

## LE FER AU DÉBUT DU II<sup>E</sup> MILLÉNAIRE AV. J.-C. : nouveaux apports de l'archéologie anatolienne

Julie Patrier\*

### Résumé

*De nombreuses études ont été menées sur le fer au Proche-Orient ancien à partir de différents aspects (archéologique, technologique, lexicographique, etc.) mais le domaine anatolien souffre toujours de l'absence d'une synthèse véritable. Le but de cet article est certes plus modeste mais pense pouvoir y contribuer grâce au regroupement des données sur la question. Ainsi, après avoir dressé un rapide bilan des recherches passées, je proposerai un catalogue raisonné des vestiges archéologiques ayant pu être recensés pour le début du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. en Anatolie (soit de 2000 à 1700 av. J.-C. environ), vestiges dont le nombre peut être augmenté grâce à de nouvelles attestations. En effet, on recense maintenant des objets en fer sur les sites d'Acemhöyük, Alişar Höyük, İkiztepe, Kaman-Kalehöyük, Kusura et Kültepe.*

*Numerous studies have been conducted on the iron in the ancient Near East from different aspects (archaeological, technological, lexicographic, etc.) but the Anatolian area still suffers from the absence of a true synthesis. The purpose of this article is more modest but, thanks to some additions to be proposed, hopes to contribute to such a study. After a quick review of past research, I propose a catalog of archaeological remains that have been identified for the early second millennium BC in Anatolia (from ca. 2000 to 1700 BC). Indeed, the remains number can be increased through new attestations as we now found iron objects in Acemhöyük, Alişar Höyük, İkiztepe, Kaman-Kalehöyük, Kusura and Kültepe.*

Bon nombre d'études ont déjà été menées sur les débuts de l'utilisation du fer en Anatolie et il serait illusoire de prétendre révolutionner les acquis dans ce domaine. Malgré tout, de nombreuses zones d'ombres persistent et la réalisation d'un travail de synthèse regroupant l'ensemble des sources, notamment par le biais d'une étude interdisciplinaire, reste encore à faire.

Suite à une communication sur l'utilisation du fer en Anatolie avant le I<sup>er</sup> millénaire av. J.-C.<sup>1</sup>, j'ai pu constater que la liste des objets en fer du début du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. pouvait être légèrement augmentée par rapport au dernier catalogue qui en avait été dressé (Jean 2001 : 171-172). En effet, la période des comptoirs assyriens de Cappadoce (ca. 1945-1700 av. J.-C.)<sup>2</sup> a fait l'objet de moins d'attention pour les vestiges archéologiques que la période hittite, contrairement aux informations contenues dans les textes, déjà bien

\* Post-doctorante ANR ViGMA (UMR 7044), dirigé par A. Mouton (<http://vigma.misha.fr/accueil.htm>) et chargée de cours à l'université de Strasbourg. Email: patrierj@yahoo.fr

<sup>1</sup> Cet article est tiré d'une intervention donnée le 26 janvier 2012 dans le cadre du séminaire de l'axe de recherches « *Questions métallurgiques en milieu anatolien et syro-hittite* » de l'UMR 7044, dirigé par A. Mouton (CNRS) et I. Weygand (chercheuse associée). Je tiens ici à remercier Ph. Quenet pour m'avoir confié le dossier qu'il avait réuni sur le fer lors de la rédaction de sa thèse, publiée en 2008. Je remercie également le Professeur J.-P. Descoedres (Genève) pour m'avoir confié son exemplaire de *Mediterranean Archaeology* 14 (2001), épuisé et non disponible à Strasbourg, volume fondamental pour cette étude puisque consacré aux origines de la métallurgie du fer dans le bassin méditerranéen. Article rendu à l'éditrice le 16 avril 2012.

<sup>2</sup> Michel 2008 : 73. Ces dates varient légèrement dans Kulakoğlu 2011 : 1019, qui donne : niveau II = 1950-1836 av. J.-C. et niveau Ib = 1833-1719 (?) av. J.-C.

traitées<sup>3</sup>. Aussi, je ne traiterai ici que des données archéologiques, sans entrer dans le détail des aspects techniques.

Le principal but de cet article sera donc de réunir la documentation disponible pour le début du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. afin de la rendre accessible pour une analyse ultérieure plus approfondie.

## I. BRÈVE PRÉSENTATION DES RECHERCHES

Un grand nombre d'études sur le fer, plus ou moins détaillées, ont vu le jour pour l'ensemble du Proche-Orient ancien<sup>4</sup> dont les principaux résultats sont rappelés ici. Dans le cas de l'Anatolie, la question des ressources en fer a été bien analysée<sup>5</sup>. On retiendra principalement que le fer est très rare à l'état natif ou sous forme de météorite, mais qu'il est très abondant sous forme de minerai<sup>6</sup>. En Anatolie, des dépôts importants sont présents sur tout le territoire (plus de 600 gisements dont 25 sites majeurs). La possibilité d'exploiter le fer à une échelle beaucoup plus vaste que pour les autres métaux et à coût moindre serait donc vite apparue<sup>7</sup>. Ces différents aspects ont alimenté la discussion sur l'utilisation ou non du fer météorique à partir duquel on a longtemps pensé que les premiers objets en fer avaient été confectionnés<sup>8</sup>. Cette hypothèse tient au fait que certains des termes anciens utilisés pour décrire le fer impliqueraient une provenance céleste<sup>9</sup>, au caractère rare et cher du métal avant le I<sup>er</sup> millénaire av. J.-C., mais aussi au fait que les météorites contiennent du fer sous forme de métal. De plus, une haute teneur en nickel serait spécifique des fers météoriques et sa présence dans certaines analyses d'objets en fer a renforcé cette idée. Mais les avancées de la recherche ont permis d'affirmer que la teneur en nickel n'était pas « discriminante en soi »<sup>10</sup> pour diverses raisons qu'il ne convient pas de détailler ici<sup>11</sup>. Par ailleurs, d'autres analyses ont révélé l'absence de nickel, impliquant nécessairement un fer d'origine terrestre<sup>12</sup> et des erreurs de mesures ont parfois été commises, ce qui a entraîné des attributions erronées<sup>13</sup>.

<sup>3</sup> Pour les références, cf. ci-dessous ;

<sup>4</sup> Une « bibliographie annotée » a été consacrée à la recension des études métallurgiques publiées jusqu'en 1986, cf. Molloy 1986.

<sup>5</sup> Cf. entre autres De Jesus (1978, sur les ressources métalliques), Ryan (1960, sur les minéraux) ou Tylecote (1981, sur le sable riche en fer de la Mer Noire) et, pour un rapide point sur la question, Jean 2001 : 164-166, Muhly *et al.* 1985 : 74 et McConchie 2004 : 39-43. Voir aussi Maxwell-Hyslop 1974 et Nishiwaki 1970 : 105-108 et 139-142.

<sup>6</sup> Rapp 2009<sup>2</sup> : 166.

<sup>7</sup> Jean 2001 : 166 et Muhly *et al.* 1985 : 69.

<sup>8</sup> Cf. par exemple Wainwright 1936 : 7 ou Yalçın 1999.

<sup>9</sup> Pour des renvois à des études lexicographiques, cf. dans cet article, n. 20. Voir pour l'Égypte, Helck 1975 : 1210, Valloggia 2001 et Wainwright 1932, 1935 et 1936.

<sup>10</sup> Quenet 2008 : 256.

<sup>11</sup> Voir par exemple Mohen 1990 : 68, Piaskowski 1982 et 1994, Quenet 2008 : 256, Rapp 2009<sup>2</sup> : 168 et Yalçın 1999 : 184. Il semble maintenant admis qu'un fer météorique doit contenir au moins 5 % de nickel (Yalçın 1999 : 180).

<sup>12</sup> Cf. par exemple Quenet 2008 : 256 ou Yalçın 1999 : 180.

