

BULLETIN MENSUEL  
DE LA  
**SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON**

FONDÉE EN 1822

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR DÉCRET DU 9 AOÛT 1937  
des SOCIÉTÉS BOTANIQUE DE LYON, D'ANTHROPOLOGIE ET DE BIOLOGIE DE LYON  
REUNIES

et de leurs GROUPES REGIONAUX : ROANNE, VALENCE, etc

**Siège Social et Secrétariat Général : 33, rue Bossuet, Lyon (6<sup>me</sup>)**

Trésorier : M. H. BONVALLET, 20, rue Molière, Lyon (6<sup>e</sup>).

---

**ABONNEMENT ANNUEL** : France et Union ..... 12 F — C.C.P. Lyon 101-98

Etranger ..... 13 F

Scolaires ..... Réduction de 50 %

Frais d'inscription : plaque adresse, carte de membre : 1 F en sus

N.B. — Les virements à notre C.C.P. Lyon 101-98 doivent être rédigés  
au nom de la **SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON**

Pour tout changement d'adresse, prière de nous faire parvenir  
la dernière bande et la somme de 1 F. (Timbres acceptés).

---

## MATERIAUX POUR L'ETUDE DES TECHNIQUES METALLURGIQUES AU BRONZE FINAL

par Raymond LAURENT

Centre de Recherches Archéologiques Lacustres (Tresserve, Savoie).

### I<sup>re</sup> PARTIE — GENERALITES

#### A) Les ateliers métallurgiques des stations littorales <sup>1</sup> du Bourget (Savoie) et de la Suisse Occidentale, au Bronze Final. Facteurs écologiques de leur importance. Approvisionnement en métal.

L'étude des stations littorales <sup>1</sup> fait apparaître à l'époque du Bronze final une extraordinaire concentration industrielle sur les rives des grands lacs alpins. La quantité de moules, d'outils de fondeurs et de pièces inachevées découvertes à Morges <sup>2</sup>, à Auvernier <sup>3</sup>, aux Eaux-Vives <sup>4</sup>, à Grésine <sup>5</sup> et à Chindrieux <sup>5</sup> prouve l'importance de cette concentration.

On peut attribuer cette abondance de témoignages au fait que la submersion de ces cités nous a conservé, *groupés*, un grand nombre de ces vestiges qui auraient disparu ou auraient été dispersés dans d'autres conditions. Cette hypothèse, vraisemblable, ne nous semble pas entièrement satisfaisante : elle ne justifie pas une présence aussi constante et aussi importante d'ateliers de fondeurs sur la rive des grands lacs, alors qu'il ne semble pas que des gîtes métallifères aient existé à proximité immédiate de ces établissements. (Il convient par contre, de préciser que de telles ressources minérales étaient disponibles — à quelques journées de marche de ces stations — dans des vallées aboutissant plus ou moins directement aux cuvettes lacustres) <sup>6</sup>.

---

1. Nous employons l'expression « station littorale » au lieu de « palafitte » ou « cité lacustre », expression plus conforme à la conception actuelle de la nature de ces établissements.

2. Cf. bibliographie XXII et XXIV.

3. Cf. bibliographie XXII et XXIV.

4. Cf. bibliographie XL.

5. Cf. bibliographie XVI, XXI et XXXV. L'inventaire de DÉCHELETTE donne 84 moules pour les stations du Bourget sur les 158 indiqués pour l'ensemble de la France.

6. On trouvera ci-après, une liste des affleurements de minerais de cuivre signalés en Savoie. Nous n'avons pas fait de distinction entre les minerais oxydés, carbonatés ou sulfurés. S'il est vrai que les minerais oxydés et carbonatés sont les seuls d'après certains auteurs à avoir été employés à l'âge du Bronze, deux remarques s'imposent :

a) Il ne faut pas oublier que tout filon de minerai sulfuré peut donner en surface des minerais carbonatés. L'épuisement actuel de ces gîtes métallifères n'est pas en contradiction avec des possibilités d'exploitation ancienne, bien au contraire, et nous savons que des mines de cuivre : les mines de Salluste, situées dans le pays des Centrons (Beaufortin ?), aujourd'hui mal localisées, étaient parmi les plus riches de l'Empire Romain (PLINE, livre XXXIV, p. 2).

