Archéologie en Languedoc, n° 18, 1994

LES MINES PRÉHISTORIQUES DE CABRIÈRES (HÉRAULT) : BILAN DE QUINZE ANS DE RECHERCHES.

*par Paul AMBERT**

INTRODUCTION

L'évolution des connaissances depuis nos premières publications (Ambert et al., 1982-84 ; Ambert, et al., 1985) rendent cette mise au point d'autant plus nécessaire et fructueuse que le centre minier de Cabrières reste à ce jour, en France, le seul de cette importance pour la période considérée (fig. 1).

Parallèlement la poursuite des inventaires métallogéniques (Bourhis et *al.*, 1979 ; Briard, 1985) souligne l'utilisation préhistorique des potentialités minières régionales, dont on trouvera une schématisation ici (fig. 2). C'est pour que leur mise en évidence et leur exploitation scientifique puisse se développer plus avant dans les meilleures conditions, que la réflexion synthétique présentée ici nous paraît féconde.

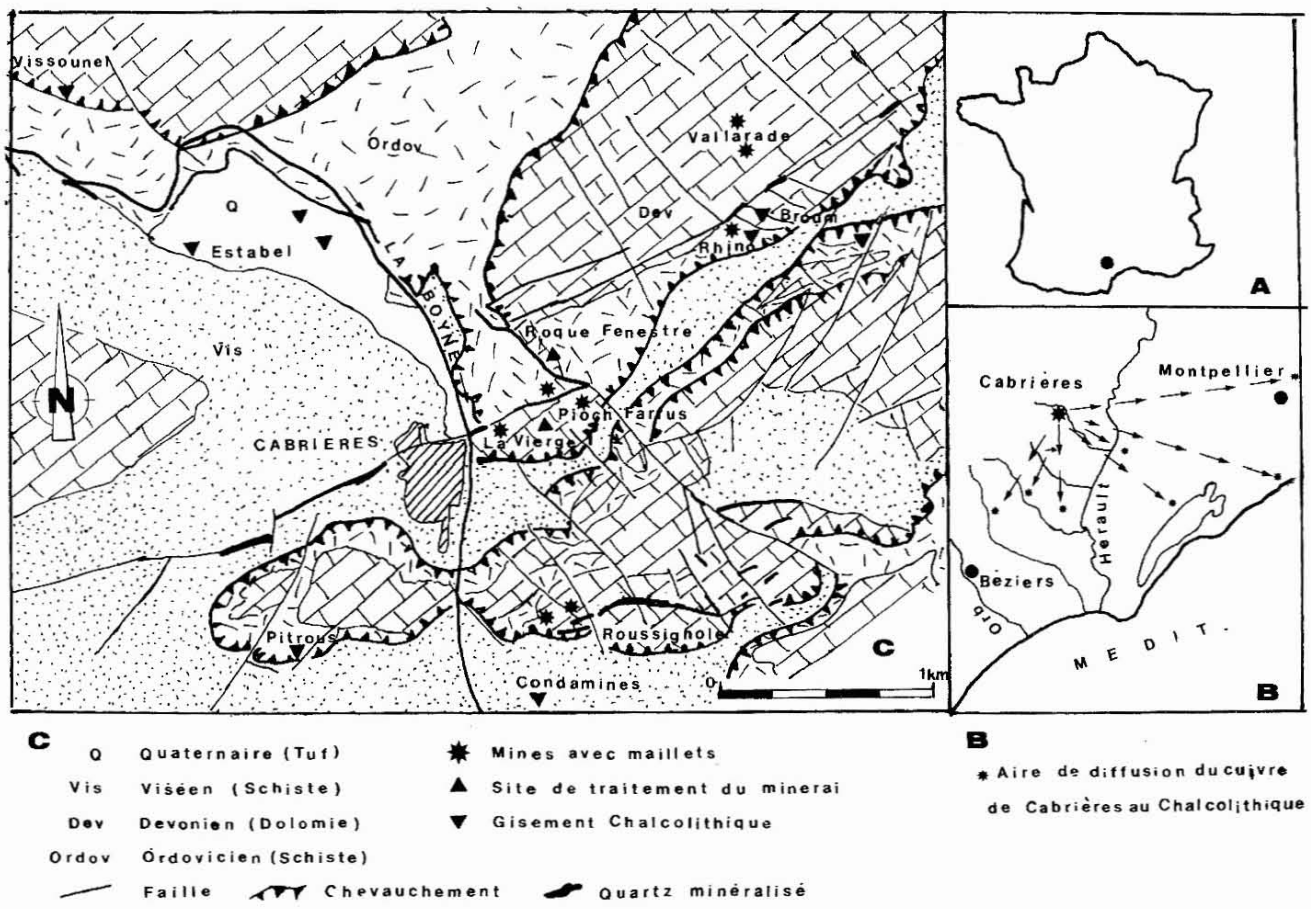

Fig. 1- ***A*** *- Carte de situation.* ***B*** *- Aire de diffusion potentielle du cuivre de Cabrières d'après les analyses spectrographiques d'objets chalcolithiques régionaux.* ***C*** *- Carte géologique des principales mines, aires de traitement métallurgique et gisements chalcolithiques de la région de Cabrières (Hérault).*

*UMR 150 du CNRS, Centre d'Anthropologie, 56, rue du Taur - 31000 TOULOUSE.

ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES

Il a été dressé dans plusieurs notes parues (Ambert, 1990 ; Ambert, 1992 ; Espérou, 1992 ; Espérou et *al.* 1992) ou en cours de publication (Ambert à paraître ; Happ et *al.*, à paraître; Espérou et *al.*, à paraître). Ces travaux ont permis de préciser l'importance quantitative et qualitative d'une exploitation, qui couvre l'Est de la commune de Cabrières et les confins de celles de Péret (fig. 3), dont peu à peu l'antiquité a été affirmée.

AGE DES PREMIÈRES EXPLOITATIONS

La fosse Pioch Farrus 448 (Espérou et *al.*, à paraître) a donné la plus vieille date 14 C du district de Cabrières (4310 ± 75 BP), soit sensiblement le début du IIIe millénaire. Un mobilier céramique banal est associé à des fragments de creuset de fusion et des produits miniers et métallurgiques. Cette date est sensiblement contemporaine de celles (4470 ± 150 BP à 4020 ± 100 BP) obtenues dans le site proche de Roquemengarde, site Néolithique Final qui a fourni à ce jour les documents métalliques apparemment les plus anciens du Languedoc (Guilaine, 1992). L'analyse spectrographique de ces objets métalliques montre une composition compatible avec celle des minerais de Cabrières (Guilaine, rens. oral). En conséquence, il existe désormais une bonne probabilité pour que la métallurgie de Cabrières, voire celle de l'ensemble du Languedoc, ait débuté avec l'extrême début du IIIe millénaire avant J.C, voire un peu plus tôt.

La comparaison du mobilier de la grotte du Broum avec celui de nombreux sites de la basse vallée de l'Hérault (Pauzes & Grimal, 1974), celui de Roquemengarde (Saint-Pons-de-Mauchiens - Hérault), permettait, dès 1992, de considérer la date 14 C (Gif-6048 : 3990 ± 70 BP), comme nettement sous évaluée et de proposer (Ambert, 1992, fig. 5) un biphasage du Chalcolithique languedocien. La datation de Pioch Farrus 448 confirme que l'exploitation des premières mines de Cabrières doit être associée à ce Chalcolithique Ancien.