<sup>13</sup> Cf. le commentaire de Muhly *et al.* 1985 : 71 à ce sujet. On notera que des analyses ont récemment été pratiquées sur une dague en fer (A1.K.14) connue de longue date et provenant des tombes princières d'Alaca Höyük. Cette dague, datant de la

Ainsi, si des fragments de météorites ont pu avoir été utilisés, ce n'est pas le cas pour l'ensemble des objets en fer, y compris pour les plus anciens<sup>14</sup>.

La question des techniques et notamment leur date et lieu d'apparition ainsi que leur évolution ont souvent retenu l'attention des chercheurs<sup>15</sup>. Le fer à l'état pur ne présente que peu d'intérêt et est marqué « surtout par sa propension à l'oxydation »<sup>16</sup>. Contrairement à ce que l'on pourrait imaginer de prime abord, il s'agit d'un matériau relativement malléable. L'adjonction de certains éléments permet en revanche de pallier ce problème en le rendant considérablement plus dur, ce qui est notamment le cas du fer carburé, c'est-à-dire allié au carbone. En fonction de cette teneur en carbone, on obtient des aciers (moins de 1,8 % de carbone) ou de la fonte (entre 2,1 % et 6,67 % de carbone, 6,67 % étant le seuil de saturation). La date d'apparition des premiers aciers fait par ailleurs l'objet de nombreux débats, comme on le verra ci-dessous<sup>17</sup>.

En ce qui concerne l'étude des vestiges archéologiques en Anatolie a donné lieu à un grand nombre de publications<sup>18</sup>, la dernière en date étant celle d'É. Jean en 2001. Certaines d'entre elles se situent à la croisée entre archéologie, épigraphie et métallurgie<sup>19</sup>.

En effet, l'apparition de l'écriture en Anatolie au début du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. permet d'éclairer d'un jour nouveau nos connaissances sur le fer en augmentant significativement et en diversifiant les données. Ces sources textuelles (paléo-assyriennes mais aussi hittites) ont fait l'objet de plusieurs analyses, sous forme d'éditions ou commentaires de textes ou encore d'études lexicographiques plus spécifiques<sup>20</sup>. On n'a ainsi pu que constater le décalage qui existe entre les nombreuses attestations fournies par les sources écrites et la pauvreté des vestiges archéologiques.

Malgré les publications susmentionnées, les informations sur le fer restent souvent dispersées, les analyses métallurgiques peu nombreuses et l'étude de ce matériau souvent intégrée à des recherches plus générales sur la métallurgie.

---

deuxième moitié du III<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., aurait été réalisée en fer météorique. Voir pour cette question Nakai *et al.* 2008.

<sup>14</sup> Outre les publications déjà citées sur la question, on renverra aussi à Bjorkman 1973, Buchwald 1975, Buchwald 2005 : 13-38, Chadwick 1989, Kelley et Milone 2011<sup>2</sup>, Knox 1987 et Photos 1989.

<sup>15</sup> Beaucoup d'études pourraient être citées et notamment Craddock 1995, Craddock et Lang 2003, Gale *et al.* 1990, Maddin 1975, Mangin 2004, Pigott 1982 et 1996, Routhier 1999 (chapitre 9), Tylecote 1970 et 1992<sup>2</sup> et Yener 2000. Les ateliers de métallurgistes en Anatolie ont fait l'objet d'une étude spécifique de la part d'A. Müller-Karpe (1994 et 2000).

<sup>16</sup> Laverne 2008.

<sup>17</sup> Sur la technologie de l'acier, cf. aussi Rehder 1989, Richardson et Jeffes 1949, Tholander 1971 et Wagner 1990. Pour une comparaison avec l'Égypte, cf. Williams et Maxwell-Hyslop 1976.

<sup>18</sup> Toutes ne peuvent être citées ici. On renverra principalement à Maxwell-Hyslop 1980, Muhly 1993-1997 : 121-123, Muhly *et al.* 1985, Waldbaum 1980, Wertime et Muhly 1980 et Yalçın 1997, 1998, 1999 et 2008, où on trouvera la bibliographie plus ancienne.

<sup>19</sup> Voir aussi Forbes 1950 : 378-473 et 1964, Moorey 1999<sup>2</sup> : 278-292 et Przeworski 1939 : 138-166.

<sup>20</sup> Pour la période des comptoirs assyriens de Cappadoce, cf. Dercksen 2005 et 2010b, Maxwell-Hyslop 1972 et Michel 1991 : 167-182. Pour une synthèse globale sur les sources écrites du début du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. (paléo-babyloniennes et paléo-assyriennes) concernant le fer, on renverra au travail de K. Reiter (1997 : 344-400). Plus spécifiquement pour Mari (Syrie), cf. les toutes dernières synthèses d'I. Arkhipov (2009 et 2011), avec la bibliographie antérieure. Pour la période hittite, cf. Kammenhuber 1996, Koşak 1986, Mouton 2012, Siegelová 1984, 1993, 2001, 2005 et 2008 et Valério et Yakubovitch 2010.

## II. LES VESTIGES ARCHÉOLOGIQUES EN FER DU DÉBUT AU II<sup>E</sup> MILLÉNAIRE AV. J.-C.

Comme cela a souvent été souligné dans les diverses études sur le sujet, on rencontre de grandes difficultés lorsqu'on tente d'établir un catalogue exhaustif des objets en fer, quelle que soit la période étudiée. Cela est dû notamment au matériau lui-même et à sa grande propension à se corroder (l'ensemble des objets en fer ne sont que rarement publiés mais plus souvent mentionnés de manière ponctuelle) ainsi qu'au manque encore important d'analyses<sup>21</sup>.

Le catalogue le plus récent recensant les objets anatoliens en fer (du Chalcolithique à l'Âge du Fer) a été publié par É. Jean en 2001<sup>22</sup>. Le chercheur dénombrait trois sites pour le Bronze Moyen (Acemhöyük, Alişar Höyük et Kusura) et donnait un catalogue de cinq objets<sup>23</sup>. É. Jean mentionnait également des découvertes de Kaman-Kalehöyük. Ce catalogue peut maintenant être augmenté avec des pièces provenant d'İkiztepe et de Kültepe ainsi que de nouvelles attestations de Kaman-Kalehöyük (cf. **carte**).

Afin de fournir un aperçu le plus complet possible de la situation actuelle, je résumerai ici les données fournies par les sites déjà traités par É. Jean tout en y ajoutant les nouvelles données.

### Acemhöyük

Le site d'Acemhöyük a livré une boîte en ivoire (n° Ac.o : 24 ; 10,3 x 7,2 cm) incrustée notamment de 9 clous en fer, en alternance avec des clous en lapis-lazuli mais aussi avec des clous en bronze cerclés d'or. Elle porte également plusieurs frises décoratives<sup>24</sup>. É. Jean indique que la boîte a été découverte dans le niveau III, « dans une structure brûlée sur un sol à 20 cm au-dessus de la fondation en pierres d'un bâtiment contemporain des palais »<sup>25</sup>. Selon les fouilleurs, elle aurait été mise au jour dans le nord-ouest du site<sup>26</sup>. L'origine de Syrie du Nord ou de l'Anatolie du Sud-Est, proposée pour cette boîte par N. Özgüç et reprise par É. Jean, ne semble en revanche pas assurée. N. Özgüç envisageait également une provenance de Karkemiš. M. Mellink imagine quant à elle que la boîte pourrait avoir été réalisée à Acemhöyük même<sup>27</sup> tandis qu'I. Ziffer a plus récemment proposé d'y voir une production d'Ebla<sup>28</sup>.

<sup>21</sup> Pour cette question, voir Jean 2001 : 166 ou Muhly *et al.* 1985 : 71 par exemple. Plus généralement, sur les difficultés rencontrées lors des recherches menées sur le fer, cf. McConchie 2004 : 12-14.

<sup>22</sup> Cf. Jean 2001 : 171-172.

<sup>23</sup> Le même catalogue (mais moins détaillé) est donné, pour cette période, dans Yalçın 1999 : notamment 178.

<sup>24</sup> Özgüç N. 1976. Voir aussi Muhly 1993-1997 : 122-123 et Jean 2001 : 172.

<sup>25</sup> Jean 2001 : 172.

