# Des « *currency* » chez les *Parisii*

## Un nouveau type de demi-produit en fer à extrémité roulée en Île-de-France

Sylvain BAUVAIS

IRAMAT-LAPA UMR7065 CNRS et NIMBE UMR3685 CEA/CNRS

**DOI :** https ://doi.org/10.17184/eac.9855

**Résumé :** Trois dépôts de demi-produits à extrémité roulée ont été fouillés en Ile-de-France et ont livrés six barres. Leur ressemblance morphologique et leur localisation exclusive dans des fermes aristocratiques de La Tène finale suggèrent une mise en forme voire une production locale. Une enquête archéométrique mise en œuvre sur 4 des barres a permis de comparer leurs compositions, leurs techniques de fabrication et leurs signatures chimiques inclusionnaires. Il apparaît que leurs mises en forme sont étonnamment proches avec la présence de multiples soudures transversales. Cependant, l'analyse chimique des inclusions suggère qu'elles ont été produites avec des métaux d'origines différentes. Enfin, la confrontation de leurs signatures à celles des espaces de production connus en Ile-de-France a permis d'écarter l'hypothèse d'un métal de production locale. Il semblerait ainsi que ces demi-produits d'Ile-de-France soient mis en forme localement à partir de métaux d'origines plus lointaines.

**Abstract:** Three deposits of semi-products with rolled extremities were excavated in the Île-de-France region, yielding six bars. Their morphological similarity and their exclusive presence in aristocratic farms from the Late La Tène period suggest local shaping or even production. An archaeometric investigation conducted on four of the bars allowed for comparisons of their compositions, manufacturing techniques, and slag-inclusion chemical signatures. It appears that their shaping processes are strikingly similar, featuring multiple transverse welds. However, the chemical analysis of the inclusions suggests that they were produced using metals from different origins. Finally, comparing their signatures with those of known production sites in Île-de-France ruled out the hypothesis of locally produced metal. It thus seems that these semi-products from Île-de-France were shaped locally using metals from more distant origins.

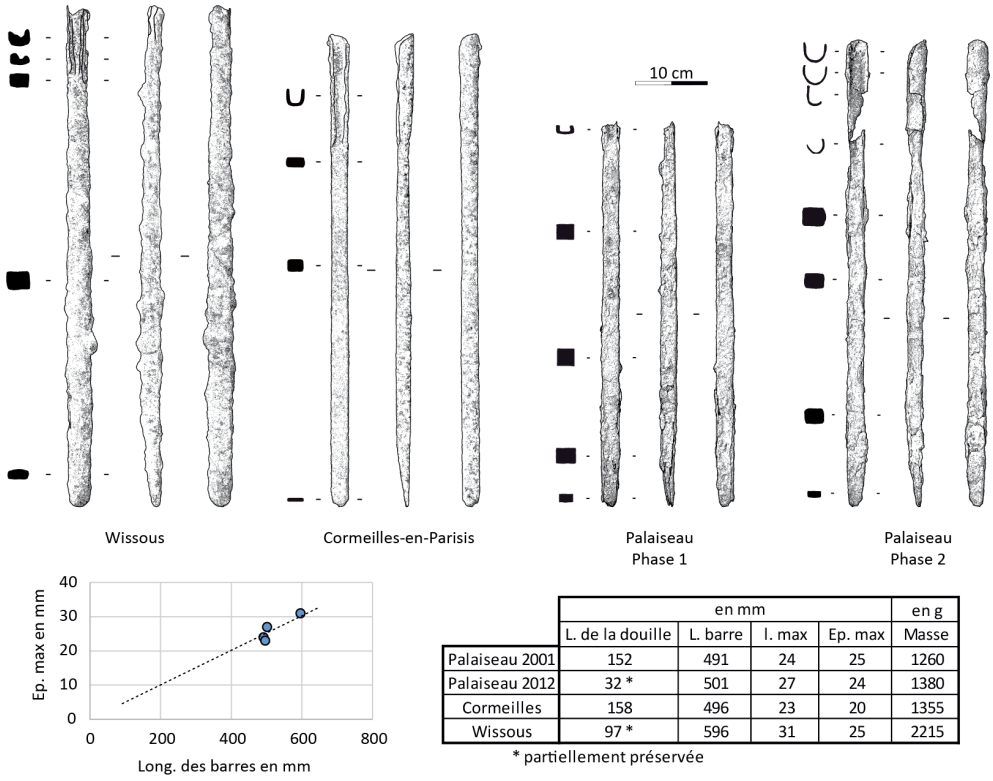
## 1 Introduction

Les barres de fer à extrémité roulée, également appelées *currency-bars*, ont longtemps été au centre de débats scientifiques concernant leur fonction et leur place dans les réseaux économiques et techniques de l'âge du Fer. En Grande-Bretagne, ces objets ont été précocement associés aux *talea ferrae* mentionnées par César (Smith 1905 ; 1933 ; Allen 1967), tandis que d'autres privilégiaient l'idée qu'il s'agissait de produits intermédiaires destinés à être transformés en forge (Hulme 1933 ; Tylecote 1962 ; 1987). En Allemagne, ces barres, appelées *Schwertbarren* (barres-épées), ont été considérées comme des préformes d'épées, en raison de leur morphologie. Ces approches, bien que riches, sont restées largement focalisées sur les aspects morphologiques et typologiques des *currency-bars*. Ce n'est qu'à partir des années 1990, avec les travaux de Peter Crew, que des expérimentations et des études techniques ont permis une compréhension plus fine des conditions de fabrication de ces objets (Crew 1991 ; Crew *et al.* 1991 ; Crew, Crew 1994). Cependant, les analyses archéométriques, cruciales pour déterminer leur composition et leur origine, étaient absentes jusqu'à des recherches plus récentes, notamment celles menées en France par Marion Berranger et l'IRAMAT (Bauvais 2007 ; Fluzin *et al.* 2012 ; Berranger 2014). Ces travaux ont ouvert la voie à une meilleure intégration des *currency-bars* comme stock de matière première dans une chaîne opératoire et des réseaux de production élargis (Berranger *et al.* 2019).

