

## SPÉCIFICATIONS DU PHOSPHORE LORS DU PROCESSUS DE RÉDUCTION DE LA MINETTE DE LORRAINE EN BAS ET EN HAUT FOURNEAU

C. MAHÉ-LE CARLIER\*, A. PLOQUIN\*, M. LEROY \*\*

\*C.R.P.G. 15 rue Notre Dame des Pauvres, BP 20, Vandoeuvre-Les-Nancy (cmahe, ploquin@crpg.cnrs-nancy.fr)

\*\* LAM Laboratoire d'Archéologie des Métaux, Jarville La Malgrange

Sur les débuts de l'utilisation de la Minette, deux thèses contradictoires ont été développées.

L'une basée sur la connaissance de nombreux sites archéologiques semblant être antérieurs au Moyen Age et déclarant que "l'exploitation de la Minette a été pratiquée dès les siècles précédents et qu'à certaines époques elle a même acquis une importance assez considérable" (Weyhmann 1905).

L'autre, basée sur les connaissances des métallurgistes modernes estimant que les inconvénients liés à la Minette ne permettaient pas d'envisager une réelle utilisation en métallurgie ancienne. En effet, ce minerai oolithique ne possède qu'une faible teneur en fer (guère plus de 35% de Fe) mais présente une teneur non négligeable en phosphore (1 à 2 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) rendant son utilisation délicate. Selon le procédé indirect, dans les hauts fourneaux, le phosphore passe quasi-intégralement dans le métal le rendant cassant et conduit à augmenter la corrosion des parois des fours. Il faut attendre l'emploi à partir de 1881 de convertisseurs à parois dolomitiques de type Thomas-Gilchrist pour que ce problème soit résolu. De là, la conclusion que si les problèmes existaient à l'âge de la production de la fonte, ils ne pouvaient être que plus aigus aux époques anciennes, d'où une utilisation locale et réduite de la Minette.

Les travaux de M. Leroy ont permis de montrer que la Minette de Lorraine avait été utilisée comme minerai de fer depuis l'époque gallo-romaine. Il a également précisé les modalités de réduction du minerai dans le four, celle-ci se faisant à l'état solide par réduction successives des oxydes de fer des oolithes. Le reste de la gangue du minerai fond dans un second temps pour s'écouler sous forme de scories.

Des travaux pétrographiques réalisés sur des scories de bas fourneaux et de hauts fourneaux archaïques issues de la réduction de la Minette ont permis de connaître la localisation de P dans celles-ci. Dans les scories de bas fourneaux, P se situe au sein de la matrice vitreuse ou forme un phosphate de Ca : l'apatite. Environ 25% du P contenu dans le minerai se substitue à C dans la loupe (Leroy 1993). La réduction des oxydes de fer à l'état solide limite très fortement la formation d'alliage Fe-P. Par contre, dans les hauts fourneaux où la température est plus élevée et où le temps de résidence de la charge est plus longue, P est réduit en même temps que Fe permettant la création simultanée d'alliages Fe-Fe<sub>3</sub>P et Fe-Fe<sub>3</sub>C dans le bain fondu. Ceux-ci se réunissent pour former une fonte phosphoreuse.

Ainsi, connaissant les modalités de fonctionnement des bas et des hauts fourneaux, et grâce aux études chimiques et pétrographiques réalisées sur les scories de réduction, on comprend mieux comment la Minette a pu être largement exploitée depuis l'Antiquité.