<sup>26</sup> Cf. Özgüç 1977 : 623-624. La localisation précise de la découverte de la boîte n'est pas assurée et la chronologie du site est encore problématique. En effet, il avait été suggéré que le niveau III soit contemporain du niveau II du *kārum* Kaneš. En réalité, il correspondrait au niveau II du *kārum* Kaneš et à une partie du niveau Ib, voire, selon C. Michel, serait seulement contemporain du *kārum* Ib (Michel 2011 : 316).

<sup>27</sup> Mellink 1993 : 425.

<sup>28</sup> Ziffer 2005 : 148.

## Alişar Höyük

Le site d'Alişar Höyük a livré plusieurs objets en fer, tous provenant du niveau Alişar II<sup>29</sup>. On retiendra notamment de « petits éléments d'incrustations » en fer, comme une tête d'épingle en bronze (n° e 1555), non analysés<sup>30</sup>. É. Jean relève que les références à ces objets apparaissent souvent sous différentes dénominations (« iron pin » ou « small piece of decorative inlay » par exemple)<sup>31</sup>.

Ont également été identifiés des « fils de fer », « petits morceaux probablement utilisés pour attacher armes et outils à leurs manches ; un seul exemple est donné, avec une pointe de flèche »<sup>32</sup> (n° d 2948), non analysée<sup>33</sup>.

On ajoutera enfin « quelques fragments probables supplémentaires très corrodés » et « non analysés »<sup>34</sup>.

## İkiztepe

Un fragment de fer « météoritique » daté du Bronze Moyen provient d'İkiztepe<sup>35</sup>. L'analyse de l'objet a montré une importante teneur en nickel, d'où l'interprétation proposée par le fouilleur<sup>36</sup>. Il s'agit d'une pièce travaillée, de forme sphérique avec une perforation au sommet visible sur l'illustration publiée. Ö. Bilgi n'en fournit en revanche ni les dimensions ni le poids.

## Kaman-Kalehöyük

Le site de Kaman-Kalehöyük<sup>37</sup> a livré plusieurs attestations de vestiges en fer pour les II<sup>e</sup> et I<sup>er</sup> millénaires av. J.-C. qu'il est possible, au moins pour certains objets, d'attribuer spécifiquement aux phases IIIc (période des comptoirs assyriens de Cappadoce) et phase IVa (2100-1950 av. J.-C.)<sup>38</sup>, mais plusieurs difficultés sont à relever. Tout d'abord, tous les objets en fer découverts sur le site n'ont pas encore été analysés. Par ailleurs, les objets analysés l'ont souvent été à plusieurs reprises et sont donc régulièrement republiés, aspect qui rend parfois les données un peu confuses<sup>39</sup>. De plus, les objets ne portent pas

<sup>29</sup> Comme É. Jean (2001 : 171), j'ai pris le parti de dater ces découvertes de la période des comptoirs assyriens de Cappadoce, bien que le niveau Alişar II comprenne de manière générale l'ensemble du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.

<sup>30</sup> Von der Osten 1937 : 259, fig. 284 et 273.

<sup>31</sup> Jean 2001 : 171. Voir aussi Dercksen 2005 : 31, n. 46, Yalçın 1999 : 178, tableau 1 et 181 et Waldbaum 1980 : 74.

<sup>32</sup> Jean 2001 : 171.

<sup>33</sup> Cf. von der Osten 1937, 264, 273, 265, fig. 290 ainsi que Jean 2001 : 172 et Waldbaum 1978 : 20 et 1980 : 74.

<sup>34</sup> Jean 2001 : 172. Voir aussi von der Osten 1937, 273 et Waldbaum 1978 : 20 et 1980 : 74.

<sup>35</sup> Bilgi 2001 : 31, 68 et 102, n° 97 : 1/76-296.

<sup>36</sup> Bilgi 2001 : 31 : « [It] contains intensive iron and nickel according to the analysis ».

<sup>37</sup> Pour une présentation générale du site, cf. dernièrement Omura 2011.

<sup>38</sup> Chacune des « phases » est subdivisée en niveaux mais il est relativement malaisé de dire à quoi ceux-ci correspondent exactement.

<sup>39</sup> Le dernier numéro de la série *Anatolian Archaeological Studies/Kaman-Kalehöyük*, à savoir le numéro 17, date de 2008 ; depuis seuls de très courts rapports préliminaires des fouilles sont publiés annuellement en turc dans les *Kazi*

de véritables numéros d'inventaire et ne peuvent être différenciés que par leur date de découverte<sup>40</sup>. Enfin, certains objets ne sont pas attribués à une phase précise mais seulement à l'ensemble de la phase III (couvrant tout le II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.)<sup>41</sup>. Le catalogue fourni ici ne se fonde donc que sur les publications accessibles et ne prend en compte que les objets assurément mis au jour dans les phases IIIc et IVa<sup>42</sup>.

Ainsi, contrairement à ce que l'abondante littérature publiée sur les découvertes en fer du site aurait pu laisser croire, seul un nombre relativement restreint d'objets a pour le moment été publié pour les périodes qui nous intéressent (phases IIIc et IVa) ; on en compte au total neuf clairement identifiés et analysés. Trois proviennent spécifiquement de la phase IIIc (940727, 940714[-1] et 940714[-2]<sup>43</sup>) ; la position stratigraphique de deux autres a été réévaluée en 2007 (920711 et 940805), comme appartenant à la phase IIIc. Quatre autres fragments proviennent assurément de la phase IVa. Enfin, d'autres fragments de fer ont également été mis au jour sur le site mais n'ont pas encore été analysés et ne peuvent être précisément détaillés : des scories (au moins deux ?), découvertes en 2007, semblent provenir d'une structure paléo-assyrienne et un objet, dégagé en 2009, pourrait également appartenir à la phase IVa. Par ailleurs, H. Akanuma mentionne, en 2008, 17 objets en fer issus des phases IIIc et IVa sans dire à quoi ils correspondent, leur analyse étant en cours.

Ces objets sont ici présentés par date de découverte, de la plus ancienne à la plus récente :

- Une scorie, date de découverte : 920711, secteur nord IV, carré XXXIII-55, niveau provisoire (« provisional layer ») 51, initialement attribuée de manière générale à la phase III (Akanuma 1995), puis à la phase IIIc (Akanuma 2007). La possibilité de classer cette scorie dans la phase IIIc modifie l'analyse du chercheur et permet dès lors d'envisager que des objets en fer aient pu être produits sur le site-même<sup>44</sup>.
- Un fragment, date de découverte : 940714(-1), secteur nord XII, carré XLIX-55 (PP), niveau provisoire (« provisional layer ») 12, pièce R150, phase IIIc, contenant entre 0,2 et 0,3 % de carbone, considéré comme un acier hypoeutectoïde (à savoir un acier contenant moins de 0,8 % de carbone)<sup>45</sup>.
- Un fragment, date de découverte : 940714(-2), secteur nord XII, carré XLIX-55 (PP), niveau provisoire (« provisional layer ») 12, pièce R150, phase IIIc, contenant entre 0,1 et 0,2 % de carbone, considéré comme un acier hypoeutectoïde<sup>46</sup>.

---

#### *Sonuçları Toplantısı.*

<sup>40</sup> Dans le cas où plusieurs objets ont été dégagés le même jour, ce numéro n'est donc plus discriminant.

<sup>41</sup> É. Jean par exemple avait à l'époque classé l'ensemble des objets en fer provenant du site dans le Bronze Récent faute d'informations plus précises (Jean 2001 : 178-179).

<sup>42</sup> Je renvoie pour cela aux publications en anglais de H. Akanuma en 1995, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 et 2007. Voir aussi Svoboda *et al.* 1994. Pour les articles parus précédemment en japonais, cf. Akanuma 1997, Hirai *et al.* 1999 et Saito 1999.

<sup>43</sup> Les numéros donnés ici à la suite de la date ont été ajoutés par l'auteur du présent article uniquement dans le souci d'individualiser clairement les deux objets.