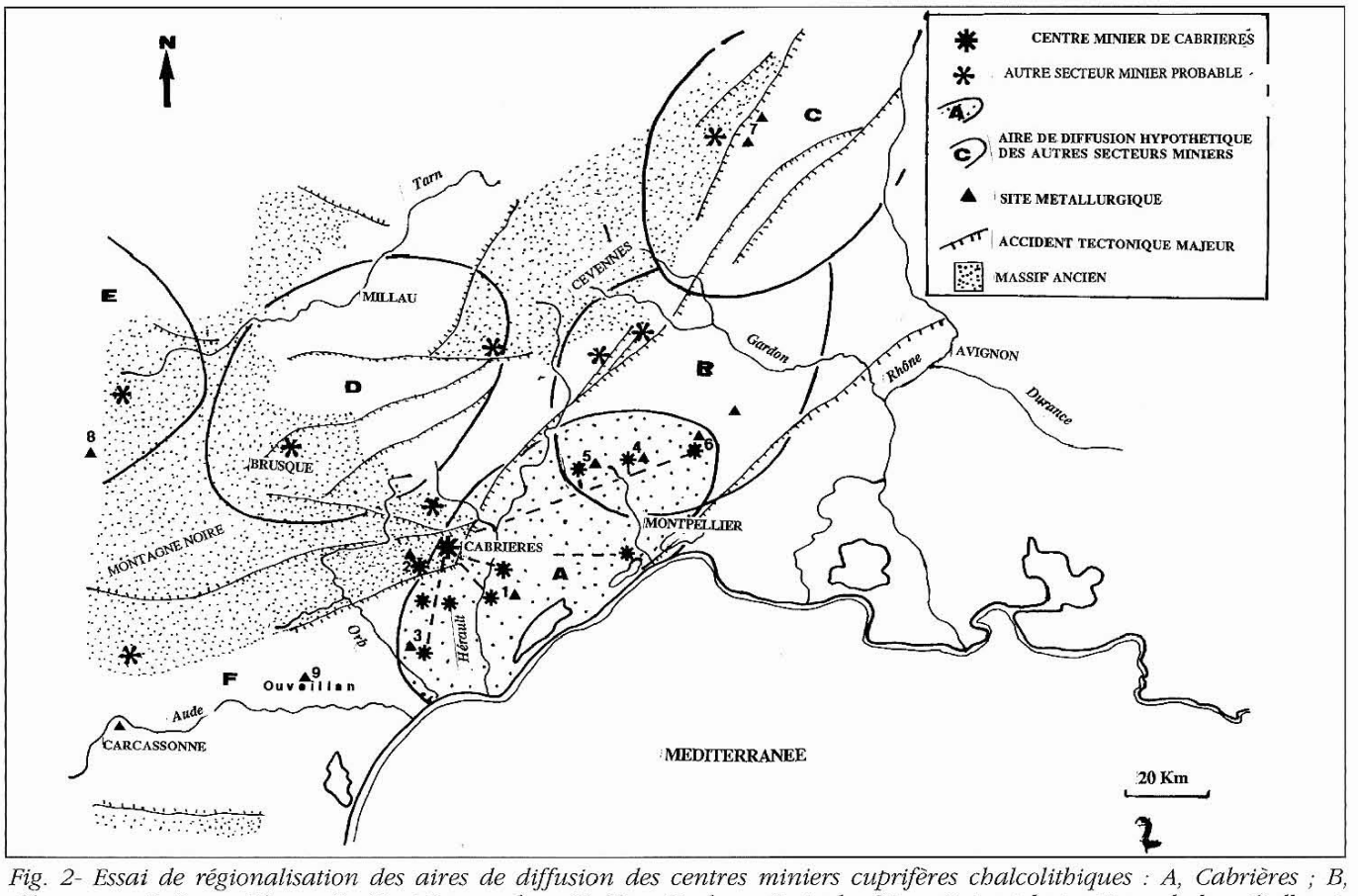

Fig. 2- Essai de régionalisation des aires de diffusion des centres miniers cuprifères chalcolithiques : A, Cabrières ; B, Cévennes ; C, Largentières ; D, Haut-Languedoc ; E, Tarn-Dadou ; F, Aude. Sites attestant la pratique de la métallurgie chalcolithique. 1, Roquemengarde ; 2, Les Landes ; 3, Les Tribes, Puech Arnaud ; 4, Le Gravas ; 5, Cambous ; 6, Fontbouisse ; 7, Beaussement, Grospierres ; 8, Lacombe ; 9, Ouveillan.

Au contraire les dates 14 C obtenues pour le site de Roque-Fenestre - 3900 ± 130 B.P (Ly- 2689), 4010 ± 70 B.P. (Lv-1724) et 3870 ± 80 B.P. (Lv-1723) - témoignent d'une seconde phase, à la métallurgie plus affirmée. Ce Chalcolithique Récent pourrait être, en l'état des connaissances, contemporain d'une partie du Fontbouisse et de Véraza, sans pour autant relever exclusivement de l'un ou de l'autre de ces deux groupes.

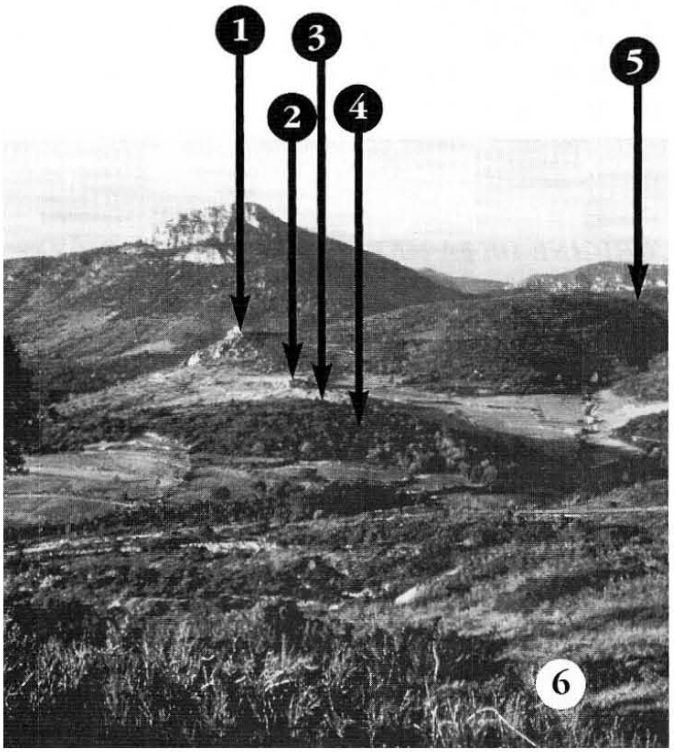

Fig. 3- Photographie de la région minière chalcolithique de Cabrières. Principaux gisements chalcolithiques. (1) - Le Pic Vissou dominant le filon de quartz de Roque Fenestre (1) et Pioch-Farrus ; (2) L'aire de traitement de Roque-Fenestre ; (3) La mine de Pioch-Farrus IV ; (4) La mine de Pioch-Farrus I ; (5) Les mines de Vallarade ; (6) Les mines de la Roussignole.

Les datations 14 C récentes obtenues sur les déblais miniers des Neuf Bouches de Vallarade (Ambert, Espérou, travaux en cours), viennent tout à la fois confirmer l'ancienneté de cette exploitation et les pièges que comportent la datation des déblais miniers. L'absence de datation isotopique de déblais miniers posait d'autant plus problème, que bien souvent ces déblais sont remaniés bien après l'exploitation qui les génère, et qu'à leur sujet, à celui des broyeurs qui leurs sont associés, est souvent fait le grief de n'être pas spécifiques des exploitations préhistoriques (Domergue, 1987 ; Landes, 1989). Ce procès n'est pas neuf, puisqu'il ressort déjà de la publication que G. Vasseur (1911) consacra aux mines de Cabrières. A Vallarade l'argumentation de nos contradicteurs pouvait puisser ses arguments sur la présence d'un établissement romain, situé sur le plateau de Vallarade, à un kilomètre des mines (Olive, 1989), et sur celle de deux tessons de la Graufesenque découverts par nous même en surface de l'un des déblais miniers de la périphérie nord des Neuf Bouches. La réalisation d'une tranchée en périphérie immédiate au sud des Neuf Bouches a permis de mettre au jour une coupe dans les déblais miniers de près de 3 mètres de haut près des mines, épaisseur qui diminue rapidement du fait de l'inclinaison des diverses couches vers le sud. La stratigraphie forte de 10 couches principales, en l'absence de tout document romain, a livré, au sein des déblais miniers, de nombreux broyeurs, souvent cassés.