b) Quant à l'utilisation des minerais sulfurés, malgré les difficultés qu'elle représente (grillages multiples suivis de réduction), nous ne pouvons affirmer

Si l'on peut admettre qu'en période de sécheresse<sup>7</sup> il était nécessaire au groupe agricole ou pastoral qui nourrissait les spécialistes métallurgistes de s'établir à proximité de l'eau, rien n'eût empêché, à première vue, de laisser les ateliers de fonderie au voisinage du minerai dans les hautes vallées.

Telle serait la solution moderne du problème compte tenu des facilités et de la sécurité actuelles des transports.

Il faut cependant considérer qu'en métallurgie primitive le rapport de poids entre le minerai et le combustible<sup>8</sup> nécessaire à son traitement varie de 1/400 à 1/800.

On conçoit, dès lors, que nos fondeurs du Bronze final aient été plus sensibles aux commodités d'approvisionnement en combustible qu'à la proximité immédiate du minerai.

A ce point de vue, l'abattage des arbres sur les pentes entourant les lacs, leur glissement jusqu'à la rive, leur flottage jusqu'à l'atelier apportaient une solution dont la commodité compensait largement l'inconvénient de transporter quelques kilogrammes de minerai pendant une ou deux journées de marche.

Le caractère torrentiel des rivières de Savoie n'aurait nullement permis à des ateliers établis dans les vallées, un tel approvisionnement facile en combustible : si la fonderie était établie hors de la zone de dévastation possible du torrent, il aurait fallu remonter le bois après des manœuvres délicates pour l'amener à la rive choisie (et surtout l'arrêter en un point précis). Les basses eaux eussent empêché le flottage pendant une grande partie de l'année.

Il nous semble donc tout à fait logique d'attribuer l'établissement des ateliers de fonderie sur la berge des lacs de Suisse occidentale et de Savoie, d'une part à la proximité relative du minerai de cuivre<sup>9</sup>,

---

d'une manière formelle qu'elle soit à exclure à l'âge du Bronze final. En effet, dans les mines de Mittheberg, l'exploitation qui remonte incontestablement à l'Age du Bronze (pics en bronze à douille carrée de près de 20 cm de longueur, poteries) avait pour objet l'excavation d'un filon de 2 m de *pyrite* (bibl. XVIII).

Malgré l'ambiguïté du texte de PLINE, ces minerais sulfurés étaient certainement utilisés à l'époque romaine.

Quoi qu'il en soit, l'utilisation de minerais carbonatés est attestée au Bourget par les anciennes « pêches lacustres » d'échantillons de ces minerais ainsi que celles de scories (bibl. XXXV).

7. Hypothèse de O. PARÉ : « Le mythe des cités lacustres ». Traduction française.

8. En 1858, les fonderies (refonte) de cuivre de Savoie consommaient 1 000 stères de bois pour une production de 4 tonnes (Bibl. X, p. 23).

L'utilisation de ce combustible sous forme de charbon de bois semble attestée au Bronze final par la découverte de Sévrier (cf. LAURENT Raymond : Apparition de la Métallurgie du Fer dans les stations littorales de Haute-Savoie. Bulletin Société Linnéenne de Lyon, février 1968).

9. Quant à l'approvisionnement en étain, nous verrons dans une étude ultérieure qu'il ne nécessitait probablement pas de sources aussi lointaines que l'Armorique, les « Cassiterides » ou l'Europe centrale.

Ce métal n'était certainement pas difficile à obtenir puisqu'il servait — à l'état pur — à l'ornementation des poteries, mode de décor que l'on ne rencontre pratiquement que dans les stations littorales.

d'autre part aux possibilités immédiates d'approvisionnement en combustible.

A ces avantages, il faut ajouter : un hinterland fertile, un adoucissement du climat en hiver dû à l'inertie thermique des grands lacs, l'eau abondante pour le lavage des minerais et des argiles de poterie.