<sup>44</sup> Akanuma 2007. Cela n'était pas envisageable auparavant, aucun indice de production n'ayant jusqu'alors été mis au jour sur le site pour cette période (Akanuma 2005 : 154). Pour cet objet, voir aussi Akanuma 1995.

<sup>45</sup> Akanuma 2002, 2003, 2007.

<sup>46</sup> Sauf en 2004 : 163 et n. 2, où Akanuma ne le considère pas comme un acier. Pour cet objet, cf. Akanuma 2002, 2003, 2007.

- Un fragment, date de découverte : 940727, secteur nord XII, carré XLIX-54 (OO), niveau provisoire (« provisional layer ») 13, pièce R150, phase IIIc. Fer (« made of artificially produced iron »)<sup>47</sup>.
- Un fragment, peut-être d'un outil coupant (« cutting-tool »), date de découverte : 940805, secteur nord XXIV, carré XLVIII-56, niveau provisoire (« provisional layer ») 13, daté initialement de la phase IIIb (Akanuma 2005), puis replacé dans la phase IIIc (Akanuma 2007), contenant entre 0,1 et 0,2 % de carbone<sup>48</sup>, considéré comme un acier hypoeutectoïde.
- Un fragment de paroi de four, date de découverte : 010815, secteur nord IV, carré XXXVIII-55, niveau provisoire (« provisional layer ») 73, numéro d'année : 01000853, phase IVa<sup>49</sup>.
- Un fragment, date de découverte : 010831, secteur nord IV, carré XXXIX-54, niveau provisoire 73-c, numéro d'année : 01000854, phase IVa, contenant entre 0,1 et 0,3 % de carbone, considéré comme un acier hypoeutectoïde<sup>50</sup>.
- Un fragment de paroi de four, date de découverte : 020702, secteur nord IV, carré XXXVIII-54, niveau provisoire (« provisional layer ») 60, numéro d'année : 02000825, phase IVa<sup>51</sup>.
- Minerai de fer (hématite), date de découverte : 020708, secteur nord IV, XXXVIII-55, niveau provisoire 81, numéro d'année : 02000824, phase IVa<sup>52</sup>.
- S. Omura a également indiqué à H. Akanuma (2007 : 135) la découverte de plusieurs scories de fer dans une structure paléo-assyrienne lors des fouilles de 2007 mais celles-ci n'ont, à ma connaissance, pas encore fait l'objet d'analyses ou de publication.
- 17 objets en fer des phases IIIc et IVa, non individualisés et en cours d'analyse, peuvent également être mentionnés<sup>53</sup>.
- Enfin, différents sites internet font part d'une découverte récente à Kaman-Kalehöyük (peut-être en 2009) sans citer leur source ou la date de leur information<sup>54</sup>. Il s'agit pourtant, si cette découverte était confirmée, d'une donnée importante pour l'histoire de la métallurgie du fer. En effet, une pièce en acier (?) de 5 cm, peut-être une partie de couteau, proviendrait des niveaux datés de 2100-1950 av. J.-C. (phase IVa ?).

Les trois premiers échantillons cités ci-dessus, provenant assurément de la phase IIIc, révèlent des compositions différentes. H. Akanuma a de ce fait envisagé que la technologie de purification du minerai ait pu être, dans un premier temps, moins bien maîtrisée, mais aussi que l'approvisionnement en matériaux bruts ait se faire dans différentes régions<sup>55</sup>.

<sup>47</sup> Akanuma 2002, 2003, 2007.

<sup>48</sup> Akanuma 2005 et 2007.

<sup>49</sup> Akanuma 2008. L'objet est décrit comme une masse d'une substance argileuse partiellement ou complètement fondue.

<sup>50</sup> Akanuma 2008.

<sup>51</sup> Akanuma 2008. L'objet est décrit comme une masse d'une substance argileuse partiellement ou complètement fondue.

<sup>52</sup> Akanuma 2008.

<sup>53</sup> Akanuma 2008 : 313.

<sup>54</sup> Cf., par exemple, <http://www.hindu.com/thehindu/holnus/001200903261611.htm>, <http://www.phenomenica.com/2009/03/ironware.html> ou encore <http://www.archaeology.ws/2009-3-31.htm> (dernière consultation le 24/03/2012). Ces pages internet semblent toutes dater de mars 2009 et il est probable qu'elles retranscrivent une interview de S. Omura, directeur actuel des fouilles de Kaman-Kalehöyük.

<sup>55</sup> Akanuma 2005 : 152 : « These results suggest that steel production technology had already been established before the establishment of the Hittite Empire, and the purification technology used to produce steel had been developing from the

D'autre part, les analyses réalisées sur le site depuis le début des fouilles ont principalement alimenté la question de la production d'acier dès les derniers siècles du III<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.<sup>56</sup>. En revanche, il n'a pas été possible à H. Akanuma de déterminer si cet « acier » avait été produit délibérément ou non. Le chercheur s'interroge ainsi sur les raisons d'un développement aussi précoce de cette production et sur le problème de la transition entre les phases IVa et IIIc.

### **Kusura**

Le site de Kusura aurait livré un fragment de fer provenant du niveau C (1800-1600), non identifié et non analysé<sup>57</sup>.

### **Kültepe**

D'après H. Akanuma, le niveau Ib du *kārum* a livré deux « objets » (sans provenance précise) en fer (« artificially produced iron »)<sup>58</sup>. La composition chimique de ces « objets » serait différente de celle des découvertes de Kaman-Kalehöyük<sup>59</sup>.

Par ailleurs, deux masses de minerai contenant du manganèse et du fer ont été mises au jour dans la maison de Peruwa (niveau II) en 1951. T. Özgüç a interprété la pièce comme un atelier car le sol était pavé<sup>60</sup>. Il s'agirait peut-être alors de la pièce <sup>61</sup>. J.G. Dercksen relève que la description du minerai est ambiguë et varie selon les publications de T. Özgüç (notamment en ce qui concerne la proportion de fer)<sup>62</sup>.

Enfin, des expositions récemment consacrées aux découvertes faites sur le site ont révélé la présence d'épingles ou parties d'épingles en fer, pouvant être plaquées d'or et mises au jour dans des tombes de Kültepe<sup>63</sup>. Pour deux d'entre elles, on dispose d'une photo et de quelques indications. Elles sont conservées au Musée des civilisations anatoliennes d'Ankara, sont datées de ca. 1830-1700 av. J.-C. (soit le niveau Ib) et mesurent

---

period of Stratum IIIc to that of Stratum IIIb ». Les échantillons testés de la phase IIIb montreraient une plus grande pureté du matériau. Cf. aussi Akanuma 2003 : 145 et 2005 : 154.

<sup>56</sup> Akanuma 2002 : 197, 2003 : 137 et surtout 2008.

<sup>57</sup> Cf. Lamb 1937 : 39 et Lamb 1938 : 217 et s. Pour des commentaires, cf. Jean 2001 : 172, Yalçın 1999 : 178, tableau 1 et 181 et Waldbaum 1980 : 74.

<sup>58</sup> Akanuma 2007 : 125. Ces objets ne seraient donc pas en acier. Cf., pour ces analyses, Akanuma 2003 : 138 (il est question d'un objet en fer du niveau Ib en 6 fragments formant soit deux parties d'un même objet soit deux objets différents, l'un ayant une forme de plaque [« plate »], l'autre une forme de barre [« bar »] ; le chercheur semble plus pencher pour deux objets différents). Voir aussi Akanuma 2005 : 152 : ces fragments contiendraient beaucoup d'impuretés sulfuriques qui proviendraient des matériaux bruts utilisés dans la production du fer (« raw materials used in smelting iron »).

<sup>59</sup> Akanuma 2003 : 145.

<sup>60</sup> Cf. Müller-Karpe 1994 : 55.

<sup>61</sup> Cette maison de marchand anatolien est bien connue et régulièrement citée par le fouilleur de Kültepe. On renverra principalement à Özgüç T. 1959 : 92-94, fig. 50-52. Pour une bibliographie complète sur cette demeure, cf. Patrier 2011, vol. 2 : 495.