Deux datations 14 C ont été effectuées au laboratoire de Gif sur Yvette sur des charbons de bois provenant des couches C 2, quasiment superficielle et C 9, au contraire située dans la séquence inférieure des déblais. Elles ont donné respectivement les âges de Gif-9571 : 4120 ± 40 BP (2872, 2506, Cal BC) pour la couche C2 et Gif- 9750 : 2870 ± 50 BP (1199, 905, Cal BC). L'explication de cette inversion chrono-stratigraphique s'inscrit sans trop de difficultés dans une logique de remaniements de déblais chalcolithiques lors d'une exploitation à la charnière Age du Bronze-Age du Fer. Il est même vraisemblable, en toute logique, qu'au moins l'une des Neuf Bouches relève intégralement de cette seconde phase, laquelle a suscité par ailleurs, *in fine*, une reprise d'exploitation d'une des mines voisines, chalcolithiques, et son purgeage des déblais. Cette hypothèse s'accorde avec les observations de terrain, alors que l'absence de tout document romain, et la présence de nombreux broyeurs, tout particulièrement dans le niveau C2, daté du Chalcolithique, démontre l'appartenance de ces derniers, et *pro parte* de certaines mines, au Chalcolithique.

LE(S) MINERAI DE CUIVRE DE CABRIÈRES

Dès le début de nos recherches, nous avons entrepris avec la collaboration de J.-R. Bourhis et J.-Briard, une vaste campagne d'échantillonnage de minerais et de restes métallurgiques de Cabrières afin de les comparer avec les outils du Chalcolithique du Languedoc.

Les analyses systématiques de minerai montrèrent rapidement que le principal minerai de Cabrières d'ailleurs mis au jour dans le comblement des fosses de Roque Fenestre était une tétraédrite argentifère, cuivre

gris de composition (Cu ± Ag, Zn, Fe)^{12} Sb^{14} S^{3}, souvent associée à de la chalcopyrite Cu Fe S^{2} (Gonord, 1966 ; Hoffman, 1969). Le minerai de la Roussignole, seul secteur du district de Cabrières qui ait fait l'objet d'une exploitation de quelqu'importance à une période récente, aurait donné 380 tonnes de cuivre (Gonord, 1966). Néanmoins, ce secteur éminement perturbé, bien qu'il ait livré de nombreux indices d'activité chalcolithiques (broyeurs, Espérou et al., 1992 ; mines, Ambert et al., 1984) n'a pas fait l'objet, à ce jour, de travaux aussi poussés que le secteur central du Pioch Farrus. A Pioch Farrus, les nombreuses analyses de minerai (malachite, cuivre gris) permettent de définir le minerai classique de Cabrières : cuivre à taux notables d'antimoine (10 à 20 %) et d'argent (2 %), d'arsenic et de zinc moins constants et plus faibles, caractérisé par la quasi absence du plomb (souvent inférieur à 0,005 %). Les traitements métallurgiques successifs, reconnus à Roque Fenestre (Ambert, 1990 ; Espérou, 1993) ou réalisés expérimentalement à l'Archéodrome de Beaune (Happ et *al.*, 1994) qui permettent d'obtenir du métal, éliminent le zinc, diminuent de façon sensible les taux d'arsenic et d'antimoine, et tendent à concentrer l'argent. Compte tenu des fortes teneurs initiales d'antimoine (jusqu'à 20 %) dans le minerai (présence de pyrargyrite -Ag Sb S^{3}- à Pioch Farrus I), en fin de cycle, le métal issu du minerai de Cabrières peut être défini comme un cuivre à faible taux de plomb et à antimoine-argent dominant (la présence d'arsenic étant plus aléatoire). C'est le cuivre des types E10, E11 B, et surtout E11 A de la classification de Sangmeister (Junghans et *al.*, 1960, 1968, 1974), largement représenté dans le Midi de la France (Espérou, 1992).

Les analyses des minerais et produits métallurgiques de Pioch Farrus 448 apportent des variantes à ce concept (Espérou et *al.*, à paraître). En effet, une partie seulement des scories et globules de métal de Pioch-Farrus 448 correspond à cette définition. Fait unique à Cabrières, plusieurs scories et nodules, résultant d'une métallurgie chalcolithique, présentent des taux (considérés comme) anormalement élevés en plomb (entre 0,3 et 0,6 %). Ce fait, encore incomplètement expliqué, est plus vraisemblablement à mettre en relation avec une insuffisance de la prospection sur le district de Cabrières qu'avec une hypothétique importation (difficile à concevoir à cette époque). D'ailleurs quelques minerais de type chalcopyrite ayant une composition voisine de celle là ont été découverts à Cabrières (fig. 4). Ces minerais, dont l'utilisation chalcolithique reste peu probable, ne doivent pas être délibérément écartés, bien qu'à ce jour nous n'ayons pas la preuve de leur utilisation. De fait si les deux compositions métallogéniques rencontrées à Pioch Farrus 448 correspondent à celle de la moitié des outils chalcolithiques languedociens, et témoignent de l'intérêt de ce site pour la connaissance de la métallurgie régionale, il ne faudrait pas imprudemment conclure que le marqueur à Sb/Ag (Ambert et *al.*, 1984 ; Espérou, 1992) soit exclusif de Cabrières. D'ailleurs, tous les minerais de Cabrières, en particulier des malachites, ne possèdent pas le marqueur antimoine-argent. Dans certain cas, ce sont des minerais pratiquement purs (cf. mine de La Vierge). Ce phénomène lié à l'oxydation des minerais originels, n'est pas constant, certaines malachites présentant bien au contraire des taux d'impuretés notoires. Ce constat explicite bien les difficultés inhérentes à la mise en évidence des inter-relations minerais-métaux.

L'ORIGINE DE LA MÉTALLURGIE DE CABRIÈRES

La découverte d'une pointe de Palmela, près des mines de Cabrières (Ambert et *al.*, 1986) nous avait entraîné à considérer une hypothétique filiation entre le Portugal, pourvoyeur principal de ces pointes, et le développement de l'exploitation de Cabrières. Le spectre analytique de l'objet, qui ne renvoie pas nettement à la composition des minerais de Cabrières, soutendait l'hypothèse. La haute technicité atteinte dès l'époque des fosses de Roque-Fenestre (Ambert et *al.*, 1985) suggère incontestablement un diffusionnisme et nécessite une recherche sur l'origine de cette métallurgie. Désormais les dates de Pioch Farrus 448, celles de Roquemengarde, la position tardive dans le complexe campaniforme des pointes de Palmela, rendent, sur le seul témoignage de cette pointe, l'hypothèse d'une filiation avec le Portugal caduque. Comme le soulignait avec humour J. Briard (1985), la pointe de Palmela de Cabrières pourrait simplement signifier que "des prospecteurs venus de l'actuel Portugal aient rendu visite ou espionné leurs collègues métallurgistes du Languedoc".

L'origine de la métallurgie languedocienne, celle de Cabrières en particulier reste donc à découvrir. S'il fallait à tout prix suggérer une piste, il est bien certain que les objets métalliques allogènes les plus souvent cités en France méridionale (Ambert, à paraître) évoquent des relations entre l'Europe Centrale via la Suisse, et sans doute plus encore l'Italie transalpine, où se développe à la fin du IVe millénaire la riche civilisation métallique de Remedello. Cela n'est qu'une piste, loin encore d'une certitude, qui rélègue malgré tout, à une plus juste place, les influences ibéro-lusitaniennes matérialisées par les palmelas et les commerces campaniformes.

