



HAL
open science

Apport des recherches interdisciplinaires à l'écriture de l'histoire du fer en Afrique

Caroline Robion-Brunner

► **To cite this version:**

Caroline Robion-Brunner. Apport des recherches interdisciplinaires à l'écriture de l'histoire du fer en Afrique. Philippe Charlier. Anthropologie et archéologie du fer, Actes Sud, A paraître. hal-03428103

HAL Id: hal-03428103

<https://univ-tlse2.hal.science/hal-03428103>

Submitted on 15 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Apport des recherches interdisciplinaires à l'écriture de l'histoire du fer en Afrique

Caroline Robion-Brunner

CFEE – USR 3137, Centre Français des Études Éthiopiennes, Addis-Abeba, Éthiopie

caroline.robion@univ-tlse2.fr

| | |
|---|----------|
| APPORT DES RECHERCHES INTERDISCIPLINAIRES A L'ECRITURE DE L'HISTOIRE DU FER EN AFRIQUE | 1 |
| Introduction | 2 |
| Améliorer le cadre chronologique de l'histoire du fer en Afrique | 2 |
| Identifier les ressources naturelles utilisées dans la production du fer en Afrique | 4 |
| Restituer l'histoire des techniques mises en place par les métallurgistes africains | 6 |
| Conclusion | 7 |
| Références bibliographiques | 7 |
| Légendes des figures | 9 |

Accepté

Introduction

L'histoire des métaux en Afrique échappe à toute perception évolutionniste. Elle se déploie à distance d'un déterminisme technologique qui contraindrait en quelque sorte chaque société à passer successivement par l'âge du Cuivre, du Bronze, puis du Fer, comme ce fut le cas en Eurasie (Tylecote, 1975). Du point de vue des métaux recherchés et de leur ordre d'apparition dans l'histoire des techniques, le continent Africain peut être divisé en trois espaces recouvrant des histoires distinctes (Robion-Brunner, 2018).

Tout d'abord, il y a l'Afrique septentrionale, depuis le littoral méditerranéen jusqu'à celui de la mer Rouge, qui connaît une évolution de la métallurgie similaire à celle de l'Europe et de l'Asie, quoique légèrement plus tardive : en premier lieu, une utilisation des métaux natifs (or, argent, cuivre, fer météoritique – uniquement en Égypte) qui débute au milieu du V^e millénaire avant notre ère, ensuite une transformation du minerai de cuivre en métal suivie d'une maîtrise des alliages à base de cuivre à partir du III^e millénaire, et pour finir l'introduction du fer au milieu du I^{er} millénaire avant notre ère. Puis, il y a la zone saharo-sahélienne où la métallurgie du cuivre et celle du fer sont développées au même moment (I^{er} millénaire avant notre ère) par des populations appartenant à des cultures différentes et cela dans des territoires distincts mais proches et connectés. Enfin, l'Afrique subsaharienne possède une histoire de la métallurgie tout à fait originale. Elle démarre également au I^{er} millénaire avant notre ère (peut-être avant) mais seulement par la sidérurgie sans qu'aucune autre métallurgie des non ferreux n'ait été mise en place précédemment.

Dans ce dernier espace du continent africain, la sidérurgie est la plus vieille, la plus répandue et la plus importante des métallurgies qui y sont pratiquées (Chirikure, 2015). Sa trajectoire, qui s'inscrit donc dans le temps long – au moins trois millénaires –, décline avec l'importation du fer européen à partir du XV^e siècle et s'achève à partir du début du XX^e siècle. Durant cette longue période, les chercheurs ont mis en lumière une certaine évolution (définie par son « début », son plein « développement » et enfin son « déclin ») et constatent une grande diversité technique en fonction des périodes et des régions (Robion-Brunner, 2020). Mais la place et le rôle du fer et des artisans qui le produisent au sein des sociétés africaines est encore difficile à restituer. Cette histoire est imprécise sur la chronologie, les minerais utilisés, la diversité des techniques, l'efficacité et le rendement des ateliers, et sur les circuits de diffusion. À travers les résultats de recherches interdisciplinaires récentes, cet article présente les verrous méthodologiques qui doivent être dépassés afin de renouveler nos connaissances sur l'histoire de la sidérurgie ancienne en Afrique (Fig. 1).