<sup>62</sup> Cf. Dercksen 2005 : 28 et 32, n. 48 auquel je renvoie pour un résumé des différentes manières dont ces vestiges ont pu être cités.

<sup>63</sup> Özgüç T. 2003 : 114.



respectivement 12 cm (Kt. 92/k.083, inv. No. 1-12-92<sup>64</sup>) et 13 cm de long (Kt. 92/k.082, inv. No. 1-11-92<sup>65</sup>).

### III. COMMENTAIRE

Cette étude permet de porter à 30 au minimum le nombre d'attestations avérées d'objets/fragments de fer mis au jour en Anatolie pour le début du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.<sup>66</sup> Ils se répartissent sur sept sites différents : Acemhöyük, Alişar Höyük, İkiztepe, Kaman-Kalehöyük, Kusura et Kültepe. Il s'agit d'épingles (parties d'épingles ou décors d'incrustation), de clous, de fils de fer, d'une « masse » de fer perforée, de scories, peut-être d'un élément de couteau et de fragments dont la forme originelle n'a pas toujours pu être déterminée. En dehors des exemples de Kaman-Kalehöyük, peu de vestiges ont été analysés (à l'exception de celui d'İkiztepe et de quelques attestations de Kültepe) et des doutes subsistent quant à la véritable nature du matériau de certains d'entre eux<sup>67</sup>.

La principale question qui se pose au vu des résultats de Kaman-Kalehöyük est celle de la production d'acier, question qui fait encore débat<sup>68</sup>. Par ailleurs, dans ce domaine, il est alors souvent fait appel à des textes de la deuxième moitié du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. où le fer (AN.BAR) peut parfois être qualifié de « bon » (SIG<sub>5</sub>), ce qui renverrait, pour certains, à l'acier<sup>69</sup>, mais il me semble plus légitime d'interroger les sources contemporaines de nos vestiges. On remarque alors qu'une lettre paléo-assyrienne (*BIN* 4 50, l. 5) au moins mentionne peut-être déjà du « bon fer » (KÜ.AN SIG<sub>5</sub>), mais les épigraphistes ne traduisent pas cette expression par « acier »<sup>70</sup>. Pour ce qui est des autres découvertes d'acier à haute époque, seule la petite barre (12 cm de long) mise au jour en 1996 à Boğazköy semblait dater

<sup>64</sup> Kulakoğlu et Kangal, 2011 : 310, n° 349 ; voir déjà Özgüç T. 2003 : 258, n° 290 (où elle était dite en bronze).

<sup>65</sup> Kulakoğlu et Kangal, 2011 : 310, n° 350 ; voir déjà Özgüç T. 2003 : 258, n° 291 (où elle était dite en bronze).

<sup>66</sup> Ce chiffre est obtenu en individualisant les 9 clous de la boîte en ivoire d'Acemhöyük. On tombe à 21 en ne comptant qu'un objet pour la boîte comme le faisait É. Jean qui arrivait alors à un total de 5. Le décompte est le suivant : 9 objets pour Acemhöyük, au moins 4 pour Alişar Höyük, 1 pour İkiztepe, 9 au moins pour Kaman-Kalehöyük, 6 pour Kültepe et 1 pour Kusura. Ce calcul devra être revu dans un avenir proche à la lumière des nouvelles découvertes de Kaman-Kalehöyük.

<sup>67</sup> On remarquera également qu'aucun de ces objets n'ont été pesés. Pour cette question, cf. Lacambre 2010.

<sup>68</sup> Pour différents points de vue sur ce sujet, cf. par exemple Jean 2001 : 180 (qui reste très mesuré), McConchie 2004 : 19-21, Muhly *et al.* 1985 : 68-69 (qui pensent que le procédé de la carburation n'avait pas été compris), Pigott 1996 : 161 (pour qui il n'apparaît pas que de l'acier était produit, mais qui précise qu'il y a très peu d'analyses), Rapp 2009<sup>2</sup> : 166 (pour qui la production éventuelle d'acier ne pouvait être qu'involontaire), Siegelová 2008 : 54-55 (selon qui la production d'acier serait improbable au II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., la fonte [*cast-iron*] impossible), Yalçın 1999 : 181-183 ou Yalçın 2008 : 25 (pour qui la production d'acier est attestée).

<sup>69</sup> Cf. *KBo* 1.14 : lettre de Ḫattušili III (1267-1237 av. J.-C.) à un autre monarque, probablement un roi assyrien (sans doute Salmanazar I<sup>er</sup> ; cf. Goetze 1949 et, pour des commentaires de cette lettre, Moorey 1999<sup>2</sup> : 289, Muhly *et al.* 1985 : 79, Siegelová 1984 : 156 ou Yalçın 1999 : 183 par exemple). Pour cette interprétation voir notamment Akanuma 2005 : 156 et Yalçın 1999 : 183.

<sup>70</sup> J.G. Dercksen comme C. Michel et K. Reiter ne traduisent d'ailleurs pas cette expression par « acier » mais respectivement par l'adjectif « extra fine » pour SIG<sub>5</sub> (Dercksen 2005 : 28), par « fer d'excellente qualité » (Michel 2001 : 270, texte 181) et « gutes *amūtum* » (Reiter 1997 : 114\*), *amūtum* étant souvent traduit par « fer », ce qui est loin de faire l'unanimité (cf. *CAD* A/2 : 97-98, « a precious metal »).

du Bronze Ancien III<sup>71</sup>, mais les analyses carbone 14 ont montré qu'elle daterait en réalité de l'Âge du Fer<sup>72</sup>. En dehors de l'Anatolie, une lame en acier souvent citée proviendrait également des niveaux du Bronze Moyen de Pella en Jordanie, mais sa datation semble également loin d'être assurée<sup>73</sup>.

Pour le site de Kaman-Kalehöyük, on rappellera simplement que les objets mis au jour consistent principalement en fragments informes dont il me semble difficile de tirer, pour le moment, des conclusions définitives en l'absence de données plus assurées.

\*\*\*

L'inventaire dressé jusqu'ici des vestiges archéologiques en fer du début du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. a pu être revu. Les données sont plus nombreuses qu'on ne le pensait et il y a fort à parier que la multiplication des recherches et des analyses dans ce domaine permettra encore de faire évoluer cet état des choses. Cela reflète d'ailleurs ce qui ressort des sources écrites : si le fer est un métal rare et précieux à cette époque, il est aussi un métal commercialisé et travaillé, y compris, semble-t-il, pour réaliser des pièces de grandes dimensions<sup>74</sup>. En effet, l'étude des sources écrites permet d'augmenter considérablement le nombre mais aussi la variété des objets qui ont pu être confectionnés en fer au début du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. Il faut également garder en mémoire que l'histoire du fer en Anatolie ne débute pas à cette période mais bien avant, même si les traces demeurent encore ténues<sup>75</sup>.

Il m'apparaît donc que la question du fer en Anatolie, bien que déjà souvent abordée, mériterait d'être reprise dans son ensemble, aucune synthèse globale ne lui ayant été consacrée et de nombreuses zones d'ombre subsistant.

<sup>71</sup> Mentionnée notamment par Jean 2001 : 170.

<sup>72</sup> Je tiens à remercier chaleureusement le Dr. J. Seeher pour cette information communiquée le 4 avril 2012. Il m'indique également que l'objet en question devrait prochainement être publié dans une monographie consacrée aux découvertes de Büyükkaya, secteur où il a plus précisément été mis au jour.

<sup>73</sup> Smith *et al.* 1984 (P67-145, tombe 4, cimetière de l'Est de Pella), Moorey 1999<sup>2</sup> : 288 et Rapp 2009<sup>2</sup> : 166, avec 0,9 % de carbone.

<sup>74</sup> On citera par exemple un trône et un sceptre royaux en « fer » (AN.BAR), offerts par l'« homme » de Puruṣhanda à Anitta (XVIII<sup>e</sup> s. env.) ainsi que d'autres objets en fer (KBo 3.22, rev. 74-75 ; cf. Neu 1974 : 15, 36). Pour la dernière étude sur cette lettre, cf. Dercksen 2010b.

