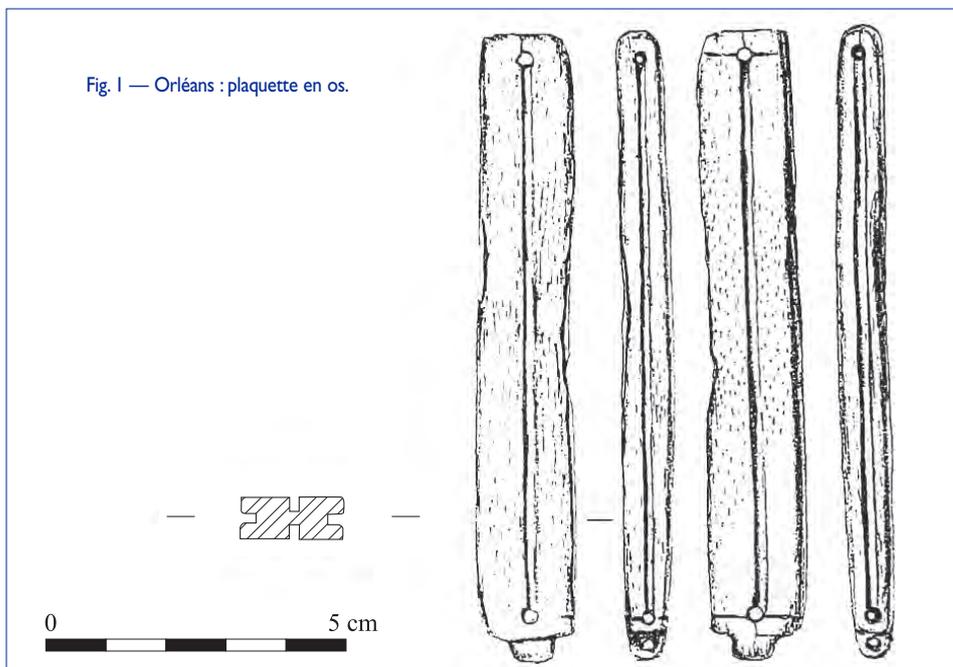


Fig. 1 — Orléans : plaquette en os.



corne (cornetier). La plaquette en os présente dans sa morphologie un caractère qui pose interrogation sur sa fonction. Il n'a pas été trouvé de parallèle ni de comparaison dans la littérature consultée.

Description de l'objet

L. : 105 mm ; l. : 15 mm ; ép. : 8 mm

Plaquette de section rectangulaire, taillée dans une côte de gros ruminant, terminée à une extrémité par une excroissance quadrangulaire percée d'un orifice traversant latéral (diam. : 3 mm).

Chaque face et chaque côté de la plaquette portent une gorge longitudinale centrale non traversante d'une largeur de 2 mm pour une profondeur variant de 2 à 3 mm. Chaque entaille est pourvue à chacune de ses extrémités d'une perforation circulaire traversante. Ainsi, on dénombre 4 entailles longitudinales et 4 perforations circulaires composant un rapport de symétrie. Elle présente dans sa partie médiane des traces d'usure sous la forme d'une échancrure. S'agit-il de la trace d'une utilisation liée à la préhension ou d'une simple irrégularité de la matière osseuse ? Cet objet fini et complet présente sur une de ses faces un poli, alors que l'autre face porte des traces d'érosion, sans doute dues à son contact avec les sédiments qui comblaient la fosse dont il est issu. Le poli qu'elle conserve semble indiquer que l'on est plutôt en présence des traces d'usure liées à son utilisation.

On peut penser que si les seules conditions de gisement étaient en cause, celles-ci auraient, comme pour la face opposée, affecté l'ensemble de l'objet ou tout au moins auraient été réparties de façon plus aléatoire.

Objet de configuration particulièrement complexe, l'identification fonctionnelle de celui-ci n'a pas trouvé

de parallèle dans la littérature existante. Par contre, le système de perforation et de gorge suggère le passage d'un ou plusieurs fil(s) indiquant une utilisation dans la fabrication du textile (trame ou chaîne ?). C'est en tout cas l'hypothèse la plus plausible. Peut-être faut-il y voir un système proche de celui dit de "carton" destiné à la composition de motifs ornementaux dans la réalisation de vêtements ou de rubans. Il ne semble pas, en raison de sa morphologie propre, qu'il s'agisse là d'un élément destiné à la broderie. La rareté des éléments de comparaison peut s'expliquer par le fait que ce type d'objet était fabriqué dans du bois.