Améliorer le cadre chronologique de l'histoire du fer en Afrique

En archéologie, la construction d'une chronologie, un préalable indispensable au discours historique, repose sur le croisement de plusieurs sources : textes historiques, typochronologies des mobiliers et mesures chronométriques. En Afrique subsaharienne où la place de l'écrit n'y est pas homogène avant sa généralisation à partir du XVI^e siècle (Fauvelle (dir.), 2018) et où le défaut numérique des fouilles ne permet pas l'établissement de typochronologies précises, le défi de la maîtrise du temps y est encore plus prononcé que dans d'autres régions du monde. Les méthodes chronométriques sont incontournables pour comprendre les évolutions des sociétés au sud du Sahel. Même si la métallurgie du fer est un des marqueurs principaux du passé africain, les sites sidérurgiques sont généralement mal datés ou en tout cas pas suffisamment datés. Les archéologues placent trop souvent l'exploitation d'un site sidérurgique dans la chronologie générale à partir d'une seule datation. Il est de ce fait difficile de connaître la durée d'exploitation d'un atelier. En outre, lorsqu'un

site sidérurgique dispose de plusieurs datations, celles-ci n'ont pas forcément de relations stratigraphiques entre elles. Elles proviennent de charbons prélevés dans différentes zones de l'atelier. En effet, ce dernier se compose généralement de plusieurs espaces de travail qui se composent chacun d'au moins un four et d'une accumulation de déchets sidérurgiques.

Les recherches menées sur le site de Fiko (région dogon, Mali ; Fig. 1) sont un bon exemple pour illustrer la difficulté à reconstituer l'histoire d'un atelier à partir d'un nombre restreint de données. Ce site comprend deux zones métallurgiques : une de réduction du minerai de fer et une autre de traitement du fer brut (Fig. 2). La zone de réduction comporte cinq amas répartis en deux ensembles : les amas 1 et 2 situés sur les terrasses de grès de la butte rocheuse qui supporte l'ancien village, et les amas 3, 4 et 5 situés en contrebas dans la plaine. Une série de neuf dates ¹⁴C par AMS a été réalisée, six pour les ateliers de réduction et trois pour l'atelier de forge (Robion-Brunner et Eichhorn, 2016). Pour le premier ensemble de réduction, cinq datations provenant de trois sondages ont été réalisés sur l'amas 1. Une seule datation place l'activité sidérurgique au début du V^e siècle de notre ère. L'absence de mesure complémentaire confirmant l'ancienneté de ce site invite cependant à la prudence. Les autres datations situent les niveaux supérieurs de l'amas entre le XI^e siècle et le XV^e siècle. Pour le second ensemble, un seul charbon de bois a été analysé. Il a été prélevé à la base d'un niveau de circulation à proximité d'un bas fourneau au centre de l'amas 3. Il fournit une date postérieure à la fin du XVII^e siècle. En raison d'un pallier dans la courbe de calibration, il n'est pas possible de la situer plus précisément. Les enquêtes orales confirment le caractère récent de cet espace. Les dernières opérations de réduction y auraient eu lieu jusqu'au début du XX^e siècle. Les trois datations de la zone de forge proviennent de charbons pris à des profondeurs différentes dans une même coupe réalisée dans un amas de déchets. La date issue du niveau inférieur se situe entre le XII^e et la fin du XIV^e siècle, contemporaine au premier ensemble de réduction. Les niveaux supérieurs ont livré des dates entre le milieu du XIV^e et la dernière moitié du XVII^e siècle. À Fiko, il semble y avoir eu une longue période de production du fer qui s'étend du V^e siècle au début du XX^e siècle, soit sur au moins 1600 ans. L'activité de réduction du minerai semble s'être déplacée au cours du temps : elle aurait débuté sur le flanc de la colline et aurait fonctionné pendant plus d'un millénaire, puis se serait poursuivie et achevée dans la plaine. Le traitement du fer brut est légèrement décalé dans le temps puisqu'il débute au XII^e siècle. La première phase d'épuration et de fabrication de produits ferreux à Fiko est pour l'instant inconnue. Les données archéologiques recueillies sur l'ensemble de ce site ne permettent pas de confirmer et de préciser les débuts de la sidérurgie. Il est également difficile d'envisager les fluctuations de son exploitation.