On voit que les conditions optima étaient réunies pour faire de ces stations de véritables « complexes industriels » et expliquent l'importance du matériel de fonderie.

S'il est vrai que ces établissements ont constitué des centres permanents de l'industrie métallurgique de l'époque, il est également probable qu'ils aient été la base de départ ou le point de ralliement, d'une part de fondeurs ambulants (ou de petits clans de métallurgistes nomades) et d'autre part, de trafiquants échangeant des objets neufs contre de vieux métaux (qu'ils rapportaient à ces ateliers) ou de commerçants diffusant fort loin les produits de l'industrie locale.

L'existence de fondeurs ambulants semble prouvée par les moules multifaces en mollasse comme nous l'avons déjà indiqué <sup>10</sup>.

Il est possible que certains auteurs en sous-estimant le caractère *purement commercial* de la diffusion sur de très grandes zones des productions de ces stations, aient arbitrairement rattaché certains de ces objets à la culture de tel ou tel groupe ethnique particulier, et n'en aient déduit des conclusions hâtives quant aux migrations de ces groupes <sup>11</sup>.

#### APPENDICE

Après la première présentation de cette note à la section Préhistoire de la Société Linnéenne de Lyon <sup>12</sup>, nous avons eu connaissance d'une

---

10. R. LAURENT : « Deux haches en bronze de la collection GUEYFFIER à Bressieux », Rhodania 1963, page 49, note II.

Au début de notre étude du matériel de fondeur du Bronze final, l'examen de ces moules multifaces nous avait suggéré un procédé de coulée « au tas » (moules serrés les uns contre les autres et utilisés simultanément), mais la disposition (tête-bêche) d'un grand nombre de ces empreintes nous a fait écarter cette hypothèse : l'abondance de la matière première (la plupart de ces moules sont en mollasse), la fragilité que leur donne cette disposition, la complication qu'elle entraîne pour la fabrication laissent à penser qu'il n'existait d'autre raison à une telle réalisation qu'un allègement du matériel en vue de son transport.

L'existence de ces fondeurs ambulants est également prouvée par quelques trouvailles réunissant à la fois des moules, des objets neufs ou en bon état, et des objets usagés ou cassés, destinés à la refonte. Ces dépôts sont, à notre avis, les plus sûrs et plus intéressants pour l'établissement d'une chronologie relative du bronze : le moule et les objets neufs correspondant à ce moule fixent un point de repère pour la date de constitution du dépôt, les objets cassés ou détériorés lui sont antérieurs.

11. Nous pensons en particulier au rattachement hâtif à la civilisation des C.U. des populations qui n'ont eu probablement d'autre rapport avec les porteurs de cette civilisation que le fait d'être des clients communs, mais éloignés, de nos centres industriels (couteau à douille, etc., etc.).

12. 8 décembre 1961 : La publication en a été différée pour permettre la vérification de la liste des affleurements de minerais en Savoie. Un travail analogue reste à faire quant aux ressources éventuelles en minerais ayant pu approvisionner les fonderies des stations du Léman et du lac de Neuchâtel.

étude du métallurgiste grenoblois BOUCHAYER sur la métallurgie proto-historique du Bronze (bibl. XIV).

BOUCHAYER donne p. 101 une carte des « Anciennes mines de cuivre exploitées dans les Alpes dès la période du Bronze, mais probablement pas à l'époque du Cuivre » (sic).

Cette carte indique un certain nombre d'emplacements dans l'Isère et en Savoie.

Nous y voyons figurer la plupart des références de notre liste, mais BOUCHAYER fait état de « mines anciennes » dans un certain nombre de localités pour lesquelles nous n'avions relevé aucune indication.

Nous ignorons quels éléments ont permis à BOUCHAYER d'exposer comme *une certitude* l'exploitation à l'âge du Bronze, d'affleurements, que pour notre part, nous ne considérons que comme des *possibilités* d'approvisionnement des fondeurs de cette époque.

Par contre, les points indiqués par BOUCHAYER et qui ne figurent pas sur notre liste sont à retenir (quoique l'auteur ne cite pas ses sources) : BOUCHAYER était suffisamment averti des questions minières et métallurgiques dans les Alpes pour ne pas avoir cité ces localités à la légère (annexe II).

