

Les préliminaires de la métallurgie pendant l'âge du bronze en Banat

Florin Gogâltan (România)

Le début de l'activité métallurgique et son impact économique et social, ont constitué autant de sujets de recherche pour chaque génération de spécialistes¹. L'analyse des particularités d'une certaine zone peut paraître moins intéressante par rapport à l'analyse des aspects généraux. Mais ce n'est pas ainsi, car la région du Banat y offre deux atouts importants: la présence des gisements à cuivre et la position géographique à la confluence des influences orientales, méridionales et centrales européennes. Les deux vont conférer une note spécifique à l'activité métallurgique au sud-ouest de la Roumanie durant l'énéolithique et la période de transition vers l'âge du bronze.

Les premiers objets petits en cuivre sont connus à l'est de l'Anatolie et au nord de l'Irak, dès la fin du 8^e millénaire av. J.C. (Çayönü Tepesi)². Une bédane en cuivre natif découverte dans le tell Maghzaliyah de Mésopotamie en est contemporaine ou bien un peu plus tardive³. En Banat, ce métal apparaît plus tard, lors de la fin de la culture Starčevo-Criș, alors que les premiers éléments de la culture Vinča seront en pleine expansion⁴. Nous n'avons pas la certitude que ces premières pièces aient été faites ici avec du minerai indigène, ou bien faut-il prendre en considération un territoire plus vaste qui comprend aussi le sud du Danube⁵. D'ailleurs, il y a une grande différence entre *connaître* et *produire* le métal⁶. L'utilisation du cuivre natif est considérée comme une étape antérieure à la métallurgie proprement dite. En fait, la métallurgie représente le début de l'activité extractive du minerai de carbonate et oxyde de cuivre, activité qui se manifeste à la fin du néolithique⁷, ce qui est démontré par les exploitations de Rudna Glava (nord-est de Serbie)⁸, Ai Bunar (Bulgarie méridionale)⁹ ou plus loin, en Anatolie¹⁰.

Les pièces en cuivre continuent à être très rares dans les cultures Vinča et Tisza, pendant l'énéolithique ancien¹¹. Nous ne saurons pas si ce fait devrait s'expliquer par l'absence des prospections pour les gisements locaux, car on rencontre une situation analogue en Yougoslavie pendant que les mines de Rudna Glava ou bien celles du massif de Rudnik (Serbie centrale) battaient leur plein¹². Selon B. Jovanović, l'absence des fouilles dans les nécropoles de la culture Vinča en pourrait constituer une explication partielle. Pour ce qui est de la période ultérieure, on pourrait parler d'une véritable "métallurgie des nécropoles" dont les monuments funéraires de la culture Tiszapolgár à l'est de la Hongrie ou le cimetière du type Karanovo VI-Gumelnița à Varna constituent les exemples classiques¹³. À cet égard, la nécropole Tiszapolgár de Tibava est suggestive¹⁴. Dans les 41 tombes découvertes on a trouvé 9 haches en cuivre, 9 pendentifs en or et 11 bracelets de types divers. C'est toujours dans une tombe que l'on a découvert le bracelet massif en cuivre de Gomolava¹⁵.

Si l'on prend en considération le grand nombre de pièces par rapport à la période antérieure, alors nous pourrions affirmer que, pendant l'énéolithique on assiste à une véritable "révolution métallurgique". Les porteurs des cultures Tiszapolgár et Bodrokersztúr seront les premiers à établir la valeur juste pour ce métal. En témoignent les 40 Kilos de pièces finies, représentant le poids des objets trouvés jusqu'à présent en Banat¹⁶. Le progrès est vraiment remarquable, depuis les haches du type Pločnik jusqu'aux haches - pioches du type Jászladány et surtout Mezökeresztés¹⁷. Les analyses faites pour une série de pièces de la Serbie démontrent que les gisements de Majdanpek (20 km nord-ouest de Rudna Glava) ont constitué la source de cuivre pour presque 80% des pièces trouvées à Bodrokersztúr/Bubanj Hum Ia¹⁸.

Parallèlement à la production des armes, outils ou pièces de parure en cuivre, on a prêté une attention toute particulière aux bijoux en or. Les disques-pendentifs des cultures

Tiszapolgár, Gumelnița et Bodrokeresztúr¹⁹ en sont caractéristiques. De telles pièces de parure n'ont pas encore été découvertes en Banat.

Le grand nombre de pièces en cuivre suggère l'hypothèse de l'existence des ateliers locaux qui procuraient leur matière première nécessaire dans la zone. Les analyses métallographiques des haches énéolithiques nous montrent la présence de l'argent (Orșova, Timișoara, Carei, Moldova Veche)²⁰ ou de l'argent et nickel (Chișoda, Ciocova, Zăbrani²¹) à côté du cuivre. Quant à la matière première, le même B. Jovanović discutait sur la capacité des mines de Serbie d'assurer le "cuivre de marché"²². Le grand décalage entre la quantité de minerai extrait et les pièces finies est absolument en faveur des dernières. Où en est la différence? Tout d'abord il faut dire que le stade insatisfaisant des recherches ne nous permet qu'une image incomplète du phénomène. Des zones, telles les Monts du Banat, les Monts Apuseni ou le sud-est de Transylvanie (Bălan) pourraient se prêter à une investigation paléométallurgique, comme on en a fait en Serbie, Bulgarie, Anatolie etc.²³ On pourrait également expliquer l'absence d'une métallurgie dans l'énéolithique ancien²⁴ par l'apparition du recyclage des pièces détériorées. Comme nous l'avons vu, le "boom" de l'énéolithique moyen serait dû en grande partie aux fouilles faites dans les nécropoles et les établissements de cette période. Ce n'est pas une explication tout à fait convaincante, car la plupart des haches en cuivre de Roumanie proviennent de découvertes isolées. Nous nous tenons à l'idée mentionnée ci-dessus que la recherche seule des filons cuprifères qui rejoignent la surface en Transylvanie et Banat, pourrait expliquer le début de l'activité métallurgique dans le Bassin Carpatique.

