300.
- BIANCOFIORE F. (1971) – Origine e sviluppo delle civiltà preclassiche nell'Italia sud-orientale, *Origini*, V, p. 193-309.
- BIANCO PERONI V. (1994) – I pugnali nell'Italia Continentale, *Prähistorische Bronzefunde*, VI/10, Stuttgart.
- BORELLO M.A. (1981) – Considérations sur la définition du groupe culturel Chassey-Cortailod-Lagozza, Bern.
- BRATHER, S. (2001) – Kulturgruppe und Kulturkreis, in: Beck H., Geuenich D., Steuer H. dir., *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde* 17, Berlin, p. 442-452.
- CARANCINI G.L. (1993) – *Primi sviluppi della metallurgia nell'area medio-tirrenica nel quadro della protostoria peninsulare*, in: Vulcano a Mezzano. Insediamento e produzioni artigianali nella media vall del Fiora nell'età del bronzo, Valentano, p. 125-155.
- CLARKE D.L. (1968) – *Analytical Archaeology*, Londres.
- COCCHI GENICK D. (1996) – *Manuale di preistoria III. L'età del rame*, Firenze, 2 volumes.
- COLINI G.A. (1898-1902) – Il sepolcreto di Remedello di Sotto nel Bresciano ed il periodo eneolitico in Italia, *Bullettino di Paleontologia Italiana*, p. 24-27.
- CONTI A.M., PERSIANO C., PETITTI P. (1997) – I riti della morte nella necropoli eneolitica della Selvicciola (Ischia di Castro-Viterbo), *Origini*, XXI, p. 169-185.
- CORNAGGIA-CASTIGLIONI O. (1971) – *La cultura di Remedello – problematica ed ergologia di una facies dell'eneolitico padano*, Milano.
- CREMONESI G. (1976) – Tomba della prima età dei metalli presso Tursi (Matera), *Rivista di Scienze Preistoriche*, XXXI, p. 109-133.
- GERVASIO M. (1913) – *I dolmen e la civiltà del bronzo nelle Puglie*, Bari.
- GHISLANZONI E. (1932) – La tomba eneolitica di Villafranca Veronese, *Bullettino di Paleontologia Italiana*, 52, p. 9-21.
- HOLLOWAY R. R. (1973) – *Buccino*, Roma.
- KURZ M. (1993) – *Rinaldone*, Mémoire de maîtrise soutenue à l'Université de Freiburg i.Br.
- LAVIOSA ZAMBOTTI P. (1939) – Sulla costituzione dell'eneolitico italiano e le relazioni eneolitiche intermediterranee, *Studi etruschi*, 12, p. 11-83.
- LOCATELLI G. (1890) – Scavi nel Mantovano, *Bullettino di Paleontologia Italiana*, 15, p. 50.
- LO PORTO F.G. (1963) – La tomba di Cellino San Marco e l'inizio della civiltà del bronzo in Italia, *Bullettino di Paleontologia Italiana*, 71-72, 1962-63, p. 191-225.
- LO PORTO F. G. (1988) – L'Eneolitico nella Puglia e nel Materano, Atti Congr. Intern. "L'età del rame in Europa", *Rassegna di Archeologia*, 7, p. 315-319.
- MARINIS R.C. de (1992) – *La più antica metallurgia nell'Italia settentrionale*, in: Höpfel F., Platzer W., Spindler K. dir., *Der Mann im Eis*, Innsbruck, p. 389-409.
- MARINIS R.C. de (1997) – The eneolithic cemetery of Remedello Sotto (BS) and the relative and absolute chronology of the Copper Age in Northern Italy, *Notizie Archeologiche Bergomensi* 5, Civico Museo Archeologico, Bergamo, p. 33-51.
- MARINIS R.C. de, PEDROTTI A.L. (1997) – *L'età del rame nel versante italiano delle Alpi centro-occidentali*, Atti XXXI Riunione Scientifica, La valle d'Aosta nel quadro della preistoria e protostoria dell'arco alpino centro-occidentale, Firenze, p. 247-300.
- MARZOCELLA A. (1980) – Le tombe eneolitiche di Napoli Materdei, *Rivista di Scienze Preistoriche*, XXXV, 147-164.