Une étude expérimentale permettra peut-être d'identifier l'utilisation de cet objet qui, en raison de sa forme, a pu revêtir des fonctions différentes non concomitantes. La question reste posée.

Tout élément de comparaison et/ou toute proposition d'identification fonctionnelle sont donc recherchés et bienvenus.

Dominique Canny,
Base archéologique de Saint-Cyr-en-Val
525 avenue de la Pomme de Pin
F-45590 Saint-Cyr-en-Val
dominique.canny@inrap.fr

Bibliographie :

Joyeux 1998 : P. Joyeux, *Orléans (Loiret), Centre de conférences, avenue Jean Zay, site 45 234 092 AH. D.F.S. de fouille préventive, AFAN, SRA Centre 1998.*

Joyeux 2002 : P. Joyeux, *Orléans (Loiret), rue du Brésil, avenue Jean Zay, site 45 234 117 AH. D.F.S. de fouille préventive, INRAP, SRA Centre 2002.*

La fabrication du fer dans le Haut-Ogooué (Gabon) en 1883. Un site africain du premier Âge du Fer ?

E. Truffaut

En 1885, alors que s'éteignent dans les Pyrénées françaises les derniers fourneaux catalans, *La Revue Française d'Ethnographie* publie, sous la signature du Docteur Delisle, un mémoire sur la fabrication du fer au Gabon dans la haute vallée du fleuve Ogooué ⁽¹⁾.

L'auteur des notes à l'origine de ce mémoire, Léon Guiral, est quartier-maître de la Marine, membre de la troisième expédition française en Afrique Centrale ⁽²⁾. Au cours de cette expédition, il visite une région encore inconnue des explorateurs, la vallée du Haut-Ogooué et y découvre la façon dont la tribu des Aoumbos fabrique, d'après un procédé "ancestral", un fer échangé ou vendu jusqu'au littoral où il concurrence l'acier importé par les commerçants européens : ceux-ci se font dire, trente ans après la découverte de Bessemer, que leur "acier" est bien moins bon que le fer fabriqué dans le Haut-Ogooué.

Le présent article vise à apporter une explication à cette étonnante différence de qualité.

Léon Guiral est un observateur attentif. Ses notes décrivent avec précision l'ensemble de la "chaîne opératoire" de fabrication du fer, du minerai (choisi) à la fabrication des outils et des armes. Il se trouve ainsi dans la situation d'un archéologue qui, hors du temps et de l'espace européen, verrait mettre en œuvre par des fondeurs du premier Âge du Fer la fabrication directe d'un fer de haute qualité par réduction directe au bas fourneau.

En relatant la découverte de Léon Guiral ⁽³⁾, le vieux mémoire de la *Société Française d'Ethnographie* conforte l'opinion des archéologues d'aujourd'hui : c'est dans la vallée du Haut-Ogooué qu'il faut rechercher le berceau du premier Âge du Fer au Gabon ⁽⁴⁾.

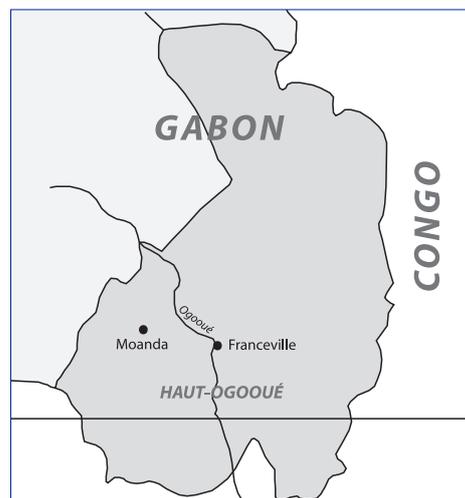


Fig. 1 — Cours supérieur de l'Ogooué de Franceville au Gabon à la frontière du Congo.

Le procédé Aoumbo de fabrication du fer

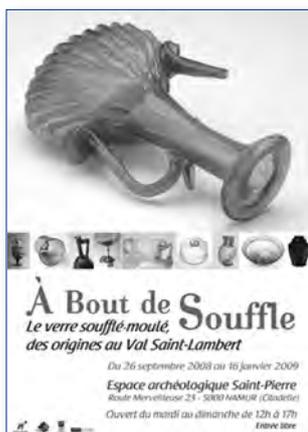
La principale caractéristique du procédé Aoumbo réside dans l'utilisation d'un minerai de fer riche en manganèse et spécialement choisi.