Dans ce contexte, trois dépôts découverts en Île-de-France dans les années 2000 et 2010 ont livré six *currency-bars* à extrémité roulée appartenant au type CBL5 défini par Marion Berranger (Berranger 2014), remarquables par leur morphologie particulière et extrêmement homogène. Ces barres se distinguent notamment des demi-produits des dépôts de Montans et de Rabastens (Martin, Ruffat 1998) par des caractéristiques spécifiques et communes à l'ensemble de ces trois dépôts, telles qu'une douille ouverte et profonde en forme de U, une section rectangulaire à la transition douille/barre et une section carrée au centre de la barre. L'extrémité distale s'amincit tout en gardant le dos droit et son extrémité s'arrondit pour former une sorte de lame au fil semi-circulaire (Figure 1).

Partant de ce constat de forte ressemblance morphologique, cet article est construit comme une enquête, visant à retracer l'origine du métal ayant servi à la fabrication de ces barres et à identifier les artisans qui les ont façonnées. Par une combinaison d'études morphologiques et d'analyses archéométriques, il s'efforce de révéler les chaînes opératoires et les réseaux impliqués dans leur production.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984




| | en mm | | | | en g |
|---|---|---|---|---|---|
| | L. de la douille | L. barre | l. max | Ep. max | Masse |
| Palaiseau 2001 | 152 | 491 | 24 | 25 | 1260 |
| Palaiseau 2012 | 32 * | 501 | 27 | 24 | 1380 |
| Cormeilles | 158 | 496 | 23 | 20 | 1355 |
| Wissous | 97 * | 596 | 31 | 25 | 2215 |

* partiellement préservée

Fig. 1 : Présentation métro-morphologique des 4 barres analysées et issues des 3 dépôts de demi-produit fouillés sur le territoire des *Parisii* (dessins S. Bauvais).

## 2 Les demi-produits et leurs contextes (Figure 2)

Les trois dépôts de demi-produits à extrémité roulée ont été découverts à l'ouest de l'Île-de-France, dans un périmètre relativement restreint. Les sites de Wissous « Les Soixante Arpents - L'entrée des Champs Bussins » (Quenez 2016) et Palaiseau « Les Trois Mares » (Giorgi 2016), séparés par une distance d'environ 8 kilomètres, montrent une proximité immédiate. Cormeilles-en-Parisis « ZAC les Bois Rochefort » (Pimpaud *et al.* 2013), situé à 30 kilomètres au nord, reste néanmoins intégré dans ce même réseau régional (Figure 2). Les trois sites s'inscrivent également dans une même période chronologique couvrant les deux derniers siècles avant notre ère. Wissous et Palaiseau sont strictement contemporains, avec une occupation s'étendant de La Tène C2 à La Tène D (190-25 av. J.-C.), tandis que Cormeilles-en-Parisis présente une occupation plus courte, concentrée entre La Tène D1a et D2b (150-50 av. J.-C.). Cette synchronie relative et cette proximité géographique témoignent d'un contexte culturel et économique partagé au sein du peuple *Parisii*.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