- MATUSCHIK I. (1997) – Der neue Werkstoff – Metall, in : Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg dir., *Goldene Jahrhunderte*, Stuttgart, p. 16-25.
- MIARI M. (1993) – La necropoli eneolitica di Ponte S. Pietro, *Rivista di Scienze Preistoriche*, XLV, 101-166.
- MIARI M. (1994) – Il rituale funerario dalla necropoli eneolitica di Ponte S. Pietro, *Origini*, XVIII, 351-390.
- MOTTES E. (2001) – *Bell Beakers and beyond: flint daggers of northern Italy between technology and typology*, in: Bell Beakers today. Int. Coll. Riva del Garda, Trento, p. 519-545.
- MÜLLER J., WILLIGEN S. van (2001) – *New radiocarbon evidence for european Bell Beakers and the consequences for the diffusion of the Bell Beaker Phenomenon*, in: Bell Beakers today. Int. Coll. Riva del Garda, Trento, p. 59-80.
- NEGRONI CATACCIO N. (1988) – La cultura di Rinaldone, Atti Congr. Intern. "L'età del rame in Europa", *Rassegna di Archeologia*, 7, p. 348-362.
- NICOLIS, F. (2001) – *Some observations on the cultural setting of the Bell Beakers of Northern Italy*, in: Bell Beakers today, Intern. Coll. Riva del Garda, Trento, p. 207-227.
- PERONI R. (1971) – *L'età del bronzo nella penisola italiana. I. L'antica età del bronzo*, Firenze.
- PITTIONI R. (1962) – *Italien. Urgeschichtliche Kulturen*, Stuttgart.
- PRINOTH-FORNWAGNER, R., NIKLAUS, T.R. (1995) – *Der Mann im Eis, Resultate der Radiokarbon-Datierung*, in: Spindler K., Rastbichler-Zissernig E., Wilfing H., Nedden D. zur, Nothdurfter H. dir., *Der Mann im Eis 2*, Wien, p. 77-89.
- PUGLISI S.M. (1959) – *La civiltà appenninica*, Firenze.
- RADMILLI A.M. (1962) – *Piccola Guida della Preistoria Italiana*, Firenze.
- RADMILLI A.M. (1975) – *Guida della Preistoria Italiana*, Firenze.
- REINECKE P. (1924) – Der spätneolithische Altheimer Kulturkreis, *Der Bayerische Vorgeschichtsfreund*, 4, p. 13-16.
- SALERNO A. (1993) – *La necropoli di Mirabella Eclano*, in: L'ultima Pietra, il primo Metallo. Sentieri della preistoria, Museo nazionale dell'Agro Picentino, Pontecagnano, p. 67-69.
- SANGMEISTER E. (1999) – *Bemerkungen zur Vergleichbarkeit von Analysengruppen mit archäologischen Daten*, in: Hauptmann A. dir., *The Beginnings of Metallurgy*, Bochum, p. 333-351.
- SARTI L., MARTINI F. (2001) – *Strategie insediative del Campaniforme nell'Italia centrale tirrenica*, in: Bell Beakers today, Intern. Coll. Riva del Garda, Trento, p. 187-198.
- SAVIGNONI L. (1902) – Grottaferrata, *Notizie degli scavi di antichità*, p. 114-115.
- SCHILZ C. (1995) – *Das Gräberfeld von Remedello und die Remedello-kultur*, mémoire de Maîtrise soutenu à l'Université de Freiburg i.Br.
- SESTIERI P.C. (1946) – La necropoli preistorica di Paestum, *Rivista di Scienze Preistoriche*, I, 4, p. 145-266.
- SOKAL, R.R., SNEATH P.H.A. (1963) – *Principles of numerical taxonomy*, San Francisco & London.
- STEINIGER D. (2001) – *Die chalkolithischen Kulturen Italiens*, mémoire de Maîtrise soutenu à l'Université de Freiburg i.Br.
- STRAHM C. (1988) – Chalkolithikum und Metallikum: Kupferzeit und frühe Bronzezeit in Südwestdeutschland und der Schweiz, Atti Congr. Intern. "L'età del rame in Europa", *Rassegna di Archeologia*, 7, p. 173-192.
- STRAHM C. (1994) – Die Anfänge der Metallurgie in Mitteleuropa, *Helvetica Archaeologica*, 25, p. 2-39.
- STRAHM C. (1996) – *Le Bronze ancien dans le Sud-Ouest de l'Allemagne*, in : Mordant C., Gaiffe, O., dirs. : Cultures et sociétés du Bronze Ancien en Europe, (117^e congr. nat. soc. hist. scient., Clermont-Ferrand, 1992), Paris, p. 551-268.
- SPINDLER, K. (1993) – *Der Mann im Eis*. München.
- THEUNE C. (1995) – Möglichkeiten und Grenzen der Seriation. Ein Diskussionsbeitrag, *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift*, 36, p. 323-341.
- VOZA G. (1962) – *Giacimento preistorico presso il tempio di Cerere; Necropoli del Gaudio*, in: Mostra della preistoria e della protostoria nel Salernitano, Salerno, p. 13-62.
- WOLF C. (1993) – *Die Seeufersiedlung Yverdon*. Lausanne.

