



**HAL**  
open science

# La métallurgie du fer du Hallstatt D à La Tène D dans le Nord-est de la France : un bilan renouvelé

Sylvain Bauvais, Marion Berranger

## ► To cite this version:

Sylvain Bauvais, Marion Berranger. La métallurgie du fer du Hallstatt D à La Tène D dans le Nord-est de la France : un bilan renouvelé. Colloque ArkéAube, Archives Départementales de l'Aube; INRAP, Sep 2019, Troyes, France. hal-03080177

**HAL Id: hal-03080177**

**<https://hal.science/hal-03080177v1>**

Submitted on 5 Jan 2022

**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.

# **La métallurgie du fer du Hallstatt D à La Tène D dans le nord-est de la France : un bilan renouvelé**

Sylvain BAUVAIS, Marion BERRANGER

## Résumé :

Dans nos régions, la période des âges du Fer voit l'adoption progressive des savoir-faire sidérurgiques, puis une série d'innovations majeures dans les techniques de production. Les procédés de fabrication d'objet se démocratisent également, tandis que la consommation des objets augmente, parallèlement à leur lente diffusion au sein de l'ensemble des strates sociales. La multiplication des travaux menés depuis plus de vingt ans sur la sidérurgie dans le nord de la France permet à présent de proposer une évolution diachronique de ces activités, concernant tant leurs aspects techniques qu'économiques et sociétaux. Dans le cadre de cette étude, nous proposons ainsi d'étudier les liens qui existent entre les changements sociaux et l'évolution de la sidérurgie durant les âges du Fer, à l'aune d'un bilan renouvelé de nos connaissances en métallurgie du fer à l'échelle d'un large nord-est de la France. L'espace géographique considéré inclut les zones où se manifestent de manière ostentatoire les élites du premier et du début du second âge du Fer, puis où se développent de manière florissante l'art et l'armement celtique à La Tène moyenne. Pour la fin de l'âge du Fer, cet espace est caractérisé par l'émergence du phénomène proto-étatique. Enfin, au sein de cette évolution générale de la sidérurgie aux âges du Fer, le cas de l'espace qui deviendra celui du peuple Sénon est abordé et remis dans son contexte général.

## I. Introduction

Cet article se propose de présenter un bilan renouvelé des données concernant la métallurgie du fer durant les âges du Fer dans un large espace nord-est de la France. D'un point de vue de la complexité des formes d'organisations sociétales, cette époque se caractérise par une évolution en « dent de scie » (Brun, 2015, fig. 7) entre des entités politiques de type chefferies complexes, puis des chefferies simples politiquement autonomes jusqu'à une intégration politique de type état archaïque. Cette évolution des formes d'organisation socio-politiques n'implique pas une perte de technicité ni même un déclin des formes d'innovation, bien au contraire (Buchsenschutz et al., 2012). En métallurgie du fer, cette période voit l'adoption progressive des savoir-faire sidérurgiques sur les territoires étudiés, puis une série d'innovations majeures dans les techniques de production. La production d'objet se démocratise également, ainsi que les pratiques d'entretien, en lien avec l'augmentation de la consommation des objets et leur lente diffusion au sein de l'ensemble des strates sociales.

L'ensemble de la chaîne opératoire sidérurgique sera abordé, d'abord par les étapes de transformation à l'état solide du minerai en métal (réduction) puis avec celles de mises en forme en objet fini (post-réduction).

## II. La consommation du fer : tendances générales

L'apparition des premiers objets en fer et particulièrement des épées dès le Ha B2/B3 et à la période de Gündlingen montre une première et unique consommation de ce matériau par des élites guerrières. La seconde partie du Ha C, qui débute vers 730 av. J.-C., ne voit guère d'évolution, ne serait-ce que d'ordre quantitatif (Brun et al., 2009).

Au cours de la période allant du Hallstatt D1 à La Tène A1, le fer se caractérise également par un très faible degré d'intégration dans la société. Il reste encore principalement consommé par les élites mais cette fois le matériau gagne d'autres domaines sous la forme de biens et d'équipements illustrant leur statut élevé (Bauvais, 2008). Les travaux d'Émilie Dubreucq ont pu montrer cette évolution de la consommation au sein des sites hiérarchiquement les plus élevés (Dubreucq, 2013). La proportion entre le mobilier illustrant le statut élevé des élites et le mobilier lié à l'artisanat évolue, montrant un véritable changement dans les pratiques de consommation du fer, plus douce et graduelle que la vision initialement proposée (Dubreucq, 2013, p. 295-297).

Dans les nécropoles, jusqu'au III<sup>e</sup> siècle av. notre ère, le fer est quasi-exclusivement destiné aux dépôts d'armement et de pièces de char dans les tombes de l'élite. À partir de la seconde moitié du IV<sup>e</sup> siècle et du début du III<sup>e</sup> s. av. notre ère la proportion des fibules en bronze devient minoritaire par rapport à celles en fer dans les nécropoles de Champagne et du bassin parisien, et connaissent un net appauvrissement de leurs décors (Charpy *in* Moscati, 1997 p. 265 ; Baray, 1991 ; Duval, 1976).

Pour les activités agricoles, l'apparition de nouveaux outils et de nouvelles techniques est couramment interprétée comme le principal élément permettant de dégager suffisamment de surplus pour rendre possible l'apparition des premières agglomérations ouvertes de La Tène C et de leur développement, par la suite, en systèmes urbains et étatiques. Il est ici très délicat de donner un *terminus ante quem* à l'introduction de ces objets dans les fermes de l'âge du Fer, toutefois, nous pouvons remarquer que leur découverte est croissante dans les sites d'habitat, depuis La Tène ancienne jusqu'à La Tène finale.

Enfin, l'utilisation du clou pour la charpente est un indice important de l'intégration du fer dans les consommations. Il reste excessivement rare avant le milieu de La Tène moyenne, puis se rencontre de plus en plus fréquemment jusqu'à devenir l'élément en fer le plus couramment retrouvé en habitat à la fin de La Tène finale et à l'époque gallo-romaine. Ce constat est le même pour les crampons et agrafes en fer ainsi qu'une grande partie de la quincaillerie.

### III. L'évolution diachronique des activités de réduction et de forge durant les âges du Fer

#### 1. La réduction

Les vingt dernières années ont vu un accroissement considérable de nos connaissances concernant les activités de réduction. Les fouilles préventives et notamment l'aménagement de grands tracés linéaires ont permis la mise au jour et l'étude détaillée de concentrations d'ensembles de productions inédits (A5 : Dunikowski, Cabboi, 1995 ; A77 : Rébiscoul, 2003 ; A28 : Cabboi *et al.*, 2007 ; LGV17 : N. Zaour *in* Langlois, 2015).

Parallèlement, des programmes de recherches thématiques (Beck *et al.*, 2008 ; Dumasy *et al.*, 2010 ; Leroy *et al.*, 2015 ; Leroy, Cabboi, 2019 ; Programme SIDEROM en Champagne<sup>1</sup> ; PCR sidérurgie en Bourgogne-Franche-Comté<sup>2</sup>) et des thèses ont étudié et étudient l'organisation et la nature des activités de réduction à l'échelle d'espaces régionaux cohérents (Sarreste, 2011 ; Saint-Didier, 2017 ; Disser, 2014 ; Zaour, en cours).

Plusieurs milliers de sites de réduction, sont ainsi actuellement identifiés à partir des amas de déchets qu'ils ont produits. Dans la zone retenue, sur l'ensemble des sites livrant des indices de réduction datés des âges du Fer (inventaire récent dans Berranger *et al.*, 2017, actualisé pour le présent article), une cinquantaine sont des ateliers de réduction et une trentaine délivrent des scories de réduction datées des âges du Fer, sans bas fourneau contemporain associé. Il s'agit le plus souvent de scories rejetées en habitats, permettant d'identifier une activité de réduction proche bien que non précisément localisée.

Les données disponibles permettent d'analyser l'évolution chronologique des types de bas fourneau utilisés, l'organisation de la production intra-sites et l'organisation régionale des productions.

#### a. La typologie des bas fourneaux

Les fouilles réalisées sur les ateliers des Clérimois « Les Fouetteries » dans l'Yonne, ainsi que sur le tracé de l'A28 dans la Sarthe ont permis de proposer une typologie des bas fourneaux en fonction du mode d'évacuation de la scorie et de la possibilité ou non de leur réutilisation (Cabboi *et al.*, 2007). Nous rappellerons brièvement ici les grandes caractéristiques de ces fours (fig. 1). Quel que soit le type, les grands principes architecturaux restent identiques. Ils se composent d'une superstructure d'argile dans laquelle sont introduits, durant l'opération de réduction, le minerai et le charbon. À la base de la superstructure se situe un système de ventilation (forcée ou naturelle) au débouché duquel se forme, à l'état solide, pendant la réduction, la masse de métal brute. Dans la partie basse du four une partie excavée sert de réceptacle pour les déchets évacués sous forme de scorie liquide.

Pour la période du Hallstatt D – La Tène A la majorité des fours est caractérisée par l'absence d'évacuation de la scorie hors du bas fourneau et par un usage unique (fig. 1.1). Seule la fosse réceptacle, creusée dans le sol, est généralement conservée avec sa scorie en place. La superstructure d'argile cuite est détruite et/ou déplacée afin d'être utilisée sur un autre four. Les fragments de parois retrouvés sont généralement minces (10 à 40 cm), avec des épaisseurs de vitrification faibles, et sans traces de réfection. Différents types de ventilations, avec entrée d'air unique ou multiple ont été constatés.

Un autre type de four est connu durant cette période, mais plus fréquent à La Tène B/C. Ce type correspond à une évolution du système à scorie piégée en un four qui devient réutilisable (fig. 1.2). Une excavation associée à la fosse réceptacle de la scorie permet d'évacuer la charge du bas fourneau à l'issue de la réduction, et ainsi de réutiliser le four. Les traces de rechapages systématiques observées sur les parois finement préparées du four, indiquent une utilisation répétée. La bonne conservation des fours de l'A28 a permis de mettre en évidence un système de ventilation multiple associant quatre entrées d'air percées dans la cheminée, au niveau du sol, et un système de porte perforée permettant une ventilation à partir de la fosse d'accès.

À partir de La Tène C1 / D, un dernier type de four est également réutilisable (fig. 1.3.). Un canal aménagé à l'avant du four permet cette fois l'évacuation de la scorie hors d'une cuve constituée d'une sole et de parois construites. La morphologie de ces fours présente des variations importantes d'un site à l'autre et les systèmes de ventilations peuvent également être très différents. En forme de sablier aux Clérimois dans l'Yonne (Dunikowski, Cabboi, 1995), les cuves adoptent un plan tréflé correspondant aux négatifs de cinq arrivées d'air en région Mancelle, sur les sites de l'A28 et de la LGV17 (Cabboi *et al.*, 2007, Zaour in Langlois, 2015). Les traces de rechapage témoignent d'un grand nombre de séquences d'utilisation et de restauration.

#### b. L'organisation des productions à l'échelle intra-site

L'usage de différents types de fours va de pair avec une évolution dans l'organisation des activités sidérurgiques à l'échelle de l'unité de production et du site. Les bas fourneaux à scories piégées et utilisation unique se trouvent le plus souvent en regroupements de plus d'une dizaine d'exemplaires. Ils témoignent de la perdurance d'une activité en un même emplacement, avec une juxtaposition des fourneaux en fonction d'impératifs pratiques. Au sein d'un même atelier les formes et volumes des fours et des scories peuvent être très variables, ce qui indique des conduites d'opérations possiblement différentes.



La réutilisation des fours à scories piégées s'accompagne d'une nouvelle organisation de la production en petites unités. Ils adoptent un même standard morphologique et métrologique à l'échelle de l'unité de production. Des bâtiments, identifiés par leurs trous de poteaux, sont aménagés afin de protéger les aires de travail. Le charbonnage et la préparation du minerai sont généralement effectués sur place. L'association des activités de réduction avec celles de forge est également récurrente et permet d'envisager l'épuration de la masse de métal brute de réduction, voire la mise en forme d'objets. Sur les sites au nord du Mans, dans l'Eure, ou à Meunet-Planches « Les Îles » (Indre), les forges sont associées aux activités de réduction. À Guichainville « Saint Laurent » (Eure – Honoré *et al.*, 2007), elle est implantée dans l'habitat distant d'environ 300 m.

Les bas fourneaux à scorie écoulee fonctionnent au sein d'ateliers très structurés, dont l'aménagement semble résulter d'une planification comme à Houdouard « La Châtaigneraie » (Sarthe – LGV17 - Zaour in Langlois, 2015). Ils peuvent fonctionner de manière isolée ou en batteries. Les fours sont protégés par un bâtiment et les zones de préparation de la matière première et de dépotoirs sont clairement séparées. Pour ces périodes, les activités de forgeage sont absentes des sites de réduction.

### c. L'organisation régionale des productions

L'organisation des productions a été appréhendée en analysant, par grandes périodes, d'une part le nombre de sites livrant des indices d'activités de réduction, et d'autre part leur répartition géographique (fig. 2). Même si cet état des lieux est un reflet direct de l'état de la recherche, il permet de constater des tendances propres aux différentes périodes étudiées.