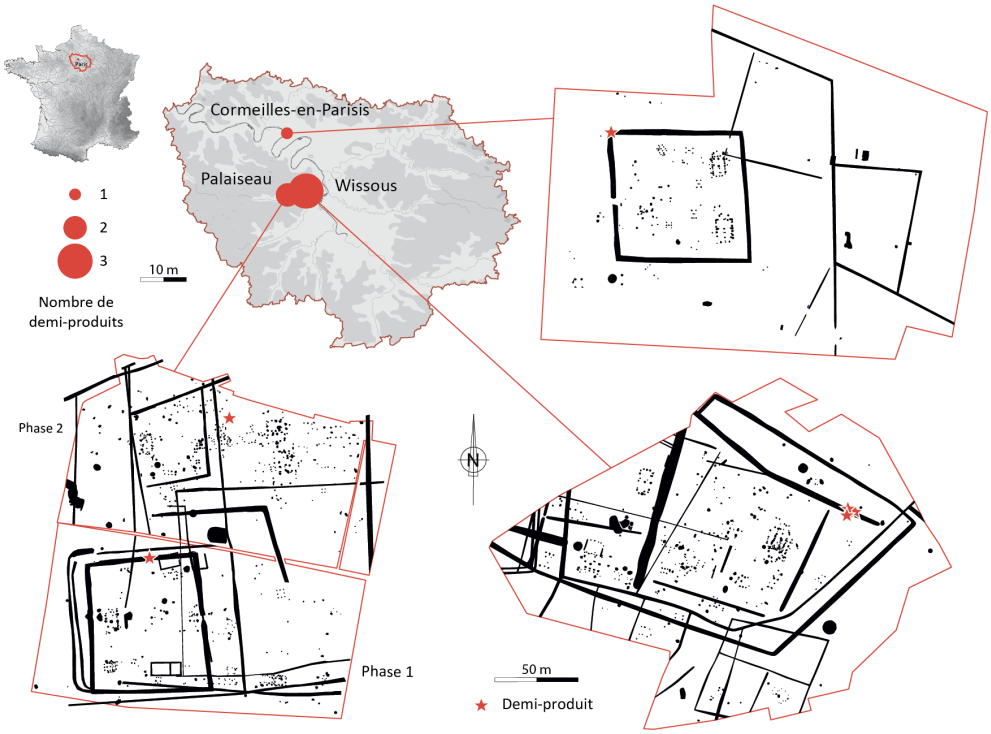



Fig. 2 : Localisation des sites en Île-de-France et présentation de la localisation des dépôts au sein des 3 sites archéologiques.

Les trois sites présentent aussi des traces d'activité métallurgique importantes, reflétant une activité à demeure pratiquée par un ou des artisans spécialisés. À Wissous, les quelque 11,5 kg de scories de forgeage et les déchets métalliques retrouvés dans les fossés indiquent une production locale relativement intense (Bauvais, Lorquet dans Quenez 2016). Palaiseau, quant à lui, se distingue par ses 16,6 kg de scories réparties sur plusieurs zones, accompagnés de foyers de forge élaborés, suggérant une organisation bien structurée de la métallurgie sur le site (Bauvais, Lorquet dans Giorgi 2016). Cormeilles-en-Parisis, malgré l'absence d'ateliers identifiés, a livré 9,4 kg de scories (Sarreste dans Pimpaud *et al.* 2013), principalement dans le fossé d'enclos et quelques structures en creux.

Les *currency-bars* et les autres objets métalliques retrouvés sur les trois sites semblent avoir été déposés dans des contextes marquant des gestes volontaires, souvent associés à la fermeture ou à l'abandon du site. À Wissous, trois *currency-bars* ont été découverts dans les niveaux terminaux de comblement d'un fossé, suggérant un acte rituel de clôture de sa fonction. Palaiseau a révélé un dépôt dans une fosse contenant plusieurs objets métalliques, dont un *currency-bar*, un soc d'araire et une herminette, témoignant également d'une intention symbolique. À Cormeilles-en-Parisis, un demi-produit entier, accompagné de fragments métalliques variés, a été retrouvé dans les dernières phases de comblement d'un fossé, consolidant l'hypothèse d'un acte délibéré.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

Ces pratiques de dépôt semblent souligner l'importance symbolique attribuée à ces objets dans les trois sites, au-delà de leur simple utilité pratique.

Enfin, les trois sites partagent des caractéristiques indiquant l'appartenance de leurs occupants à une élite locale ou régionale (Figure 2). À Wissous, la diversité des objets métalliques, combinée à des indices de pratiques commensales (banquet) et à un plan tripartite atypique, reflète un statut privilégié. Palaiseau montre des échanges à longue distance, notamment à travers des amphores méditerranéennes provenant d'Italie, de la Méditerranée orientale et de la Bétique, tandis que les vestiges fauniques témoignent d'une alimentation variée, caractéristique des élites. Cormeilles-en-Parisis se distingue par la richesse de son mobilier, incluant des amphores italiennes, des fibules, des monnaies, dont un quart de statère en or, ainsi qu'un enclos monumental. Ces éléments convergent pour confirmer que ces sites étaient occupés par des groupes bénéficiant d'un statut social élevé, impliqués dans des réseaux économiques et culturels étendus.

Ainsi, à cette étape de l'analyse, en plus de la forte ressemblance morphologique des demi-produits qu'ils renferment, les trois dépôts semblent intervenir dans un contexte socio-économique, culturel et chronologique identique dans un espace marqué par le peuple des *Parisii*.

## 3 Les analyses archéométriques

Parmi les six barres issues des trois dépôts étudiés, quatre ont été analysées suivant le protocole complet développé à l'IRAMAT (Dillmann *et al.* 2017 ; Leroy *et al.* 2017 ; Bauvais *et al.* 2018a ; 2018b ; Berranger *et al.* 2019). Les analyses ont porté sur la barre de Cormeilles-en-Parisis, une des trois barres de Wissous, ainsi que les deux barres de Palaiseau correspondant aux phases 1 et 2.

### 3.1 Les techniques de mise en forme (Figure 3)

Pour examiner la mise en forme des barres, celles-ci ont été découpées dans toute leur longueur à l'aide d'un jet d'eau à très haute pression combiné à un abrasif, permettant une vue d'ensemble de leur structure. Une première attaque chimique au réactif nital (3 % d'acide nitrique dilué dans l'alcool) a permis de révéler les zones caractéristiques de composition fer/carbone et les soudures éventuelles (Figure 3a) (Pagès 2010). Sur chacune des barres, une ou plusieurs soudures en biseau ont été mises en évidence. Ensuite, des sections de 6 à 8 cm ont été prélevées sur chaque barre, enrobées dans de la résine, puis préparées pour une analyse métallographique (Figure 3b). Après un polissage fin (granulométrie de 1 micron), des observations au microscope métallographique ont été réalisées avant et après des attaques aux réactifs nital et Oberhoffer, avec une documentation systématique des structures les plus représentatives (Figure 3c).