PRINCIPAUX APPORTS DES FOSSES DE ROQUE-FENESTRE

Leur monographie a été récemment publiée (Espérou, 1993), et si l'originalité de ces fosses ne permet pas d'en comprendre l'exacte portée, plusieurs points sont désormais acquis. Ces fosses intégrées dans le périmètre d'aires de travail métallurgique ont pu à certain moment de leur remplissage être utilisées en tant que telles, à d'autres servir de réceptacle aux activités périphériques. Les vestiges qui y ont été découverts permettent de préciser le type de minerai exploité, celui du métal produit, le degré technique de ces premiers mineurs métallurgistes.

Les fouilles ont révélé quatre fosses juxtaposées, creusées dans des schistes, contenant des documents caractéristiques d'une métallurgie très élaborée. Le matériel archéologique, original, est comparable à celui des indices moins bien conservés du secteur de Cabrières. La liste des principaux outils employés (fig. 5) comprend, des broyeurs (n°1, 3) plus petits que ceux trouvés à la périphérie des mines, une pelle en omoplate d'ovidé (n°5), et surtout des galets à cupules dont les deux formes principales sont représentées (palettes, généralement en basalte qui possèdent la plupart du temps une cupule sur chaque face plane (n°2, 4), et trièdres (n°6) en pierre dure (quartz), à double cupule), outils qui n'ont jamais été rencontrés dans les mines. Citons encore un "pic" (?) bipointe, des meules, et un mobilier céramique assez abondant.

Les fosses de Roque-Fenestre montrent plusieurs étapes de la transformation en métal du minerai de cuivre local :

-1. La mise en eau, au moins temporaire des cuvettes comme aires de lavage est une certitude. Elle ressort en particulier du litage des sédiments des fosses qui s'y sont déposés suivant un gradient gravitaire vertical des plus lourds aux plus légers, sables, limons hématifères, puis couches de charbons.

-2. L'ensemble des déblais liés à l'activité artisanale périphérique aux fosses contribue très largement à leur comblement. Aux précédents s'ajoutent des blocs de dolomie et de quartz d'une vingtaine de centimètres qui proviennent sans doute du rejet des stériles, succédant à un dernier tri du minerai réalisé à proximité. En effet, les quartz filoniens minéralisés ont fait l'objet non seulement d'un concassage soigneux (avec les galets à cupules ?), mais aussi celui d'un tri granulométrique en présence d'eau. Plusieurs couches, inclinées formées de gravillons de taille homogène (2 à 3 cm) qui prennent appui sur le bord de la fosse 2, l'attestent.

-3. Ce tri, préalable au grillage, phase indispensable précédant la réduction dans des fours, devait avoir pour but d'isoler les parties les plus minéralisées. La forte prédominance (80 %) des bruyères (bois au fort pouvoir calorifique) dans la composition des charbons de bois trouvés dans les fosses est mis en relation avec ce grillage, attesté également par des scories et des globules métalliques. La mise en évidence d'une paroi indurée de sables quartzeux de couleur verte, très finement concassés et chauffés, plaide enfin, pour l'existence de fours de réduction, situés en sommet de comblement où à proximité de ces fosses.

Les fosses de Roque Fenestre, encore insuffisament comprises et étudiées, présentent un cas unique en France des principales étapes techniques de la transformation du minerai de cuivre en métal. Les analyses spectrographiques de ces produits relèvent sans exception du spectre classique des minerais de Cabrières.

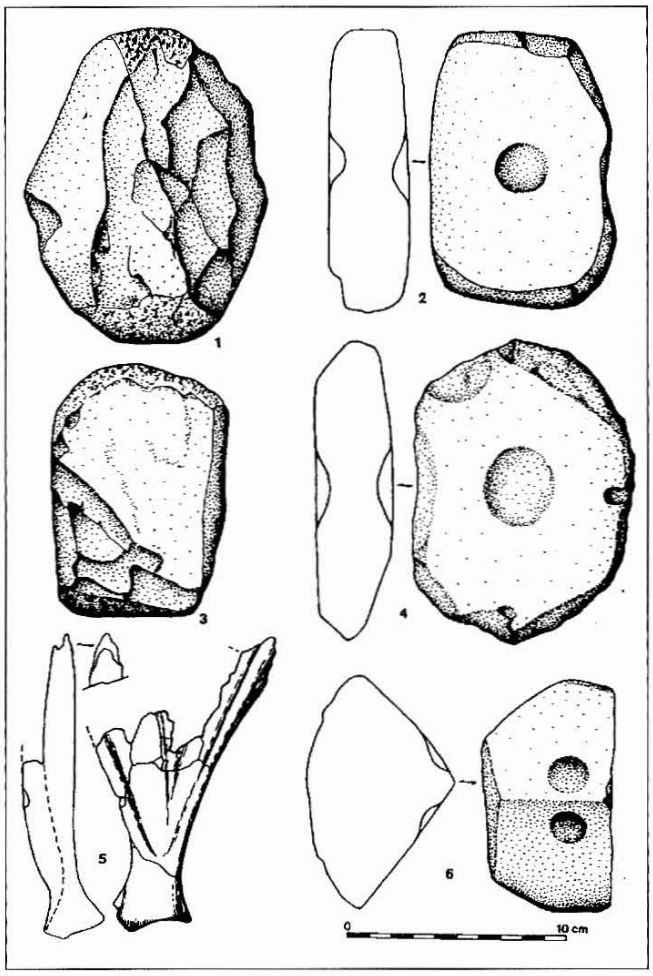

Fig. 4 - Les outils de traitement du minerai et de la métallurgie des fosses de Roque-Fenestre. (1 et 3 , broyeurs ; 2, 4, et 6, "galets" à cupules ; 5, pelle en os).

LES TECHNIQUES UTILISÉES DANS L'EXTRACTION MINIÈRE

Nos connaissances reposent sur l'étude des mines (cf. infra) et sur celle des objets (broyeurs) percuteurs de taille et de poids variés (de 250 gr à 14 300 gr pour les extrêmes) tirés "du déblais siliceux du filon exploité" (Espérou et *al.*, 1992), des dolomies de l'encaissant, mais aussi des filons de quartz mis en relief par l'érosion (Roussignole, Roques Blanches, fig. 1). Cette récupération des dolomies silicifiées, éclatées par choc, donnant des blocs plus ou moins cubiques ou sphéroïdaux, immédiatement élevés au rang de percuteurs en remplacement d'un broyeur hors d'usage, est aussi pratique que fonctionnelle. La matière étant épuisée en même temps que le minerai, cette technique est d'autant plus rationnelle qu'elle permettait de surcroît de tirer parti du stérile, rapidement encombrant dans ces excavations exigues. On ne peut qu'être admiratif devant l'intelligence pratique que ce réemploi dénote. L'utilisation de blocs prélevés dans les dykes de quartz en relief est également probable, bien que la mise en évidence de "carrières" soit difficile. Sur Vallarade, où en l'état actuel des connaissances les dykes de quartz n'apparaissent pas, les très nombreux broyeurs en quartz qui parsément le sol (infra), peuvent avoir été récoltés voire préparés dans les filons peu minéralisés du Broum et de Roques Blanches.

Il est également difficile de préciser l'importance de la préparation préalable à l'utilisation des broyeurs et si les plus communs (qui pèsent entre 800 gr à 2 kg) n'étaient utilisés que dans ou à proximité immédiate des mines. Ces broyeurs pouvaient-ils être emmanchés ? Les plus volumineux pouvaient ils être accrochés à un trépied et utilisés comme bélier ? Nous n'en avons aucune preuve, mais cela reste vraisemblable par analogie avec les maillets à gorges ou à rainures connus sensiblement à la même époque, en particulier à Brusque, Aveyron (Barge, 1985), pièces très largement représentées dans la plupart des mines de cuivre préhistoriques européennes (Tylecote, 1987). Il convient de noter que la plupart de ces derniers comme ceux de Brusque ont utilisé des galets de dolérite ou des roches vertes, particulièrement lisses qui faute de gorges devaient être difficilement assujettis à des manches. Ceci explique peut être cela, cette différenciation ne relevant pas semble-t-il d'une différence chronologique. Les broyeurs sphéroïdaux sont connus en grand nombre en Espagne (Domergue, 1987) sur les carraux des mines. S'ils sont relativement peu cités dans la littérature, on peut supposer que cela relève partiellement de leur banalité.