La période du Hallstatt D - La Tène A est celle qui livre le plus grand nombre de sites (43 inventoriés - fig. 2.1). Ces derniers connaissent une répartition assez lâche. La production semble ponctuelle dans un grand nombre de cas, notamment dans les habitats livrant des rejets isolés, dans l'Aisne à Tergnier ou à Travecy par exemple, ou sur les sites livrant de très faibles concentrations de déchets de réduction, vers Besançon (travaux H. Laurent<sup>3</sup>) ou encore dans les ateliers identifiés à partir de bas fourneaux isolés comme autour d'Évreux. D'autres sites témoignent d'une activité de plus grande intensité, mais beaucoup plus resserrées géographiquement. Des concentrations d'ateliers permettent de distinguer des ensembles productifs. La région au nord du Mans a déjà été mentionnée à plusieurs reprises et constitue un ensemble sidérurgique majeur pour cette période. Les ateliers de Meunet-Planches « Les îles » (Indre) traduisent également l'existence d'une production d'ampleur, avec au moins treize secteurs d'ateliers livrant plusieurs bas fourneaux (Dieudonné-Glad, 2017, p. 367).

Une autre zone de concentration d'importance correspond à la Puisaye – Pays d'Othe. Un atelier a été fouillé aux Clérimois « Les Fouetteries » (Dunikowski, Cabboi, 1995), et des travaux en cours<sup>4</sup> permettent d'attribuer des séries d'amas de déchets aux âges du Fer et dont les plus anciens sont datés du Hallstatt D – La Tène A.

Durant La Tène B/C, le nombre de sites inventoriés est comparable à celui de la période précédente (44 sites – fig. 2.2) mais leur dispersion est moindre. La plupart ont tendance à se situer dans les secteurs concernés, dès la période précédente, par une plus forte concentration de la production : dans la région du Mans et en Puisaye-Pays d'Othe. C'est d'ailleurs dans ce dernier secteur que se concentrent la plupart des découvertes de scories de réduction en habitats. Une nouvelle zone de production significative est identifiée en Champagne à partir de deux grands amas de scories coulées, sur les communes de Vert-Toulon au sud d'Épernay et de Verzenay dans la Montagne de Reims. Les recherches en cours<sup>5</sup> permettront de mieux déterminer son importance exacte. Les indices d'une production plus ponctuelle sont toujours perçus en Franche-Comté et dans l'Eure (certains de ces sites sont néanmoins datés à cheval sur les deux périodes), mais aussi dans la Vienne.

Une rupture intervient durant les deux derniers siècles de notre ère. On constate alors une diminution de près de 30% du nombre de sites de réduction (24 sites – fig. 2.3). Le phénomène de concentration des ateliers, déjà perçu précédemment, s'intensifie au sein de la région Mancelle et du secteur Puisaye-Pays d'Othe. Les indices d'une production ponctuelle sont alors quasiment absents. Durant cette période, la concentration de l'activité de réduction implique une régularité et une sécurisation tant des flux d'approvisionnement (bois, argile, eau, minerai) que des débouchés, dont les garants n'ont pu être, dans le contexte inégalitaire de la fin de l'âge du Fer, que les élites aristocratiques, voire les cités gauloises. La pérennité des centres sidérurgiques majeurs depuis les périodes d'apparition de la métallurgie est un fait notable, qui dépasse les possibilités d'un simple accaparement individuel de la production.

## 2. La post-réduction

Ces 30 dernières années, la recherche sur les activités de forge a connu des avancées majeures. Des programmes d'étude systématique de certains secteurs géographiques ont permis de dresser une carte des espaces de production et de renouveler l'image de cette activité dans les périodes anciennes (Berranger, 2014 ; Bauvais, 2007 ; Orenge, 2003 ; Leroy, 1997 ; Serneels, 1993).

Aujourd'hui, l'inventaire et les études pluridisciplinaires des sites de post-réduction de l'âge du Fer dans le nord-est de la France sont les plus développés. Ils permettent d'appréhender ces activités en termes de répartition spatiale, d'organisation des productions, de savoir-faire et d'échelle de production, dans une perspective diachronique, du Hallstatt D à la conquête romaine.

### a. La localisation des activités

Au Hallstatt D / La Tène A, un effet très étonnant de symétrie est visible entre les activités de réduction et les activités de forge (fig. 3.1). La réduction se localise en bordure ouest de l'espace nord-alpin et dans les régions périphériques de l'ouest et les activités de forge sont davantage présentes dans l'espace nord-alpin. Cette sensation de particularisme du Hallstatt D - La Tène A est renforcée par le fait que jusqu'à l'époque romaine et même ensuite, la répartition des sites de forge semble s'uniformiser à l'échelle du nord de la France (fig. 3.2 et 3.3).

Tout au long de l'âge du Fer, les activités de forge se localisent dans les sites les plus opulents, ceux qui livrent les indices de richesse et de rang sociaux élevés.

Pour le Hallstatt D et La Tène A (43 sites), les activités de forge se localisent au sein des sites possédant une architecture monumentale tels que les habitats de hauteur fortifiés, les résidences princières, mais aussi les autres sites recelant des importations méditerranéennes, montrant leur place privilégiée dans un réseau d'échange et de relation politico-commercial régional, voire continental (fig. 3.1). C'est également le cas des agglomérations qui se développent aux pieds des pôles princiers (Bourges par exemple – Filippini, 2015) et parfois en fond de vallée, le long d'axes de communication et de commerce importants (Bragny-sur-Saône – Flouest, 1995 ; Modarressi-Tehrani, 2009 ; Talant – Labeaune, 2014 ; Labeaune et al., 2017). Enfin, les activités de forge se localisent également dans de riches installations agricoles livrant de larges espaces de stockage de denrées céréalières (concentration de silos).

À La Tène B/C, les activités de forge se diffusent davantage (fig. 3.2 – 91 sites) mais elles se localisent toujours au sein des sites les plus riches. Il s'agit principalement des agglomérations ouvertes qui commencent, dès La Tène C1, à centraliser une grande partie des productions artisanales. En parallèle, certaines fermes semblent se spécialiser elles aussi dans des activités allant au-delà des activités agropastorales. Au sein de ces fermes, que l'on peut qualifier « d'artisanales », des ateliers de forge se développent aux côtés d'autres productions (Bauvais, 2007). Ces sites révèlent également une certaine opulence, ils sont enclos et présentent généralement des indices d'architecture monumentale (larges fossés, portes monumentales,

bâtiments imposants). D'autres sites, en apparence moins riches, commencent à livrer des indices, encore faibles, d'activités de forge.

Enfin, à La Tène D1 (fig. 3.3), les activités de forge deviennent omniprésentes mais le développement des *oppida* marque une rupture dans la répartition régionale des productions (115 sites). Ils concentrent et partagent une très forte partie des productions avec certaines agglomérations ouvertes. Les fermes les plus riches restent productrices mais l'ensemble des fermes livre alors des activités de forge, même ténues.

#### b. L'organisation des productions à l'échelle intra-site

Il est globalement possible de décrire quatre grands contextes de découvertes des activités de forge. Le premier cas est le plus courant et correspond à des rejets en fosse ou en fossé, sans indices directs de la localisation de l'activité. C'est le cas de figure le plus courant et le plus délicat à interpréter. Il peut s'agir d'activités momentanées ayant eu lieu sur le site et n'ayant laissé que quelques restes scoriacés rejetés après la production. L'activité a également pu avoir lieu à quelque distance, voire hors emprise de l'espace fouillé. Enfin, ces restes peuvent être les seuls éléments encore décelables d'un site dont le sol a été fortement érodé par les activités agricoles postérieures. Sur ce point, le degré de fragmentation des scories est un argument de poids, ainsi que la composition des assemblages. Les restes mobiliers illustrent-ils un rejet de mobilier complet, représentant l'ensemble des déchets produits, y compris ceux les plus fragiles et microscopiques, ou représentent-ils une sélection des éléments les plus pondéreux ?

Le deuxième cas correspond à un ensemble de rejets en fosse ou fossés associés à un foyer de forge, sans superstructures, isolé, révèle une activité non pérenne, dont l'emplacement n'est pas destiné à être conservé. Il s'agit donc d'une activité momentanée. Pour les deux autres cas de figure, que ce soient des rejets en fosse et fossé associés à un atelier de forge bien délimité dans un bâtiment ou dans des bâtiments regroupés en quartier artisanal, il s'agit de véritables ateliers de forge ou de quartier artisanaux spécialisés, marqueurs de la présence d'artisans à demeure.

Contrairement aux activités de réduction, les structures de combustion en lien avec des activités de forge ne présentent pas une évolution typo-chronologique. En effet, la variété des formes de spécialisation des productions, de leurs intensités mais aussi des pratiques culturelles et des savoir-faire font qu'au sein d'une même région, à une même période, les foyers de forge peuvent fortement varier. La présence de deux foyers au sein d'un atelier est toutefois assez courante comme à Talant, au Hallstatt D, à Ronchères « Le Bois de la Forge » à La Tène D (Aisne - Malrain et al., 2010) ou à Palaiseau « Les Trois mares » (Essonne – Bauvais dans Giorgi, 2016). Autant les foyers de Ronchères et de Palaiseau sont des foyers polyvalents, dans lesquels toutes les activités de forge peuvent avoir lieu, autant les petits foyers de la porte de l'*Oppidum* de Vernon (Eure) sont très spécialisés dans le travail de très petits objets.

En ce qui concerne les ateliers et leur organisation, des récurrences peuvent être mises en évidence, tant dans leur localisation au sein des habitats que dans leur structuration interne. À ce sujet, depuis la découverte de l'atelier de forge de Sévaz-Tudings (Suisse – Mauvilly et al., 1998 ; Mauvilly et al., 2007), des ateliers de forge semi-enterrés sont découverts fréquemment dans le nord de la France pour des datations du Hallstatt D et de La Tène ancienne. Toutefois, il semble y avoir là un mélange entre deux phénomènes importants : la présence réelle de ce type d'atelier en fosse et la présence très récurrente de rejets de matériaux pondéreux de forge dans le comblement des silos, au sein des grands ensembles de stockage de La Tène A. C'est le cas dans la Marne, sur les sites de Thillois « Parc Millésime » et de Vriigny « Les Communes Basses » (Bouquillon *et al.*, 2005 p. 107 ; Desbrosses, 2002) mais aussi en Alsace à Weyersheim « Les Hauts de la Zorn » (Michler *et al.*, 2016), Soufleweyersheim « Les Sept Arpents » (Leblanc *et al.*, 2008 p. 60) et Ettendorf « Gaentzbruch » (Peytremann *et al.*, 2004).

Sans études micromorphologiques, les niveaux charbonneux de ces structures ne peuvent être interprétées comme des niveaux de sol d'atelier.

À La Tène finale, les activités de forge dans les *oppida* répondent également à une forte standardisation. Certaines récurrences sont visibles dans la localisation des ateliers le long des axes de communication et particulièrement aux alentours des portes de fortification, sans que cela soit exclusif. C'est le cas à la porte du Rebout à Bibracte (Nièvre - Duval et al., 2014) et à Vernon (Bauvais, 2007 ; Bauvais, Fluzin, 2014) mais cela est également pressenti à Villeneuve-Saint-Germain (Aisne - Bauvais, 2007 ; Bauvais, Fluzin, 2014). Ce phénomène est également mis en évidence jusqu'en Bohême à Zavist, Hrazany et Stradonice (Drda, Rybová, 1997).

C'est également à La Tène finale que l'on voit apparaître les formes d'organisation les plus complexes au sein de quartiers artisanaux en *Oppidum* ou en agglomération ouverte. Cette fois, c'est l'interdépendance fonctionnelle entre les ateliers d'un même site qui est mise en évidence. Le fait qu'à Villeneuve-Saint-Germain, Condé-sur-Suippe, Bibracte et Varennes-sur-Seine, certains ateliers acquièrent des masses brutes alors que d'autres travaillent un métal bien épuré implique que les premiers fournissent aux seconds au moins une part de leur matière première (fig. 4) (Bauvais, 2014 ; Berranger, 2014 ; Berranger, Fluzin, 2012 ; Bauvais, 2007 ; Bauvais, 2000).

#### c. Les savoir-faire

L'étude des savoir-faire est un point crucial dans l'interprétation des activités de forge ayant lieu dans un site et dans l'interprétation de l'organisation régionale d'une production de forge.

Dès le Hallstatt D il est possible de mettre en évidence qu'une grande majorité des techniques de forge sont connues et employées. Le travail d'épuration des masses brutes de taille importante est couramment pratiqué, en attestent les dépôts de demi-produits bipyramidés (Berranger et al., 2019 ; Berranger et al., 2017). Sur le site de Weyersheim « Les Hauts de la Zorn » (Bas-Rhin – Michler et al., 2018) au Hallstatt D – La Tène A par exemple, le travail des aciers est couramment pratiqué, ainsi que les soudures complexes et le corroyage du métal. La trempe des lames et des outils est également proposée dès La Tène A à Bourges, comme la cémentation (Filippini, 2015).