L'absence de séries de datations pour un même atelier est problématique lorsque l'on souhaite reconstituer la durée de son exploitation. L'approche bayésienne (Lanos et Philippe, 2017) qui permet d'obtenir une chronologie absolue aussi précise que possible des contextes archéologiques et des processus culturels avec une quantification des incertitudes se développe en Afrique, mais elle ne concerne pour l'instant que des sites d'habitat. Pour pouvoir accéder à ce type d'analyse dans des contextes de production du fer, il faut, à l'avenir, accroître considérablement le nombre de datations par sites sidérurgiques fouillés et surtout au sein d'amas sélectionnés. Faute d'une telle approche, la représentation de la dynamique de vie d'un site sidérurgique est pour l'instant très parcellaire, voire complètement nulle.

L'autre point problématique de la chronologie concerne la dépendance quasi-totale au radiocarbone en Afrique. Or cette méthode présente plusieurs limites comme l'effet « vieux bois » qui consiste en un décalage de quelques décennies entre le moment que l'on cherche à dater – l'emploi du bois et donc la réduction - et celui réellement daté – la coupe du bois.

Les irrégularités sur la courbe de calibration, qui résultent en des distributions de date multimodales, empêchent aussi de saisir les synchronies et la succession des contextes. Pour dépasser ces limites, multiplier les datations et recourir à d'autres méthodes chronométriques est indispensable. L'archéomagnétisme présente l'avantage de dater directement un instant précis de la stratigraphie (la dernière chauffe à haute température du fourneau) et d'apporter de nouvelles données pour les périodes de plateau ^{14}C (Hervé et Lanos, 2018). Cependant, cette méthode requiert la connaissance préalable de la variation séculaire régionale dans un rayon de 1000 km du champ géomagnétique. Or celle-ci est mal connue en Afrique subsaharienne malgré des améliorations récentes de la base de données (e.g. Tchibinda Madingou et al., 2020). Sur l'ensemble des trois derniers millénaires, on ne dispose que de 19 archéodirections et de 47 archéointensités, la majorité d'entre elles provenant du site sidérurgique de Korsimoro au Burkina Faso (Kapper et al., 2020) (Fig. 1). Dès lors, l'archéomagnétisme ne peut pas encore apporter de date calendaire mais une discussion en chronologie relative est possible entre les terres cuites (structures de combustion et céramiques) : deux ensembles avec des caractéristiques magnétiques différentes ne peuvent être contemporains.

Le couplage de la méthode radiocarbone sur charbons de bois et sur objets ferreux et de l'archéomagnétisme sur bas fourneaux va être tenté sur des ateliers du Mono (Bénin) et de Bassar (Togo) dans le cadre de deux programmes de recherche conjoint : AFRICA, projet soutenu par la commission des fouilles du MEAE et dirigé par C. Robion-Brunner et D. N'Dah (Université d'Abomey-Calavi, Bénin), et TIMA, projet soutenu par la MITI du CNRS et dirigé par G. Hervé (LSCE-UMR8212). Le caractère novateur de cet essai réside dans la volonté de mobiliser, sur un terrain commun, diverses méthodes appliquées à différents matériaux, afin de tester leur complémentarité. Le projet aboutira à une chronologie mieux contrainte grâce à l'intégration par modélisation bayésienne des dizaines de datations obtenues permettant de renouveler le scénario chronologique des ateliers sidérurgiques en Afrique.

Identifier les ressources naturelles utilisées dans la production du fer en Afrique

Dans la nature, le fer peut se trouver sous cinq compositions différentes : oxyde, hydroxyde, carbone, sulfure et silicate. Même si les oxydes (hématite et goéthite) présents dans les formations latéritiques constituent le minerai le plus courant en Afrique, il existe de nombreux types de minerai de fer présents parfois dans une même région.