L'essor de la métallurgie du cuivre va s'arrêter brusquement au début de l'époque de transition vers l'âge du bronze. Pendant toute cette période la quantité de métal de Roumanie serait de 2-2,5 Kilos²⁵.

Cette situation serait due au choc produit par l'apparition des tribus nomades nord-pontiques. Ayant une nouvelle économie et mentalité, la population de steppe aurait rompu l'équilibre des civilisations qui ont développé l'âge du cuivre²⁶. Il est bien possible que l'impact produit par les communautés Cernavoda III ait détruit les marchés pour le commerce du cuivre et alors un certain temps était nécessaire pour les refaire. Une autre hypothèse pour expliquer la crise des exploitations cuprifères serait que les minerais de carbonate de cuivre fussent déjà épuisés²⁷. Les deux hypothèses, faute d'autres, semblent vraisemblables.

Tout aussi brusquement, la production métallurgique et, naturellement, l'exploitation des mines, se remettent vers la fin de la période de transition. En Slovénie, dans l'établissement de Salos, appartenant à la culture Baden, phase classique et finale, on a découvert des preuves indubitables de la transformation du métal: matrices en glaise, creusets, scorie etc. C'est toujours ici que la scorie contenait 5-20% de Sn²⁸. Ce phénomène sera continué par les communautés vučedoliennes, qui utilisaient les minerais de sulfate de cuivre et l'alliage du cuivre avec l'arsenic et le plomb²⁹. C'est bien la même situation, mais pour le moment, à une autre échelle, qui se passe au milieu des communautés Coțofeni de Banat. À partir de la dernière phase d'évolution, on a découvert un grand nombre de pièces à Băile Herculane, "Peștera Hoților"³⁰ et "Peștera Oilor"³¹, Cuptoare "Piatra Ilișovei"³², Moldova Veche³³, Dubova "Cuina Turcului"³⁴ ou bien Borșa Montană "Colțani"³⁵. C'est de Moldova Veche (la hauteur Humcă de Ostrovul Decebal) que proviennent quelques blocs de cuprite et quelques morceaux de scorie, ce qui prouve une fois de plus les préoccupations métallurgiques des communautés Coțofeni³⁶. Les membres du collectif de recherche ethnoarchéologique du Massif Cerna Vârf considèrent que l'usinage du cuivre avait lieu sur place, fait prouvé aussi par les "traces de scorie de cuivre et les grains de cuivre fondu, les haches-marteaux, les moulins et les écrasoirs utilisés pour broyer le minerai cuprifère". Mais cet usinage n'était qu'accidentel, car "il ne s'y agissait pas d'une métallurgie proprement-dite"³⁷.

Les analyses métallographiques faites pour certaines pièces trouvées dans le milieu culturel Coțofeni démontrent que, à côté des objets faits en cuivre (Românești)³⁸, il y en avait d'autres contenant plus ou moins d'arsenic³⁹.

Le cuivre à arsénic, les cuivres arsénisés, le bronze à arsénic, tout cela soulève des problèmes technologiques et aussi des problèmes de phénoménologie historique, très sommairement traités dans la littérature archéologique roumaine.

Aussi est-il convenable et bénéfique d'en faire une brève présentation.

Les plus anciens bronzes à arsénic connus remontent à l'énéolithique⁴⁰. Il s'agit de pièces à 0,3 - 2,7 % concentration d'arsénic⁴¹.

Un contexte Baden, à Novacka Cuprija, en Serbie, a fourni quelques morceaux de scorie. Ils prouveraient que les habitants d'ici fondaient les minerais de sulfite dès la fin du IV^e millénaire av. J.C.⁴²

Un lingot de cuivre trouvé dans une couche Coțofeni II de Peștera Bolii (sud-ouest de Transylvanie), contient 0,246% arsénic⁴³. Il y a deux théories quant à la manière par laquelle l'arsénic se trouve dans la composition de certains pièces de l'énéolithique et de la période de transition: l'une suppose l'emploi des minerais contenant de l'arsénic et la seconde porte sur l'alliage délibéré des deux éléments⁴⁴. Mais il y a un fait généralement accepté: au début, on a utilisé les minerais de sulfate de cuivre qui contenaient de l'arsénic⁴⁵. On pouvait les identifier aisément d'après le colonis⁴⁶. Les chercheurs ont proposé le Caucase⁴⁷ ou même le Portugal⁴⁸ pour zones d'origine de cette technologie d'où elle fut diffusée au sud-est de l'Europe aussi. Dans ce contexte, il y a une statistique intéressante faite par Eckart Schubert concernant la concentration d'arsénic dans les pièces analysées par S. Junghans et ses collaborateurs: de la sorte, 77% des cuivres à arsénic contiennent moins de 1% d'arsénic; dans 14% des analyses on en a trouvé entre 1% et 2%; 9% des pièces ont une concentration de plus de 2% d'arsénic⁴⁹. Un exemple semblable est offert par le métal découvert à Pecica "Șanțul Mare" dans les niveaux inférieurs⁵⁰: trois pièces sont en cuivre (deux en avaient des traces d'argent)⁵¹, quatre avaient jusqu'à 0,5% d'arsénic⁵², l'une avait 2,4% d'arsénic⁵³ et une autre 4% d'arsénic⁵⁴.

Dans cette étape de la recherche, nous pouvons tirer les conclusions suivantes: les pièces ayant 1%, 2% au maximum d'arsénic ont été obtenues par la réduction des minerais de sulfate de cuivre. L'arsénic y aurait joué le rôle du déoxydant pendant le coulage des pièces, ce qui a mené en même temps à l'accroissement de leur dureté⁵⁵.