L'évolution des savoir-faire passe également par le perfectionnement fonctionnel des objets, par la complexité des chaînes-opératoires et des enchaînements de processus techniques. Cette évolution des savoir-faire est alors particulièrement visible dans la typologie des objets produits au cours de l'âge du Fer. Les premiers objets en circulation en France aux X<sup>e</sup>-IX<sup>e</sup> s. av. notre ère ne résultent pas d'une technicité très développée. Il s'agit d'épaisse tôles martelées (pointes de flèches de type Le Bourget), de petits rivets intégrés à des objets en alliage cuivreux ou des décors incrustés (épée de Vierzon – Cordier, Bourhis, 1996). Par la suite, la qualité et la complexité des objets en fer augmentent, notamment celles des épées à partir du Hallstatt B2/3 et durant la période de Gündlingen (Hallstatt C ancien). Au Hallstatt D, les savoir-faire se perfectionnent et les pièces métalliques gagnent en qualité.

Au cours de La Tène A, la production de tôle fine est également un élément marquant de l'évolution des techniques vers une plus grande diffusion des procédés complexes (Labeaune et al., 2017 ; Filippini, 2015). Ces tôles se retrouvent principalement dans les éléments de décoration de chars et dans certains fourreaux de poignards dès le Hallstatt D1 (Dhennequin, 2005 ; Chaume et Rapin, 1999 ; Sievers, 1982). L'emploi de la tôle dans l'armement voit son apogée à La Tène moyenne et finale avec la systématisation de ces fourreaux et les décors dont ils sont recouverts (Lejars, 2003).

#### d. Les échelles de production

L'évolution des productions d'objets en fer de l'âge du Fer n'est pas seulement qualitative. L'échelle des productions change également de façon très prononcée entre le Hallstatt D et La Tène D.

Bien sûr, certains ateliers hors-normes existent dès le Hallstatt D - La Tène A, comme sur le site de Bragny-sur-Saône, qui livre plus de 1000 kg de scories de forge (Flouest, 2007). Mais de manière générale, pour ces périodes anciennes, la norme est à la sobriété. Les sites considérés comme spécialisés dans l'artisanat et la transformation du métal, en particulier au cours de La Tène A, n'ont pas livré plus de 96 kg à La Celle-sur-Loire (Orengo et al., 2000), 67 kg à Weyersheim (Michler et al., 2018) et 14 kg à Bourges, tous secteurs confondus (Filippini, 2015 ; Milcent, 2007). Dans les sites ayant livré moins de déchets mais dans lesquels des activités de forge semblent s'être déroulées à demeure, la masse de scories varie entre 1 et 5 kg (Tab. I). D'autres ne livrent que quelques grammes de déchets et peuvent représenter de petites activités momentanées. Pour le Hallstatt D et de La Tène A, il est également important de noter les faibles quantités de déchets de production retrouvées au sein des résidences princières. Les traces d'activité au sein de ces dernières semblent davantage à interpréter comme des activités de forge momentanées, répondant à des commandes destinées aux élites.

Jusqu'à La Tène C, les échelles de production ne semblent pas énormément changer au sein des sites d'élaboration d'objets en fer. Comme pour le Hallstatt D et La Tène A, la masse de déchets retrouvée se fixe le plus souvent aux alentours de 1 à 5 kg, mais le nombre de sites qui en livrent augmente. Le développement des fermes à vocation artisanale et des agglomérations ouvertes s'accompagne d'un fort accroissement de l'intensité de la production. Les agglomérations ouvertes traduisent une réelle différence quantitative avec les périodes antérieures.

L'avènement des *oppida* et de leurs quartiers artisanaux marque une nouvelle accélération dans les volumes de productions. Les activités de forge y sont systématiques et la quantité de déchets devient remarquable : plus d'une tonne provient des quelques milliers de mètres carrés fouillés à Bibracte, alors même que les prélèvements de déchets n'ont pas été exhaustifs, surtout lors des fouilles anciennes (Berranger, 2014).

#### IV. Le cas de l'espace sénonais

L'espace Sénonais est à la fois représentatif mais présente également certaines particularités au sein d'une évolution de l'organisation des productions sidérurgiques dans le nord-est de la France (Bauvais *et al.*, 2018b ; Dunikowski *et al.*, 2007). Depuis le Hallstatt D jusqu'à la conquête romaine, l'espace qui deviendra celui du peuple Sénon est illustré par 40 sites présentant des indices de travail du fer (Tab. II).

Dans le large secteur du Sénonais/Pays d'Othe et du nord de la Puisaye, avec les sites des Clérimois « Les Fourneaux » (Dunikowski et Cabboi, 1995), de Palis « Bois de Chérigny » (Dunikowski *et al.*, 2007) et d'Aillant-sur-Tholon (Berranger, 2019), comme pour la confluence Seine/Yonne avec le site d'Écuellen « Charmoy » (Bardel, 2005 ; Peak, 2008), les déchets attribués au Hallstatt D et à La Tène A sont caractéristiques de fourneaux à scorie piégée, vraisemblablement à utilisation unique (Fig. 5). Seuls trois bas-fourneaux du site des Clérimois sont connus mais leurs datations 14C imprécises et couvrant l'ensemble des âges du Fer nécessitent d'être reprises. A Aillant-sur-Tholon, la datation d'un amas de déchets de réduction couvrant environ 2000 m<sup>2</sup> témoigne de l'existence d'ateliers aux capacités de production importantes. Sur le site d'Écuellen des scories de réduction sont présentes en contexte domestique (Leroy et Cabboi, 2014). Ainsi, il semblerait que les activités de réduction aient été suffisamment proches de l'habitat pour que des déchets de cette activité y aient été apportés. Inversement, sur les sites des Clérimois et d'Aillant-sur-Tholon, l'activité de réduction était suffisamment éloignée de l'habitat pour que les ateliers ne renferment pas d'indices d'activités domestiques. De plus, à Écuellen, les indices de réduction sont

accompagnés de déchets liés à la mise en forme du métal. Sur ce site, il ne semble pas y avoir de séparation claire entre l'activité de produire le métal et celle de le transformer en objet fini (Bauvais, 2007 ; Bauvais, 2008). De ce fait, il semblerait que les activités d'épuration se déroulent au sein de l'habitat auquel est liée l'activité de réduction.

Dans l'espace Aubeois, pour cette première étape, les sites de Saint-Pouange « La Voie Minante » (Leroy et Cabboï, 2019) et de Ruvigny « Proche l'église » (Roms, 2018) n'ont livré que des activités de forge (4kg de scorie de post-réduction à Saint-Pouange et quelques centaines de grammes à Ruvigny). Ils se situent à proximité de Buchères « décapage 31 » (Riquier et Grisard, 2014) sur lequel ont été trouvés des déchets de réduction isolés, et qui marquent probablement l'emplacement d'un petit atelier de production de fer brut.

La forme des demi-produits en circulation est très mal connue. Aucun demi-produit bipyramidé n'a été découvert dans la région mais il semble cependant que le métal circule sous la forme de masses grossièrement compactées (depuis les sites de réduction) ou de produits déjà manufacturés.

Enfin, en termes d'organisation des activités, qu'il s'agisse d'Écuellen ou de Saint-Pouange, le rang hiérarchique élevé des deux habitats est en parfaite adéquation avec les interprétations proposées sur l'ensemble du nord-est de la France. Pour le site de Ruvigny, l'habitat à proprement parler n'est pas connu. Il s'agit d'une batterie de silos en périphérie immédiate d'un habitat si l'on en juge par le mobilier résiduel que contiennent les comblements des structures. Toujours est-il qu'une telle batterie de silos est également un marqueur fort de richesse pour cette période et indique une large centralisation des denrées agricoles. Ainsi, les activités de forge sont également systématiquement découvertes dans des habitats caractérisés par l'opulence et la richesse de ses habitants.

À La Tène B/C, cet espace livre bien davantage d'indices liés à la métallurgie du fer avec 10 occurrences d'activités de réduction et 11 occurrences de forge (Fig. 6). Toutefois, les indices de réduction proviennent principalement de scories de réduction en position secondaire dans les rejets de sites d'habitat. La présence de minerai grillé et de masses de scorie de fond de four incite à reconnaître une activité de réduction dans les environs immédiats de l'habitat à Varennes-sur-Seine « Beauchamp » (Maury, 2015) et « Marais du Colombier » (Séguier *et al.*, 2008), Saint-Julien-des-Sault « Les Boulins » (Leroy et Cabboï, 2019), Vinneuf « Le Châtelot » (Issenmann, 2016), Villiers-sur-Seine « Défendable » (Quenez, 2012) et Grisy-sur-Seine « Les Six Arpents » (Blanchard, 2009).

À Villeroy « Le Bois Bruneaux » (Dunikowski *et al.*, 2007) et Buchères « décapage 8 » (Riquier et Grisard, 2014) les indices de réduction, comparables à ceux découverts dans les habitats cités précédemment, proviennent d'un contexte « hors d'habitat », avec davantage d'indices de préparation du minerai de fer. Enfin, sur les amas de scories de réduction de Bussy-en-Othe « Bois de Migennes » (Berranger, 2017) et d'Aillant-sur-Tholon « Les Boulasseaux » (Berranger, 2019), c'est l'emplacement même de l'atelier qui est connu. Dans l'ensemble de ces contextes, aucun bas-fourneau n'a été mis au jour et il n'est pas possible de montrer une éventuelle adoption des bas-fourneaux à scorie piégée et utilisation multiple.

Pour ce qui est des activités de forge, elles semblent être plus nombreuses qu'à la période précédente mais leur intensité reste tout aussi faible avec des rejets n'excédant jamais 4 kg de scorie. De plus, les activités de forge les plus intenses se localisent toujours dans les sites hiérarchiquement les plus importants et semblent correspondre à des activités à demeure. Les autres sites, dont les indices de production sont plus réduits, laissent envisager les premières formes d'activités domestiques d'entretien des objets et outils, voire une forme d'activité délocalisée. Toujours dans la même continuité de la période précédente, comme à Écuellen, trois sites d'habitat livrent des indices de réduction et de forge et semblent ainsi renfermer des

activités d'épuration de masse brute de fer. C'est le cas à Villiers-sur-Seine « Défendable » où il a pu être démontré que les scories de réduction avaient une signature chimique compatible avec le Pays d'Othe et qu'un demi-produit de type *currency-bar* y avait été produit (Bauvais, 2018).

À la Tène B et C, les activités métallurgiques sont principalement documentées par les fonds de vallées de la Seine et de l'Yonne, entre Sénonais et Gâtinais, et à partir du seul site de Buchères, en plaine de Troyes. La présence de demi-produits à extrémité roulée de type CBE (Currency-bar à extrémité roulée étroite) (Berranger, 2014) à Pont-Sainte-Marie « rue Fernand Jaffiol » (Millet et Thiol, 2011), à Saint-Benoist-sur-Vanne « Prés de la Chaussée » (Berranger, 2014) et, plus rare, dans une sépulture au Chêne « Le Chemin de l'huitre » (Kaurin, 2018), atteste que la matière première circule le long de la Seine, l'Aube et la Vanne et que des activités de transformation de la matière première en objets finis devaient encore davantage se dérouler sur la plaine de Troyes.

Pour La Tène D, les occurrences directes informant des activités de réduction sont documentées à partir de trois secteurs, sur le site des Clérimois « Les Fouetteries », à partir d'un très grand amas de scories à Bussy-en-Othe « Bois de Migennes » et par trois amas de déchets de réduction à Aillant-sur-Tholon « Bois des Ferriers » (Dunikowski et Cabboi, 1995 ; Berranger, 2017 ; Berranger, 2019) (Fig. 7). Ces sites confirment l'apparition dans la région des bas-fourneaux à scorie écoulee, qui matérialisent une véritable révolution sidérurgique avec des potentiels productifs décuplés (Berranger *et al.*, 2017). Aux Clérimois, il s'agit d'un site spécialisé, avec une organisation en batterie, destinée à une production de masse. Près de 21 tonnes de fer par an sortiront de l'atelier au cours du premier siècle avant notre ère. Cette quantité implique la fabrication de 57 kg de métal en moyenne par jour, offrant toutes les évidences d'une activité spécialisée et rationalisée dont le rendement n'a aucun équivalent dans les périodes précédentes. A Bussy-en-Othe et à Aillant-sur-Tholon les dimensions des amas de déchets renvoient également à des volumes de productions très conséquents.

Cet état de fait est similaire pour les activités de post-réduction qui se déroulent sur l'agglomération ouverte de Varennes-sur-Seine « Le Marais du Pont » où 500 kg de scories de forge ont été découverts, parmi lesquelles l'activité d'épuration de métal brut prend une part importante (Dunikowski *et al.*, 2007 ; Leroy et Cabboi, 2019). Il est certain que la production franchit ici un nouvel échelon, même si l'on intègre l'augmentation générale de la consommation du fer. Elle n'est plus seulement destinée à une consommation locale, ni même régionale, mais à une exportation à plus longue distance (Bauvais, 2007 ; Bauvais, 2008).