"Dans les environs de Franceville et autour des villages voisins de l'Ogooué, le minerai de fer se trouve à fleur de terre ... mais on ne l'exploite guère. C'est dans le lit des cours d'eau qu'on recherche principalement le minerai. Lorsque les eaux sont basses dans la rivière, ou que les ruisseaux sont desséchés, les femmes et les enfants vont choisir parmi les cailloux les fragments de minerai, qu'ils savent d'ailleurs très bien reconnaître à son poids et à sa couleur" (fig. 1).

EXPOSITIONS / EXHIBITIONS

À bout de souffle Le verre soufflé-moulé, des origines au Val Saint-Lambert

Espace archéologique St-Pierre de NAMUR (B)
du 26 septembre 2008 au 16 janvier 2009



L'analyse du minerai a été faite sur un échantillon prélevé "sur un four" par Guiral :

Silice	22,10
Manganèse (oxyde)	8,28
Peroxyde de fer	69,12
Eau et perte	0,50
Total	100,00

Cette analyse est semblable à celle des minerais européens qui ont permis dès le début de l'Âge du Fer la production d'acier naturel à 0,8-1,5 % de carbone : minerais de Carinthie, de Styrie, du Siegerland, des Alpes lombardes, de Savoie, des Pyrénées ...⁽⁵⁾.

Au plan minéralogique, ces minerais sont composés : soit de la sidérite manganésifère (association de carbonates isomorphes de fer et de manganèse), soit d'une des variétés résultant de l'altération sous l'effet des agents atmosphériques de la sidérite manganésifère dont elles conservent le manganèse et l'isomorphisme (limonite, hématite ...) ⁽⁶⁾.

Sur le plan chimique, ces minerais sont composés principalement (90 %) d'oxyde de fer, d'oxyde de manganèse et de silice et fondent facilement.

Ils donnent au bas fourneau une fonte primaire manganésée riche en carbone très fusible, pourvu que les oxydes de fer et de manganèse soient complètement réduits quand s'amorce la formation de la scorie vers 1 250 ⁽⁷⁾.

Au niveau des arrivées d'air dans le bas fourneau, cette fonte subit une réoxydation secondaire qui affecte d'abord le manganèse, puis le carbone, puis le fer et perd rapidement sa fluidité. Le métal produit est un fer riche en carbone carburé et homogène, c'est-à-dire de l'acier ⁽⁸⁾.

Mais deux conditions doivent être réunies pour que l'on puisse parler d'un "procédé", c'est-à-dire de la fabrication régulière d'un fer de qualité constante : d'une part le choix du minerai de fer approprié, d'autre part la maîtrise par le fondeur d'un savoir-faire adapté.

Malgré son importance, la fabrication du charbon de bois, qui relève d'une technologie connue et largement

répandue, ne fait pas partie de ces conditions, même si les notes de Guiral mentionne le choix d'essences de bois durs qui ont la réputation de faciliter la production d'acier au bas fourneau par réduction directe.

À N'Goundou, Guiral est le témoin de la mise en œuvre du procédé :

- le minerai est ramassé dans la rivière, choisi pour sa couleur et sa forme (on trouve bien du minerai "à fleur de terre mais celui-ci n'est guère exploité") : il s'agit donc bien d'un minerai spécialement choisi ;

- le savoir-faire du fondeur Oumbao est décrit par le mémoire qui distingue plus ou moins nettement les trois étapes classiques de la transformation du minerai de fer en objet manufacturé :

. élaboration du "fer" par réduction directe au bas fourneau ;

. épuration de la masse de métal produite et forgeage d'un lingot ;

- fabrication à la forge d'armes et d'outils.

En fait, un procédé Oumbao n'est concerné que par la première de ces étapes.

Les deux autres correspondent à des technologies connues et largement répandues ; nous les évoquerons quand elles permettent une meilleure compréhension de la première : la troisième étape notamment valide la première pour la qualité de l'acier obtenu.