<sup>75</sup> Cf. notamment Jean 2001 : 168-171.

## BIBLIOGRAPHIE

- Akanuma, H., 1995 – Metallurgical Analysis of Iron Artifacts and Slag from the Archaeological Site of Kaman-Kalehöyük. In : H.I.H.Pr.T. Mikasa (éd.), *Essays on Ancient Anatolia and its Surrounding Civilizations*, Bulletin of the Middle Eastern Culture Center in Japan 8, 59-88. Wiesbaden : Harrassowitz.
- Akanuma, H., 1997 – Production of Iron Artifacts in the Hittite and Phrygian Periods. An Inference from Metallurgical Analysis of the Relics of Kaman-Kalehöyük. *AAS/Kaman-Kalehöyük* 6 : 241-257 (en japonais).
- Akanuma, H., 2002 – Iron Objects from the Architectural Remains of Stratum III and Stratum II at Kaman-Kalehöyük: Correlation between Composition and Archaeological Levels. *AAS/Kaman-Kalehöyük* 11 : 191-200.
- Akanuma, H., 2003 – Further Archaeometallurgical Study of 2<sup>nd</sup> and 1<sup>st</sup> Millennium BC Iron Objects from Kaman-Kalehöyük. Turkey. *AAS/Kaman-Kalehöyük* 12 : 137-149.
- Akanuma, H., 2004 – Archaeometallurgical Analysis of Iron and Copper Objects from Stratum III and Stratum II at Kaman-Kalehöyük: Correlation between Composition and Archaeological Levels. *AAS/Kaman-Kalehöyük* 13 : 163-174.
- Akanuma, H., 2005 – The Significance of the Composition of Excavated Iron Fragments from Stratum III at the Site of Kaman-Kalehöyük, Turkey. *AAS/Kaman-Kalehöyük* 14 : 147-157.
- Akanuma, H., 2006 – Changes in Iron Use during the 2<sup>nd</sup> and 1<sup>st</sup> Millennia B.C. at Kaman-Kalehöyük, Turkey: Composition of Iron Artifacts from Stratum III and Stratum II. *AAS/Kaman-Kalehöyük* 15 : 207-222.
- Akanuma, H., 2007 – Analysis of Iron and Copper Production Activity in Central Anatolia during the Assyrian Colony Period. *AAS/Kaman-Kalehöyük* 16 : 125-139.
- Akanuma, H., 2008 – The Significance of Early Bronze Age Iron Objects from Kaman-Kalehöyük, Turkey. *AAS/Kaman-Kalehöyük* 17 : 313-320.
- Arkipov, I.S., 2009 – ЖЕЛЕЗО В ТЕКСТАХ ИЗ МАРИ (Первая половина XVIII в. до н.э.) (= Le fer dans les textes de Mari [début du XVIII<sup>e</sup> siècle av. J.-C.]). *Vestnik drevnej istorii* 2009/3 : 3-12 (en russe).
- Arkipov, I.S., 2012 – Le vocabulaire de la métallurgie et la nomenclature des objets en métal dans les textes de Mari. Matériaux pour le Dictionnaire de Babylonien de Paris Tome III, Archives Royales de Mari 32. Louvain, Paris et Walpole, MA : Peeters.
- Bilgi, Ö., 2001 – Protohistorik Çağ'da. Orta Karadeniz Bölgesi Madencileri. Hind-Avrualıların Anavatani Sorununa Yeni Bir Yaklaşım/Protohistoric Age. Metallurgists of the Central Black Sea Region. A New Perspective in the Question of the Indo-European's Original Homeland, TASK Vakfı Yayınları 4. Istanbul : TASK Vakfı.
- Bjorkman, J.K., 1973 – Meteors and Meteorites in the Ancient Near East. *Meteorics* 8/2 : 91-132.
- Buchwald, V.F., 1975 – Handbook of Iron Meteorites, their History, Distribution, Composition and Structure. Berkeley : Published for the Center for Meteorite Studies, Arizona State University by the University of California Press.
- Buchwald, V.F., 2005 – Iron and Steel in Ancient Times, *Historisk-filosofiske Skrifter* 29. Copenhagen : Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.
- Chadwick, R., 1989 – Comets and Meteors in the Last Assyrian Empire. In : A.F. Aveni (éd.), *World Archaeoastronomy: Selected Papers from the 2<sup>nd</sup> Oxford International Conference on Archaeoastronomy, held at Merida, Yucatan, Mexico, 13-17 January 1986*. Cambridge et New York : Cambridge University Press, 186-194.
- Craddock, P.T., 1995 – Early Metal Mining and Production. Edingburgh : Edingburgh University Press.
- Craddock, P.T., et J. Lang (éds), 2003 – Mining and Metal Production through the Ages. Londres : The British Museum Press.
- De Jesus, P.S., 1978 – Metal Resources in Ancient Anatolia, *Anatolian Studies* 28 : 97-102.

- Dercksen, J.G., 2005 – Metals According to Documents from Kültepe-Kanish Dating to the Old Assyrian Colony Period. In : Ü. Yalçın (éd.), *Anatolian Metal III, Der Anschnitt : Beiheft 18*. Bochum : Deutsches Bergbau-Museum : 17-34.
- Dercksen, J.G., 2010a – From Ore to Artefacts: Metals in Kanesh. In : Kulakoğlu et Kangal 2010, 110-115.
- Dercksen, J.G., 2010b – Anitta and the Man of Puruṣhanda. In : Ş. Dönmez (éd.), *Veysel Donbaz'a Sunulan Yazılar DUB.SAR É.DUB.BA.A/Studies Presented in Honour of Veysel Donbaz*, Istanbul : Ege Yayınları : 71-75.
- Esin, U., 1976 – Die Anfänge der Metallverwendung und Bearbeitung in Anatolien (7500-2000 v. Chr.). In : H. Müller-Karpe (éd.), *Les débuts de la métallurgie, Colloque XXIII, Union internationale des Science Préhistoriques et Protohistoriques IX<sup>e</sup> Congrès, Nice, 13-18 septembre 1976*. Nice, 209-246.
- Forbes, R.J., 1950 – Metallurgy in Antiquity. A Notebook for Archaeologists and Technologists. Leyde : Brill.
- Forbes, R.J., 1964 – Studies in Ancient Technology IX, Chapter III. The Early Story of Iron. Leyde : Brill.
- Gale, N.H., H.G. Bachman, B. Rothenberg, Z.A. Stos-Gale et R.F. Tylecote, 1990 – The Adventitious Production of Iron in the Smelting of Copper. In : B. Rothenberg (éd.), *The Ancient Metallurgy of Copper: Archaeology-Experiment-Theory, Researches in the Arabah 1959-1984 2, Metal in History 3*, 182-191. Londres : Institute for Archaeo-Metallurgical Studies.
- Goetze, A., 1949 – Kizzuwatna and the Problem of Hittite Geography. New Haven : Yale University Press.
- Helck, H.W., 1975 – Eisen. In : H.W. Helck et W. Westendorf (éds), *Lexikon der Ägyptologie, A-Ernte, n°1*, col. 1209-1210. Wiesbaden : Harrassowitz.
- Hirai, S. *et al.*, 1999 – Neutron Activation Analysis of Iron Objects and Slag Excavated from the Eleventh Excavations at Kaman-Kalehöyük. *AAS/Kaman-Kalehöyük 8* : 275-293 (en japonais).
- Jean, É., 2001 – Le fer chez les Hittites : un bilan des données archéologiques. *Mediterranean Archaeology* 14 : 163-188.
- Kammenhuber, A., 1996 – Eisen anhand des hethitischen Schriftmaterials. In : H.I.H.Pr.T. Mikasa (éd.), *Essays on Ancient Anatolia and Syria in the Second and Third Millennium B.C., Bulletin of the Middle Eastern Culture Center in Japan 9*, 209-220. Wiesbaden : Harrassowitz.
- Kelley, D.H., et E.F. Milone, 2011<sup>2</sup> – Exploring Ancient Skies. A Survey of Ancient and Cultural Astronomy. New York : Springer.
- Knox, P., 1987 – On distinguishing Meteoric from Man-Made Nickel-Iron in Ancient Artifacts. *MASCA Journal* 4 : 178-184.
- Koşak, S., 1986 – “The Gospel of Iron”. In : H.A. Hoffner Jr. et G.M. Beckman (éds), *Kanişşuwar: A tribute to Hans G. Güterbock on his Seventy-Fifth Birthday, Assyriological Studies 23*, 125-135. Chicago : University Press.
- Kulakoğlu, F., 2011 – Kültepe-Kaneş: A Second Millennium B.C.E. Trading Center on the Central Plateau. In : Sh.R. Steadman et Gr. McMahon (éds), *The Oxford Handbook of Anatolian Anatolia (8000-323 B.C.E.)*, 1012-1030. Oxford : Oxford University Press.
- Kulakoğlu, F., et S. Kangal (éds), 2010 – Anatolia's Prologue, Kültepe Kanesh Karum, Assyrians in Istanbul. Kayseri : Kayseri Büyükşehir Belediyesi Kültür.
- Lacambre, D., 2010 – Weighing Artefacts in the Ancient Near East: For a Dialogue between Epigraphy and Archeology. In : P. Matthiae, Fr. Pinnock, L. Nigro *et al.* (éds), *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East (ICAANE), 5 May-10 May 2008, »Sapienza«, Università di Roma, vol. 1*, 351-367. Wiesbaden : Harrassowitz.
- Lamb, W., 1937 – Excavations at Kusura near Afyon Karahisar. *Archaeologia* LXXXVI : 1-64.
- Lamb, W., 1938 – Excavations at Kusura near Afyon Karahisar. II. *Archaeologia* LXXXVII : 217-273.
- Lavergne, D., 2008 – Fer. Encyclopédie Universalis en ligne.