Dans le sud et le nord de la République du Bénin, des scories et du minerai ont été collectés dans six contextes archéologiques (Fig. 1). L'analyse des compositions chimiques globales de ces échantillons reflète des différences dans le choix des matières premières d'un lieu à l'autre (Robion-Brunner et al., 2015: Tableau 3 p. 49). En effet, sur deux sites c'est un minerai latéritique qui a été employé alors que sur trois autres, il s'agit d'un minerai oolithique. La carte géologique du Dendi (nord-est du Bénin) montre la présence de sols qui pourraient contenir quelques nodules d'oxydes de fer et de manganèse ou d'une croûte latéritique, ainsi que du minerai oolithique dans la couche du Continental terminal (Robion-Brunner et al., 2015: Figure 18 p. 55). Sur la base des données géologiques, quelques hypothèses préliminaires concernant le minerai peuvent être proposées mais devront être étayées par la collecte et l'analyse d'un plus grand nombre d'échantillons tant dans les zones d'exploitation que sur les sites de réduction. D'autres recherches archéologiques et analyses archéométriques sont nécessaires pour comprendre comment la culture, l'économie et la technique jouent un rôle dans le choix des matières premières, dans le processus de réduction et dans le traitement du métal produit. Il est intéressant de voir que certains métallurgistes

n'ont pas choisi le minerai de fer le plus proche. Derrière la contrainte des matières premières, il peut aussi y avoir la question du contrôle politique des ressources. Le propriétaire des terres pourrait obliger les métallurgistes à utiliser son minerai ou à l'obtenir ailleurs, et cela indépendamment de la qualité de la matière première. Il est important de prendre en compte la relation entre les différents acteurs impliqués dans la production de fer. L'identité des métallurgistes est plurielle : différents statuts (propriétaires des lieux, détenteurs de connaissances magiques et technologiques, main-d'œuvre) interviennent à chacune des principales étapes du processus sidérurgiques (extraction, fusion, forgeage), et dépendent du niveau de production.

En Afrique, les métallurgistes ont utilisé le bois, ou le bois transformé en charbon de bois, pour fabriquer le combustible nécessaire pour produire du fer. La végétation étant fortement influencée par le climat et les pratiques humaines, elle offre une variété d'essences boisées dans laquelle les sidérurgistes choisissent préférentiellement celles ayant un pouvoir calorifique élevé. Au pays Dogon, par exemple, les recherches anthracologiques ont montré que les métallurgistes avaient utilisé plusieurs espèces de bois (Robion-Brunner et Eichhorn, 2016). Les spectres sont néanmoins dominés par un certain nombre de taxons à haut pouvoir calorifique, à savoir les espèces *Prosopis Africana*, *Terminalia*, *Vittellaria paradoxa*, *Pterocarpus lucens*, suivis par les membres de la famille *Combretaceae*. Cette non-sélectivité des espèces ligneuses contraste avec la situation observée au Soudan (Eichhorn et al., 2019). Méroé fut la capitale du royaume de Koush entre le début du III^e siècle avant notre ère et le IV^e siècle de notre ère. Cette ville a également abrité pendant cette période une production de fer intensive. Les recherches récentes font débiter la métallurgie du fer autour des VI-VII^e siècles avant notre ère, montrant que cette activité a été pratiquée pendant plus de 1000 ans parfois à une échelle importante (Humphris et Carey, 2016). Les analyses anthracologiques révèlent une grande sélectivité dans l'utilisation du bois comme combustible pour la sidérurgie. En effet, une seule espèce boisée a été identifiée, l'*Acacia nilotica*. Pourtant, ce taxon n'était pas le seul présent dans la région de Méroé durant la période antique. Les analyses effectuées dans des sites domestiques témoignent d'un spectre plus diversifié et donc d'une végétation abritant plusieurs essences ligneuses. Ainsi, les métallurgistes ont exploité une ou plusieurs espèces ligneuses. Cette diversité des pratiques reflète l'adaptation aux conditions locales des processus techniques sidérurgiques. Les métallurgistes dogon, établis dans une région à la frontière entre un climat aride et semi-aride, produisaient du fer dans des bas fourneaux à tirage naturel (Fig. 3a). Ces derniers nécessitaient beaucoup de combustible pour fonctionner ; leur répartition géographique « corresponds exactly to the areas of infertile, dry, deciduous savannah woodlands in Africa, in which trees were plentiful » (Killick, 2015: 313-314). Afin de ne pas nuire à l'environnement, les métallurgistes ont utilisé une gamme variée de bois évitant ainsi d'avoir un trop grand impact sur certaines essences. Sur les sites de Méroé, la ventilation des fourneaux était mécanique. Les fouilles ont montré que six soufflets à pot alimentaient en air la structure de réduction (Fig. 3b). Le tirage forcé nécessite moins de charbon de bois que le procédé à tirage naturel. Les métallurgistes de Méroé en choisissant cette méthode de ventilation ont pu utiliser l'essence ligneuse possédant le meilleur pouvoir calorifique et ainsi adopter une stratégie sélective sur la longue durée. Toutefois, à long terme la production du fer dans cette région au climat hyperaride a finalement eu un impact sur le couvert végétal.