En parallèle, le site de Varennes-sur-Seine « La Justice » et de Cuy « Noslon » restent dans la lignée des fermes productrices comme celle de Villiers-sur-Seine « Défendable », avec à la fois des indices de réduction et des indices d'élaboration (Leroy et Cabboi, 2014). Toutefois, les scories de réduction sont de type écoulé et la quantité de déchets est bien plus importante. Dans la même tendance, les sites renfermant des activités de forge deviennent plus nombreux (Bazoches-les-Bray « La Voie Neuve » (Dunikowski *et al.*, 2007), Villiers-sur-Seine « Les Vallées » (Dunikowski *et al.*, 2007), Gron « Le Fond de Blanchard » (Dunikowski *et al.*, 2007), Chamvres « Les Grands Malades » (Dunikowski *et al.*, 2007), Buchères « décapage 19 » (Riquier et Grisard, 2014), Soupe-sur-Loing « L'Est de Beaumoulin » (Séguier et Auxiette, 2006) et Étigny « Le Brassot » (Séguier et Auxiette, 2008).

À partir de La Tène D1b, les *oppida* constituent une concentration d'ateliers artisanaux encore jamais vue (Specklin, 2017). Faute de connaître l'activité de l'*oppidum* de Villeneuve-sur-Yonne, le site du « Marais du Pont » à Varennes-sur-Seine (Séguier, 1996) semble tout à fait revêtir ces fonctions. Même si des activités d'épuration de métal brut peuvent avoir lieu dans des fermes aristocratiques comme à Varennes-sur-Seine « La Justice » (Séguier, 2013),

l'importance de la production du site du « Marais de Pont » montre que ces communautés artisanales acquièrent une grande partie du métal brut local. Le système de distribution semble ainsi en grande partie monopolisé et ne se fait plus à l'échelon local et communautaire. Il s'agit d'un accaparement des réseaux primaires de distribution du fer. Cet état de fait implique également une séparation franche entre les activités de réduction et celles de transformation. L'agglomération se place en intermédiaire obligé entre ces deux phases de la chaîne opératoire à travers la commercialisation de demi-produits et complète parfaitement la présence d'ateliers de réduction spécialisés comme celui des Clérimois.

Pour ce qui est de la plaine de Troyes, à l'exception du site de Buchères « décapage 19 », l'absence d'indice de travail du fer est patente et il serait nécessaire de rechercher une explication, tant sociétale qu'historiographique.

## V. Conclusion et perspectives

Le foisonnement de travaux menés depuis plus de vingt ans sur la sidérurgie dans le nord-est de la France permet à présent de proposer une évolution diachronique de ces activités, concernant tant leurs aspects techniques qu'économiques et sociétaux. Ainsi, en parallèle de l'augmentation de la consommation du fer et de la plus grande diffusion du fer dans les différentes strates sociales, l'organisation des productions évolue et se structure.

Les prochains enjeux de l'archéoméallurgie des âges du Fer, discipline par essence interdisciplinaire, concernent les formes d'organisation des productions et leurs relations étroites avec les élites sociales. Un autre chantier essentiel réside dans la restitution précise des réseaux d'échanges à travers l'identification de traceurs chimiques conservés du site de production primaire, jusqu'au sein même des objets métalliques. Ces approches nécessitent une importante activité de terrain, afin de caractériser tant chronologiquement que chimiquement les sources de production. Elles reposent également sur une multiplication d'analyses en laboratoire portant tant sur les déchets de production que sur les objets (Berranger *et al.*, 2019 ; Bauvais *et al.*, 2018a ; Berranger *et al.*, 2017). Gageons que ces nouvelles approches, en cours de développement, fourniront prochainement une vision complétée et renouvelée des échanges et de l'économie du fer durant la protohistoire.

## Notes :

1. Coordination S. Bauvais avec M. L'héritier, M. Hubert, J.-C. Méaudres et J. Horny. Depuis 2017, prospections thématiques et fouilles programmées d'ensembles de production entre la montagne de Reims, Épernay et Sézanne.
2. Coordination M. Berranger avec J.-P. Piétak, M. Leroy, H. Laurent, S. Laurent-Corsini, P. Merluzzo, S. Venault, O. Girardclos. Programme collectif de recherche financé par la DRAC Bourgogne-Franche-Comté, le CNRS (Laboratoire Métallurgies et Cultures – UMR5060 – IRAMAT) et l'INRAP. Depuis 2017 prospections et sondages sur des sites de réduction de Puisaye, Nivernais, Morvan-Auxois.
3. Travaux Hervé Laurent (SRA Bourgogne-Franche-Comté) dans le cadre du PCR « La sidérurgie ancienne en Bourgogne-Franche-Comté » et fouilles Eveha F. Sarreste
4. PCR « La sidérurgie ancienne en Bourgogne-Franche-Comté »
5. Programme SiderOM (Sidérurgie dans l'Ouest du département de la Marne) sur la Champagne



## Bibliographie

- Luc BARAY, « Le Sénonais dans son contexte du Bassin parisien du IV<sup>e</sup> et du III<sup>e</sup> siècle avant J.-C. » dans *Revue Archéologique l'Est*, t. 42, 1991, p. 203-270.
- David BARDEL, « Le mobilier archéologique de l'habitat du Hallstatt final à Écuellen Charmoy (Seine-et-Marne) » dans Olivier Buchsenschutz, Alain Bulard, Thierry Lejars, *L'âge du Fer en Île-de-France. Actes du 26<sup>e</sup> colloque de l'AFEAF, Paris et Saint-Denis, 2002*, Éditions de la FERACF, Tours, supplément à la RACF, 26, 2005, 209-224.
- Sylvain BAUVAIS, *Analyse de la chaîne opératoire de sidérurgie sur l'oppidum de Condé sur Suipe (Aisne)*, [Mémoire de Maîtrise], Université de Paris I, 2000.
- Sylvain BAUVAIS, *Evolution de l'organisation des activités de post-réduction dans le Nord du Bassin Parisien au 2<sup>nd</sup> Age du fer : études multidisciplinaires de la chaîne opératoire en métallurgie du fer*, [Thèse de doctorat], Université de Technologie de Belfort Montbéliard / Université de Besançon, 2007.
- Sylvain BAUVAIS, « Du prestige à la proto-industrie : évolution des pratiques sidérurgiques au second âge du Fer dans le nord du Bassin parisien » dans *Arkeotek Journal*, t. 2, 4, 2008.
- Sylvain BAUVAIS, « Les activités de forge dans les agglomérations du nord du Bassin parisien à La Tène finale » dans Marion BERRANGER, Alain DUVAL et Vincent SERNEELS, *L'organisation spatiale des ateliers de travail du fer (VII<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> s. av. J.-C.)*, Bibracte Centre archéologique européen du Mont Beuvray, Glux-sur-Glenne, Bibracte, 24, 2014, p. 289-291.
- Sylvain BAUVAIS, « La provenance des objets archéologiques en fer » dans Luc BARAY, *Les Sénonis. Archéologie et histoire d'un peuple gaulois*, Éditions Snoeck, Gand, 2018, 162-163.
- Sylvain BAUVAIS, Philippe FLUZIN, « Organization of forging activities in the northern Parisian basin agglomerations (France) during final La Tène » dans Brigitte CECH et Thilo REHREN, *Ferrum Noricum – iron production and distribution 200 BC to AD 400*. International Conference in Hüttenberg, Carinthia, Editions Monique Mergoïl, Montagnac, Monographie Instrumentum, t. 50, 2014, p. 133-146.
- Sylvain BAUVAIS, Alexandre DISSER, Philippe LORQUET, « Palaiseau « Les Trois Mares » - Etude des résidus d'activités métallurgiques » dans Cyril GIORGI, *Palaiseau Lieu-dit « Les Trois Mares »*, Avenue de la Vauve, Pantin, 2016, p. 372-456.
- Sylvain BAUVAIS, Alexandre DISSER, Philippe DILLMANN, « La métallurgie du fer à l'âge du fer dans le bassin versant du Crould : organisation des productions et études de provenance » dans Caroline TOUQUET LAPORTE-CASSAGNE, *Les sites ruraux du second âge du fer dans le bassin versant du Crould en Val-d'Oise et ses marges*, Revue Archéologique d'Ile-de-France, Paris, Supplément à la Revue Archéologique d'Ile-de-France, t. 5, 2018, p. 453-506.
- Sylvain BAUVAIS, Sandra CABBOI, Christophe DUNIKOWSKI, Marion BERRANGER, « Evolution de l'organisation de la production sidérurgique » dans Luc BARAY, *Les Sénonis. Archéologie et histoire d'un peuple gaulois*, Éditions Snoeck, Gand, 2018, 145-149.
- Patrick BECK, Philippe BRAUNSTEIN, Michel PHILIPPE, Alain PLOQUIN, « Minières et ferriers du Moyen-âge en forêt d'Othe (Aube, Yonne), approches historiques et archéologiques » dans *Revue Archéologique de l'est et du Centre-est*, nt. 7, 2008, p. 333-365.
- Marion BERRANGER, *Le fer, entre matière première et moyen d'échange, en France du VII<sup>e</sup> au I<sup>er</sup> s. av. J.-C. Approches interdisciplinaires*, Éditions Universitaires de Dijon, Dijon, collection Art, Archéologie & Patrimoine, 2014.

Marion BERRANGER (dir.), *La sidérurgie en Bourgogne-Franche-Comté avant le haut fourneau. Organisation et circulation des productions*, rapport de PCR. CNRS-SRA Bourgogne-Franche-Comté, Belfort, Dijon, 2017, 129 p.

Marion BERRANGER (dir.), *La sidérurgie en Bourgogne-Franche-Comté avant le haut fourneau. Organisation et circulation des productions*, rapport de PCR. CNRS-SRA Bourgogne-Franche-Comté, Belfort, Dijon, 2019, 239 p.

Marion BERRANGER, Philippe FLUZIN, « From raw iron to semi-product: quality and circulation of materials during the Iron Age in France » dans *Archaeometry*, t. 54, 4, 2012, p. 664-684.

Marion BERRANGER, Nolwenn ZAOUR, Marc LEROY, Sylvain BAUVAIS, Luisella CABBOI, Christophe DUNIKOWSKI, Philippe FLUZIN, « Organisation des productions sidérurgiques en Gaule (VII<sup>e</sup>-I<sup>er</sup> siècle av. J.-C.) : de la réduction du métal à l'élaboration des demi-produits » dans Stéphane MARION, Sylvie DEFFRESSIGNE-TIKONOFF, Jenny KAURIN et Gérard BATAILLE, *Production et proto-industrialisation aux âges du Fer : perspectives sociales et environnementales*. Actes du 39<sup>e</sup> colloque international de l'AFEAF, Nancy, 14-17 mai 2015, Éditions Ausonius, Bordeaux, Mémoires, 47, 2017, p. 301-334.

Marion BERRANGER, Philippe DILLMANN, Philippe FLUZIN, Enrique VEGA, Stéphanie LEROY, Michel AUBERT, Emmanuelle DELQUÉ-KOLIČ, « 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 » dans *Gallia, Archéologie des Gaules*, t. 76, 2, 2019, p. 165-189.

Johann BLANCHARD (dir.), *Grisy-sur-Seine (Seine-et-Marne), « Les Echertis, Les Six Arpents, Le Chavantois »*, rapport de fouille, Inrap Centre Ile-de-France, SRA Ile-de-France, Pantin, Paris, 2009, 264 p.

Patrice BRUN, « L'évolution en dents de scie des formes d'expression du pouvoir durant l'âge du Fer en Europe tempérée » dans Maria Carme BELARTE, Dominique GARCIA et Joan SANMARTI, *Les structures sociales protohistoriques a la Gàl·lia i a Ibèria*. Homenatge a Aurora Martín i Enriqueta Pons. Actes de la VII Reunió Internacional d'Arqueologia de Calafell, Calafell, 7 al 9 de març de 2013, Universitat de Barcelona, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, Tarragona, Arqueo Mediterrania, 14, 2015, p. 49-59

Patrice BRUN, Bruno CHAUME, Laurent DHENNEQUIN, Bénédicte QUILLIEC, « Le passage de L'âge du bronze à L'âge du fer... au fil de l'épée » dans Marie-Jeanne LAMBERT-ROULIÈRE, Alain DAUBIGNEY, Pierre-Yves MILCENT, Marc TALON et Joël VITAL, *De l'âge du Bronze à l'âge du Fer en France et en Europe occidentale (Xe - VIIIe siècle av. J.-C.). La moyenne vallée du Rhône aux âges du Fer*. Actes du XXXe colloque international de l'AFEAF, S.A.E., Dijon, Supplément à la Revue Archéologique de l'Est, t. 27, 2009, p. 477-485.

Olivier BUCHSENSCHUTZ, Katherine GRUEL, Thierry LEJARS, « L'âge d'or de l'aristocratie celtique, IVe et IIIe siècles av. J.-C. » dans *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, t. 67, 2, 2012, p. 295-324.