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

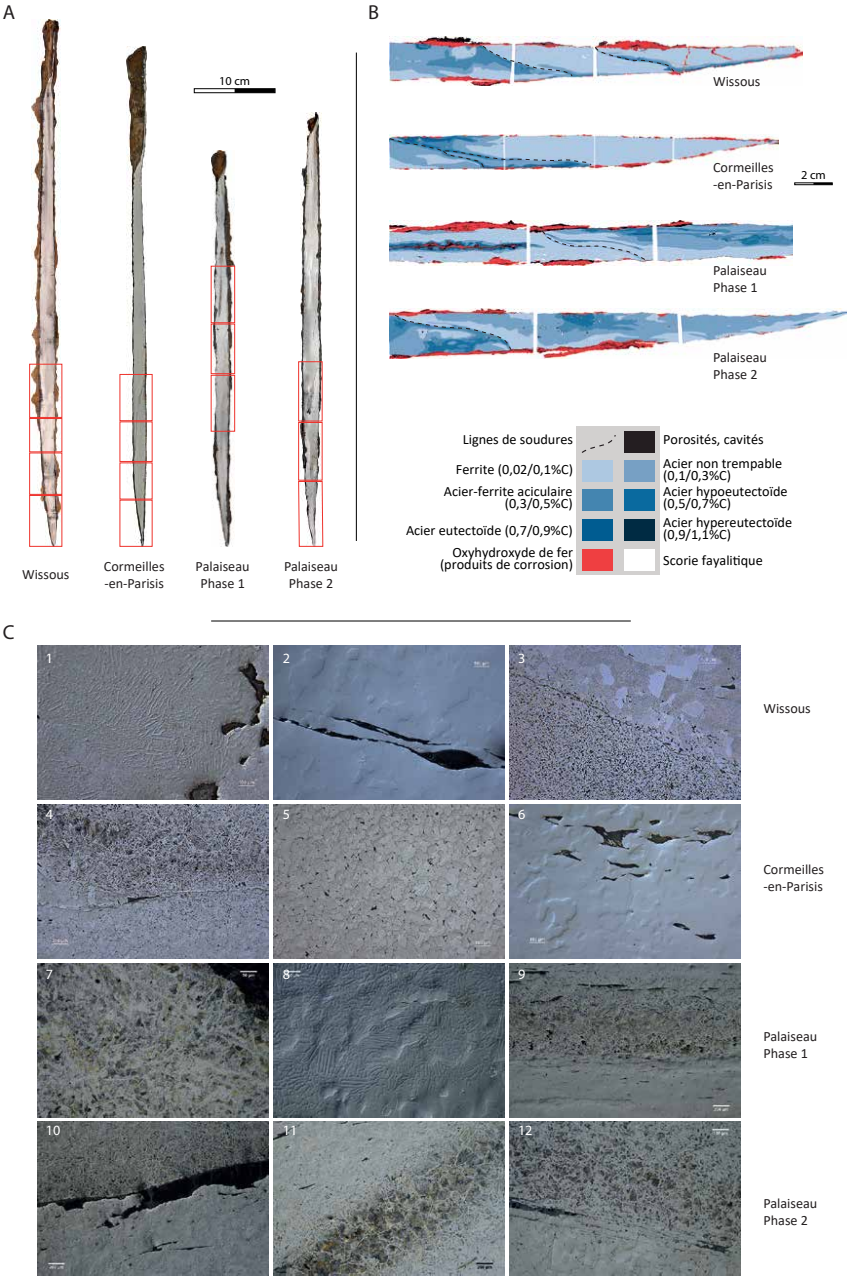



Fig. 3 : Présentation des études métallographiques.
A : Présentation des coupes et localisation des prélèvements
B : Analyse d'image des études des surfaces analysées avec répartition des alliages fer/carbone. En pointillés : localisation des lignes de soudure.
C : Clichés métallographiques caractéristiques des 4 barres.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

La barre de Wissous est composée de 50 % de ferrite, tandis que le reste est constitué d'un acier modérément carburé avec une teneur en carbone comprise entre 0,1 et 0,5 %. Les zones plus riches en carbone se trouvent principalement en périphérie, le long des lignes de soudure et au cœur de la première section (Figure 3b et 3c clichés 2 et 3). Certaines zones présentent également des structures phosphoreuses, suggérant que le minerai utilisé pour produire le métal contenait une proportion notable de phosphore (Figure 3c cliché 1). Le métal présente une propreté remarquable, avec un peu plus de 1% de la surface occupée par des inclusions de scorie. Sa mise en forme révèle des replis successifs d'homogénéisation, visibles à travers des lignes d'inclusions et des couches alternées d'acier plus ou moins carburé, étirées dans le sens des surfaces de l'objet. Par ailleurs, deux soudures parallèles traversent la coupe en biseau (Figure 3c cliché 3).

La barre de Cormeilles-en-Parisis est principalement ferritique, représentant 60 % de la surface analysée (Figure 3b et 3c clichés 5 et 6). L'acier est concentré en périphérie et le long des lignes de soudure (Figure 3b). Le métal se distingue par une excellente propreté inclusionnaire, avec moins de 0,25 % de la surface occupée par des inclusions. En termes de mise en forme, la barre montre un léger repli d'homogénéisation et une ligne de soudure oblique traversant la coupe de la face supérieure à la face inférieure (Figure 3c cliché 4).