Il signale en outre, un certain nombre de « mines anciennes » situées dans l'Isère (annexe II bis).

La plupart de ces dernières localités sont à moins de trois jours de marche du Bourget.

BOUCHAYER établissait déjà la succession — de bas en haut dans un même affleurement — des pyrites cuivreuses inaltérées, des cuivres gris et autres minerais sulfurés de plus en plus riches, en remontant encore les minerais oxydés (dûs à des actions secondaires) : les hydrocarbonates (azurite bleue, malachite verte), les oxydes : cuivre vitreux rouge ou cuprites, l'ensemble accompagné parfois de cuivre natif dernier stade de la conversion<sup>13</sup>.

BOUCHAYER retrace ses expériences sur les azurites et les malachites : en chauffant les minerais broyés mélangés à la poussière de charbon de bois, il a obtenu du cuivre spongieux à des températures très inférieures à la température de fusion (15 à 16 heures à 400° sur du charbon de bois).

Cette remarque nous a semblé intéressante compte tenu du procédé de réduction de l'oxyde de fer décelé par la trouvaille de Sévrier (supra note 8), mais une technique plus évoluée était employée au Bronze final : des becs de soufflets en argile cuite ont été retrouvés dans plusieurs stations.

#### ANNEXE I

##### *Affleurements de cuivre signalés en Savoie*

73 005 — Aillon.

73 013 — Albiez-le-Vieux : Au milieu de la montagne près du glacier.

13. Cf. SELIMKHANOF et MARÉCHAL : « Nouvelles conceptions sur les débuts de la Métallurgie ancienne en Europe », Bull. S.P.F. LXII, 1965, pp. 432-449.

- 73 032 — Bathie (La) : Derrière les ruines.  
73 034 a — Beaufort : Aux Rognots, anciennes exploitations.  
73 034 b — » Aux Prés glaçons.  
73 034 c — » Bettires.  
73 034 d — » Montagne de Vernay.  
73 034 e — » Aux Boustres.  
73 034 f — » Coudré.  
73 047 a — Bonneval-sur-Arc : Mont Lenta, anciens travaux.  
73 047 b — » Au-dessus des sources de l'Arc, anc. trav.  
73 048 — Bonvillard : La Louatière.  
73 052 — Bourget-en-Huile : Dans la montagne.  
73 054 a — Bourg-Saint-Maurice : Paraiblanche.  
73 054 b — » Entrée du vallon de Versoie.  
73 054 c — » Papremont.  
73 054 d — » En haut du ravin d'Arbonne.  
73 054 e — » Sur Versoie.  
73 054 f — » Sous les Chapines (anc. galeries).  
73 061 — Cézarche : Sur les bords du Doron.  
73 071 — Champagny : A droite (?) de la Vallée.  
73 102 a — Doucy : A deux heures ouest nord-ouest du village.  
73 102 b — » A Sainte-Barbe.  
73 122 — Feissons : Aux Fougères.  
73 126 — Granier : Forêt de Nial, anciens travaux.  
73 132 a — Hauteluze.  
73 132 b — »  
73 143 a — Lanslebourg : Lac Blanc.  
73 133 b — » Dans la montagne, non précisé.  
73 150 — Macot : Anciennes mines.  
73 157 — Modane : Sur la montagne.  
Au-dessus de Moudon (ancienne galerie).  
73 175 — Montsapey : Col de Ramont.  
73 176 — Montvalezan.  
73 185 — Naves : Ancienne exploitation.  
73 187 — N.-D.-de-Briançon : Mas de la Baisse.  
73 197 — Pesey : Au Fresnay.  
73 207 — Presles : Le Remond.  
73 220 — St-Alban-des-Hurtières : Aux Cotes.  
73 237 — St-Georges-des-Hurtières.  
73 253 — Saint-Marcel : A l'Enfer.  
73 280 — St-Sorlin.  
73 289 — Table (La).  
73 290 — Termignon : Mine de Pelvoz — Entre deux Eaux.  
73 292 — Tignes : Entre Tignes et l'Aval de Tignes.  
73 323 — Villaroger : Derrière la Gare.