Luisella CABBOI, Christophe DUNIKOWSKI, Marc LEROY, Paul MERLUZZO « Les systèmes de production sidérurgique chez les Celtes du Nord de la France » dans Pierre-Yves MILCENT, *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal*. Actes du XXVIIIe colloque international de l'AFEAF, Toulouse, Fédération Aquitania, Bordeaux, Supplément à la Revue Aquitania, t. 14/2, 2007, p. 35-62.

Jean-Jacques CHARPY, « La Champagne » dans Sabatino MOSCATI, *Les Celtes*, Stock, 2<sup>nd</sup>

édition, Paris, Catalogue d'exposition, 1997, p. 265-274.

Bruno CHAUME, André RAPIN, « Quelques réflexions d'ordre techno-chronologique sur le poignard à « antennes » de Larçon (commune de Salives, Côte-d'Or) » dans Bruno CHAUME, Jean-Pierre MOHEN et Patrick PÉRIN, *Archéologie des Celtes. Mélanges à la mémoire de René Joffroy*, Monique Mergoïl, Montagnac, Protohistoire Européenne, t.3, 1999, p. 49-68.

Gérard CORDIER, Jean-René BOURHIS, *Le dépôt de l'âge du Bronze final du Petit-Villatte à Neuvy-sur-Barangeon (Cher) et son contexte régional*, G. CORDIER, Joué- lès-Tours, 1996.

Laurent DHENNEQUIN, *L'armement au premier âge du fer en Europe tempérée*, [Thèse de doctorat], Université Paris I, 2015.

Nadine DIEUDONNE-GLAD, *La métallurgie du fer chez les Bituriges à l'époque Gallo-Romaine*, [Thèse de doctorat], Université de Paris I, 1991.

Nadine DIEUDONNE-GLAD, « La production du fer au tournant des Vie et V e s. a. C. Des changements techniques, économiques et sociaux ? » dans Stéphane MARION, Sylvie DEFFRESSIGNE-TIKONOFF, Jenny KAURIN et Gérard BATAILLE, *Production et proto-industrialisation aux âges du Fer : perspectives sociales et environnementales*. Actes du 39<sup>e</sup> colloque international de l'AFEAF, Nancy, 14-17 mai 2015, Éditions Ausonius, Bordeaux, Mémoires, 47, 2017, p. 365-382.

Alexandre DISSER, *Espaces de production du fer en Lorraine et diffusion des produits sidérurgiques lorrains : apports des analyses par dosage d'éléments traces et statistiques*, [Thèse de doctorat], Université de technologie de Belfort-Montbéliard, 2014.

Petr DRDA, Alena Rybova, « La distribution spatiale de l'artisanat spécialisé sur les oppida celtiques » dans *Etudes Celtiques*, t. 33, 1997, p. 59-80.

Emilie DUBREUCQ, *Métal des premiers celtes, productions métalliques sur les habitats des provinces du Hallstatt centre-occidental*. Éditions Universitaires de Dijon, Dijon, collection Art, Archéologie & Patrimoine, 2013.

Françoise DUMASY, Nadine DIEUDONNE-GLAD, Laure LAÛT, *Travail de la terre, travail du fer : l'espace rural autour d'Argentomagus, Saint-Marcel, Indre*, Éditions Ausonius, Bordeaux, Mémoires, t. 23, 2010.

Christophe DUNIKOWSKI, Luisella CABBOI, *La sidérurgie chez les Sénons : les ateliers celtiques et gallo-romains des Clérimois, Yonne*, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, Paris, Document d'Archéologie Française, t. 51, 1995.

Christophe DUNIKOWSKI, Jean-Marc SÉGUIER, Sandra CABBOI, « La production du fer protohistorique au sud-est du Bassin parisien » dans Pierre-Yves MILCENT, *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal*. Actes du 28<sup>e</sup> colloque international de l'AFEAF, Toulouse, Fédération Aquitania, Bordeaux, Supplément à la Revue Aquitania, t. 14/2, 2007, p. 279-289.

Alain DUVAL, « Aspects de La Tène moyenne dans le Bassin parisien » dans *Bulletin la Société Préhistorique Française*, t. 73, 1976, p. 457-484.

Alain DUVAL, Dominique LACOSTE, Carla BACKHAUS, Sylvie BARRIEZR, Marion BERRANGER, Virginie FARGET, Jana HOZNOUR, Luc JACCOTÉZ, Fabienne OLMER, Julian WIETHOLD, « L'atelier de forge à la Porte du Rebut » dans Vincent GUICHARD, *Études sur Bibracte – 2*, Bibracte Centre archéologique européen du Mont Beuvray, Glux-en-Glenne, Bibracte, 24, 2014, p. 231-274.

Anne FILIPPINI, *La métallurgie du fer dans le centre-est de la France au Ve siècle avant J.-C. Approches historique, archéologique et archéométrique*, FERACF, Bourges Plus, Tours, Bourges, Bituriga Monographie, 59, 2015.

Jean-Loup FLOUEST, « Bragny-sur-Saône (Saône-et-Loire), centre d'activités métallurgiques du V<sup>e</sup> siècle avant J.-C. » dans Paul BENOIT et Philippe FLUZIN, *Paléométaballurgie du fer et cultures*. Symposium international du Comité pour la Sidérurgie Ancienne, Belfort – Sévenans, Vulcain / A.E.D.E.H., Paris, 1995, p. 305-312.

Jean-Loup FLOUEST, « Approches quantitatives de la production de fer sur le site hallstattien de Bragny-sur-Saône (Saône-et-Loire) » dans Pierre-Yves MILCENT, *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du XXVIII<sup>e</sup> colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Fédération Aquitania, Bordeaux, Supplément à la Revue Aquitania, t. 14/2, 2007, p. 265-270.

David HONORÉ, Gaël LEON, Nicolas ROUDIÉ, « Deux sites de réduction et de forge de l'âge du Fer en Normandie » dans Pierre-Yves MILCENT, *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal. Actes du 28<sup>e</sup> colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Fédération Aquitania, Bordeaux, Supplément à la Revue Aquitania, t. 14/2, 2007, p. 117-124.

Régis ISSENMANN (dir.), *Vinneuf (89), « Le Châtelot », « Les Aulnes », rapport final d'opération archéologique*, Eveha, SRA Bourgogne - Franche-Comté, Limoges, Dijon, 2016, 3 vol., 915 p.

Jenny KAURIN, « Le demi-produit de la sépulture 2 du Chêne « Le Chemin de l'Huître » (10) » dans Luc BARAY, *Les Sénons. Archéologie et histoire d'un peuple gaulois*, Éditions Snoeck, Gand, 2018, p. 164.

Régis LABEAUNE, « Un village stratifié du V<sup>e</sup> siècle av. J.-C. à Talant (Côte-d'Or) : premiers résultats » dans Philippe BARRAL, Jean-Paul GUILLAUMET, Marie-JEANNE ROULIÈRE-LAMBERT, Massimo SARACINO, Daniele VITALI, *Les Celtes et le nord de l'Italie : premier et second âges du fer/I Celti e l'Italia del nord : prima e seconda Età del ferro*. Actes du XXXVI<sup>e</sup> colloque international de l'AFEAF, Vérone, 17-20 mai 2012, S.A.E., Dijon, Supplément à la Revue archéologique de l'Est, t. 36, 2014, p. 707-715.

Régis LABEAUNE, Marion BERRANGER, Émilie DUBREUCQ, Christophe DUNIKOWSKI, « Les chaînes opératoires de production dans les forges hallstattiennes de Talant « La Peute Combe » (Côte-d'Or) » dans Stéphane MARION, Sylvie DEFFRESSIGNE-TIKONOFF, Jenny KAURIN et Gérard BATAILLE, *Production et proto-industrialisation aux âges du Fer : perspectives sociales et environnementales*. Actes du 39<sup>e</sup> colloque international de l'AFEAF, Nancy, 14-17 mai 2015, Éditions Ausonius, Bordeaux, Mémoires, 47, 2017, p. 383-402.

Jean-Yves LANGLOIS (dir.), *Le bassin sidérurgique du nord du Mans de l'âge du Fer au Moyen âge. Pays de la Loire, Sarthe (72), LGV Bretagne/Pays de la Loire –section 17, La Milesse « Bois de Beslan »*, Rapport d'opération de fouille archéologique, Inrap GO, SRA Pays-de-la-Loire, Cesson-Sévigné, Nantes, 2015, vol. 3.

Thierry LEJARS. « Les fourreaux d'épée laténiens, supports et ornementation » dans Daniele VITALI, *L'immagine tra mondo celtico e mondo etrusco-italico : aspetti della cultura figurativa nell'antichità*. Gedit Edizioni, Bologna, Studi e scavi, 20, 2003, p. 9-70.

Marc LEROY, *La Sidérurgie en Lorraine avant le haut fourneau. L'utilisation du minerai de fer oolithique en réduction direct*, CNRS Editions, Paris, Monographies du CRA, 18, 1997.

Marc LEROY, Paul MERLUZZO, Cécile LE CARLIER, *Archéologie du fer en Lorraine, minette et production du fer en bas-fourneaux dans l'Antiquité et au Moyen-Âge*, Éditions Fensch Vallée, Knutange, 2015.

Marc LEROY, Luisella CABBOI (dir.), *Les formes d'organisation de la production du fer en métallurgie ancienne. Systèmes de production et chaînes opératoires dans les ateliers de l'est du Bassin parisien de l'âge du fer au haut Moyen Âge*, rapport de PCR, Iramat - UMR 5060 du CNRS - Laboratoire « Métallurgies et Cultures » / Inrap / Laboratoire d'Archéologie des Métaux, Belfort / Jarville, 2014, 3 vol., 769 p.

Marc LEROY, Luisella CABBOI (dir.), *Produire et travailler le fer. Les ateliers de l'est du Bassin parisien du V<sup>e</sup> siècle av. J.-C. au X<sup>e</sup> siècle apr. J.-C.*, CNRS éditions, Paris, Recherches Archéologiques, 16, 2019.

François MALRAIN, Sylvain BAUVAIS, Bénédicte HÉNON, Vincent LEGROS, Muriel SAUREL, Valérie PISSOT, « Le site artisanal de la Tène finale et du Gallo-Romain de Ronchères (Aisne) « Le Bois de la Forge » » dans *Revue Archéologique de Picardie*, t. 1, 2, 2010, p. 37-161.

Olivier MAURY (dir.), *Varennes-sur-Seine (Seine-et-Marne), « Beauchamp » : (carrière GSM)*, rapport de fouille, Inrap Centre Ile-de-France, SRA Ile-de-France, Pantin, Paris, 2015, 136 p.

Michel MAUVILLY, Iris ANTENEN, Evencio GARCIA CRISTOBAL, Mireille RUFFIEUX, Vincent SERNEELS, « Sévaz « Tudinges » : chronique d'un atelier de métallurgistes du début de La Tène dans le Broye » dans *Archéologie Suisse*, t. 21, 1998, p. 144-153.

Michel MAUVILLY, Evencio GARCIA CRISTOBAL, Vincent SERNEELS, Mireille RUFFIEUX, « Le travail du fer dans une forge du milieu du Ve s. av. J.-C. à Sévaz/Tudinges (canton de Fribourg, Suisse) » dans Pierre-Yves MILCENT, *L'économie du fer protohistorique: de la production à la consommation du métal*. Actes du XXVIII<sup>e</sup> colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004, Fédération Aquitania, Bordeaux, Supplément à la Revue Aquitania, t. 14/2, 2007, p. 271-278.

Matthieu MICHLER, Sylvain BADEY, Marion BERRANGER, Luisella CABBOI, Patrick CLERC, Florent JODRY, Olivier PUTELAS, Marieke VAN ES, « Ensilage et artisanat du fer entre le Hallstatt D3 et La Tène ancienne à Weyersheim (Bas-Rhin). Premiers résultats » dans *Archimède. Archéologie et histoire Ancienne*, t. 5, 2018, p. 202 à 229.

Pierre-Yves MILCENT, *Bourges-Avaricum, un centre proto-urbain celtique au V<sup>e</sup> s. av. J.-C. : les fouilles du quartier Saint-Martin-des-Champs et les découvertes des Etablissements militaires*, Ville de Bourges, Bourges, Bituriga : archéologie de la cité, monographie 1, 2007.

Émilie MILLET, Sandrine THIOL (dir.), *Un site protohistorique à Pont-Sainte-Marie : Langgraben, inhumations en silos et occupation domestique des âges du Bronze et du Fer : Pont-Sainte-Marie, Aube, rue Fernand Jaffiol*, rapport de fouille, INRAP Grand-Est-Nord, SRA Grand-est, Metz, Strasbourg, 2011, 216 p.

Diana MODARRESSI-TEHRANI, *Untersuchungen zum früheisenzeitlichen Metallhandwerk im westlichen Hallstatt- und Frühlatenegebiet*, VML, Verlag Marie Leidorf, Rahden, Bochumer Forschungen zur ur- und frühgeschichtlichen Archäologie, 2, 2009.

Lionel ORENGO, *Forges et forgerons dans les habitats laténiens de la Grande Limagne d'Auvergne : fabrication et consommation de produits manufacturés en fer en Gaule à l'âge du Fer*, Editions Monique Mergoïl, Montagnac, Monographies instrumentum, 26, 2003.