La barre découverte lors de la fouille de la phase 1 de Palaiseau présente une majorité de ferrite (45 % de la surface analysée), mais inclut également des zones d'acier hypereutectoïde (Figure 3b et 3c clichés 7, 8 et 9). Des structures fantômes de phosphore sont visibles dans certaines zones ferritiques, suggérant l'utilisation d'un minerai riche en phosphore pour sa fabrication (Figure 3c cliché 8). Toutefois, cette barre se caractérise par une propreté inclusionnaire médiocre, avec 4,3 % de la surface occupée par des inclusions, en grande partie concentrées le long d'une soudure mal réalisée au centre de l'objet. Sa mise en forme révèle plusieurs replis d'homogénéisation, bien qu'un repli final ait échoué, laissant une soudure transversale non jointive. Une ligne de soudure en forme de vague divise également l'objet en deux parties distinctes (Figure 3c cliché 9).

La barre issue de la phase 2 de Palaiseau est constituée majoritairement d'acier doux, avec une teneur en carbone de 0,1 à 0,3 %, et inclut des zones ferritiques ou légèrement plus carburées atteignant jusqu'à 0,5 % (Figure 3b et 3c clichés 10, 11 et 12). Le carbone est réparti en bandes étirées, souvent le long des soudures (Figure 3b). Cette barre présente une bonne propreté inclusionnaire, avec moins de 2 % de la surface occupée par des inclusions de scorie. Concernant sa mise en forme, le métal a subi un léger pétrissage d'homogénéisation, et une ligne de soudure en biais divise la barre en deux parties (Figure 3c clichés 10, 11 et 12).

Les analyses révèlent des caractéristiques communes et des variations subtiles dans la qualité des métaux et dans les techniques de mise en forme. Les quatre barres étudiées témoignent d'un travail globalement similaire, caractérisé par des replis successifs d'homogénéisation et, surtout, par la présence systématique de soudures en biseau. Ces dernières, bien qu'apparentes sur toutes les barres, ne semblent pas remplir une

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

fonction utilitaire spécifique mais pourraient refléter un geste technique récurrent, propre à un savoir-faire partagé.

Les barres de Wissous et de Cormeilles-en-Parisis se distinguent par leur homogénéité et leur excellente propreté inclusionnaire, témoignant d'un haut niveau de maîtrise technique. À l'inverse, la barre de Palaiseau phase 1 présente des défauts marqués, notamment une soudure centrale mal réalisée et une forte proportion d'inclusions, reflétant une qualité de fabrication inférieure. La barre de Palaiseau phase 2, bien que légèrement moins homogène que celles de Wissous et de Cormeilles-en-Parisis, affiche néanmoins une structure travaillée de manière cohérente, avec un bon contrôle de la répartition du carbone.

La présence de structures phosphoreuses, observée sur les barres de Wissous et de Palaiseau phase 1, reflète probablement l'utilisation d'un minerai particulier potentiellement commun. Ces éléments, combinés à la systématisation des techniques de mise en forme et des soudures obliques, suggèrent que ces objets, bien qu'issus de contextes différents, sont le produit d'un savoir-faire technique partagé ou d'une chaîne opératoire standardisée.

A ce stade de l'étude, il apparait que les 4 barres ont une très forte affinité morphométrique, elles sont issues de contextes archéologiques très proches et elles comportent de très fortes similitudes dans leur mode de fabrication avec l'emploi de soudures en biseau systématiques. Toutefois, la présence de phosphore dans les barres de Wissous et de Cormeilles-en-Parisis semble les différencier des deux autres. Une analyse chimique des inclusions de scorie contenues dans le métal des 4 barres est à présent nécessaire afin de les comparer entre elles mais aussi afin de les comparer avec les espaces de production Franciliens et vérifier l'hypothèse d'un métal d'origine locale.

### 3.2 Les études de provenance (Figure 4)

Les analyses chimiques des inclusions de scories présentes dans le métal des quatre demi-produits visent à déterminer leur provenance. Cette démarche repose sur la comparaison des signatures chimiques des barres avec celles des espaces de production, afin d'évaluer si elles peuvent provenir de l'une de ces matières premières. Dans ce cadre, nous confrontons les données des barres aux six espaces de production de fer brut étudiés jusqu'à présent dans l'espace franciliens.

Sans revenir en détail sur les méthodes d'analyse et la méthodologie d'étude, nous renvoyons le lecteur aux publications spécialisées qui décrivent précisément les protocoles employés (notamment Dillmann *et al.* 2017). En résumé, une première étape consiste à analyser plusieurs centaines, voire milliers, d'inclusions par EDS (analyse des éléments majeurs) afin de discriminer les inclusions liées à la réduction primaire de celles introduites ultérieurement lors du forgeage (Disser *et al.* 2020) (Figure 4a). Après cette discrimination, une dizaine d'inclusions de réduction par barre sont analysées par LA-ICP-MS. Dans cette étude, nous avons retenu 11 éléments traces (Y, La, Ce, Sm, Eu, Gd, Tb, Pr, Nd, Th, U), sélectionnés pour leur concentration suffisante dans les échantillons et leur caractère lithophile confirmé (Desaulty *et al.* 2009 ; Leroy *et al.* 2012 ; Disser 2014 ; Disser *et al.* 2017).