En revanche, le mémoire ne renseigne pas ou peu sur un certain nombre de points sur lesquels il est possible pour quelques-uns, de formuler des hypothèses :

- quantité de minerai de fer et de charbon de bois utilisée par opération. Compte tenu des dimensions du four, le volume de la charge totale minerai + charbon de bois est de un mètre cube ;

- durée de l'opération, sans doute une nuit soit douze heures ;

- mode de chargement et du contrôle de la marche du four pendant l'opération ;

- protection du four de la pluie et des inondations ;

- dimension des tuyères (Guiral parle de "cylindres") moitié plus longues (2 à 2,50 m) que les dimensions du four ne l'imposent ; diamètre intérieur des tuyères ; positionnement des tuyères au début et pendant l'opération ⁽¹⁰⁾ ;

- mode d'alimentation en air. Mais on peut comprendre que le soufflet décrit pour la forge est utilisé également pour alimenter le fourneau : deux boîtes cylindriques en bois, percées d'un trou à l'une des entrées pour l'insertion d'un tuyau, tandis que sur l'autre section est attachée une peau munie d'un manche en bois ;

- mode d'extraction des masses métalliques ;

- taux de carburation des masses métalliques en fonction de leur position dans le four en fin d'opération. Les masses les plus proches des tuyères devaient subir inévitablement une désoxydation qui les amenait à l'état de fer doux. Le forgeron traitait ensuite ces masses et utilisait les masses de fer doux pour fabriquer des épingles ou des bracelets dont parle le mémoire ;

- composition et mode d'évacuation de la scorie ...

Le fer obtenu "mêlé aux scories et aux cendres, se trouve au fond du fourneau et se présente sous l'aspect de masses spongieuses, assez mal agglomérées, volumineuses et très lourdes ... Pour le débarrasser de toutes les impuretés, on le repasse au feu avant de le marteler, opération qui achève de brûler les débris de charbon, les scories et les cendres ... Quand il est suffisamment homogène et propre, il est mis en lames plus ou moins épaisses, en rondins de diamètres variables, puis sert alors aux échanges ou est vendu directement comme matière première".

La forge installée sous une toiture de branchage est ouverte à tous les vents. Son équipement est rudimentaire : le foyer est un grand trou conique creusé dans le sol, d'environ 0,60 m de profondeur, le tuyau du soufflet y débouche.

À la fin des années 1880, sur le littoral à Libreville, la population gabonaise achète (ou échange) les articles en fer aux commerçants européens ; dans le Moyen-Ogooué, quelques tribus forgent encore le fer qu'elles achètent comme matière première en lingots ou en plaques. Seules les tribus du Haut-Ogooué et notamment les Aoumbos, qualifiés par Guiral de très habiles forgerons, se livrent encore à la fabrication du fer et à sa transformation en armes et en outils.

Ils fabriquent des armes, des couteaux, des machettes, des pointes de flèches et de sagais, des objets de parure (épingles, anneaux ...), des fourneaux de pipes et quelques outils agricoles.

Le rapport précise que les épingles sont faites en fer doux. Par contre, le métal qui sert à fabriquer les armes et les outils est dur et résistant ; il est susceptible de tranchant et de poli. Tranchant et poli sont obtenus par usure ; le forgeron utilise "des cailloux de quartz ou les roches noirâtres qui constituent la berge des ruisseaux. Ou encore un mélange de charbon et de sable mouillé qui agit comme le papier d'émeri".

Ces objets sont ensuite décorés de motifs divers par martelage et par usure. Ils présentent souvent, notamment les grands couteaux, "des parties brillantes, d'autres noires", obtenues en étalant sur la pièce chauffée un mélange d'huile de palme et de charbon pilé. Selon Guiral, cela "permet au forgeron de faire ressortir le brillant du tranchant et de cacher les défauts de la pièce, d'autant plus visibles que l'objet fabriqué est plus volumineux et plus considérable". La révélation de zones brillantes ou noires est probablement due aux inégalités d'oxydation de la surface de l'objet après les alternances de chauffe et de forgeage.

Mais la décoration de l'objet n'est pas la seule explication ... ⁽¹²⁾.

La plus grande partie des masses métalliques produites à N'Goundou étaient constituées d'acier : le forgeron Aoumbos les transformait en armes et outils tranchants. Quelques-uns en fer doux, peu nombreuses et plus petites, servaient à fabriquer des pipes, des épingles et des petits objets de parure.

L'élaboration du fer à N'Doungou (Haut-Ogooué) (Gabon) en 1883

(Delisle 1884, 469-470)

"Il y a dans presque tous les villages de grands trous, d'environ un mètre carré sur un mètre de profondeur, qui sont destinés au traitement du minerai ; les parois sont bien verticales, le fond est bien aplani.