Lionel ORENGO, Eric FRÉNÉE, Philippe FLUZIN, « Un atelier de forge de l'Âge du Fer au « Bois du Jarrier 3 », commune de La Celle-sur-Loire (France, Nièvre) » dans Michel FEUGÈRE, Mitja GUSTIN, *Iron, Blacksmiths and Tools. Ancient European Crafts*. Actes du colloque Instrumentum de Podsreda (Slovenia), Editions Monique Mergoïl, Montagnac, Monographie Instrumentum, 12, 2000, p. 45-66.

Rebecca PEAK (dir.), *Ecuelles (Seine-et-Marne), « Charmoy » : habitat du Hallstatt D3*, rapport de fouille, Inrap CIF, SRA Ile-de-France, Pantin, Paris, 2008, 101 p.

Jean-Philippe QUENEZ, « Occupations protohistoriques à Villiers-sur-Seine (Seine-et-Marne) « Le Défendable » » dans *Actes des journées archéologiques d'Ile-de-France 2004-2005-2009-2010-2011*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, 2012, p. 53-60.

André RÉBISCOUL, « Le site paléoméallurgique des Ferrys, commune de la Bussière » dans *Revue archéologique de Picardie*, t. 1-2, 2003, p. 129-39.

Vincent RIQUIER, Julien GRISARD (dir.), *Buchères, Mousse, Saint-Léger-près-Troyes, (Aube) Parc Logistique de l'Aube*, rapport de fouille, INRAP Grand-Est-Nord, SRA Grand-est, Metz, Strasbourg, 2014, vol. 1/8, 700 p.

Cédric ROMS (dir.), *Occupations protohistoriques et médiévales en marge du village actuel de Ruvigny*, rapport de fouille, INRAP Grand-Est-Nord, SRA Haute-Normandie, Metz, Strasbourg, 2018, 236 p.

Guillaume SAINT-DIDIER, *La métallurgie du fer dans le Poitou : Extraction, réduction, forgeage (III<sup>e</sup> siècle av. J.-C.-XV<sup>e</sup> siècle)*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, collection Archéologie et Culture, 2017.

Florian SARRESTE, *La sidérurgie antique dans le Bas Maine*, Presses Universitaires François Rabelais, Tours, collection Perspectives historiques, 2011.

Jean-Marc SÉGUIER (dir.), *Varennnes-sur-Seine « Le Marais du Pont », occupations du Paléolithique supérieur et du Néolithique, nécropole de l'âge du Bronze et habitat groupé de La Tène finale*, rapport de fouille, CDA Bassée, SRA Ile-de-France, AFAN Antenne Centre-Ile-de-France, Bazoches-les-Bray, 1996, 118 p.

Jean-Marc SÉGUIER (dir.), *Varennnes-sur-Seine (Seine-et-Marne), La Justice - Le Marais de la Fontaine du Cœur*, rapport de fouille, Inrap Centre Ile-de-France, SRA Ile-de-France, Pantin, Paris, 2013, 3 vol., 1356 p.

Jean-Marc SÉGUIER, Ginette AUXIETTE (dir.), *Souppes-sur-Loing « à l'Est de Beaumoulin » (Seine-et-Marne - Ile-de-France)*, rapport de fouille. Inrap Centre Ile-de-France, SRA Ile-de-France, Pantin, Paris, 2006, 264 p.

Jean-Marc SÉGUIER, Ginette AUXIETTE (dir.), « Le Brassot à Étigny (Yonne) : un établissement rural de La Tène finale de la vallée de l'Yonne » dans *Revue archéologique de l'Est*, t. 57, 2008, p. 185-204.

Jean-Marc SÉGUIER, Ginette AUXIETTE, Sylvie COUBRAY, Christophe DUNIKOWSKI, Blandine LECOMTE-SCHMITT, Véronique ZECH-MATTERNE, « Une ferme du début du III<sup>e</sup> s. av. J.-C. au « Marais du Colombier », Varennnes-sur-Seine (Seine-et-Marne) : analyse archéologique et environnementale » dans *Revue Archéologique du Centre de la France*, t. 47, 2008.

Vincent SERNEELS, *Archéométrie des scories de fer. Recherches sur la sidérurgie ancienne en*

*Suisse occidentale*, Cahiers d'Archéologie Romande, Lausanne, Cahiers d'Archéologie Romande, t. 61, 1993.

Suzanne SIEVERS, *Die mitteleuropäischen Hallstattdolche*, Beck, München, Prähistorische Bronzefunde, t. VI, 6, 1982.

Aline SPECKLIN, *Les activités artisanales dans l'habitat à La Tène moyenne et finale en Europe tempérée*, [Thèse de doctorat], Université François-Rabelais de Tours, 2017, 3 vol., 1341 p.

Nolwenn ZAOUR, *La métallurgie du fer en Normandie et ses marges de l'âge du Fer au Moyen-âge : approches interdisciplinaires ; archéologiques et archéométriques*, [Thèse de doctorat], université de technologie de Belfort-Montbéliard, en cours.

## Légendes figures

Figure 1 : *Schémas de fonctionnement des bas fourneaux datés des âges du Fer.* 1. Bas fourneau à usage unique et scories piégées. 2. Bas fourneau réutilisable, à scories piégées. 3. Bas fourneau réutilisable, à scories écoulées. Marion Berranger LMC-CNRS, Sylvain Bauvais, LAPA-CNRS (d'après N. Zaour modifié – INRAP-LMC)

Figure 2 : *Répartition des sites livrant des indices d'activités de réduction dans le nord-est de la France.* Marion Berranger LMC-CNRS

- 1 : au Hallstatt D / La Tène A
- 2 : à La Tène B / C
- 3 : à La Tène D

Figure 3 : *Répartition des sites livrant des indices d'activités de forge dans le nord-est de la France.* Sylvain Bauvais, LAPA-CNRS

- 1 : au Hallstatt D / La Tène A
- 2 : à La Tène B / C
- 3 : à La Tène D

Figure 4 : *Organisation théorique de la production au sein d'un quartier artisanal de l'Oppidum de Condé-sur-Suippe (Aisne).* Sylvain Bauvais, LAPA-CNRS

Figure 5 : *Localisation des sites sidérurgiques au sein de l'espace Sénonais au Hallstatt D / La Tène A.* Sylvain Bauvais, LAPA-CNRS

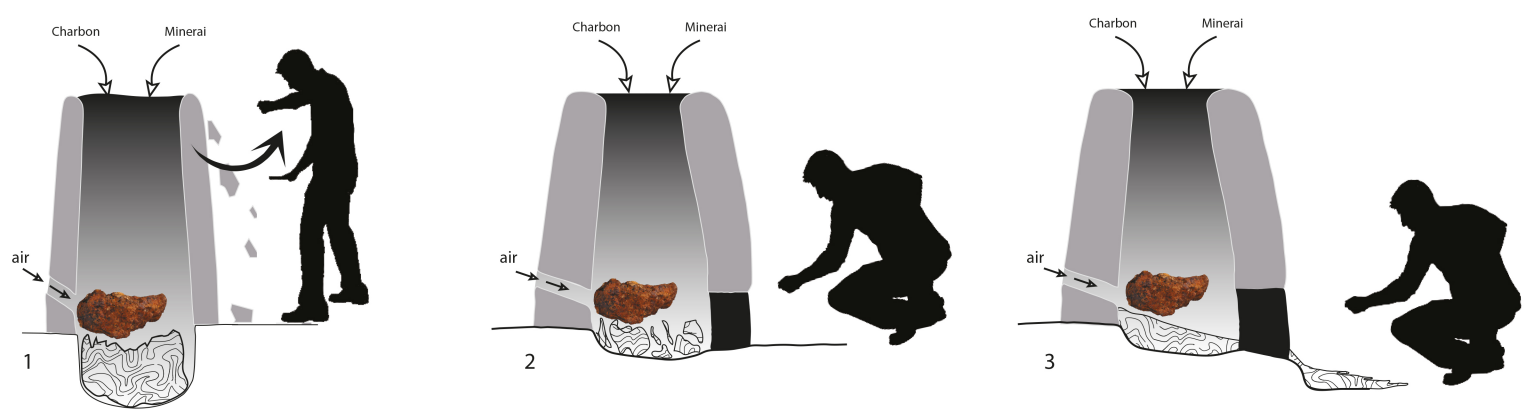
Figure 6 : *Localisation des sites sidérurgiques au sein de l'espace Sénonais à La Tène B / C.* Sylvain Bauvais, LAPA-CNRS

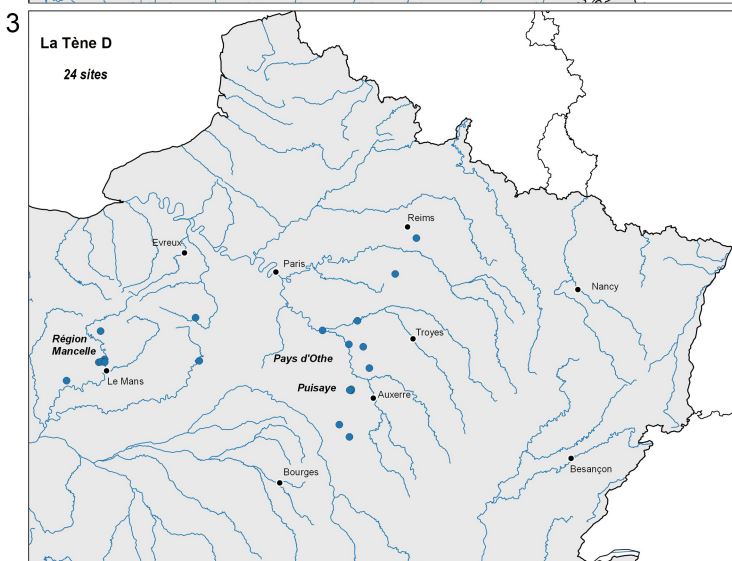
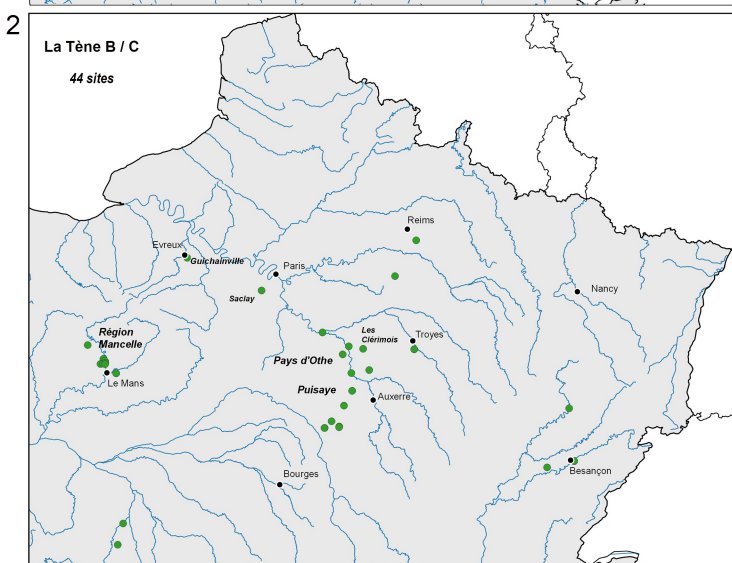
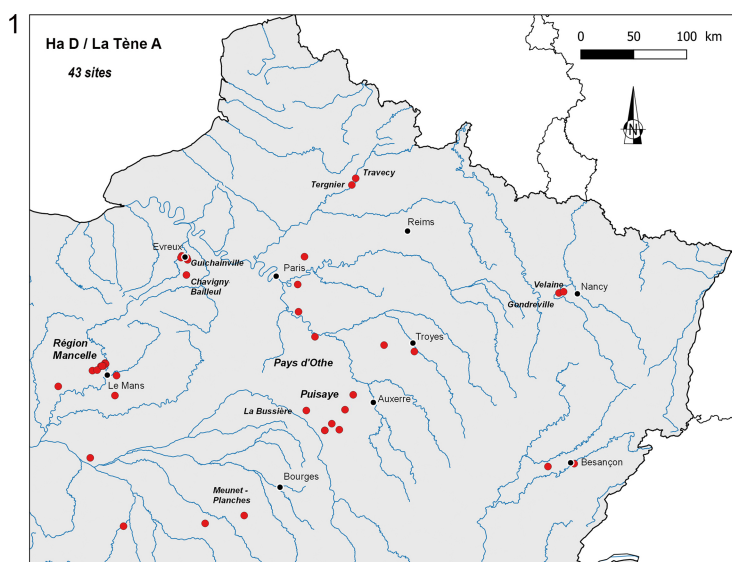
Figure 7 : *Localisation des sites sidérurgiques au sein de l'espace Sénonais à La Tène D.* Sylvain Bauvais, LAPA-CNRS

Tableau I : *Exemples de poids de déchets scoriacés retrouvés sur les sites d'habitat pour la période du Hallstatt D / La Tène A.* Sylvain Bauvais, LAPA-CNRS