Daniel STEINIGER

Université de Fribourg/b,

Institut de Pré et Protohistoire, 22 Belfortstrasse,
D-79085 FRIBOURG-EN-BRISGAU (Allemagne)

Table des matières

Avant-propos	5
PAUL AMBERT et JEAN VAQUER	

Planches couleurs	9
--------------------------------	---

I – Conférences introductives

Les débuts de la métallurgie dans le sud-ouest de l'Europe : l'apport de l'étude des analyses métallographiques	19
EDWARD SANGMEISTER	

L'introduction et la diffusion de la métallurgie en France	27
CHRISTIAN STRAHM	

La plus ancienne métallurgie du cuivre en Irlande	37
WILLIAM O'BRIEN	

II – La première métallurgie en France

1. Le district minier-métallurgique de Cabrières-Péret (Hérault) : données nouvelles

L'abattage préhistorique au feu dans le district minier de Cabrières (Hérault) : évidences par thermoluminescence (TL)	53
JACQUES CASTAING, BENOÎT MILLE, ANTOINE ZINK, DAVID BOURGARIT et PAUL AMBERT	

<i>Quelques réflexions concernant les structures minières chalcolithiques de la région de Cabrières</i>	63
ALEXANDRE MAASS	
<i>Caractérisation géochimique et isotopique des minerais et des métaux base cuivre de Cabrières (Hérault)</i>	71
MICHAËL PRANGE et PAUL AMBERT	
<i>La Capitelle du Broum (district minier de Cabrières-Péret, Hérault) : établissement industriel de l'aurore de la métallurgie française (3100-2400 BC)</i>	83
PAUL AMBERT, LAURENCE BOUQUET, JEAN-LOUIS GUENDON et DORIS MISCHKA	
<i>Les nouvelles données de l'atelier métallurgique chalcolithique de La Capitelle du Broum dans le district de Cabrières (Hérault) : la transformation des minerais de cuivre à base de sulfures se précise</i>	97
DAVID BOURGARIT et BENOÎT MILLE	
<i>Les outils de métallurgiste du site du Néolithique Final de La Capitelle du Broum (Péret, Hérault)</i>	109
CLAUDINE CERT	
2. L'état des recherches en France méridionale	
<i>Âge du cuivre et changements sociaux en Languedoc méditerranéen</i>	119
XAVIER GUTHERZ et LUC JALLOT avec la collaboration de MARC BORDREUIL	
<i>Nouvelles haches plates de cuivre, décorées, en Languedoc</i>	131
CYRIL CALVET, ARNAUD GAILLARD et JEAN VAQUER	
<i>L'exploitation protohistorique de cuivre natif de Roua (Daluis-et-Guillaumes, Alpes-Maritimes)</i>	139
PIERRE ROSTAN et GILBERT MARI	
<i>Technologie céramique et savoirs métallurgiques. Le dégraissant de productions provençales de la seconde moitié du 3^e millénaire avant notre ère</i>	151
GILLES DURRENMATH	
<i>Première métallurgie du Sud-Ouest Atlantique de la France</i>	159
JULIA ROUSSOT-LARROQUE	

*III – La première métallurgie dans les péninsules
de la Méditerranée Occidentale*

1. L'Ibérie

<i>La première métallurgie dans la Péninsule Ibérique et le Sud-Est de la France : similitudes et différences</i>	177
SALVADOR ROVIRA	
<i>Métallurgie ancienne dans la Péninsule Ibérique</i>	187
IGNACIO MONTERO RUIZ	
<i>Un témoignage probant de l'exploitation préhistorique du cuivre dans le nord de la Péninsule Ibérique : le complexe minier d'El Aramo (Asturies)</i>	195
MIGUEL A. DE BLAS CORTINA	
<i>Les techniques d'exploitation des plus anciennes mines d'Europe méditerranéenne : l'exemple de Gavá, Barcelone</i>	207
JOSEP BOSCH	
<i>Indices miniers et métallurgie ancienne dans la Catalogne sud-pyrénéenne</i>	211
ARACELI MARTÍN COLLÍGA, JOSEP M. MATA-PERELLÓ, JOSEP GALLART FERNÁNDEZ et CARMEN ROVIRA HORTALÀ	
<i>Réduction du minerai de cuivre dans la Préhistoire de Majorque</i>	217
DAMIÀ RAMIS, ANDREAS HAUPTMANN et JAUME COLL	
<i>La métallurgie du début de l'Âge du Cuivre dans le bassin du Duero (Espagne) : les défis de l'approvisionnement</i>	225
GERMÁN DELIBES DE CASTRO, JULIO FERNANDEZ-MANZANO et JOSÉ IGNACIO HERRAN MARTINEZ	
<i>Pollution minière chalcolithique dans l'estuaire du Rio Tinto (Huelva, Espagne)</i>	233
MARC LEBLANC	
<i>Utilisation expérimentale d'un four primitif pour fondre du minerai de cuivre</i>	241
SALVADOR ROVIRA et ANTONIO GUTTIEREZ	