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

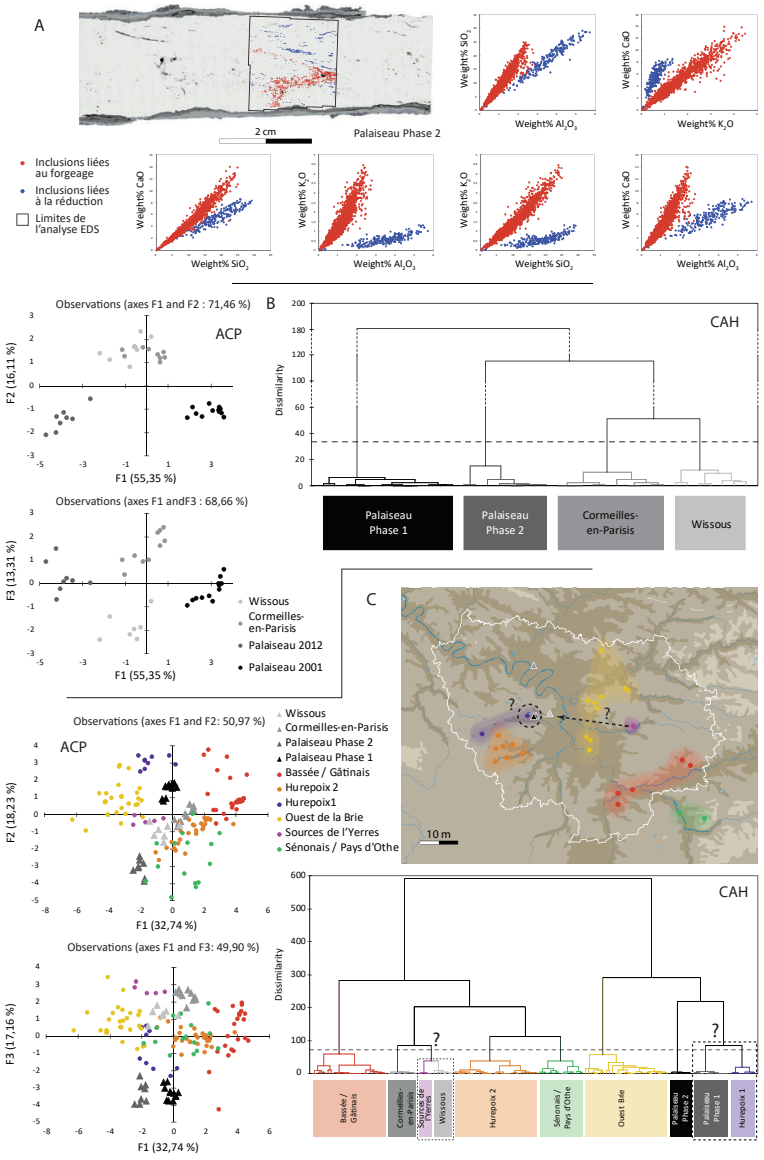



Fig. 4 : Présentation des études de provenance :
A : Exemple d'analyse chimique des inclusions de scorie par EDS sur une section de la barre de Palaiseau Phase 1. Inclusions rouges : ajouts localisés le long d'une ligne de soudure. Inclusions bleues : scorie de réduction qui se réparti sur l'ensemble de la coupe.
B : Analyses statistiques multivariées réalisées sur les résultats d'analyse par LA-ICP-MS sur les 4 barres. A gauche : projections graphiques illustrant les 3 principaux facteurs discriminants de l'ACP. À Droite : CAH basée sur les coordonnées de l'ACP.
C : Comparaison des signatures chimiques des barres aux principaux espaces de production d'Île-de-France. En Haut à droite : localisation des sites et des espaces de production. À gauche : projections graphiques illustrant les 3 principaux facteurs discriminants de l'ACP. À Droite : CAH basée sur les coordonnées de l'ACP.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

La combinaison de ces éléments constitue la signature chimique de chaque barre. Une fois ces données normalisées logarithmiquement (Leroy *et al.* 2012), elles sont comparées entre elles et aux espaces de production via des analyses statistiques. Les comparaisons entre barres s'appuient sur une analyse en composantes principales (ACP – méthode de Ward) et une classification ascendante hiérarchique (CAH – dissimilarité dérivée des coordonnées de l'ACP) (Figure 4b). Ces analyses montrent que les quatre barres se distinguent clairement les unes des autres, bien que celles de Wissous et de Cormeilles-en-Parisis présentent des affinités plus marquées.

Pour comparer les barres aux espaces de production d'Île-de-France, il est nécessaire de définir préalablement les caractéristiques chimiques de ces espaces. Les espaces de production sont caractérisés par des analyses chimiques de scories de réduction par ICP-MS et prenant en compte les mêmes éléments chimiques que pour les barres de métal. Les six zones de production identifiées se composent ainsi :

Tab. 1 : Présentation du corpus de référence de scories de réduction utilisé pour la définition des espaces de production primaire de fer en Île-de-France.

| Espace de production | Nombre de sites | Nombre de scories analysées | Périodes représentées |
|---|---|---|---|
| Hurepoix 1 | 2 | 10 | LT anc. / GR |
| Hurepoix 2 | 9 | 40 | GR / HMA |
| Ouest-Brie | 10 | 48 | GR / HMA |
| Sénonais-Pays d'Othe | 3 | 20 | LT |
| Sources de l'Yerres | 1 | 5 | Ind. |
| Bassée-Gâtinais | 5 | 33 | LT / HMA |

Ces six espaces se distinguent parfaitement entre eux et peuvent être utilisés comme points de comparaison pour les quatre barres étudiées (Figure 4c).