Dans le fond de ce fourneau, on dispose une couche épaisse de charbon au-dessus de laquelle on place une couche de minerai divisé en fragments peu volumineux. On alterne les couches de charbon et de minerai, on remplit entièrement le trou, mais toutes les couches sont loin d'avoir une épaisseur uniforme.

Avant de garnir le trou, on a pris soin d'y placer dans une position oblique des cylindres en terre séchée, assez analogues à des tuyaux de drainage, cylindres destinés à activer le tirage pour faciliter la combustion, et rendre ainsi plus complète la réduction du minerai. Ces cylindres ont une longueur qui varie de 2 à 2,50 m et leur diamètre est de 0,07 à 0,08 m ; ils sont faits avec une argile grisâtre. Une extrémité s'appuie sur le fond de la fosse.

Le fourneau primitif ainsi garni, lorsque la dernière couche dépasse légèrement le niveau du sol, on recouvre le tout d'une mince couche de fer tantôt on laisse à l'air libre la couche superficielle. Les deux cylindres posés obliquement et appuyés sur les bords du trou dépassent seuls l'orifice.

Les forgerons du Haut-Ogooué ne cherchent pas à prolonger l'opération de façon à réduire la plus grande quantité possible de minerai, laissant se consumer la charge du fourneau, sans ajouter, comme cela se passe ailleurs, des charges successives de charbon et de minerai concassé.

Après la fonte, le fer, mêlé aux scories et aux cendres, se trouve au fond du fourneau et se présente sous l'aspect de masses spongieuses, assez mal agglomérées, volumineuses et très lourdes. Il y en a qui pèsent de vingt à vingt-cinq kilogrammes".

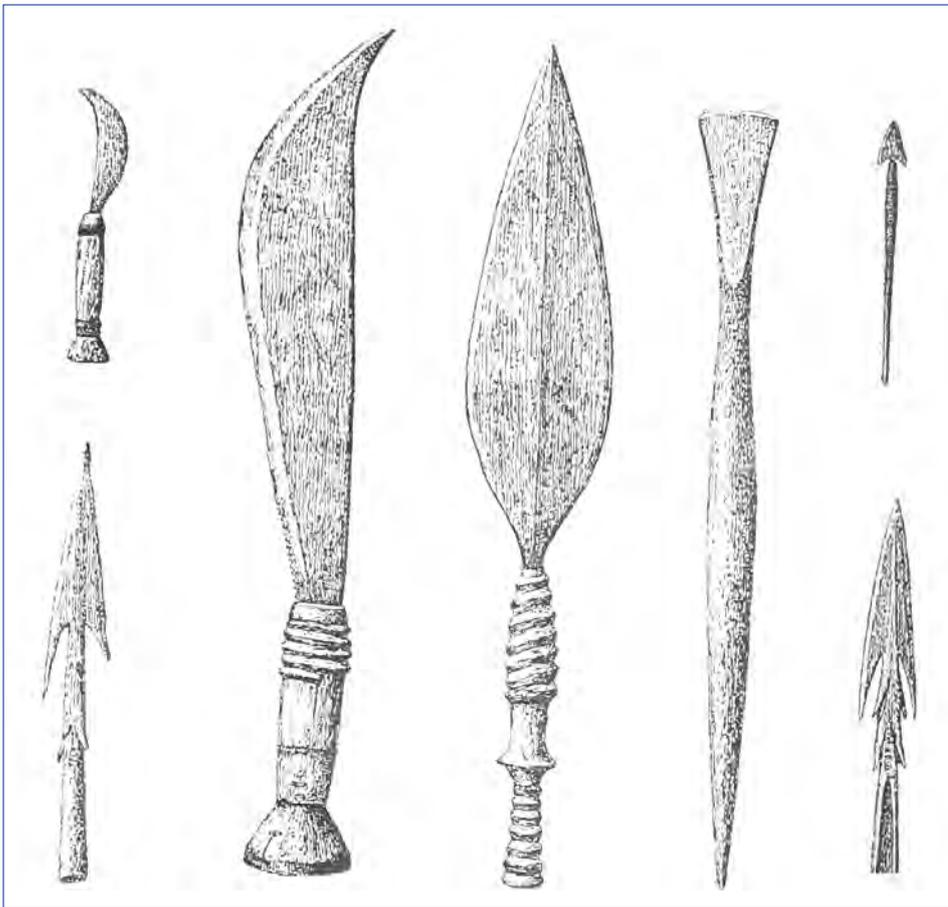


Fig. 2 — Armes et ustensiles en fer du Haut-Ogooué : couteau, machette, pointes de flèches et de sagaies, outil agricole (d'après Delisle 1884).