Les pièces ayant une concentration qui dépasse ce pourcentage seraient le résultat d'une alliage délibéré⁵⁶. Réaliser cet alliage, ce n'est pas facile. Tout d'abord, parce que certains ne pouvaient pas séparer l'arsénic du minerai, car il s'évaporait avant d'atteindre la température de 300° C. On ne pourrait l'obtenir que par l'électrolyse, procédé récemment découvert⁵⁷. En plus, le gaz qui se dégage de l'évaporation de l'arsénic est très toxique provoquant, entre autres, la paralysie des membres inférieurs des artisans métallurgistes⁵⁸. On aurait gardé l'arsénic ou l'antimoine dans des fourneaux clos, à un accès réduit d'oxygène pour qu'ils ne s'évaporent pas avec les sulfides.

Il se peut que ce procédé ait été utilisé dans le Caucase, là on il y a des pièces à plus de 19% d'arsénic. D'après Al. Durman, le sud-est de l'Europe n'aurait pas connu cette innovation, car la plupart de l'arsénic et de l'antimoine s'évaporeraient en même temps que l'oxygène⁵⁹. Plus récemment, les études ont démontré que le grand pourcentage d'arsénic se trouve en étroite liaison avec le traitement des pièces à de hautes températures⁶⁰. Les expériences paléométallurgiques ont montré que l'arsénic et l'antimoine sont réduits à des températures de 600-1000°C. La concentration d'arsénic dépend de la température du processus de réduction⁶¹.

Mais ce qui est sûr, c'est que les propriétés mécaniques du bronze à arsénic sont très semblables à celles des pièces à étain. Mais la toxicité de cette technologie a donné, en fin de compte, gain de cause aux bronzes à étain⁶².

En liaison étroite avec cette technologie on a parlé d'un "Kupfer-Arsen-Zeit" ou bien "sulfide copper period"⁶³. Le terme nous semble correcte si l'on parle du développement du processus métallurgique. Mais nous ne pouvons pas parler d'une époque historique, car le phénomène est caractéristique à l'énéolithique, à la période de transition et au premier âge du bronze.

Les bronzes ou les cuivres à arsénic ont une importance toute particulière dans le processus évolutif qui a mené à la généralisation de l'alliage du cuivre avec l'étain. L'utilisation de l'arsénic, accidentellement, au début, et délibérément, plus tard, marque un saut qualitatif du cuivre au bronze.

NOTES

1. Nous avons choisi de la bibliographie parue après la seconde guerre mondiale, les suivantes: Popescu 1951, 27 sqq.; Wilsdorf 1953, 71 sqq.; Nestor 1954, 41 sqq.; Nestor 1955, 45 sqq.; Kutzián 1958, 155 sqq.; Deshayes 1960, 69 sqq.; Childe 1966, 125 sqq.; Horedt 1968, 103 sqq.; Renfrew 1969, 12 sqq.; Vulpe 1973, 217 sqq.; Vulpe 1974, 243; Lazarovici 1975, 9 sqq.; Vulpe 1975; Schubert 1975, 181 sqq.; Lazarovici 1976, 77 sqq.; Vulpe 1976, 134 sqq.; Pleslová - Štiková 1977, 56 sqq.; Černych 1978a; Černych 1978b, 319 sqq.; Jovanović 1982; Pleslová - Štiková 1982, 261 sqq.; Ćović 1984, 11 sqq.; Tylecote 1987; Jovanović 1988a, 69 sqq.; Lichardus 1988, 79 sqq.; Muhly 1988, 2 sqq.; Jovanović 1991a, 93 sqq.; Bešliu, Lazarovici 1995, 111 sqq.; Lazarovici et collab. 1995, 209 sqq.; Novotná 1995, 69 sqq.
2. Muhly 1989, 1 sqq.
3. Müller-Karpe 1991, 105 sqq.
4. Lazarovici 1979, 32; Bešliu, Lazarovici 1995, 111.
5. Pour cet horizon, la situation de la Serbie centrale est mieux étudiée: voir le site de Starčevo-Criş et Vinča à Devostin (Glumac 1988, 457 sqq.) ou bien celui de la phase Gradac, culture Vinča de Selevac (Tringham, Krstić 1990); Pernicka et collab. 1993, 3 sqq., fig 2,18.
6. D'après Muhly 1988, 2 sqq. on connaissait le cuivre au sud-est de l'Europe, dès le néolithique ancien. Mais la production métallurgique commence deux millénaires plus tard (Jovanović 1991a, 95).
7. Un tableau schématique portant sur l'évolution de l'activité minière et métallurgique au sud-est de l'Europe chez Jovanović 1991a, 102.
8. Jovanović 1982.
9. Černych 1978b, 203 sqq.; Černych 1982, 5 sqq. etc.
10. Pernicka et collab. 1984, 533 sqq.
11. Lazarovici 1979, 87, 155 sq. L'apparition des premières haches du type Pločnik (comme celles de Turdaş par exemple) "doit être mise en liaison avec des découvertes Vinča C-Petreşti on leurs influences..." (Bešliu et collab. 1992, 99). Voir aussi Bešliu, Lazarovici 1995, 111 sqq. Une présentation en synthèse de tous les sites du Danube moyen où l'on a identifié des traces de l'usinage du cuivre pendant l'énéolithique chez Glumac, Todd 1991, 157 sqq., Tab. 2.
12. Jovanović, Ottaway 1976, 104 sqq.; Jovanović 1980, 31 sqq.; Kuna 1981, 13 sqq.; Jovanović 1982; Jovanović 1988b, 5 sqq. (Priljusa - Mali Sturac); Jovanović 1990, 55 sqq.; Jovanović 1991b, 575 sqq.; Jovanović 1995, 30 sqq. Plus récemment Pernicka et collab., surtout 37 sq sont arrivés à la conclusion qu'aucune des analyses faites dans leur ouvrage ne correspond au gisement de Rudna Glava. La conclusion serait que " The data presented here clearly show that Rudna Glava cannot have been the only source, a result that in no way diminish the importance of Rudna Glava for the reconstruction of the early eneolithic mining technology...". Voir aussi la réplique de B. J. Jovanović: Jovanović 1993, 55 sqq. Une situation similaire pourrait être constatée pour la Transylvanie et la Banat, voir Lazarovici et collab. 1995, 209 sqq.
13. Jovanović 1991a, 96 sq.
14. Šiška 1964, 293 sqq.
15. Le cimetière appartient à la dernière phase de la culture Vinča (Vinča-Pločnik). Voir Brukner 1988, 26, fig. 4.
16. Lazarovici 1975, 19; Lazarovici 1976, 84.
17. Origine, datation, aire de diffusion, chez Vulpe 1975.
18. Pernicka et collab. 1993, 29, 38. Pour la situation de Bulgarie, voir Gale et collab. 1991, 49 sqq.
19. Bognár-Kutzián 1972, 145 sqq.; Ivanov 1978, 49 sqq.; Patay 1988, 169 sqq. avec la bibliographie plus ancienne.