Un essai de typologie consacré aux broyeurs (Espérou et *al.*, 1992) a permis de montrer que ces outils généralement à surface d'utilisation double ou multiple, ressortaient principalement de deux formes-fonctions. Les broyeurs sub-sphéroïdaux représentent 43 % des pièces et les "coins", beaucoup moins nombreux, sont porteurs d'un tranchant ou d'une pointe. Il existe des objets intermédiaires, de type pic, mais aussi des objets de petite taille, peut être des objets de finition. La fouille de la petite mine de la Vierge (Ambert et Espérou, 1982 ; Ambert et *al.*, 1984) a suggéré plus que démontré (Espérou et *al.*, 1992) une technique d'abattage dite au bouchon qui associe coins et broyeur tenus en mains. Si cette technique semble possible dans un boyau exigu, excavé comme ici au sein de dolomies diaclasées, cet exemple peut-il être étendu à l'ensemble des mines de Cabrières ? Rien n'est moins sûr. En effet, il n'est pas facile de mettre en exergue les techniques de dépilage des exploitations préhistoriques. En particulier la crémation des parois minéralisées par des feux destinés à ameublir la roche préalablement à l'abattage au broyeur (relatée au Mitterberg, Tylecote, 1987) laisse peu de traces et son utilisation dans un milieu confiné, riche en sulfures, est loin d'être sans risques. Peut-on invoquer cette technique pour les niches sphéroïdales aux parois lisses bien exprimées sur le front de carrière de Pioch Farrus IV ? La démonstration reste à faire.

Si on peut évaluer à un minimum de 2000 broyeurs, les outils qui jonchent la garrigue de Cabrières, il est néanmoins difficile d'en tirer un argument quantitatif de l'exploitation. Un essai de quantification approché de cette exploitation doit faire appel à d'autres témoignages.

ESSAI DE QUANTIFICATION DE L'EXPLOITATION MINIÈRE-MÉTALLURGIQUE CHALCOLITHIQUE

Un essai de quantification, aussi approximatif soit-il, est un élément indispensable pour jauger de l'importance d'une exploitation minière et au-delà estimer les marchés qu'elle a pu soutenir. Au-delà des difficultés inhérentes à la prospection (dans une garrigue épineuse dense), puis à l'exploitation des mines repérées (qui nécessitent le déblaiement de dizaines, voire de centaines de m³ de déblais bien souvent stériles), les réutilisations successives

(romaines, médiévales, modernes) des principaux filons ont remanié ou fait disparaître de nombreux travaux néolithiques. A Cabrières, il en a été ainsi, puisque le Pioch Farrus IV a été réutilisé à l'époque romaine et médiévale (Bailly-Maître *et al.*, 1984 ; Landes, 1989), Pioch Farrus I au moins à l'époque romaine (Landes, 1989) et à la fin du XIXe siècle, La Roussignole, sur laquelle s'est concentrée l'exploitation moderne, ainsi que Vallarade (travaux romains non loin d'un habitat en dur, Olive, 1989). Les murettes de culture réemploient de nombreux vestiges et contribuent elles aussi à gommer les traces des exploitations préhistoriques. Pourtant dans tous ces secteurs, les puits de mines datés par la céramique ou les broyeurs (Ambert et *al.*, 1984 ; Ambert, 1990 ; Espérou et *al.*, 1992), les aires d'occupation périphériques contemporaines qui ont livré des galets à cupules ou des produits métallurgiques fournissent une bonne appréciation de l'importance d'une exploitation qui a pu s'exercer sur plusieurs siècles. L'énumération des gisements reconnus à ce jour (fig. 1) montre la densité de l'exploitation chalcolithique de Cabrières. On compte au minimum :

- Cinq à six entrées de mines et au moins une aire potentielle de traitement à la Roussignole. 265 broyeurs ont été dénombrés lors de l'étude typologique (Espérou et *al.*, 1992).

- Le secteur de Pioch Farrus concentre une dizaine de sites miniers, avec les sites exceptionnels de Pioch Farrus I et IV, et la mine de La Vierge. Le décompte typologique n'y a pourtant recensé, si l'on peut dire, que 185 broyeurs (Espérou et *al.*, 1992). Les aires de traitement, pour certaines peut-être des habitats, sont particulièrement abondantes. En effet au-delà des 4 fosses de Roque Fenestre (Ambert et *al.*, 1984 ; Espérou, 1993), plus d'une demi douzaine de points ont donné soit des galets à cupules, comme Pioch Farrus 438 (Ambert, 1990), soit des vestiges chalcolithiques avec des déblais miniers et métallurgiques (Espérou et *al.*, à paraître).

- Le secteur de Vallarade, où plusieurs subdivisions peuvent être proposées, avec Font de Nuque au nord, Roques Blanches au sud, Ballarades proprement dit formant le plateau central. Les broyeurs y sont particulièrement nombreux (369 y ont été décomptés) et l'on comprend, à l'énoncé d'un tel chiffre, qu'ils aient jadis attiré l'attention de Vasseur (1911). Plus d'une quinzaine de sites miniers pour moitié vraisemblablement chalcolithiques, ont été repérés, aucune aire de traitement n'a été mise en évidence.

- Pour compléter le tableau de l'extension du district métallurgique, il convient d'ajouter la présence parmi de nombreuses céramiques chalcolithiques de galets à cupules sur le versant sud du chateau, et la découverte, à proximité de la Boyne de galets à cupules, mais aussi de la pointe de Palmela des Condamines (Ambert et *al.*, 1986).

Les lignes qui précèdent, soulignent, qu'au même titre que les broyeurs, que les galets à cupules sont représentatifs de l'exploitation métallurgique préhistorique. Bien que leur utilisation soit encore largement conjecturelle (Espérou, 1988), ils sont clairement liés à la métallurgie. En effet, la plupart des sites qui en augmentent la liste fournissent des traces de métallurgie précoce (cf. région de Villefranche de Rouergue, inédit, com. orale, L. Carrozza). On peut néanmoins souligner que les ou la cupule, réalisées par un travail soigné, sont un préalable et non une conséquence de leur utilisation. De ce fait, les traces de martelage affectant les contours de ces pièces, peuvent découler d'un travail qui permet de les comparer à des marteaux de métallurgiste.

Une recension récente (Ambert, 1992) associe ceux d'Ouveillan et du Roc d'en Gabi (Carcassonne) en contexte vérazien, à ceux du district de Cabrières (Pitrous, Les Figuières, Pioch Farrus 438, celui plus périphérique des Tribes à Bassan). La plupart des sites répertoriés *supra* dans le district de Cabrières au titre des aires de métallurgiste (une dizaine au total) en ont fourni un ou plusieurs exemplaires, alors que sur les fosses de Roque Fenestre (Espérou, 1993), vingt-huit de ces objets ont été trouvés.

Leur utilisation métallurgique, révélée en France par les fouilles de Cabrières, confirme les observations faites à leur sujet dans plusieurs pays d'Europe (Espagne en particulier, Domergue, 1987, 1990). Il ne serait pas étonnant dès lors que leur nombre augmente rapidement et que leur répartition puisse permettre d'établir une cartographie plus précise des premiers secteurs d'exploitation métallurgique de France d'autant que ces pièces en pierre dure ont l'avantage sur tous les autres témoins de la métallurgie (scories, globules, creusets) de ne pas s'altérer avec le temps.