En 1883, les forgerons du Haut-Ogooué maîtrisaient donc un procédé de fabrication de l'acier par réduction directe au bas fourneau de minerai de fer manganésifère.

Au milieu du XIXe s., les voyageurs qui débarquent sur le littoral gabonais constatent, dès leurs premiers contacts avec la population, la haute qualité des objets en fer de production régionale et le manque d'intérêt de cette population pour les mêmes objets, mais de provenance occidentale, qu'ils cherchent à vendre ou à échanger⁽¹²⁾.

Avant Guiral, Livingstone avait découvert en 1864 dans le Malawi central, une florissante industrie du fer. Comme au Gabon vingt ans plus tard, les forgerons locaux tenaient en piètre estime le fer anglais qu'il trouvait "rotten"⁽¹³⁾, c'est-à-dire fragile, inutilisable. Après une description sommaire du procédé appliqué, Livingstone notait dans son rapport de voyage : "It is certainly the iron age here"⁽¹⁴⁾.

Comme Livingstone au Malawi, c'est le premier Âge du Fer que Guiral observait au Gabon où le choix d'un minerai de fer à haute teneur en manganèse et l'ingéniosité des fondeurs du Haut-Ogooué permettaient la fabrication de l'acier par réduction directe au bas fourneau.

Edmond Truffaut
edmondtruffaut@aol.com

Notes :

- (1) F. Delisle, La fabrication du fer dans le Haut-Ogooué, observée par Léon Guiral, membre de la mission de l'Ouest-Africain, *Revue d'ethnographie*, Paris 1884, 465-473. Ce mémoire est bien connu des spécialistes de la métallurgie du fer en Afrique équatoriale.
- (2) Cette expédition est conduite par Savorgnan de Brazza qui, pour l'occasion, est accompagné de scientifiques, d'agents auxiliaires, des sous-officiers de l'Armée et de la Marine : elle a pour mission d'accomplir la création de nouveaux postes et d'assurer le libre parcours sur les fleuves Ogooué et Niari.

Au cours de ses expéditions précédentes (1875-1878 et 1879-1882), Brazza reconnut les fleuves Gabon et Ogooué et un affluent du Congo, l'Alima, fondant Franceville sur l'Ogooué et Brazzaville sur la rive droite du Congo.

(3) Léon Guiral est l'auteur d'un livre : *Le Congo français du Gabon à Brazzaville*, édité par Plon en 1889. Le mémoire de la Société Française d'Ethnographie y est repris sous forme de note p. 161.

(4) L. Digombe et al., The development of an early Iron Age in Gabon, *Current anthropology* vol. 29, n° 1, University of Chicago Press, USA 1988, 179-184.

(5) R. Pleiner, Iron in Archaeology, *The European bloomery smelters*. Praha 2000, 36-37.

(6) Ces minerais sont rarement signalés au Gabon, sans doute parce que les géologues s'intéressent d'abord aux gisements de minerais de fer ou de manganèse très riches en fer (Belinga) ou en manganèse (Moanda). La sidérite n'est signalée qu'occasionnellement par exemple par :

- Jean Maley, A new Research Program on the Late Quaternary Paleoenvironments in Gabon, Central Africa. Past Climate Variability Through Europe and Africa Conference, PALEOFORGA, août 2001, Aix-en-Provence ;

- F. Weber, J. Leclerc, G. Millot, Épigénies manganésifères successives dans le gisement de Moanda (Gabon), *Sci. Géol. Bull.* 32, 4, Strasbourg 1979, 147-164.

- M.-C. Dupré 1997, 95-96 qui évoque l'utilisation au Gabon (Collomb 1977) de pisolithes dans lesquels "le manganèse s'est recombinaé avec du minerai de fer". Liés aux conditions climatiques locales, les phénomènes de migration du manganèse, dans les sols qui sont à l'origine du gisement de minerai de manganèse de Moanda, ont également donné lieu à la formation de dépôts de minerai de fer manganésifères ou, en surface, de pisolithes contenant fer et manganèse.

(7) E. Truffaut, Contribution du manganèse au développement historique de la sidérurgie. Aspects techniques, *La Revue de Métallurgie-CIT*, nov. 1994, 1 703-1 719.