- Maddin, R., 1975 – Early Iron Metallurgy in the Near East. *Transactions of the Iron and Steel Institute of Japan* 15 : 59-68.
- Mangin, M. (éd.), 2004 – Le fer, collection “Archéologiques”. Paris : Editions Errance.
- Maxwell-Hyslop, K.R., 1972 – The Metals *amūtu* and *aši’u* in the Kültepe Texts. *Anatolian Studies* 22 : 159-162.
- Maxwell-Hyslop, K.R., 1980 – A Note on the Jewellery Listed in the Inventory of Manninni (CTH 504). *Anatolian Studies* 30 : 85-90.
- McConchie, M., 2004 – Archaeology at the North-East Anatolian Frontier, V. Iron Technology and Iron-making Communities of the First Millennium BC, ANES Suppl. 13. Louvain, Paris et Dudley, MA : Peeters.
- Mellink, M.J., 1993, Aspects of Minor and Major Arts in Kanish and Acemhöyük. In : M.J. Mellink, E. Porada et T. Özgüç (éds), *Nimet Özgüç’e Armağan/Aspects of Art and Iconography: Anatolia and its Neighbors. Studies in Honor of Nimet Özgüç*, 423-433. Ankara : Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- Michel, C., 1991 – Innāya dans les tablettes paléo-assyriennes. Paris : Editions Recherche sur les Civilisations.
- Michel, C., 2001 – Correspondance des marchands de Kaniš au début du II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., *Littératures anciennes du Proche-Orient* 19. Paris : Les Éditions du Cerf.
- Michel, C., 2008 – The Old Assyrian Trade in the Light of Recent Kültepe Archives. *Journal of the Canadian Society for Mesopotamian Studies* 3 : 71-82.
- Michel, C., 2011 – The *Kārum* Period on the Plateau. In : Sh.R. Steadman et Gr. McMahon (éds), *The Oxford Handbook of Anatolian Anatolia (8000-323 B.C.E.)*, 313-336. Oxford : Oxford University Press.
- Mohen, J.-P., 1990 – Métallurgie préhistorique : introduction à la paléoméallurgie. Paris : Masson.
- Molloy, P., 1986 – *The History of Metal Mining and Metallurgy: an Annotated Bibliography*. New York : Garland Publishing.
- Moorey, P.R.S., 1999<sup>2</sup> – *Ancient Mesopotamian Materials and Industries: The Archaeological Evidence*. Winona Lake : Eisenbrauns (1<sup>ère</sup> éd. 1994).
- Mouton, A., 2012 – Les rôles du métallurgiste dans les cérémonies religieuses de l’Anatolie hittite. *Anatolica* XXVIII, 221-235.
- Muhly, J.D., 1993-1997 – Metalle. B. Archäologisch. *Reallexikon der Assyriologie* 8 : 119-136.
- Muhly, J.D., R. Maddin, T. Stech et E. Özgen, 1985 – Iron in Anatolia and the Nature of the Hittite Iron Industry. *Anatolian Studies* 35, 67-84.
- Müller-Karpe, A., 1994 – *Anatolisches Metallhandwerk, Offa-Bücher* 75. Neumünster : Wachholtz.
- Müller-Karpe, A., 2000 – Zur Metallverarbeitung bei den Hethitern. In : Ü. Yalçın, *Anatolian Metal I, Der Anschnitt : Beiheft* 13, 113-124. Bochum : Deutsches Bergbau-Museum.
- Nakai, I., Y. Abe, K. Tantrakarn, S. Omura et S. Erkut, 2008 – Preliminary Report on the Analysis of an Early Bronze Age Iron Dagger Excavated from Alacahöyük. *AAS/Kaman-Kalehöyük* 17 : 321-323.
- Nishiwaki, C., 1970 – Iron Ore Deposits of the Middle East, Asia and the Far East. In : *Survey of World Iron Ore Resources, Occurrence and Appraisal. Report of a Panel of Experts appointed by the Secretary-General*, 102-206. New York : United Nations, Department of Economic and Social Affairs.
- Neu, E., 1974 – *Der Anitta-Text, Studien zu den Boğazköy-Texten* 18. Wiesbaden : Harrassowitz.
- Omura, S., 2011 – Kaman-Kalehöyük Excavations in Central Anatolia. In : Sh.R. Steadman et Gr. McMahon (éds), *Oxford Handbook of Anatolian Studies (8000-323 BCE)*, 1095-1111. Oxford : Oxford University Press.
- Osten, H.H. von der, 1937 – *The Alishar Hüyük: Seasons of 1930-1932, Part II, Researches in Anatolia VIII*, Oriental Institute Publications 29. Chicago : The University of Chicago Press.
- Özgüç, N., 1976 – An Ivory Box and a Stone Mould from Acemhöyük. *Belleten* XL : 555-560.
- Özgüç, N., 1977 – 1976 Yılı Acemhöyük Kazıları. *Belleten* XLI : 623-624.