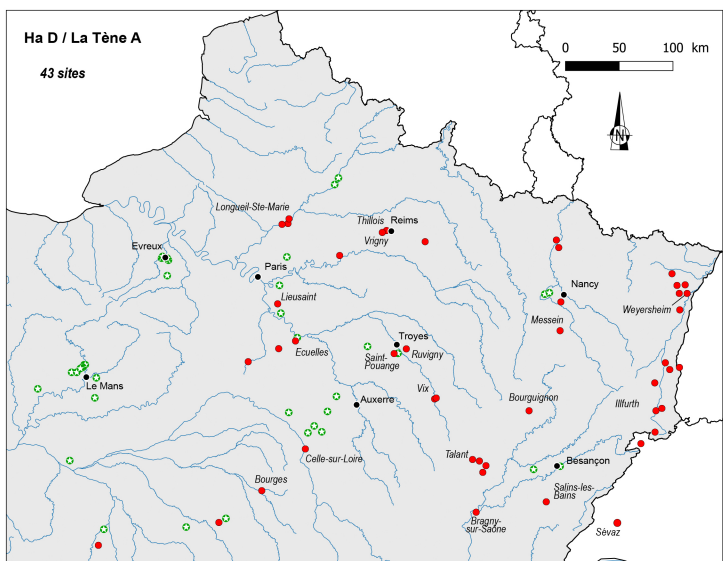
Tableau II : *Inventaire des sites sidérurgiques dans l'espace Sénonais du Hallstatt D à La Tène D.* Sylvain Bauvais, LAPA-CNRS



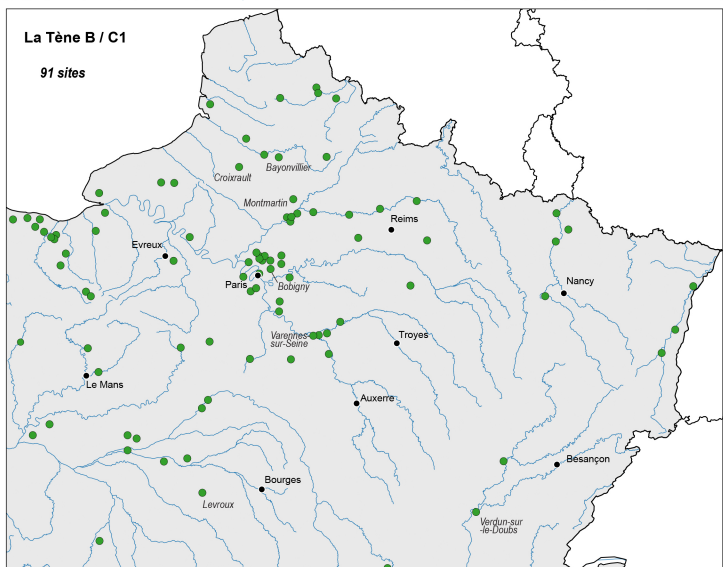




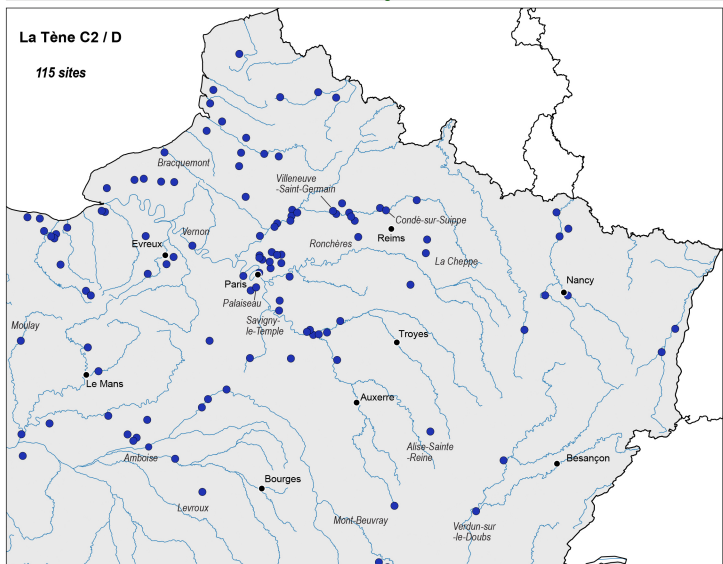
1



2



3



● Site de réduction

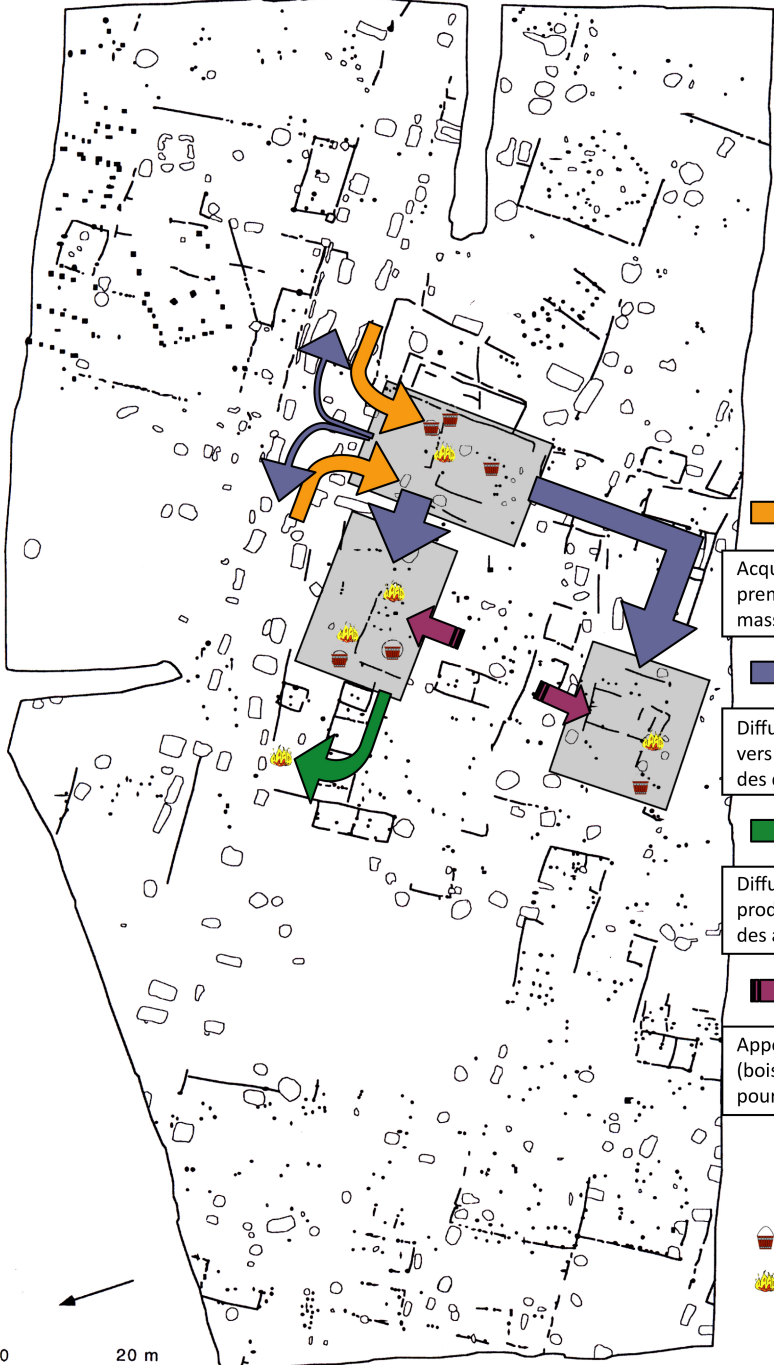
● Ville actuelle


● Ha D / LTA


● Site de post-réduction


● La T B / C1


● La T C2 / D





 Acquisition de matière première sous la forme de masses plus ou moins brutes

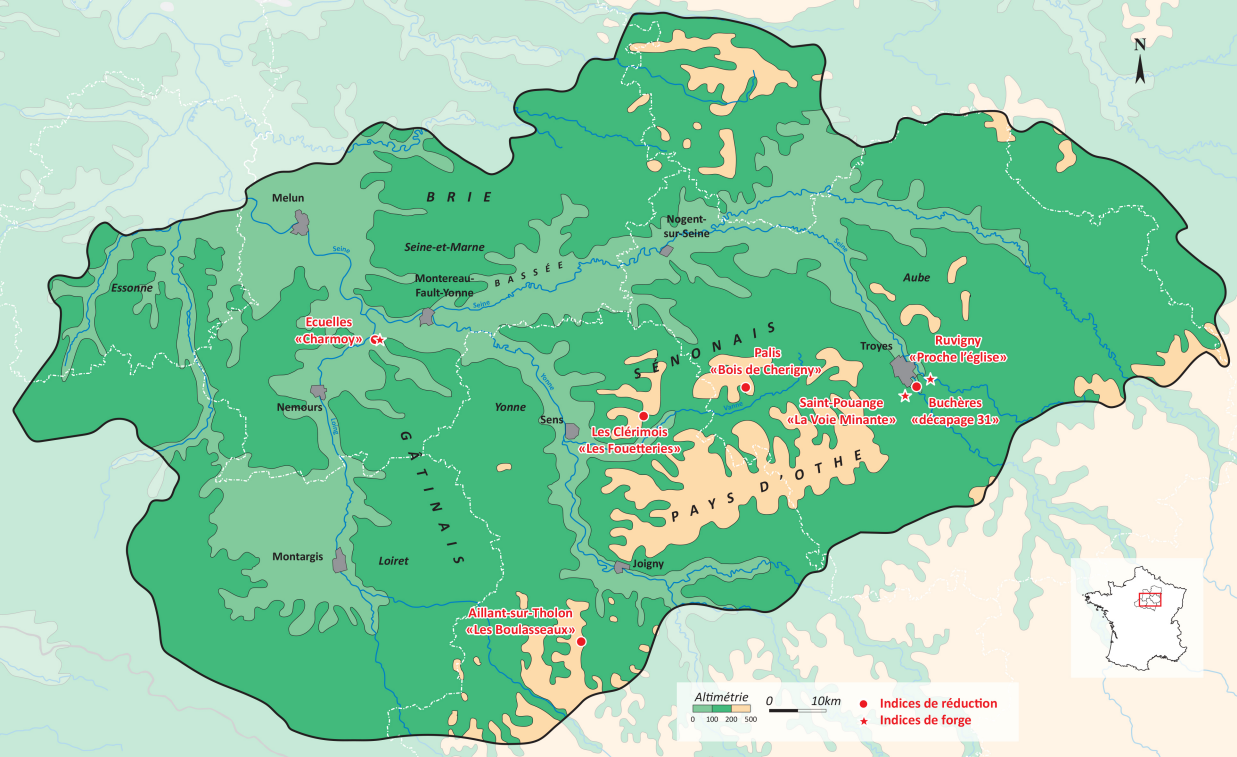

 Diffusion de demi-produits vers d'autres ateliers ou vers des destinations plus lointaines


 Diffusion probable de produits semi-finis vers des ateliers spécialisés


 Apport de pièces (bois, alliage cuivreux,...) pour un assemblage en forge

 Puit

 Structure de combustion



Melun

BRIE

Nogent-sur-Seine

Seine-et-Marne

BASSE

Aube

Essonne

Ecuelles  
«Charmoy»

Montereau-Fault-Yonne

Palis  
«Bois de Cherigny»

Ruvigny  
«Proche l'église»

Nemours

Yonne

Sens

Les Clérimois  
«Les Fouetteries»

Saint-Pouange  
«La Voie Minante»

Buchères  
«décapage 31»