Une première analyse révèle qu'aucune des quatre barres ne présente une correspondance directe avec l'un des six espaces de production d'Île-de-France (Figure 4c). Cependant, la barre de la phase 1 de Palaiseau est tangentielle à l'espace Hurepoix 1, ce qui est notable puisque cet espace englobe géographiquement le site de Palaiseau. Cette proximité est renforcée par la barre de la phase 2, également proche de Hurepoix 1, bien que cette appartenance ne puisse être confirmée avec certitude.

La barre de Wissous montre une certaine proximité avec l'espace des Sources de l'Yerres, mais cette correspondance reste insuffisante pour établir une origine probable du métal.

## 4 Conclusion

L'étude des barres de fer à extrémité roulée découvertes en Île-de-France met en lumière des réseaux de production et de transformation du métal qui s'étendent bien au-delà des frontières régionales. Les analyses chimiques des inclusions de scories montrent en effet que le métal utilisé pour fabriquer ces barres ne provient probablement pas des espaces de production franciliens connus, mais au moins en partie d'ateliers situés à des distances plus importantes. Cela suggère des circuits d'approvisionnement complexes et témoigne d'une organisation économique interrégionale, où des matières premières circulaient sur de longues distances avant d'être transformées.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

Malgré ces origines variées, les barres présentent des caractéristiques morphologiques identiques et des caractéristiques techniques homogènes, notamment l'utilisation systématique de soudures en biseau et de replis successifs d'homogénéisation. Ces éléments traduisent un savoir-faire commun et maîtrisé, appliqué dans des ateliers spécialisés. La présence de ces barres dans trois dépôts géographiquement proches, situés au cœur de la cité des *Parisii*, laisse penser que leur transformation finale s'est opérée localement, dans un atelier bien intégré aux structures artisanales et économiques de cette région.

L'analyse de ces barres met en évidence des chaînes opératoires complexes et des échanges à longue distance révélateurs d'un monde gaulois interconnecté. Comme cela avait déjà pu être démontré en Alsace ou en Franche-Comté au début du second âge du Fer, cette étude illustre la capacité des artisans de l'âge du Fer à intégrer des ressources distantes dans des réseaux de production locaux, tout en maintenant des standards techniques et morphologiques précis (Berranger *et al.* 2017 ; 2019 ; Bauvais *et al.* 2018a). Ces travaux ouvrent également de nouvelles perspectives pour mieux comprendre les flux de matières premières dans une large moitié nord de la Gaule.

Les annexes de cet article sont publiées dans nakala à ce lien :
https://doi.org/10.34847/NKL.D23A50QN

## Bibliographie


Allen J.-R.-L, 1967. Iron Currency Bars in Britain, *Proceedings of the prehistoric society*, XXXIII : 307-335.

Bauvais S., 2007. *Evolution de l'organisation des activités de post-réduction dans le Nord du Bassin Parisien au 2nd Age du fer : études multidisciplinaires de la chaîne opératoire en métallurgie du fer*, Thèse de doctorat, Belfort, France, Université de Technologie de Belfort Montbéliard / Université de Besançon.

Bauvais S., Berranger M., Boukezzoula M., Leroy S., Disser A., Vega E., Aubert M., Dillmann P., Fluzin P., 2018a. 'Guard the Good Deposit' : Technology, Provenance and Dating of Bipyramidal Iron Semi-Products of the Durrenentzen Deposit (Haut-Rhin, France), *Archaeometry*, 60-2 : 290-307. [http://dx.doi.org/10.1111/arcm.12306

Bauvais S., Disser A., Dillmann P., 2018b. La métallurgie du fer à l'âge du fer dans le bassin versant du Crould : organisation des productions et études de provenance, dans : Touquet Laporte-Cassagne C. (dir.), *Les sites ruraux du second âge du fer dans le bassin versant du Crould en Val-d'Oise et ses marges*, Paris, Revue Archéologique d'Ile-de-France : 453-506 (Supplément à la Revue Archéologique d'Ile-de-France, 5).

Berranger M., 2014. *Le fer, entre matière première et moyen d'échange, en France du VIIe au Ier s. av. J.-C. Approches interdisciplinaires.* Dijon, Editions Universitaires de Dijon (Art, Archéologie et Patrimoine).

Berranger M., Dillmann P., Fluzin P., Vega E., Leroy S., Aubert M., Delqué-Količ E., 2017. Analyse technologique, étude de provenance et datation par le radiocarbone du dépôt de demi-produits ferreux de Durrenentzen (Haut-Rhin, France) : une vision renouvelée de l'économie du fer au premier âge du Fer, *Archéosciences, revue d'archéométrie*, 41-1 : 45-67.