20. SAM 2/3, 258, nr. an. 6169 (Orșova); nr. an. 9165 (Timișoara); nr. an. 9190 (Cenei); nr. an. 9153 (Moldova Veche).
21. SAM 2/3, 258, nr. an. 9166 (Chișoda); nr. an. 9167 (Ciacova); nr. an. 9179 (Zăbrani).
22. Jovanović 1991a, 97 sq; Jovanović 1991b, 579.
23. Nous avons déjà pris connaissance des tentatives pour investiguer les gisements cuprifères de la zone Rudăria, en Banat, faites par un collectif sous la direction du dr. Gh. Lazarovici. On n'en a pas publié les résultats.
24. Jovanović 1991a, 98.
25. Vulpe 1974, 245.
26. Nestor 1954, 46; Maghiar, Olteanu 1970, 23 sqq..
27. Jovanović 1991a, 98, 102. Conformément à l'analyse métallographique, une hache de Jabuka Tri Humke appartenant au niveau Baden, est en cuivre. Il démontrerait de la sorte que pendant cette période, soit les gisements de cuivre n'étaient pas exploitées en totalité, soit on recyclait les pièces plus anciennes (Glumac, Todd 1991, 162).
28. Lozuk 1995, 55 sqq.
29. Roman, Némethi 1978, 58; Roman 1981, 37; Durman 1983, 1 sqq.; Ecsedy 1983, 72 sqq.; Jovanović 1991a, 99, 102; Ecsedy 1994, 37 sqq.; Tasić 1995, 81; Ćović 1995, 103 sqq.; etc.
30. Roman 1976, 16 sq.
31. Petrescu, Popescu 1990, 65 sqq., Pl. XI/1-2.
32. Kalmar et collab. 1987, 78; Maxim 1993, 66, fig. 5/6-8.
33. Roman 1976, 17, Pl. 8/1-2, 4-5, 7, 14 etc.
34. Nicolăescu-Plopșor et collab. 1965, 410; Roman 1976, pl. 8/10, 13, 17-18, 22.
35. Roman 1976, Pl. 8/9, 23, 28; Gumă, Săcărin 1981, 63, pl. XXIX/1.
36. Roman 1975, 150; Oprinescu 1987, 192 sq.
37. Kalmar et collab. 1987, 68.
38. SAM 2/3, 258, nr. an. 9160.
39. Roman 1976, 16 (Băile Herculane "Peștera Hoților" - 6% As); Petrescu, Popescu 1990, 65 (Băile Herculane "Peștera Oilor" - plus de 4% As).
40. Petrescu-Dîmbovița 1980, 64; Budd, Ottaway 1995, 95 sqq. La situation est identique jusqu'en Mésopotamie, le cuivre à arsénic étant caractéristique à la période Ubaid finale (Müller-Karpe 1991, 110).
41. Schubert 1981, 451 sq.; Beșliu et collab. 1992, Annexe 3; L1, L5 (?), L8, L10 (?) etc.
42. Bankoff, Winter 1990, 187 sqq.; Glumac, Todd 1991, 161 sq. Voir aussi Sangmeister 1971, 126 sq.
43. Andrițoiu 1993, 110, n. 28.
44. Nous citons de la bibliographie accessible: Selimchanov, Maréchal 1968, 461 sqq.; Sangmeister 1971, 109 sqq., Vulpe 1974, 248; Branigan 1974, 71 sqq.; Selimchanov 1974, 47 sqq.; Tylecote 1976, 16; Mozsolics 1976, 141; Selimchanov 1977, 1 sqq.; Schubert 1981, 447 sqq.; Durman 1983, 85 sq.; Petrescu, Popescu 1990, 65 sq.; Budd 1991, 35 sqq.; Beșliu et collab. 1992, 105; Andrițoiu 1993, 90; O'Brien 1995, 45 sq.; Petrescu-Dîmbovița 1995, 46; Budd, Ottaway 1995, 95 sqq.; Ciugudean 1996, 118 sq.
45. Durman 1983, 56 (pour la liste des gisements de Serbie contenant de l'arsénic).
46. Enargite ($Cu_3 As S_4$) et Tenantite ($Cu_3 As S_3$) noir grisâtre; Réalgar (AsS) rouge - orange etc., voir M. Popescu 1928; Charles 1967, 24 sq. En Banat, le gisement de tétraédrite de Sasca Montană contient 19,11% d'arsénic.
47. Voir les contributions de I. R. Selimchanov.
48. Sangmeister 1971, 129.
49. Schubert 1981, 453.
50. Roman 1971, 85, fig. 34/1-4.
51. SAM 2/3, 258 sq., nr. an. 9195, 9200, 9202.
52. SAM 2/3, 258 sq., nr. an. 9197, 9198, 9199, 9203.
53. SAM 2/3, 258, nr. an. 9191.
54. SAM 2/3, 258, nr. an. 9196. Provenant du niveau le plus bas de Pecica, on pourrait dater la pièce au début de la période moyenne de l'âge du bronze: Vulpe 1974, 248, n. 26.
55. O'Brien 1995, 45; Budd, Ottaway 1995, 95.