NOUVELLES ORIENTATIONS DE RECHERCHE

En marge de la poursuite des travaux de terrain, qui se limitent, faute d'avoir pu mener à bien la publication de l'ensemble des données récoltées à Cabrières (Le

Broum, Les Figuières, Vallarade), à la surveillance du renouvellement des parcelles agricoles, plusieurs objectifs ont été privilégiés. Au premier rang de ceux-ci, des études de métallurgie expérimentale ont été menées en parallèle avec une campagne de valorisation des sites inaugurée par la mise en place d'une exposition concernant la métallurgie dans la salle du Patrimoine de Cabrières.

MÉTALLURGIE EXPÉRIMENTALE

Nous avons bénéficié de la longue pratique de bronzier de J. Happ et de l'infrastructure de l'Archéodrome de Beaune, animée par M.-C. Frère-Sautot. Le principe en est plus simple que ne l'est souvent la réalisation : fondre des minerais de cuivre avec des techniques et des instruments dont les fouilles archéologiques d'exploitations chalcolithiques ont donné des vestiges probants. Le programme Cabrières a mis en œuvre, dans sa première tranche, des minerais de cuivre découverts dans des sites préhistoriques (mine de la Vierge, fosse de Pioch Farrus 448, Pioch Farrus I), puis plus récemment (Juillet 94) du minerai de cuivre extrait du carreau de la mine Pioch Farrus I. Avant traitement les minerais puis après fusion les scories et les globules de cuivre obtenus ont fait l'objet d'analyses par spectrographie d'émission au laboratoire de Rennes afin d'être comparés avec les minerais de cuivre répertoriés dans le district de Cabrières et avec les scories et globules mises au jour à Roque Fenestre. Les analyses spectrographiques de ces productions se sont avérées identiques à celles des productions chalcolithiques de Cabrières. Les résultats ressortent du tableau (fig. 4).

Un bref rappel des expériences de métallurgie expérimentale (travaux J. Happ) doit être dressé. La métallurgie employée pour la réduction des minerais de cuivre diffère suivant leur nature. Le processus de réduction des carbonates, comme la malachite $Cu^2 (OH)^2 CO^3$, transforme relativement facilement l'oxyde de cuivre noir Cu O et rouge Cu^2 O en cuivre métallique. Le traitement des sulfures de cuivre (cuivre gris, tétraédrite, bornite, etc...) est plus complexe. Il nécessite une suite d'opérations, successives ou conjuguées, afin de séparer les parties riches en cuivre des autres éléments et impuretés (S, Fe, Sb, et As) contenues dans le minerai. Les installations utilisées en métallurgie expérimentale font intervenir des processus techniques dits "de voie sèche". A ce niveau, la complexité présentée par la fusion des sulfures augmente considérablement, alors que parallèlement les connaissances restent faibles et les indicateurs archéologiques insignifiants. L'emploi des malachite restreint les opérations à la succession d'opérations simples.

1. Le minerai brut selon sa teneur en cuivre est concentré par un triage à l'œil durant un broyage qui fournit un produit débarrassé en partie de sa gangue et qui devra avoir une maille comprise entre 0,5 et 1 cm au maximum.

2. Suit une fusion scorifiante dans un four creusé dans le sol bâti avec des pierres agglutinées d'argile dans sa partie supérieure, la structure étant crépie d'argile pour assurer un minimum de déperdition calorifique. Une tuyère débouche au niveau du sol (fig. 6). Le principe métallurgique se réduit à une réaction simple. Elle a pour but de détruire les carbonates et l'élimination du CO^2 et d' H^2 O sous l'effet de la température (500 à 600°). Il reste Cu^2 O qui réagit dans la flamme avec l'oxyde de carbone ($Cu^2 O + CO \longrightarrow 2 Cu + CO^2$ qui se dégage). La séparation du cuivre et de la scorie se fait par différence de densité, les nodules de cuivre se trouvant concentré en fond de four. Néanmoins mais dans la plupart des expériences certains nodules de cuivre restent emprisonnés dans la scorie. Ils seront ensuite récupérés par broyage et tamisage. Il convient néanmoins de noter que dans le cas d'une malachite riche, bien épurée de sa gangue, la scorie va être soit absente, soit réduite au minimum. Cette remarque peut expliquer l'absence de scories au sein d'exploitations métallurgiques archaïques (Happ et al., travaux en cours). La température à cœur dans ce type de four au dessus de la tuyère est de 1200°. Devant la tuyère la température maximale mesurée est de 1350°.

L'emploi de la tétraédrite de Cabrières $(Cu, Fe)^{12} Sb^4 S^{13}$, plus encore lorsqu'elle est complexée avec de la pyrargyrite -Ag Sb S^3-, pose pour l'expérimentateur comme pour les métallurgistes préhistoriques des problèmes plus délicats. Un maximum de complexité est atteint avec l'emploi de chalcopyrite.

En effet, la réduction décrite précédemment s'avère impuissante à éliminer le soufre dont la présence rendrait l'opération impossible. D'où la nécessité d'un grillage, c'est à dire d'une oxydation au moins partielle, seule capable d'éliminer les sulfures. Ainsi, avant de le réduire, il faut oxyder le minerai, soit schématiquement réaliser l'opération $Cu^2 S + O^2 \longrightarrow (Cu, Cu^2O, CuO) + SO^2$ (qui se dégage). Au moins autant que l'élimination des sulfures, le minerai de Cabrières va nécessiter une élimination d'une partie au moins de l'antimoine contenue dans la pyrargyrite (J.-R. Bourhis, 1994, *in litt.*). Les récentes expérimentations l'ont bien montré, l'antimoine largement excédentaire (analyses en cours) dans les globules, comme dans les objets obtenus *in fine*, pose problème. Il n'est pas certain qu'un grillage préalable du minerai soit la meilleure solution pour s'en défaire. Néanmoins, le schéma de transformation du minerai en métal

DOC	SITE	Cu	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Fe	Zn	Mn	Si
M	LV	54,95	tr	0,001	-	-	-	-	-	X	0,05	0,50	X
S	LV A	27,0	0,05	0,05	-	-	-	0,003	-	X	0,05	0,05	XX
Gb1	LV A	95,0	-	0,10	-	-	-	-	-	0,50	0,10	0,15	0,80
Gb2	LV A	99,50	0,005	0,01	-	-	tr	-	-	0,002	0,01	-	-
CN	PFI	97,3	-	0,00	-	0,50	0,20	-	-	-	-	-	1,5
M	PFI	43,25	0,005	0,01	tr	3	0,70	0,001	0,005	0,60	0,05	0,05	6 à 7
MP	PFI A	37,30	0,01	0,01	0,10	5~	1~	0,003	0,04	1~	0,005	0,002	XX
S 3	PFI A	12,90	0,001	0,005	-	1~	0,10	0,003	0,001	1~	0,01	0,02	XXX
S 2	PFI A	6,70	0,005	0,003	-	0,50	0,05	0,002	0,001	X	0,02	0,03	XXX
S 3	PFI A	3,10	0,005	0,001	-	0,60	0,005	0,01	-	X	0,02	0,03	XXX
Gb	PFI A	97,80	-	tr	0,05	1~	1~	tr	0,15	0,01	-	-	-
Tr	P 48	39,20	-	0,005	4~	20~	1,5~	-	0,10	2,5~	10~	0,001	5
TrP	P48A	45,95	0,003	0,002	2~	15~	1~	tr	0,03	4,30	4~	0,01	XX
S 0	P48A	7,55	0,003	0,001	0,10	0,50	0,01	0,005	tr	X	0,50	0,30	XXX
Gb1	P48A	XXX	0,002	0,002	0,25	1~	0,50	0,001	0,003	X	0,30	0,10	X
Gb2	P48A	91,20	0,001	0,001	3~	3~	2~	0,015	0,08	0,30	0,002	-	tr
Gb3	P48A	86,60	0,001	0,001	1~	10~	2~	0,004	0,05	0,05	tr	-	tr
Gb4	P48A	XXX	0,005	0,005	5~	20~	3~	0,01	0,20	tr	-	-	tr
Gb	P 48	94,2	0,001	0,002	0,20	3,5~	1,2~	0,001	0,005	tr	-	-	tr
S	P 48	12,5	tr	0,02	-	1~	0,07	0,005	tr	X	0,05	0,10	71,7

LÉGENDE : Les teneurs en cuivre ont été doées par gravimétrie, les autres éléments spectrographie
X : élément majeur ; XX : élément important ; XXX : élément principal ; ~ : environ ; tr : inférieur à 0,001% ; - : non décelé

DOCUMENT ANALYSES

M : Malachite
MP : Malachite préparée
Tr : Tétraédtite
TrP : Tétraédrtite préparée
CN : Cuivre Natif
S : Scorie (S1, S2, S3)
NS3 : Nodule dans scorie 3
Gb : Globule (Gb 1, Gb2, ...)