Cette liste est probablement très incomplète, nous serions reconnaissants aux naturalistes et minéralogistes de Savoie qui pourraient nous transmettre des renseignements complémentaires et, éventuellement des échantillons, de bien vouloir s'adresser au Centre de Documentation et d'Etudes archéologiques lacustres, Mairie de Tresserve (Savoie). Nous les en remercions par avance.

ANNEXE II

Liste complémentaire des affleurements de cuivre en Savoie

a) D'après BOUCHAYER (bibl. XIV) :

73 ? — Arionde.	73 ? — Plagne (La).
73 015 — Allues (Les).	73 322 — Ste-Foy.
73 040 — Bessans.	73 ? — Villard-Eymond.
73 194 — Orelle.	

b) D'après ARBATE Mario (bibl. XV) :

73 212 — Randens.	73 093 — La Côte-d'Aimé.
73 298 — Tours.	74 056 — « Chamouny ».
73 002 — Aiguebelle.	74 266 — Servoz.
73 028 — La Balme.	73 197 — Peisey.
73 252 — St-Léger.	? — Montcharbert.
73 109 — Epierre.	? — Serrioz.
73 260 — St-Maurice.	

ANNEXE II bis

Affleurements de minerais de cuivre dans le département de l'Isère  
d'après BOUCHAYER

38 006 — Allevard.	38 ? — La Cochette.
38 191 — Huez (Brandes).	38 ? — La Demoiselle.
38 504 — Theys.	38 478 — Séchilienne.
38 ? — Le Molard.	38 203 — Laffrey.
38 ? — La Ramette (*).	38 269 — Mure (La).

(\*) Rame = cuivre.

SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES RÉGIONALES

- I. NICOLIS DE ROBILANT. — Essai géologique suivi d'une topographie souterraine minéralogique et d'une docimasia des Etats de S.M. en terre ferme. Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Turin, 1784-5, vol. I, pp. 191 à 304.
- II. Anonyme. — Mémoire pour servir à la description minéralogique du département du Mont-Blanc. Journal des Mines, An III, 1795, vol. n° 4, pp. 47-84 et n° 5, pp. 13-50.
- III. ALBANIS BEAUMONT. — Description des Alpes grecques et cotiennes ou Tableau historique et statistique de la Savoie. 4 volumes, 1802-1806.
- IV. LELIVEC. — Mémoire sur les mines de fer et les forges du département du Mont-Blanc. Journal des Mines, An XIII, 1805, vol. XVII, pp. 123-164.
- V. LELIVEC. — Statistique des mines et usines du département du Mont-Blanc. Journal des Mines, 1806, vol. XIX, pp. 379-400 et 435-458, vol. XX, pp. 407-502.
- VI. VERNHEILH. — Statistique du département du Mont-Blanc. Paris, Testu, 1 vol. in-4°, 560 pp., 1807.
- VII. REPERTORIO DELLE MINIERE. — Répertoire des Mines et Notices sur les substances minérales des Etats de S.M. le Roi de Sardaigne. In-8°, Turin, Favale, 4 volumes, 1815-1844.
- VIII. CANTU. — Traitement du minerai de cuivre gris de Presle. Journal de Savoie, 1839, n° 44.
- IX. SAUNIER. — Mémoire sur les richesses minérales de la vallée de Beaufort. Imprimerie nationale de Chambéry, in-4°, 11 pp., décembre 1856.
- X. G. DE MORTILLET. — Géologie et minéralogie de la Savoie. Annales de la Chambre Royale d'Agriculture et de Commerce de la Savoie, t. IV, Chambéry, 1858.

- XI. HOLLANDE. — Minerais trouvés en Savoie. Bulletin Société Histoire Naturelle de la Savoie, t. XI.
- XII. BADOURIAU. — Le passé, le présent et l'avenir de l'industrie minière en Savoie. Bulletin Société d'Histoire Naturelle de Savoie, t. VI, 1899-1900.
- XIII. RACCOLTA delle leggi, editi, patenti... .. Dai sovrani della Réal Casa di Savoia. Raccolta XXIV, livre XIII, titre II « Delle minière »...
- XIV. BOUCHAYER. — Le berceau de la métallurgie. Bull. Soc. Dauph. Ethn. et Anthrop., tome XXIII, 1923, 1-4.
- XV. ARBATE Mario. — L'industria sidérurgica et meccanica in Piemonte. Turin, 1961.