56. Schubert 1981, 453. Les expériences paléométallurgiques présentées dans l'étude de Budd 1991 portent sur les pièces en cuivre alliés à 12% d'arsenic. Nous observons la remarque du savant anglais qu'il ne faut pas généraliser ces données, car on a besoin de plusieurs expériences à cet égard (37).
57. Durman 1983, 85 sq.
58. L'infirmité de Héphaïstos a été déjà associée au milieu toxique qui se trouvait dans un atelier métallurgique. Voir Schubert 1981, 447, n. 4 avec la bibliographie inaccessible pour nous. À tout cela, ajoutons un article moins connu écrit par Amelia Moszolics: Moszolics 1976, 139 sqq. (inf. aimable C. Kacsó).
59. Durman 1983, 86
60. Budd, Ottaway 1995, 100 sq.
61. Pollard et collab. 1991, 127 sqq., fig. 1.
62. Branigan 1974, 75.
63. Selimchanov 1977, 1 sqq.; Durman 1983, 85.

BIBLIOGRAFIE

- Ancient... *Ancient Mining and Metallurgy in Southeast Europe, International Symposium, Donji Milanovac, May 20 - 25, 1990*, Bor - Belgrad, 1995.
- Andrițoiu 1993 I. Andrițoiu, *Metallurgia Bronzului în sud-vestul Transilvaniei. Epoca bronzului (I) / La Metallurgie du bronze dans le sud-ouest de Transylvanie. L'époque du bronze (I)*, dans *AnB*, II, 1993, p. 85 - 117.
- Archaeometry '90... *Archaeometry '90. International Symposium on Archaeometry, 2 - 6 April, 1990, Heidelberg, Germany*, Ed. E. Pernicka, G.A. Wagner, Basel, Boston, Berlin 1991.
- Bankoff, Winter 1990 H. A. Bankoff, F.A. Winter, *The Later Aeneolithic in Southeastern Europe*, dans *AJA*, 94, 2, 1990, p. 175 - 191.
- Beșliu, Lazarovici 1995 C. Beșliu, Gh. Lazarovici, A. Olariu, *O piesă de cupru din Sălaj și câteva probleme teoretice privind analizele de cupru preistoric în Muzeul din Cluj (Ein Kupfergerät aus Sălaj und einige theoretische Fragen über vorgeschichtliche Kupfer - Analysen im Museum aus Cluj)*, dans *Acta MP XVI*, 1992, p. 97 - 128.
- Beginning *The Beginning of the Use of Metals and Alloys: Papers from the Second International Conference on the Beginning of Use of Metals and Alloys, Zhengzhou/ Cambridge, China 21 - 26 October, 1986*, R. Maddin (red.), Massachusetts - London, 1988.
- Bognár - Kutzián 1972 I. Bognár - Kutzián, *The Early Copper Age Tiszapolgár Culture in the Carpathian Basin*, Budapest, 1972.
- Branigan 1974 K. Branigan, *Aegean Metalwork of the Early and Middle Bronze Age*, Oxford, 1974.
- Brukner 1988 B. Brukner, *Die Siedlung der Vinča - Gruppe auf Gomolava (Die Wohnschicht des Spätneolithikums und Frühäneolithikums - Gomolava Ib) und der Wohnhorizont des äneolithischen Humus (Gomolava II)*, dans *Gomolava - Chronologie und Stratigraphie in der Prähistorie und Antike des Donaugebiets und Südosteuropas. Internationales Symposium, Ruma, 1986*, Novi Sad, 1988, p. 19 - 38.
- Budd 1991 S. Budd, *Eneolithic Arsenical Copper: Heat Treatment and the Metallographic Interpretation of Manufacturing Processes*, dans *Archaeometry '90...*, p. 35 - 44.
- Budd, Ottaway 1995 S. Budd, *Eneolithic Arsenical Copper: Chance or Choice*, dans *Ancient...*, p. 95 - 102.
- Černych 1978a N. E. Černych, *Gornoje delo i metallurgija v drevnejšej Bolgarii*, Sofia, 1978.
- Černych 1978b N. E. Černych, *Ai Bunar, a Balkan copper mine of the forth millenium B.C.*, dans *PPS*, 44, 1978, p. 203 - 217.
- Černych 1982 N. E. Černych, *Die ältesten Bergleute und Metallurgen Europas*, dans *Das Altertum*, 28, 1, 1982, p. 5 - 15.
- Charles 1967 J. A. Charles, *Early Arsenical Bronzes - A Metallurgical View*, dans *AJA*, 71, 1, 1967, 21 - 26.