Restituer l'histoire des techniques mises en place par les métallurgistes africains

En dépit d'un procédé long et complexe régi par des règles physico-chimiques strictes, les métallurgistes ont développé, au cours du temps, différentes manières de produire du fer. Ils ont fait preuve d'innovation et de créativité dans la construction des fours, le mode de ventilation et l'organisation spatiale de l'atelier. Durant la réduction du minerai de fer, les métallurgistes peuvent ouvrir la cuve du four et permettre à une partie des déchets de s'écouler à l'extérieur de la structure ou bien ne rien faire et laisser les scories s'écouler dans une fosse préalablement creusée à l'aplomb de la cuve. Ils peuvent utiliser plusieurs fois leur structure de réduction ou bien en construire une nouvelle à chaque opération. Ils peuvent actionner des soufflets pour insuffler de l'air et faire monter les températures à l'intérieur du fourneau ou bien ne rien faire et laisser le tirage naturel s'opérer grâce à une hauteur de cheminée suffisante.

En Afrique de l'Ouest, la région de Bassar (Nord du Togo ; Fig. 1) fait partie des centres de production du fer les plus anciens – la sidérurgie y débute au V^e siècle avant notre ère – et les plus importants – environ 50'000 tonnes de fer y ont été produites entre le XIII^e et le XX^e siècle (De Barros, 1986). Récemment, de nouvelles recherches entreprises par une équipe pluridisciplinaire ont révélé que le fer y avait été produit selon six techniques de réduction différentes et que quatre d'entre elles avaient coexisté durant les cinq/six derniers siècles avant de remplacer le fer local par le fer européen d'importation (Robion-Brunner et al., Soumis). Plusieurs raisons conduisant à la diversité des techniques peuvent être invoquées : l'utilisation de matières différentes, la variation du niveau de production et/ou l'arrivée de nouvelles populations possédant leur propre savoir technique.

Les mécanismes de transmission des connaissances ont dû également jouer un rôle déterminant dans l'adoption ou pas de savoir-faire étrangers. Selon le contexte culturel, politique et économique et le type de technologie (métallurgie, céramique, tissage, etc.), l'innovation est possible ou restreinte. Les descriptions ethnographiques réalisées lors de restitution d'opérations sidérurgiques sont informatives pour identifier et chiffrer les matières premières utilisées, établir le temps d'exécution et définir les dimensions et formes des structures et restituer les gestes et les acteurs impliqués. Elles montrent également l'importance des rituels qui, bien souvent, précèdent chaque étape technique. Des incantations, le sacrifice d'un poulet, des libations viennent structurer les actes techniques. Sous la direction d'un maître, les métallurgistes confirmés et apprentis doivent suivre des rites qui semblent indissociables des procédés techniques. Ensemble, ils forment une pratique complexe dont le résultat immédiat est la production de richesses sociales au service de la collectivité. Si la terre donne peu de minerai, si le fer et la scorie ne se sépare pas bien ou si les parois du four se fendent, les compétences techniques du maître et du groupe ne sont pas remises en question. Au contraire, la transgression d'un tabou est évoquée. Une faute « sociale » a été commise au sein de la communauté des métallurgistes : du sang a coulé, la couleur rouge a été portée, un adultère perpétré (Huysecom, 2001). Ainsi, le succès d'une réduction est garanti par le respect des interdits, des ancêtres, des traditions, des génies, etc. Il est difficile d'innover dans une activité technique dont le système symbolique est profondément ancré dans les croyances collectives. Au-delà de l'expertise, le maître métallurgiste transmet une façon de voir le monde et les gestes pour le modifier. Son savoir a une portée à la fois technique et magique.

Conclusion

L'histoire de la sidérurgie en Afrique est en cours d'écriture. Le développement d'approches interdisciplinaires durant les dernières années permet de compléter ce long et complexe passé.