2. *L'Italie et l'Arc Alpin*

<i>Évolution et variation de la composition chimique des objets en métal aux Âges du Cuivre et du Bronze ancien dans l'Italie septentrionale</i>	249
RAFFAELE C. DE MARINIS	
<i>Les poignards de Remedello hors d'Italie : révision de données</i>	265
MAURIZIO ROSSI et ANNA GATTIGLIA	
<i>Première approche de la consommation de superficies forestières par la métallurgie protohistorique : essai de cartographie de l'utilisation du paysage du Rhin supérieur</i>	273
DORIS MISCHKA	
<i>Fouilles dans les mines de cuivre (IV^e millénaire cal. BC) de Monte Loreto (Ligurie, nord-ouest de Italie)</i>	281
ROBERTO MAGGI et MARK PEARCE	
<i>L'Énéolithique en Italie</i>	287
DANIEL STEINIGER	

Depuis le manuel de paléométaballurgie de Jean-Pierre Mohen, paru en 1990, aucun ouvrage de langue française ne s'était essayé à une synthèse de l'état des connaissances de la première métallurgie (IV^e et III^e millénaires avant J.-C.) de France et des pays limitrophes (Irlande, Allemagne, Italie, Espagne). C'est au terme de la publication de ce Colloque, au moins partiellement, chose faite.

De surcroît, ces Actes, ne sont pas réduits à une succession de textes monographiques, n'ayant aucun lien entre eux. L'internationalisation des recherches dans le district métallurgique de Cabrières-Péret (Sud de la France) depuis une dizaine d'années a induit, au-delà des travaux de terrain et des journées d'études tripartites (France, Allemagne, Espagne), des résultats novateurs (six concernent les sites de Cabrières), mais aussi un croisement des connaissances et des hypothèses de travail entre les acteurs de ces trois pays (notes de C. Strahm et S. Rovira). Ces échanges internationaux ont en outre conduit à la maturation de concepts communs qui se retrouvent, par delà les originalités régionales, dans de nombreux articles.

Le but du Colloque, et cela transparait bien *in fine* dans ces Actes, était de proposer le terme actuel de notre réflexion à un large public. S'il convient enfin de tirer les enseignements majeurs de ces journées et de ces Actes pour des lecteurs non spécialistes qui s'arrêteraient à ce court texte, soulignons que parmi les apports novateurs, en référence au manuel de 1990, il convient de citer :

- la réduction directe, en une seule étape, de minerais à base de sulfures (à Cabrières, tétraédrite), dans des appareils rudimentaires (photo de couverture) très vraisemblablement largement ouverts, à la seule condition que les sulfures soient mélangés à des minerais oxydés (malachite), selon le processus réalisé expérimentalement par Rostocker, appelé *co-smelting* ;
- il convient d'ajouter que l'acquisition de ce point fondamental doit au moins autant au va-et-vient réitéré entre observations archéologiques et archéo-métallurgie expérimentale, qu'aux apports des relations internationales ;
- l'apparition d'exploitations minières de plus en plus anciennes, suivant des techniques et des modèles dûment établis, dès le IV^e millénaire avant J.-C. (Italie). Les exploitations de callais de Gava montrent que, dans des roches relativement tendres, les mineurs avaient déjà rationalisé l'exploitation dès le V^e millénaire ;
- enfin, soulignons la mobilité des techniques et des échanges de connaissances à l'intérieur du périmètre géographique de ces Actes, tout au long du III^e millénaire avant J.-C. Plusieurs communications de ce colloque (Sangmeister, Strahm, O'Brien, Marinis, Steiniger) en ont tiré un large profit, ouvrant quelques pistes d'avenir.

Mots-clefs : cuivre, métallurgie, IV^e-III^e millénaires avant J.-C., Europe occidentale