- Childe 1966 V. G. Childe, *Făurirea civilizației*, București, 1966.
- Ciugudean 1996 H. Ciugudean, *Epoca timpurie a bronzului în centrul și sud-vestul Transilvaniei/ The Early Bronze Age in Central and South-Western Transylvania*, dans *Bibliotheca Thracologica XIII*, București, 1996.
- Coles 1981 J. M. Coles, *Metallurgy and Bronze Age Society*, dans *Studien...*, p. 95 - 107.
- Ćović 1984 B. Ćović, *Praistorijsko rudarstvo I metalurgija u Bosni I Hercegovini - Starije I problemi istrazivanja/ Das prähistorische Bergbauwesen und die Metallurgie in Bosnien und der Herzegowina*, dans *Godišnjak Sarajevo XXII, 1984*, p. 11 - 144.
- Ćović 1995 B. Ćović, *Mittelbosnische Pfahlerzlagerstätten und die spätkupferzeitliche Metallurgie*, dans *Ancient...*, p. 103 - 110.
- Ecsedy 1983 I. Ecsedy, *Asatssok Zók - Varhegyen (1977 - 1982). Előzetes jelentés/ Excavations at Zók - Várhegy 1977 - 1982. Preliminary Report*, dans *JPMÉ, 27, 1982 (1983)*, p. 59 - 105.
- Ecsedy 1994 I. Ecsedy, *Copper Age Traditions and Bronze Age Innovations*, dans *Treasures of the Hungarian Bronze Age. Catalogue to the Temporary Exhibition of the Hungarian National Museum, September 20 - December 31, 1994*, Budapest, 1994, p. 37 - 45.
- Découverte... *Découverte du Métal*, J.-S. Mohen, C. Éluère (eds.), Paris, 1991.
- Deshayes 1960 J. Deshayes, *Les origines de la métallurgie danubienne*, dans *ActaArchHung, XII, 1960*, p. 69-81.
- Durman 1983 Al. Durman, *Metalurgija vucedolskog kulturnog kompleksa/ Metallurgy of Vučedol culture complex*, dans *OpArch, 8, 1983*, p. 1 - 87.
- Gale et collab. N. H. Gale, Z. A. Stos - Gale, F. Lilov, M. Dimitrov, T. Teodorov, *Recent Studies of Eneolithic Copper Ores and Artefacts in Bulgaria*, dans *Découverte...*, p. 49 - 75.
- Gedel 1982 M. Gedel, *Zarys dziejow metalurgii miedzi I brazu na ziemiach Polskich do poczatkow epoki zelaza/ Geschichtlicher Abriss der Kupfer-und Bronzemetallurgie auf polnischem Boden bis Anfang der Eisenzeit*, dans *Pamiętnik Muzeum Miedzi, 1, Legnica, 1982*, p. 33-66.
- Glumac 1988 S. Glumac, *Cooper Mineral Finds from Divostin*, dans *Divostin and the Neolithic of Central Serbia*, A. Mc Perron, D. Srejić (red.); Pittsburgh, Kragujevac, 1988, p. 457 - 462.
- Glumac, Todd 1991 S. Glumac, J.A. Todd, *Eneolithic Copper Smelting Slags from Middle Danube Basin*, dans *Archaeometry '90...*, p. 155 - 164.
- Gumă, Săcărin 1981 M. Gumă, C. Săcărin, *Descoperiri "Coțofeni" inedite de la Boca Montană - Colțani (județul Caraș - Severin)/ Découvertes "Coțofeni" inédites de Bocșa Montană - Colțani, (dép. de Caraș - Severin)*, dans *Banatica, 6, 1981*, p. 59 - 95.
- Hänsel 1982b B. Hänsel, *Frühe Kupferzeit auf Helgoland*, dans *Arch Polski, XXVII, 2, 1982*, p. 319 - 322.
- Horedt 1968 K. Horedt, *Die Kupferzeit in Transsilvanien*, dans *Apulum, 7, 1968*, p. 103 - 116.
- Ivanov 1978 I. Ivanov, *Treasures of the Varna Chalcolithic Necropole*, Sofia, 1978.
- Jovanović 1979 B. Jovanović, *Rudarstvo/metalurgija eneolitskog perioda Jugoslavije*, dans *PJZ, III, Beograd, 1979*, p. 27 - 85.
- Jovanović 1980 B. Jovanović, *Primary copper mining and production of copper*, dans *Scientific Studies in Early Mining and Extractive Metallurgy*, Ed. S.T. Craddock, British Museum Occasional Paper, No. 20, 1980, p. 31 - 40.
- Jovanović 1982 B. Jovanović, *Rudna Glava, najstarije rudarstvo bakrana Centralnom Balkanu/ Rudna Glava. Der älteste Kupferbergbau im Zentralbalkan*, Bor-Beograd, 1982.
- Jovanović 1988a B. Jovanović, *Early Metallurgy in Yugoslavia*, dans *Beginning...*, p. 69 - 79.
- Jovanović 1988b B. Jovanović, *Prljusa - Mali Sturac. Praistorijskirudnik bakra I gorskog kristala na Rudniku/ Mines préhistoriques de cuivre et de cristal de roche dans le Rudnik*, dans *ZNM XVIII, 1988*, p. 5 - 15.
- Jovanović 1990 B. Jovanović, *Die Vinča - Kultur und der Beginn der Metallnutzung auf dem Balkan*, dans *Vinča and its world. International Symposium "The Danubian region from 6000 to 3000 B.C.", Belgrade, Smederevska Palanka, October 1988*, Beograd, 1990, p. 55-60.