- Özgüç, T., 1959 – Kültepe-Kaniş. Assur Ticaret Kolonilerinin Merkezinde Yapılan Yeni Araştırmalar/New Researches at the Center of the Assyrian Trade Colonies, Türk Tarih Kurumu Yayınları V-19. Ankara: Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- Özgüç, T., 2003 – Kültepe Kaniş/Neša. The Earliest International Trade Center and the Oldest Capital City of the Hittites. Tokyo : The Middle Eastern Culture Center in Japan.
- Patrier, J., 2011 – Conservation et stockage des denrées alimentaires en Anatolie centrale au II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., sous la direction de D. Beyer (Strasbourg) et L. Milano (Venise), thèse inédite. Strasbourg et Venise.
- Photos, E., 1989 – The Question of Meteoritic versus Smelted Nickel-Rich Iron: Archaeological Evidence and Experimental Results. *World Archaeology* 20/3 : 403-421.
- Piaskowski, J., 1982 – A Study of the Origin of the Ancient High-Nickel Iron generally Regarded as Meteoric. In : Th.A. Wertime et S. Wertime (éds), *Early Pyrotechnology: The Evolution of Fire Using Industries*, 237-243. Washington : Smithsonian Institution Press.
- Piaskowski, J., 1994 – Ancient technology of Iron in the Near East. In : R.-B. Wartke (éd.), *Handwerk und Technologie im Alten Orient. Ein Beitrag zur Geschichte der Technik im Altertum: Internationale Tagung Berlin, 12.-15, 75-83. März 1991*. Mayence : Von Zabern.
- Pigott, V.C., 1982 – The Innovation of Iron: Cultural Dynamics in Technological Change, *Expedition* 25/1 : 20-25.
- Pigott, V.C., 1996 – Near Eastern Archaeometallurgy: Modern Research and Future Directions. In : J.S. Cooper et G.L.M. Schwartz (éds), *The Study of the Ancient Near East in the Twenty-First Century. The William Foxwell Albright Centennial Conference*, 139-176. Winona Lake : Eisenbrauns.
- Przeworski, St., 1939 – Die Metallindustrie Anatoliens in der Zeit von 1500-700 vor Chr.: Rohstoffe, Technik, Produktion, *Internationales Archiv für Ethnographie* 36, Supplement. Leyde : Brill.
- Quenet, Ph., 2008 – Les échanges du Nord de la Mésopotamie avec ses voisins proche-orientaux au III<sup>e</sup> millénaire (ca. 3100-2300 av. J.-C.), *Subartu* XXII. Turnhout : Brepols.
- Rapp, G.R., 2009<sup>2</sup> – *Archaeomineralogy*. Berlin et Heidelberg : Springer.
- Rehder, J.E., 1989 – Ancient Carburization of Iron to Steel, *Archaeomaterials* 3 : 27-37.
- Reiter, K., 1997 – Die Metalle in Alten Orient, *Alter Orient und Altes Testament* 249. Münster : Ugarit-Verlag.
- Richardson, F.D. et J.H.E. Jeffes, 1949 – The Thermodynamic Background of Iron and Steel Making Processes, *Journal of the Iron and Steel Institute* 163 : 397-420.
- Routhier, P., 1999 – *Voyage au monde du métal. Inventions et aventures*. Paris : Belin.
- Ryan, C.W., 1960 – *A Guide to the Known Minerals of Turkey*. Ankara.
- Saito, T. *et al.*, 1999 – A Scientific Study on Iron Relics Excavated from the Ruins of Kaman-Kalehöyük. *AAS/Kaman-Kalehöyük* 8 : 259-286 (en japonais).
- Siegelová, J., 1984 – Gewinnung und Verarbeitung von Eisen im Hethitischen Reich im 2. Jahrtausend v.u.Z. *Annals of the Náprstek Museum* 12 : 71-168.
- Siegelová, J., 1993-1997 – Metalle und Metallurgie. A. II. In den hethitischen Texten. *Reallexikon der Assyriologie* 8 : 112-119.
- Siegelová, J., 2001 – Treatment and Usage of Iron in the Hittite Empire in the 2<sup>nd</sup> Millennium B.C. *Mediterranean Archaeology* 14 : 189-193.
- Siegelová, J., 2005 – Metalle in hethitischen Texten. In : Ü. Yalçın (éd.), *Anatolian Metal III, Der Anschnitt : Beiheft 18*, 35-40. Bochum : Deutsches Bergbau-Museum.
- Siegelová, J., 2008 – Metals in Hittite Records. . In : Ü. Yalçın, H. Özbal et A.G. Paşamehmetoğlu (éds), *Ancient Mining in Turkey and the Eastern Mediterranean: International Conference AMITEM 2008, June 15-22, Ankara, Turkey, Atılım University. Turkey Historical Research Applications and Research Center Publications* 2, 43-56. Ankara : Atılım University.
- Smith, R.W., R. Maddin, J.D. Muhly et T. Stech, 1984 – Bronze Age Steel from Pella, Jordan. *Current Anthropology* 25/2 : 234-236.

- Svoboda, M., J.M. Messinger et D.P. Kronkright, 1994 – The Desalinisation of Iron Artifacts from the Archaeological Site of Kaman-Kalehöyük. *AAS/Kaman-Kalehöyük* 3 : 153-157.
- Tholander, E., 1971 – Evidence of the Use of Carburized Steel and Quench-Hardening in Late Bronze Age Cyprus. *Opuscula Atheniensia* 10 : 15-22.
- Tylecote, R.M., 1970 – Early Metallurgy in the Near East. *Metal and Materials* 4 : 285-293.
- Tylecote, R.M., 1981 – Iron Sands from the Black Sea. *Anatolian Studies* 31 : 137-139.
- Tylecote, R.M., 1992<sup>2</sup> – A History of Metallurgy. Londres : Institute of Materials (1<sup>ère</sup> éd. 1976).
- Valério, M. et I. Yakubovich, 2010 – Semitic Word for Iron as Anatolian Loanword. In : T.M. Nikolaev (éd.), Исследования по Лингвистике и Семиотике: Сборник статей к юбилею Вяч. Вс. Иванова (Studies in Linguistics and Semiotics: A Collection of Articles for the Anniversary for Vyacheslav V. Ivanov), 108-116. Moscou : Languages of Slavonic Culture.
- Valloggia, M., 2001 – La maîtrise du fer en Egypte : entre traditions indigènes et importations. *Mediterranean Archaeology* 14 : 195-204.
- Wagner, D.B., 1990 – Ancient Carburization of Iron to Steel: A Comment. *Archaeomaterials* 4/1 : 111-117.
- Wainwright, G.A., 1932 – Iron in Egypt. *Journal of Egyptian Archaeology* 18/1-2 : 3-15.
- Wainwright, G.A., 1935 – Some Celestial Associations of Min. *Journal of Egyptian Archaeology* 21/2 : 152-170.
- Wainwright, G.A., 1936 – The Coming of Iron. *Antiquity* 10 : 5-24.
- Waldbaum, J.C., 1978 – From Bronze to Iron. The Transition from the Bronze Age to the Iron Age in the Eastern Mediterranean. Göteborg : Paul Aströms Förlag.
- Waldbaum, J.C., 1980 – The First Archaeological Appearance of Iron and the Transition to the Iron Age. In : Wertime et Muhly 1980 : 69-98.
- Wertime, Th.A., et J.D. Mulhy, 1980 – The Coming of the Age of Iron. New Haven et Londres : Yale University Press.
- Williams, A., et K.R. Maxwell-Hyslop, 1976 – Ancient Steel from Egypt. *Journal of Archaeological Science* 3 : 283-305.
- Yalçın, U., 1997 – Anfänge der Eisenmetallurgie in Anatolien. *Anadolu Medeniyetleri Müzesi 1996 Yılığ* : 127-140.
- Yalçın, U., 1998 – Frühe Eisenverwendung in Anatolien. *Istanbul Mitteilungen* 48 : 79-95.
- Yalçın, U., 1999 – Early Iron Metallurgy in Anatolia. *Anatolian Studies* 49 : 177-187.
- Yalçın, U., 2008 – Ancient Metallurgy in Anatolia. In : Ü. Yalçın, H. Özbal et A.G. Paşamehmetoğlu (éds), Ancient Mining in Turkey and the Eastern Mediterranean: International Conference AMITEM 2008, June 15-22, Ankara, Turkey, Atılım University. Turkey Historical Research Applications and Research Center Publications 2, 15-40. Ankara : Atılım University.
- Yener, A., 2000 – The Domestication of Metals: The Rise of Complex Metal Industries in Anatolia. Culture and History of the Ancient Near East 4. Boston, Cologne et Leyde : Brill.
- Ziffer, I., 2005 – From Achemhöyük to Megiddo, the Banquet Scene in the Art of the Levant in the Second Millennium BCE. *Tel Aviv* 32/2 : 133-167.

## Webographie

- Sites internet relatant une découverte d'objets en fer à Kaman-Kalehöyük (dernière consultation le 24/03/12) :  
<http://www.hindu.com/thehindu/holnus/001200903261611.htm>  
<http://www.archaeology.ws/2009-3-31.htm>
- Site internet officiel des fouilles de Kaman-Kalehöyük (dernière consultation le 16/04/12) :  
<http://www.jiaa-kaman.org/en/index.html>