Concernant la chronologie, il est impératif de multiplier les données par sites et de croiser les méthodes classiques avec d'autres plus expérimentales, car actuellement, il est toujours impossible de retracer précisément la diffusion de la sidérurgie durant le 1^{er} millénaire avant notre ère en raison des problèmes de plateau ¹⁴C. Certains sites anciens sont identifiés mais leur relation entre eux ou la préséance d'un par rapport à l'autre sont inconnues. La question sur l'existence d'un ou de plusieurs foyers autochtones de la sidérurgie en Afrique reste pour l'instant sans réponse. Une autre période présente également des incertitudes. C'est celle de la seconde moitié du 2^{ème} millénaire de notre ère. Dans ce cas, c'est plutôt les étapes du développement et de la fin de la sidérurgie qui sont difficiles à reconstituer.

La mobilisation des Sciences de la terre offre de plus en plus d'informations sur la nature des matières premières utilisées pour produire du fer. Le continent africain présente des conditions physiques et environnementales extrêmement diverses. Les métallurgistes ont dû développer et parfois adapter leurs processus techniques aux ressources locales. Pour estimer leur impact, il faut davantage d'analyses sur les compositions chimiques globales des minerais et des scories, ainsi que sur la caractérisation archéobotanique des charbons de bois prélevés dans les amas de déchets sidérurgiques. Malgré les contraintes liées aux matières premières, les métallurgistes ont fait le choix fondamental de les exploiter. La question du contrôle politique des ressources pourrait également être un facteur d'hétérogénéité des pratiques techniques comme en témoignent certaines données archéologiques.

Les études régionales systématiques montrent l'existence et parfois la coexistence de plusieurs techniques sidérurgiques dans un espace restreint. Cette diversité peut être liée à un seul facteur (nature des matières premières, histoire du peuplement, niveau de production, mécanisme d'apprentissage, etc.) ou à plusieurs. Il est alors important d'interroger chacune de ces raisons pour en déterminer leur rôle. Il faut également commencer à connecter les districts sidérurgiques aux lieux de consommation afin de restituer l'économie du fer. Le maillage que constitue l'ensemble de la chaîne opératoire de la métallurgie – *acquisition des matières premières => production du métal brut => fabrication des objets => commercialisation du métal ou des objets => utilisation des objets => recyclage ou non des objets => dépôt volontaire ou non des objets* – offre une occasion unique d'aborder la complexité des sociétés, leurs interrelations et leur rapport avec le territoire. C'est la vision de ceux qui exploitent les ressources naturelles, qui produisent et qui consomment, qui est révélée. Elle peut alors être confrontée à ceux qui contrôlent, qui gèrent et qui organisent. L'articulation entre les données archéologiques, archéométriques et historiques peut ainsi permettre de saisir le rôle du fer dans les constructions politiques et sociales des sociétés.

Références bibliographiques

- DE BARROS P. (1986) – Bassar: A quantified, Chronologically, Controlled, Regional Approach to a Traditional Iron Production Centre in West Africa, *Africa, Journal of the international African Institute*, 56, 2, p. 148-174.
- CHIRIKURE S. (2015) – *Metals in past societies: a global perspective on indigenous African metallurgy*, Cham Heidelberg New York Dordrecht London, Springer (Springerbriefs in Archaeology / Contributions from Africa), 166 p.
- EICHHORN B., HUMPHRIS J., ROBION-BRUNNER C., GARNIER A. (2019) – A 'long-burning issue': comparing woody resource use for ironworking in three major iron smelting centres of

sub-Saharan Africa, in J. Meurers-Balke, T. Zerl, et R. Gerlach (dir.), *Auf dem Holzweg ... Eine Würdigung für Ursula Tegtmeier*, Heidelberg, Archäologische Berichte p.103-124. <https://doi.org/10.11588/propylaeum.492>.

FAUVELLE F.-X. (dir.) (2018) – *L’Afrique ancienne: de l’Acacus au Zimbabwe: 20000 avant notre ère-XVIIe siècle*, Paris, Belin (Mondes anciens), 678 p.