- Jovanović 1991a B. Jovanović, *La métallurgie énéolithique du cuivre dans les Balkans, et ses sources en matière premières*, dans *Découverte...*, p. 93 - 102.
- Jovanović 1991b B. Jovanović, *Die Rolle der frühesten Kupferbergwerke in der frühäneolithischen Metallurgie des Balkans*, dans *Die Kupferzeit...*, p. 575 - 580.
- Jovanović 1993 B. Jovanović, *Archaeological comment to E. Pernick'a et al. "Eneolithic and Early Bronze Age copper artefacts from the Balkans and their relation to Serbian copper ores"* (in this fascicle), dans *PZ*, 68,1, 1993, p. 55 - 57.
- Jovanović 1995 B. Jovanović, *Continuity of the Prehistoric Mining in the Central Balkans*, dans *Ancient...*, p. 29 - 35.
- Jovanović, Ottaway 1976 B. Jovanović, B. S. Ottway, *Copper Mining and Metallurgy in the Vinča Group*, dans *Antiquity*, 50, 1976, p. 104 - 113.
- Kalmar et collab. 1987 Z. Kalmar, C. Bagozki, Gh. Lazarovici, *Cercetări etnoarheologice și sondaje în Munții Banatului/ Ethnoarchäologische Forschungen und Untersuchungen in den Banater Bergen*, dans *Banatica*, 9, 1987, p. 65 - 85.
- Kuna 1981 M. Kuna, *Zur neolithischen und äneolithischen Kupferverarbeitung im Gebiet Jugoslawiens*, dans *Godšinjak Sarajevo*, 19, 1981, p. 13 - 81.
- Kutzián 1958 I. Kutzián, *Über südliche Beziehungen der Ungarischen Hochkupferzeit*, dans *ActaArchHung*, IX, 1958, p. 155 - 199.
- Lazarovici 1975 Gh. Lazarovici, *Despre eneoliticul timpuriu din Banat/ Über das Frühäneolithikum im Banat*, dans *Tibiscus*, 5, 1976, p. 77 - 90.
- Lazarovici 1976 Gh. Lazarovici, *Über das Frühäneolithikum im Banat*, dans *Istrazivanja*, 5, 1976, p. 77 - 90.
- Lazarovici 1979 Gh. Lazarovici, *Neoliticul Banatului/ Das Neolithikum im Banat*, Cluj, 1979.
- Lazarovici et collab. 1995 Gh. Lazarovici, D. Pop, C. Beșliu, A. Olariu *Conclusions to the geochemical analyses of some cooper sources and objects*, dans *ActaMN*, 32, 1995, p. 209 - 230.
- Lichardus 1988 J. Lichardus, *Die Westpontische Raum und die Anfänge der kupferzeitlichen Zivilisation, dans Macht, Herrschaft und Gold*, A. Fol, J. Lichardus (Hrsg), Saarbrücken, 1988, p. 79 - 129.
- Lozuk 1995 J. Lozuk, *A Question of the Metallurgy of Baden Group on the Site Salos - Donya Vrba near Slavonski Brod*, dans *Ancient...*, p. 55 - 58.
- Maghiar, Olteanu 1970 N. Maghiar, Ș. Olteanu, *Din istoria mineritului în România*, București, 1970.
- Maxim 1993 Z. Maxim, *L'habitation Cofofeni de Pietra Ilișovei*, dans *Banatica*, 12, 1993, p. 65 - 74.
- Mozsolics 1976 A. Mozsolics, *Hephaïstos sántosága*, dans *Communicationes de Historia Artis Medicinae*, 78 - 79, 1976, p. 139 - 147.
- Muhly 1988 J.D. Muhly, *The Beginning of Metallurgy in the Old World*, dans *Beginning...*, p. 2 - 20.
- Muhly 1989 J.D. Muhly, *Çayönü Tepesi and the Beginnings of Metallurgy in the Ancient World*, dans *Archäometallurgie der Alten Welt/ Old World Archaeometallurgy*, A. Hauptmann, E. Pernicka, G.A. Wagner (Hrsg), Anschnitt, 7, Bochum, 1988, p. 1 - 11.
- Müller - Karpe 1991 H. Müller - Karpe, *Aspects of Early Metallurgy in Mesopotamia*, dans *Archaeometry '90...*, p. 105 - 116.
- Nestor 1954 I. Nestor, *Asupra începuturilor metalurgiei aramei și a bronzului în R.S.R.*, dans *Studii și referate de istoria României*, I, 1954, p. 41 - 59.
- Nestor 1955 I. Nestor, *Sur les débuts de la métallurgie du cuivre et du bronze en Roumanie*, dans *NEH*, 1955, p. 47 - 63
- Nicolăescu - Plopșor et collab. 1965 C.S. Nicolăescu - Plopșor, M. Davidescu, Șt. Roman, V. Boroneanț, *Cercetările arheologice de la Cazane*, dans *SCIV*, 2, 16, 1965, p. 407 - 411.
- Novotná 1995 M. Novotná, *Zu Anfängen der metallurgie in der Slowakei*, dans *Ancient...*, p. 69 - 76.
- O'Brien 1995 W. O'Brien, *Ross Island and the Origins of Irish - British Metallurgy*, dans *Ireland in the Bronze Age/ Proceedings of the Dublin Conference, April, 1995*, Dublin, 1995, p. 38 - 48.