(8) *Ibid.*, Ferrum Noricum à Sendlach-Eisner (Hüttenberg, Autriche). Minerai spécial, ou savoir-faire exceptionnel ? (à paraître).

(9) Le rapport ne donne malheureusement pas d'analyse de ces scories. On notera toutefois les scories découvertes

près de Moanda par Delorme (1981) : avec une teneur en silice de 19,4 % et une teneur en manganèse de 5,40 %, ces scories présentent un rapport silice / (silice + manganèse) de 0,78 %, très voisin de celui du minerai de N'Goundou (0,73 %). Sur la base d'un rendement en fer de 30 %, le minerai de N'Goundou donnerait des scories à 40 % de silice et 15,3 % de MnO. Le minerai utilisé pour produire les scories de Moanda était beaucoup plus riche en fer.

(10) Ces tuyères permettent un certain échauffement de l'air avant son arrivée dans la zone de combustion et donc un relèvement de la température de combustion (voir à ce sujet : P.R. Schmidt, D.H. Avery, More advanced Iron technology in Africa, *Journal of Field Archaeology* vol. 10, n° 4, (Winter 1983, 421). On peut se demander si le relèvement de la température de combustion n'est pas recherché par les fondeurs d'Afrique Centrale pour réduire l'effet très négatif d'un degré hygrométrique de l'air fort élevé.

(11) L'application sur la surface de la pièce chauffée d'huile de palme chargée de poussière de charbon a été pratiquée par certains forgerons africains dans le but d'augmenter par cémentation la dureté des parties tranchantes (voir F. Yandia, *La métallurgie traditionnelle du fer en Afrique Centrale*, Société, économie, culture, L'Harmattan, Paris 2001).

(12) X. Cadet, *Histoire des Fang, peuple gabonais*. Thèse, dir. J. Martin, Université de Lille 3, 2005. Dans un paragraphe consacré à la Culture du fer, Cadet rapporte l'opinion de Wilson, pasteur américain, qui visite, en 1842, le littoral gabonais : "They had knives, spears... All of their implements are made of iron of their own, which is considered vastly superior to any brought to the country by trading vessels".

(13) "Rotten" qualifie, à l'époque, le fer brûlé "burnt iron" suroxydé, obtenu en fin de conversion Bessemer avant l'addition de manganèse désoxydant (R.F. Mushet 1883). Ce métal fragile ne supportait pas le forgeage.

(14) Livingstone and Livingstone 1865, 556. "Here at every third or fourth village we see a kiln looking structure about six feet high by 2 or 3 feet in diameter. It is a clay fire hardened furnace for smelting iron. No flux is used, whether the specular iron, yellow hematite, or magnetic iron ore is fused and yet capital metal is produced. The native manufactured iron is so good that the natives declare English iron is rotten in comparison and specimens of African hoes were pronounced at Birmingham to be nearly the equal of the Swedish iron. As we passed along men sometimes ran from the fields they were working in and offered for sale new hoes, axes, and spears of their own workmanship. It is certainly the iron age here". Ce passage est cité par Avery 1988, 266. Dans son article, Avery rapporte les résultats de deux fusions expérimentales au Malawi (Chulu et Phoka), en traitant des minerais très pauvres en manganèse qui ne pouvaient pas donner au métal produit la qualité observée par Livingstone.

You find our bibliography incomplete ?
Please help us to improve it !

- publications printed in the year : please send *Instrumentum* the complete reference or, better, an offspring for our library
 - other publications issued since 1994, please send us a list of your books & articles
- ... but before that, please make sure that the references you would give us are not already in our database :

<http://www.instrumentum-europe.org>
(current updating)

Afin de recevoir les "Nouvelles" dès mars 2009, pourquoi ne pas renouveler dès maintenant votre inscription à *Instrumentum* ? Vous nous éviterez les frais des rappels et simplifierez la gestion de la comptabilité : merci d'avance !

Please do not wait for our claims to renew your subscription to *Instrumentum* ! You will help us to make thing easier and also receive the "Nouvelles" in March. Thank in advance. If you pay by International Money Order, please do not forget the postal code 34530 (there are 7 Montagnac in France ...).

PAYMENT FROM ABROAD

The following codes of our *Instrumentum* postal account are supposed to make your payments much easier :

IBAN : FR17 2004 1010 0904 5082 5Y03 011
BIC : PSSFRPPMON