HERVÉ G., LANOS P. (2018) – Improvements in Archaeomagnetic Dating in Western Europe from the Late Bronze to the Late Iron Ages: An Alternative to the Problem of the Hallstattian Radiocarbon Plateau: Improvements in archaeomagnetic dating in Western Europe, *Archaeometry*, 60, 4, p. 870-883.

HUMPHRIS J., CAREY C. (2016) – New methods for investigating slag heaps: Integrating geoprospection, excavation and quantitative methods at Meroe, Sudan, *Journal of Archaeological Science*, 70, p. 132-144.

HUYSECOM E. (2001) – Technique et croyance des forgerons africains: éléments pour une approche ethnoarchéologique, in J.-P. Descoedres, E. Huysecom, V. Serneels, et J.-L. Zimmermann (dir.), *The origins of iron metallurgy, proceedings of the first international colloquium on the archaeology of Africa and the Mediterranean Basin*, Sydney, Mediterranean archaeology p.73-82.

KAPPER L., SERNEELS V., PANOVSKA S., RUÍZ R.G., HELLIO G., GROOT L. DE, GOGUITCHAICHVILI A., MORALES J., RUÍZ R.C. (2020) – Novel insights on the geomagnetic field in West Africa from a new intensity reference curve (0-2000 AD), *Scientific Reports*, 10, 1, p. 1121.

KILLICK D. (2015) – Invention and Innovation in African Iron-smelting Technologies, *Cambridge Archaeological Journal*, 25, 01, p. 307-319.

LANOS P., PHILIPPE A. (2017) – Hierarchical Bayesian modeling for combining dates in archeological context, *Journal de la Société Française de Statistique*, 158, 2, p. 72-88.

ROBION-BRUNNER C. (2018) – L’Afrique des métaux, in F.-X. Fauvelle (dir.), *L’Afrique ancienne. De l’Acacus au Zimbabwe, 20000 avant notre ère - XVIIe siècle*, Paris, Belin (Mondes anciens), p.516-543.

ROBION-BRUNNER C. (2020) – What Is the Meaning of the Extreme Variability of Ancient Ironworking in West Africa?: A Comparison between Four Case Studies, in C. N. Duckworth, A. Cuénod, et D. J. Mattingly (dir.), *Mobile Technologies in the Ancient Sahara and Beyond*, Cambridge University Press p.290-314. https://www.cambridge.org/core/product/identifiant/9781108908047%23CN-bp-9/type/book_part [Accédé le 13 novembre 2020].

ROBION-BRUNNER C., COUSTURES M.-P., DUGAST S., BEZIAT D. (Soumis) – La production du fer en pays bassar (Nord du Togo) du XIIIe au XXe siècle: origines et étapes d’une diversité technique, *Afriques : Débats, méthodes et terrains d’histoire*.

ROBION-BRUNNER C., EICHHORN B. (2016) – Gestion du bois dans le cadre d’une production sidérurgique intensive: le district de Fiko (pays dogon, Mali), in M. Lafay, F. Le Guennec-Coppens, et E. Coulibaly (dir.), *Regards scientifiques sur l’Afrique depuis les indépendances*, Paris, Karthala: Société des africanistes, Musée du quai Branly (Hommes et sociétés), p.313-332.

ROBION-BRUNNER C., HAOUR A., COUSTURES M.-P., CHAMPION L., BÉZIAT D. (2015) – Iron Production in Northern Benin: Excavations at Kompa Moussékoubou, *Journal of African Archaeology*, 13, 1, p. 39-57.

TCHIBINDA MADINGOU B., HERVÉ G., PERRIN M., M’MBOGORI F.N., GUEMONA D., MATHÉ P.-E., ROCHETTE P., WILLIAMSON D., MOURRE V., ROBION-BRUNNER C. (2020) – First archeomagnetic data from Kenya and Chad: Analysis of iron furnaces from Mount Kenya and Guéra Massif, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 309, p. 106588.

TYLECOTE R.F. (1975) – *A history of metallurgy*, London, Metals Society

Légendes des figures

Figure 1 : Localisation des régions et des sites sidérurgiques cités dans le texte.

Figure 2 : Plan du site sidérurgique de Fiko (pays dogon, Mali), d'après le dessin de S. Perret.

Figure 3 : Reconstitution de bas fourneaux à partir de photographies ethnographiques : A, bas fourneau à tirage naturel ; B, bas fourneau à tirage mécanique

Accepté