- Oprinescu 1987 A. Oprinescu, *Scurte considerații asupra activității metalurgice a comunităților culturale Coșofeni/ Kurze Betrachtungen über die metallurgische Tätigkeit der Coșofeni Gemeinschaften*, dans SCIVA, 38, 2, 1987, p. 192 - 193.
- Patay 1988 S. Patay, *Über die Tracht der kupferzeitlichen Goldanhänger*, dans SlovArch, XXXVI, 1, 1988, p. 169 - 173.
- Pernicka et collab. 1984 E. Pernicka, T. C. Seelinger, G. A. Wagner, F. Begemann, S. Schmitt-Strecker, C. Eibner, Ö. Öztunali, I. Baranyi, *Archäometallurgische Untersuchungen in Nordwestanatolien*, dans JahrbRGZM, 31, 1984, p. 533 - 599.
- Perincka et collab. 1993 E. Pernicka, F. Begemann, S. Schmitt - Strecker, G. Wagner, *Eneolithic and Early Bronze Age copper artefacts from the Balkans and their relation to Serbian copper ores*, dans PZ, 68, 1, 1993, p. 1 - 54.
- Petrescu, Popescu 1990 M.S. Petrescu, O. Popescu, *Cercetări de arheologie speologică în Valea Cernei (I)/ Research of spalaeological archaeology in the Cerna Vally (I)*, dans Banatica, 10, 1990, p. 59 - 80.
- Petrescu - Dîmbovița 1980 M. Petrescu - Dîmbovița, *Premisele civilizației geto - dacice/ Les prémisses de la civilisation géto - dace*, dans ArhMold, IX, 1980, p. 63 - 68.
- Petrescu - Dîmbovița 1995 M. Petrescu - Dîmbovița, *Metalurgia bronzului/ Bronze metalurgy*, dans Comori..., p. 45 - 62.
- Pleslová - Stiková 1982 E. Pleslová - Stiková, *Die Anfänge der Metallurgie des Kupfers und der Bronze in Mitteleuropa und ihre Bedeutung für die ökonomisch - gesellschaftliche Entwicklung*, dans ArchPolski, XXVII, 2, 1982, p. 261 - 277.
- Pleslová - Stiková 1977 E. Pleslová - Stiková, *Die Entstehung der Metallurgie auf dem Balkan, im Karpatenbecken und in Mitteleuropa, unter besonderer Berücksichtigung der Kupferproduktion im ostalpenländischen Zentrum (Kultur - ökonomische Interpretation)*, dans PamArch, LXVIII, 1, 1977, s. 56 - 73.
- Pollard et collab. 1991 A. M. Pollard, R. G. Thomas, D. S. Ware, S. A. Williams, *Experimental Smelting of Secondary Copper Minerals: Implications for Early Bronze Age Metallurgy in Britan*, dans Archaeometry '90..., p. 127 - 136.
- Popescu 1951 D. Popescu, *Exploatarea și prelucrarea metalelor în Transilvania până la cotașpirea romană*, dans SCIV, II, 2, 1951, p. 27 - 44.
- M. Popescu 1971 M. D. Popescu, *Tabele pentru determinarea mineralelor*, București, 1928.
- Roman 1971 P. Roman, *Strukturänderungen des Endäneolithikums im Donau - Karpaten - Raum*, dans Dacia N.S., XV, 1971, p. 31 - 171.
- Roman 1975 P. Roman, *Zum Problem des Beginns der Frühbronzezeit in Rumänien*, dans ActaArchCarp, XV, 1975, p. 145 - 158.
- Roman 1976 P. Roman, *Cultura Coșofeni/ Die Coșofeni Kultur*, București, 1976.
- Roman 1981 P. Roman, *Forme de manifestare culturală din eneoliticul târziu și perioada de tranziție spre epoca bronzului/ Formes de manifestation culturelle de l'énéolithique tardifet de la période de transition vers l'Âge du Bronze*, dans SCIVA, 32, 1, 1981, p. 21 - 42.
- Roman, Némethi 1978 P. Roman, I. Némethi, *Cultura Baden în România/ Die Baden Kultur in Rumänien*, București, 1978.
- Renfrew 1969 C. Renfrew, *The Autonomy of the South-East European Copper Age*, dans PPS 35, 1969, p. 12-47.
- SAM 2/3 S. Junghans, E. Sangmeister, M. Schröder, *Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas. Die Materialgruppen beim Stand von 12.000 Analysen, II*, Berlin, 1968.
- Sangmeister 1971 E. Sangmeister, *Aufkommen der Arsenbronze in SO - Europa*, dans Actes de VIII^e Congrès UISPP, I, Beograd, 1971, p. 109 - 129.
- Schubert 1975 E. Schubert, *Einige Bemerkungen zur metallurgischen Entwicklung im östlichen Mitteleuropa am Übergang vom Spätäneolithikum zur Frühbronzezeit*, dans ActaArhCarp, 15, 1975, p. 181 - 190.
- Schubert 1981 E. Schubert, *Zur Frage der Arsenlegierungen in der Kupfer- und Frühbronzezeit Südosteuropas*, dans Studien..., p. 447 - 459.

- Selimchanov 1966 I. R. Selimchanov, *Unele probleme ale istoriei metalurgiei vechi din Caucaz, în lumina celor mai recente rezultate ale analizei spectrale*, dans RevMuz, III, 1, 1966, p. 7 -15.
- Selimchanov 1974 I. R. Selimchanov, *Enträtselte Geheimnisse der alten Bronzen*, Berlin, 1974.
- Selimchanov 1977 I. R. Selimchanov, *Zur Frage einer Kupfer-Arsen-Zeit*, dans Germania, 55, 1977, p. 1 - 6.
- Selimchanov, Maréchal 1968 I. R. Selimchanov, I. R. Maréchal, *Frühstapfen der vorgeschichtlichen Kupfermetallurgie auf Gebiet Europas und des Kaukasus im Lichte neuer Erkenntnisse und Analyseergebnisse*, dans SlovArch, XVI, 2, 1968, p. 461 - 472.
- Šiška 1964 S. Šiška, *Pohrebisko tiszapolgárskej kultúry v Tibava/ Gräberfeld der Tiszapolgarkultur in Tibava*, dans SlovArch, XII, 2, 1964, p. 293 - 356.
- Studien.... *Studien zur Bronzezeit. Festschrift für Wilhelm Albert v. Brunn*, Mainz, 1981.
- Tasić 1995 N. Tasić, *Neolithic Cultures of Central and West Balkans*, Belgrade, 1995.
- Tringham, Krstić 1990 R. Tringham, D. Krstić *Selevac. A Neolithic Village in Yugoslavia*, R. Tringham, D. Krstić (eds), dans Monumenta Archaeologica, 15, Los Angeles, 1990.
- Tylecote 1976 R. F. Tylecote, *A History of Metallurgy*, London, 1976.
- Tylecote 1987 R. F. Tylecote, *The early history of metallurgy in Europe*, London - New York, 1987.
- Vulpe 1973 A. Vulpe, *Începuturile metalurgiei aramei în spațiul carpato- dunărean/ Die Anfänge der Metallurgie des Kupfers im Donaukarpatenraum*, dans SCIV, 24, 2, 1973, p. 217 - 237.
- Vulpe 1974 A. Vulpe, *Probleme actuale privind metalurgia aramei și a bronzului în epoca bronzului în România/ Problèmes actuels concernant la métallurgie du cuivre et du bronze à l'époque du bronze*, dans RevIst, 27, 2, 1974, p. 243 - 255.
- Vulpe 1975 A. Vulpe, *Äxte und Beile in Rumänien*, II, dans PBF, IX, 5, München, 1975.
- Vulpe 1976 A. Vulpe, *Zu den Anfängen der Kupfer - und Bronzemetallurgie in Rumänien*, dans UISPP Colloque, 1976, p. 134 - 175.
- Wilsdorf 1953 H. Wilsdorf, *Zur Metallurgie der ältesten Kupferlegierungen in Mitteleuropa*, dans Bergakademie, 5, 2, 1953, p. 71 - 75.