Berranger M., Dillmann P., Fluzin P., Vega E., Leroy S., Aubert M., Delqué-Količ E., 2019. Du produit d'échange à l'objet symbole : de nouvelles données sur les demi-produits de type currency-bar du Val de Saône et l'Arc jurassien, *Gallia - Archéologie des Gaules*, 76-2 : 165-189.

Crew P., 1991. The experimental production of prehistoric bar iron, *Journal of the Historical Metallurgy Society*, 25-12 : 21-36.

Crew P., Crew S., 1994. *The expérimental production of bar iron*, Paris, Les Belles Lettres : 175-176.


Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984

Crew P., Salter M., Salter C., 1991. *Currency bars with welded tips*, Sor-Trondelag Norway, Budalseminaret : 11-29.

Desaulty A.-M., Dillmann P., L'Héritier M., Mariet C., Gratuze B., Joron J.-L., Fluzin P., 2009. Does it come from the Pays de Bray ? Examination of an origin hypothesis for the ferrous reinforcements used in French medieval churches using major and trace element analyses, *Journal of Archaeological Science*, 36-10 : 2445-2462.

Dillmann P., Schwab R., Bauvais S., Brauns M., Disser A., Leroy S., Gassmann G., Fluzin P., 2017. Circulation of iron products in the North-Alpine area during the end of the first Iron Age (6th-5th c. BC) : A combination of chemical and isotopic approaches, *Journal of Archaeological Science*, 87 : 108-124. [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305440317301486

Disser A., 2014. *Production et circulation du fer en Lorraine (VIe s. av. J.-C. - XVe s. ap. J.-C.)*, Thèse de doctorat, Belfort, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard.

Disser A., Bauvais S., Dillmann P., 2020. Transformations of the chemical signature of slag inclusions throughout experimental refining and first shaping of bloomery iron : New methodological developments, *Journal of Archaeological Science : Reports*, 34 : 102653. [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352409X2030444

Disser A., Dillmann P., Leroy M., L'Héritier M., Bauvais S., Fluzin P., 2017. Iron Supply for the Building of Metz Cathedral : New Methodological Development for Provenance Studies and Historical Considerations, *Archaeometry*, 59-3 : 493-510.

Fluzin P., Berranger M., Bauvais S., Pagès G., Dillmann P., 2012. An archaeological and archaeometrical approach of ferrous semi-product : typology, quality and circulation, dans : Constanza C (dir.), *Acta Mineraria et Metallurgia, Studi in onore di Marco Tizzoni*, Bergame, Notizie Archeologiche Bergomensi, vol. 20 : 195-204.

Giorgi C., 2016. *Palaiseau Lieu dit « Les Trois Mares », Avenue de la Vauve. Rapport de fouille*, Paris, Pantin, SRA Ile-de-France, Inrap Direction Interrégionale Centre-Ile-de-France.

Hulme W., 1933. Currency Bars and Water-clocks : The Verdicts of Archaeology Reviewed, *Antiquity*, 4 : 61-72.

Leroy S., Cohen S. X., Verna C., Gratuze B., Téreygeol F., Fluzin P., Bertrand L., Dillmann P., 2012. The medieval iron market in Ariège (France). Multidisciplinary analytical approach and multivariate analyses, *Journal of Archaeological Science*, 39-4 : 1080-1093. [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305440311004468

Leroy S., Hendrickson M., Bauvais S., Vega E., Blanchet T., Disser A., Delque-Kolic E., 2017. The ties that bind : archaeometallurgical typology of architectural crampons as a method for reconstructing the iron economy of Angkor, Cambodia (tenth to thirteenth c.), *Archaeological and Anthropological Sciences*, [https://doi.org/10.1007/s12520-017-0524-3

Martin Th., Ruffat H., 1998. Un dépôt de lingots de fer du début de La Tène III à Montans (Tarn), dans : Feugère M. et Serneels V (dir.), *Recherche sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Montagnac, Monique Mergoil : 110-115.

Pagès G., 2010. *Artisanat et économie du fer en France méditerranéenne de l'Antiquité au début du Moyen Âge : une approche interdisciplinaire*, Montagnac, Monique Mergoil.

Pimpaud N., Brunet V., Laurey A., 2013. *« ZAC Les Bois Rochefort », Cormeilles-en-Parisis (95). Rapport final d'opération archéologique : fouille préventive*, Limoge, Saint-Denis, Bureau d'étude EVEHA, Service Régional d'Archéologie d'Ile-de-France.

Quenez J.-P., 2016. *Wissous, « Zone sud-ouest de l'aéroport Paris-Orly ». Rapport de fouille*, La Courneuve, Paris, Inrap CIF, SRA Ile-de-France.

Smith R.-A., 1905. Ancient British Iron Currency Bars, *Proceedings of the society of antiquaries in London*, XX : 179-195.

Smith R.-A., 1933. Currency Bars and Water-clocks : A reply, *Antiquity*, 4 : 210-215.

Tylecote R. F., 1962. *Metallurgy in Archaeology : a Prehistory of Metallurgy in the British Isles*, London, Edward Arnold.

Tylecote R. F., 1987. *The Early History of Metallurgy in Europe*, London & New-York, Addison-Wesley Longman.

Published in : BERRANGER, Marion ; SARAH, Guillaume ; TÉREYGEOL, Florian (dir.), *Paléométallurgie, archéométrie et archéologie. Recueil en hommage à Philippe Fluzin*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813005984, doi : 10.17184/eac.9782813005984