SITES (Cabrières) **LV** : La Vierge **PFI** : Pioch Farrus I **P 48** : Pioch Farrus 448 **A** : Archéodrome

Fig. 5- Analyses des minerais de Cabrières et des résultats des premiers essais de métallurgie expérimentale concernant ces minerais. Comparaison avec des productions chalcolithiques de Pioch Farrus 448 (Cabrières).

classiquement relaté semble nécessiter après broyage et concentration, une phase de grillage dans un foyer oxydant sur lequel est déposé le minerai broyé aggloméré dans des boulettes d'argile et de matières végétales. Cette précaution nécessaire pour pouvoir assurer une bonne récupération du minerai grillé est connue dès le Bronze Moyen du Mitterberg (Eibner, 1988).

Au-delà, il semble bien, compte tenu des derniers travaux expérimentaux réalisés durant l'été 1994, que la tétraédrite de Cabrières permette d'obtenir du métal de qualité par l'utilisation du four préalable décrit. Pour la

chalcopyrite et des minerais plus riches en fer, le recours à des fours plus complexes, comparables à ceux du Mitterberg (Eibner, 1988 ; Mohen 1990), semblaient jusqu'à peu indispensables (Happ et *al.*, 1994). Néanmoins, les travaux en cours de J. Happ (com. orale) ouvrent de nouvelles perspectives.

A ce terme il apparaît bien qu'aux époques de Pioch Farrus 448 et de Roque Fenestre, les préhistoriques de Cabrières ont su fondre la tétraédrite. La composition de celle-ci, lorsque les taux d'antimoine et d'argent étaient convenablement contrôlés permettaient d'obtenir non pas un cuivre pur, mais beaucoup mieux un véritable alliage cuivre-antimoine-argent qui fondait et coulait beaucoup mieux que ne l'aurait fait un cuivre très pur. Technologiquement, ce métal possède les qualités d'un bronze, c'est un bronze où l'étain aurait été remplacé par l'antimoine et l'argent. Cela plus de cinq siècles (peut être dix) avant l'apparition du bronze véritable. On comprend dès lors mieux l'intérêt du minerai de cuivre de Cabrières pour nos lointains ancêtres.

Fig. 6- Four de réduction du minerai de cuivre (malachite, tétraédrite) à l'Archéodrome de Beaune.

LES RÉALISATIONS DU PROGRAMME DE VALORISATION DES CONNAISSANCES

La relation de nos premières découvertes (Ambert et *al.*, 1982, 1983, 1984) suscita très rapidement, à Cabrières, l'idée d'une salle d'exposition, qui les années passant fût l'objet de projets plus ou moins réalistes. La réalisation d'un Espace Muséographie associé au Caveau de dégustation des vins de Cabrières né de l'esprit d'initiative de nos amis de la Cave Coopérative, correspond à un concept du Patrimoine que nous partageons, où l'ensemble des produits d'un terroir exposés ensembles peuvent se valoriser réciproquement. A ce terme, cet ensemble est la vitrine jadis inespérée du long travail de fourmi des uns et des autres... Il ne saurait nullement faire oublier ni occulter la vie quotidienne ni constituer une fin en soi. Au contraire, cette salle, pour aussi réussie soit-elle ne présente qu'un échantillon des richesses du terroir. Bien d'autres dorment encore qu'il faudra exploiter, faire fructifier pour les uns, découvrir pour les autres. Elle est dans ce sens invitation à des prolongements.

Dans le domaine de l'Archéologie, ni la préhistoire ancienne, ni l'antiquité ne sont représentées, eu égard à la sélection nécessaire des thèmes retenus. Il est donc normal de prévoir d'y rémédier par des expositions temporaires à thème qui pourraient ensuite être intégrées dans le premier local repensé dans ce sens. Le même traitement pourra être appliqué aux découvertes futures réalisées dans tous les champs du domaine patrimonial. Dans le domaine de la première métallurgie, les possibilités ne manquent pas, avec un investissement de terrain plus important dans les secteurs de Roussignole et de Vallarade, avec la fouille complète des mines de la Vierge, avec celles des sépultures préhistoriques depuis longtemps repérées. Les prolongements du programme de métallurgie expérimentale offent également de belles perspectives. Réalisés à Cabrières, ils pourraient servir à leur tour à promouvoir les autres produits du terroir.

[1] Remerciements : La synthèse présentée est le fruit d'un travail d'équipe sur le terrain comme au laboratoire. Au niveau des fouilles et des recherches de terrain, il convient de citer H. Barge, J.-L. Esperou, J.-L. Guendon, N. Houlès, M. Lopez, P. Roques, les membres du Centre de Recherche et Documentation du Minervois, auxquels Ch. Landes se joignit à partir de 1983 pour l'étude des sites miniers gallo-romains, et ponctuellement M.-C. Bailly-Maître pour celle des mines médiévales. Pour les travaux de laboratoire la collaboration de J.-R.Bourbis, celle de J. Briard (responsable de l'E.R 27 du CNRS) étaient acquises dès le début de nos travaux. Plus récemment, M. Leblanc nous a fait bénéficier de ses compétences en métallogénie. Plusieurs dates radiocarbone ont été obtenues à Louvain-la-Neuve par E. Gilot, à l'entremise du professeur G. Seret. Le déblaiement de la carrière de Pioch-Farrus IV a été réalisé en 1986, puis son aménagement et les tranchées de déblais miniers de Vallarade en 1990, grâce à l'aide efficace de la division minière de la Cogéma-Lodève. Les recherches de métallurgie expérimentale n'auraient jamais vu le jour sans le support logistique et financier de l'Archéodrome de Beaune et de la

S.A.P.R.R. orchestré par M.-C. Frêre-Sautot, secondée par D. Moine, mais aussi sans la compétence de notre ami J. Happ, maître-bronzier. Depuis nos premières recherches nous avons acquis l'amitié de nombreux habitants de Cabrières, qu'il nous soit permis de citer parmi ceux-ci plus particulièrement P. Lébrard et D. Courren. Ce dernier a encore été "au four et au moulin" au cours de l'aménagement de l'Espace Muséographie, double efficace du président P. Trinquier et de son équipe de la cave coopérative. Je n'aurais garde d'oublier la part déterminante prise dans la réalisation de cette œuvre commune, par mon collègue J.-C. Bousquet, géologue et vulgarisateur émérite, par B. Falip qui a si bien transcris et compris nos idées, par L. Gigou. Je n'oublierai pas enfin F. Gairaud, Maire, qui a facilité nos relations avec la municipalité et la population de Cabrières, l'association les "Amis de Cabrières", tous, pour leur accueil et leur aide.

Bibliographie

AMBERT P. sous la direction de (1990) – Cabrières-Hérault, le plus vieux centre minier métallurgique de France (2500 av. J.-C.), Livret -Guide de l' Excursion A 2 du Colloque en Hommage à J. Arnal, 24 Septembre 1990, *Archéologie en Languedoc*, t. 3, p. 1-32.