NOTES DE BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

- XVI. CHANTRE Ernest. — Etudes paléoethnologiques dans la vallée du Rhône, l'Age du Bronze. Paris, 1874, Edition Schleicher.
- XVII. CHAUSSAT. — Montebras, le mineur de la première heure. Bull. de la Société des Sciences natur. et archéol. de la Creuse, Guéret, 1886.
- XVIII. CLARK J.D. — L'Europe Préhistorique, les fondements de son économie. Edition française Payot, Paris, 1955, notamment pp. 273 et sq.
- XIX. DAUBRÉE. — Exploitation des métaux en Gaule. Revue Arch., avril 1868, pp. 298-313.
- XX. DAUBRÉE. — Exploitation des mines métallurgiques en Gaule. Revue Archéol., 1881.
- XXI. DÉCHELETTE. — Manuel etc... Tome II, (1) Age du bronze et (2) Premier Age du Fer. Paris, 1924, Edition Picard.
- XXII. DESOR et FAVRE. — Le Bel Age du Bronze en Suisse. Mém. de la Société des Sciences Naturelles et Archéologiques de Neuchâtel. Tome IV, 2<sup>e</sup> partie.
- XXIII. EVANS John. — L'Age du Bronze. Edition française, Baillères et Cie, 1882.
- XXIV. GROSS V. — Les Protohelvètes. Paris, Jaseph Baer édit., 1883.
- XXV. HATT J.G. — Chronique de Protohistoire. Bulletin S.P.F., 1961, fasc. 7, pp. 184-195.
- XXVI. HATT G. — Dwelling-houses in Jutland in the Iron Age. Antiquity, 1937, 162, 73.
- XXVII. ISCHER. — Pfahlbauten des Bielersees. Heimatkund Kommission Seeland. Bienne, 1928.
- XXVIII. INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES. — Code géographique. Paris, 1962.
- XXIX. JEAN-JEAN. — L'Age du Cuivre dans les Cévennes.
- XXX. LAURENT R. — Deux haches en bronze de la collection GUEYFFIER à Bressieux. Rhodania, 1963, page 49.
- XXXI. L. de LAUNAY. — Gîtes minéraux et métallifères. T. II, chapitre XXVII (Étain).
- XXXII. DE MANTEYER. — L'origine de l'étain nécessaire au Bronze antique. Rhodania, 1923, n° 749-812.
- XXXIII. MORLOT. — Les métaux employés dans l'Age du Bronze. Mém. de la Société royale des Antiquaires du Nord, 1866, Matoriaux 1869, p. 389.
- XXXIV. OTTO H. und WITWER W. — Handbuch der ältesten vorgeschichtlichen Metallurgie in Mitteleuropa. Leipzig, Barth, 1952.
- XXXV. PERRIN. — La Savoie Préhistorique spécialement à l'époque lacustre. Chambéry et Paris, 1870.
- XXXVI. RABUT L. — Les Habitations lacustres de Savoie, 1<sup>er</sup> Mémoire. Mémoires de la Société Savoisienne d'Histoire et d'Archéologie, Chambéry, 1864.
- XXXVII. RABUT L. — Les Habitations lacustres de Savoie, 2<sup>e</sup> Mémoire. Mémoires de l'Académie de Savoie, Chambéry, 1867.
- XXXVIII. SIRET. — A propos de l'Age du Cuivre. Bull. S.P.F., t. XXII, n° 5, 1925, p. 195.
- XXXIX. G. VASSEUR. — Une mine de cuivre exploitée à l'Age du Bronze. Anthropologie, t. XXVI, 1911, n° 45, p. 413.
- XL. VIOLLIER D. — Moules de fondeurs de l'Age du Bronze du Musée de Genève. Genova, IV, 1926, p. 83.