AMBERT P. sous la direction de (1992) – Le Chalcolithique en Languedoc, ses relations extra-régionales, Colloque en Hommage à J. Arnal, Saint-Mathieu-de-Tréviers, *Archéologie en Languedoc*, n°15, 352 p.

AMBERT P. (1992) – L'émergence de la métallurgie en France méridionale. Etat actuel des connaissances, in le Chalcolithique en Languedoc, *Archéologie en Languedoc*, n°15, p. 51-58.

AMBERT P. (à paraître) – Minerais, première métallurgie et premiers métaux, In *Néolithique de la France*.

AMBERT P. et BARGE-MAHIEU H. (1991) – Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault). Leur importance pour la métallurgie chalcolithique languedocienne. In *Colloque International de St-Germain-en-Laye*, Editions Picard, Paris, p.259-277.

AMBERT P., BARGE H., BOURHIS J.-R. et ESPEROU J.-L. (1982) – Mines de cuivre préhistoriques de Cabrières (Hérault) : Premiers résultats. *Travaux du L.A.P.M.O.*, Aix en Provence, p. 1-12, 6 fig..

AMBERT P., BARGE H., BOURHIS J.-R. et ESPEROU J.-L (1983) – Mines de cuivre préhistoriques de Cabrières (Hérault), *Actes du Colloque de Paléométallurgie*, Université de Compiègne, p. 223-236.

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., BARGE H., BOURHIS J.-R. et ESPEROU J.-L (1985).- Mise en évidence, âge et niveau technique des exploitations préhistoriques cuprifères de Cabrières (Hérault). *Archéologie en Languedoc*, 4, p. 91-95.

AMBERT P., BOURHIS J.R., et HOULES N. (1986) .- Une pointe de Palmela près des mines de cuivre de Cabrières (Hérault). Implications, *Bull. Soc. préhist.Fr.*, t. 83, C.R.S.M., n°4, p. 125-128.

AMBERT P., et ESPEROU J.-L. (1982) – La mine de la Vierge (Cabrières- Hérault), In J.L. Roudil, C.R. de la D.R.A.C. Languedoc-Roussillon, *Gallia-Préhistoire*, t. 25, 2, p. 450-451.

BAILLY-MAÎTRE Ch., HOULES N. et LANDES Ch. (1984) – Le site minier antique de Pioch Farrus (commune de Cabrières-Hérault), recherches préliminaires, *Revue Archéologique de Narbonnaise*, t. XVII, p. 327-337.

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), *Bull. Soc. Méridionale de Spéléol. et de Préhistoire*, t. XXV, p. 61-68.

BRIARD J. (1985) – Groupes métallurgiques atlantiques et méridionaux en France au Chalcolithique et à l'âge du Bronze, *Actes du 110e Congrès Nat. des Soc. Sav.*, Montpellier, p. 69-87.

BOURHIS J.-R. et BRIARD J. (1979) – Analyses spectrographiques d'objets préhistoriques et antiques, 4° ser. *Trav. Lab. Anthrop. Préhist. Proto. Quat. armoricains*, Rennes I, 133 p.

DOMERGUE C. (1987) – *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*, Publication de la Casa Velazquez, De Boccard, Madrid, 572 p.

DOMERGUE C. (1990) – Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine, *Coll. Ecole Française de Rome*, n° 127, De Boccard, Paris, 584 p.

ESPEROU J.-L. (1988) – Un outil de métallurgistes aux fonctions imprécises, *Bull.Soc.préhist. Fr.*, t. 85, n°2, p. 37-38.

ESPEROU J.-L. (1992) – Cabrières et les cuivres à Sb/Ag du sud de la France, *Bull. Soc. préhist. Fr.*, t. 89, 1, p. 26-31.

ESPEROU J.-L. (1993) – La structure minière de Roque-Fenestre (Cabrières, Hérault), *Archéologie en Languedoc*, n° 17, p. 32-46.

ESPEROU J.-L., AMBERT P., BOURHIS J.-R., ROQUES P., GILOT E. et CHABAL L. (à paraître) – Datation C 14 de la fosse à creuset chalcolithique Pioch Farrus 448 (Cabrières-Hérault). Etude des documents métallurgiques. Conséquences, *Bull. Mus. Anthrop. Préhist. Monaco*.

ESPEROU J.-L., ROQUES P. et AMBERT P. (1992) – L'outillage des mineurs préhistoriques de Cabrières : Les Broyeurs, Colloque en Hommage à J. Arnal, Saint-Mathieu de Tréviers, *Archéologie en Languedoc*, n° 15, p.67-76.

GONORD H. (1966) – *Contribution à l'étude des gisements minéraux de la région Est de la Montagne Noire*, Thèse 3° Cycle, Montpellier, 217 p.

GUILAINE J. (1992) – Roquemengarde et les débuts de la métallurgie en France méditerranéenne, Le Chalcolithique en Languedoc, *Archéologie en Languedoc*, n°15, p. 35-40.

GRIMAL J. (1980) – L'occupation vérazienne de la vallée de l'Hérault, In J. Guilaine, *Le Groupe de Véraza* ..., Ed. CNRS, Toulouse, p. 64-71.

HAPP J., AMBERT P., BOURHIS J.-R. et BRIARD J. (1994) – Premiers essais de métallurgie expérimentale à l'Archéodrome de Beaune à partir des minerais chalcolithiques de Cabrières (Hérault). *Bull. Soc. préhist. Fr.*., t. 91, n°6, p. 429-434.

HOFFMANN T. (1969) – *Contribution à l'étude géologique et métallogénique des Monts de Cabrières.* Thèse de Spécialité Sc., Montpellier, 91 p, 34 pl.

JUNGHANS S., SANGMEISTER E. et SCHRÖDER M. (1960) – Metalanalysen kupferzei-tlichen und frühbronze-zeitlicher Bodenfunde aus Europa. *Studien zu der Anfangen der Mettalurgie*, Berlin Gehr Mann, Römisch-Germanisches Zentralmuseum - Bd 1, t.1, 217 p., 37 tabl.

JUNGHANS S., SANGMEISTER E. et SCHRÖDER M. (1968) – Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas, Katalog der Analysen 985-10040. Studien zu der Anfangen der Mettalurgie, Berlin Gehr Mann, Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Bd 1, t. 2,3, 315 p., Bd. 2, t. 1, 175 p., Bd 2, t. 2-1, 17 tabl, 11 diagram, Bd 2, t. 2-2, 81 cartes, Bd 2, t. 2-3, 65 planches.

JUNGHANS S., SANGMEISTER E. et SCHRÖDER M. (1974).- Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas, Katalog der Analysen 10041-22000. Studien zu der Anfangen der Mettalurgie, Berlin Gehr Mann, Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Bd 2, t. 4, 407 p.

LANDES Ch. (1989) – Les ressources minières antiques des Cévennes : premiers résultats, *Colloque "Mineria y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterraneas y europeas"*, Madrid, t. I, p. 223-234.

MOHEN J.-P. (1990) – *Métallurgie préhistorique. Introduction à la paléométallurgie*, Masson Ed., Paris, Collec. Préhistoire, 230 p.

OLIVE C. (1989) – Une installation de pressurage en Lodévois à Péret (Hérault) et son abandon dans la seconde moitié du IIe siècle après J.-C., *Doc. Archéo Médid.*, 12, p. 223-244.

PAUZES B. et A. et GRIMAL J. (1974) – La station de la Rouviège (Plaissan-Hérault) et son contexte chalcolithique., *Etudes sur Pézenas et sa région*, V, n°2 , p. 2-12.

TYLECOTE R.F. (1987) – *The early history of metallurgy in Europe*, Longman, London and New York, 329 p.

VASSEUR G. (1911) – Une mine de cuivre exploitée à l'Age du Bronze dans les garrigues de l'Hérault (env. de Cabrières), *l'Anthropologie*, t. XXII, p. 413-420.