GATINAIS

SENONNAIS  
PAYS D'OTHE

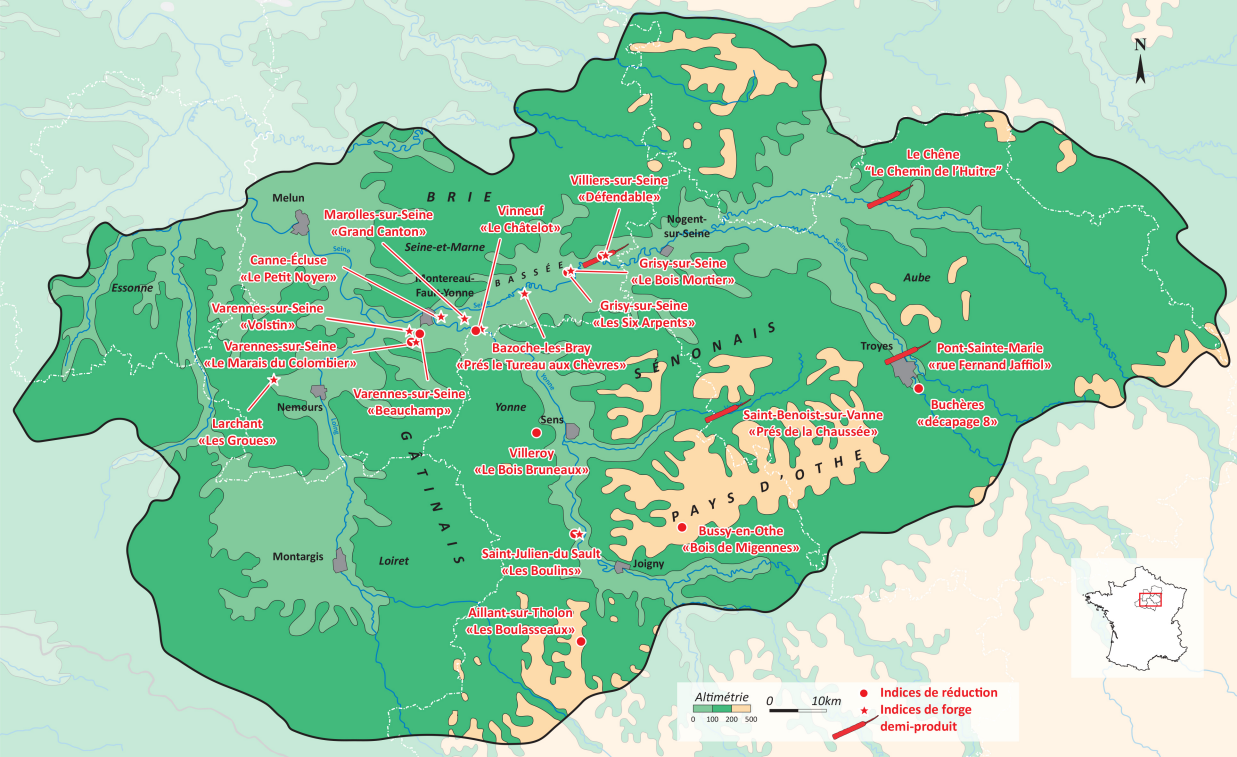
Montargis

Loiret

Aillant-sur-Tholon  
«Les Boulasseaux»

Joigny





**BRIE**

**BASSE SEINE**

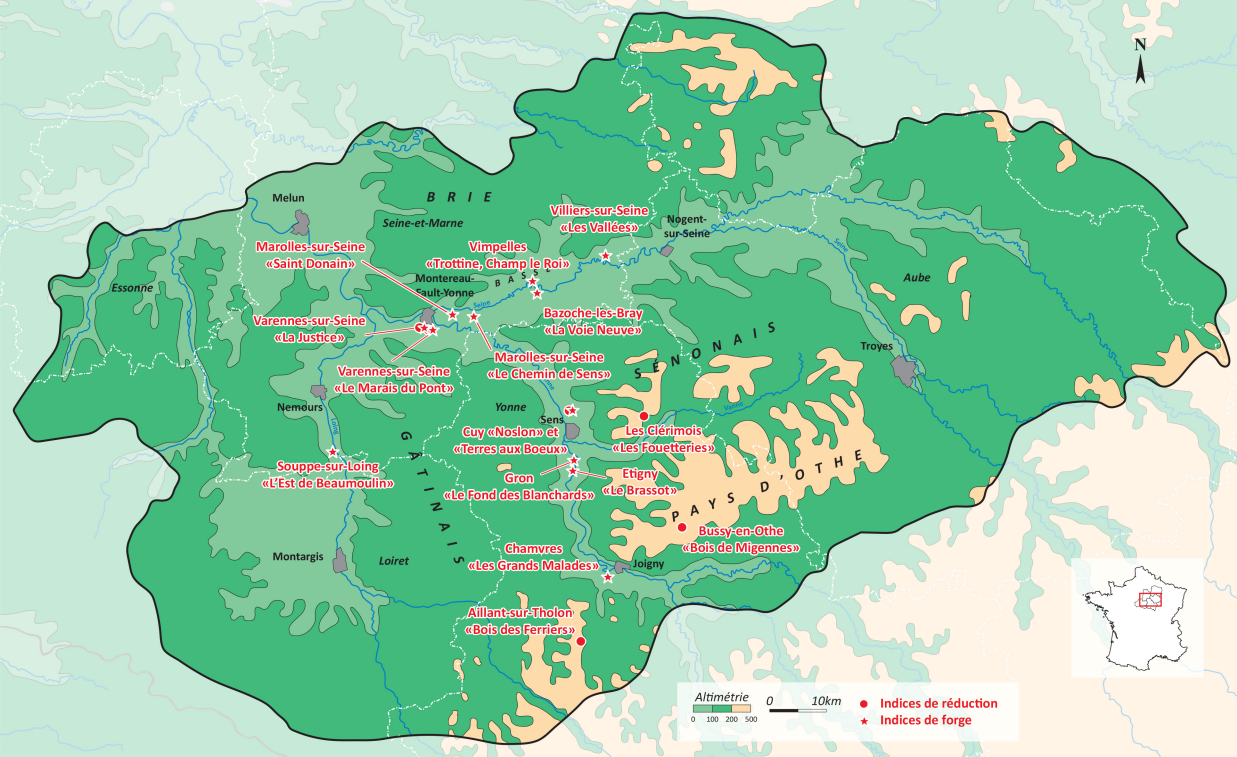
**SENONNAIS**

**GATINAIS**

**PAYS D'OTHE**

Melun  
 Marolles-sur-Seine «Grand Canton»  
 Canne-Écluse «Le Petit Noyer»  
 Varennes-sur-Seine «Volstin»  
 Varennes-sur-Seine «Le Marais du Colombier»  
 Larchant «Les Groues»  
 Nemours  
 Varennes-sur-Seine «Beauchamp»  
 Montargis  
 Loiret  
 Aillant-sur-Tholon «Les Boulasseaux»  
 Villiers-sur-Seine «Défendable»  
 Vinneuf «Le Châtelot»  
 Nogent-sur-Seine  
 Grisy-sur-Seine «Le Bois Mortier»  
 Grisy-sur-Seine «Les Six Arpents»  
 Bazoche-les-Bray «Prés le Tureau aux Chèvres»  
 Sens  
 Villeroy «Le Bois Bruneaux»  
 Saint-Julien-du-Sault «Les Boulins»  
 Joigny  
 Le Chêne «Le Chemin de l'Huître»  
 Aube  
 Pont-Sainte-Marie «rue Fernand Jaffiol»  
 Buchères «décapage 8»  
 Saint-Benoist-sur-Vanne «Prés de la Chaussée»  
 Bussy-en-Othe «Bois de Migennes»







	Commune	Lieu-dit	Département	Datation de l'activité	Chronologie absolue
<b>HaD / LTA</b>	Clérimois	<i>Les Fouetteries</i>	<i>Yonne</i>	datation 14C	VIIIe / IVe
	Palis	<i>Bois de Cherigny</i>	<i>Aube</i>	Ha D	VIIe / Ve
	Saint-Pouange	<i>La Voie Minante</i>	<i>Aube</i>	Ha D2/D3	VIe / début Ve
	Aillant-sur-Tholon	<i>Les Boulasseaux</i>	<i>Yonne</i>	datation 14C	481/205 cal. BC
	Ecuelles	<i>"décapage 31"</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	Ha D3	début Ve
	Ruvigny	<i>Proche l'église</i>	<i>Aube</i>	Ha D3 / LT A1	Ve
	Buchères	<i>Décapage 31</i>	<i>Aube</i>	Ha D3 / LT A1	Ve
<b>LTB/C</b>	Saint-Julien-du-Sault	<i>Les Boulins</i>	<i>Yonne</i>	LT B	IVe / début IIIe
	Aillant-sur-Tholon	<i>Les Boulasseaux</i>	<i>Yonne</i>	datation 14C	481/205 cal. BC
	Larchant	<i>Les Groues</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT B	IVe / début IIIe
	Grisy-sur-Seine	<i>Les Six Arpents</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT B	IVe / début IIIe
	Varennes-sur Seine	<i>Beauchamp</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT B	IVe / début IIIe
	Varennes-sur Seine	<i>Volstin</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT B2	début IIIe
	Varennes-sur Seine	<i>Le Marais du Colombier</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT B2	début IIIe
	Marolles-sur-Seine	<i>Le Grand Canton</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT B2	début IIIe
	Buchères	<i>Décapage 8</i>	<i>Aube</i>	LT B/C1	IVe / IIIe
	Grisy-sur-Seine	<i>Les Terres du Bois Mortier</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT B/C1	IVe / IIIe
	Bussy-en-Othe	<i>Bois de Migennes</i>	<i>Yonne</i>	datation 14C	370/196 cal. BC
	Vinneuf	<i>Le Châtelot</i>	<i>Yonne</i>	LT B-C	IIIe/fin IIe
	Villerooy	<i>Le Bois Bruneaux</i>	<i>Yonne</i>	LT B2-C1	fin IIIe / début IIe
	Marolles-sur-Seine	<i>Le Grand Canton Sud</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT C	fin IIIe / début IIe
	Villiers-sur-Seine	<i>Défendable</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT C2	début IIe
	Bazoches-le-Bray	<i>Prés le Tureau aux Chèvres</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT C2	début IIe
	Cannes-Ecluse	<i>Le Petit Noyer</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT C2/D1a	IIe
	Marolles-sur-Seine	<i>Saint Donain</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT C2/D1	IIe / début Ier
Cuy	<i>Noslon et Terres aux Boeux</i>	<i>Yonne</i>	LT C2/D1	IIe / début Ier	



LTD

Marolles-sur-Seine	<i>le Chemin de Sens</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT C2/D1	Ile / début 1er
Vimpelles	<i>Trottine, Champ le Roi</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT C2/D	Ile / 1er
Buchères	<i>Décapage 19</i>	<i>Aube</i>	LT C2/D1	Ile / 1er
Soupe-sur-Loing	<i>L'est de Beaumoulin</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT D	milieu Ile / 1er
Aillant-sur-Tholon	<i>Bois des Ferriers</i>	<i>Yonne</i>	datation 14C	181/1 CalBC
Varenes-sur Seine	<i>La Justice</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT D	milieu Ile / 1er
Bussy-en-Othe	<i>Bois de Migennes</i>	<i>Yonne</i>	datation 14C	-370/24 cal.
Clérimois	<i>Les Fouetteries</i>	<i>Yonne</i>	datation 14C	milieu Ile / fin 1er
Bazoches-le-Bray	<i>La Voie Neuve</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT D1b	fin Ile / début 1er
Villiers-sur-Seine	<i>Les Vallées</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT D1b/D2	fin Ile / 1er
Varenes-sur Seine	<i>Le Marais du Pont</i>	<i>Seine-et-Marne</i>	LT D2	2-3e quart du 1er
Gron	<i>Le Fond des Blanchards</i>	<i>Yonne</i>	LT D2	2-3e quart du 1er
Chamvres	<i>Les Grands Malades</i>	<i>Yonne</i>	LT D2	2-3e quart du 1er
Etigny	<i>Le Brassot</i>	<i>Yonne</i>	LT D2b	fin 1er

Nature du site	Activité présente	Quantité de déchets		Réf. biblio
		Réduction	Forge	
atelier	réduction	90 kg	/	Dunikowski, Cabboi, 1995
atelier	réduction	très nombreux	/	Dunikowski et al., 2007
habitat	forge	/	4 kg	Dunikowski, Thibault, 1991
Amas de déchets	réduction	plusieurs centaines de kg	/	Berranger et al., 2019
habitat	réduction/forge	20 kg	3 kg	Peak, 2008; Bardel, 2005
habitat	forge	/	0,44 kg	Roms, 2018
atelier	réduction	5 kg	/	Riquier, Grisard dir., 2014
habitat	réduction/forge	3,8 kg	0,3 kg	Leroy, Cabboi, 2019
Amas de déchets	réduction	plusieurs centaines de kg	/	Berranger et al., 2019
habitat	forge	/	0,44 kg	Issenmann dir., 2008
habitat	réduction	2 kg	/	Blanchard, 2009
habitat	réduction, grillage du minerais	3,6 kg	/	Mauray, 2015
habitat	forge	/	0,44 kg	Gouge, 2000
habitat	réduction/forge	5 kg	indices	Seguier dir., 2008
habitat	forge	/	9 culots	Peak dir., 1999
atelier	réduction	800 g	/	Riquier, Grisard dir., 2014
habitat	forge	/	des scories	Gouge, 1987-1989
atelier	réduction	plusieurs centaines de tonnes	/	Berranger et al., 2017
habitat	réduction/forge	5 kg	3 kg	Issenmann dir., 2016
atelier	grillage du minerais, réduction/forge	minerais grillés, scories en cordons	scories magnétiques et battitures	Dunikowski et al., 2007
habitat	forge	/	2 kg	Séguier dir., 1995
habitat	réduction/forge	0,6 kg	3,8 kg	Quenez, 2012
habitat	forge	/	4 kg	Dunikowski et al., 2007
habitat	forge	/	/	Dunikowski et al., 2007
habitat	forge	/	quelque scories	Séguier dir., 1990
habitat	réduction/forge	3,9 kg	2,3 kg	Leroy et al., 2014

habitat	forge	/	battitures	Séguier, 1995
habitat	forge	/	1 kg	Digan dir., 2016
habitat	forge	/	5 kg	Riquier, Grisard dir., 2014
habitat	forge	/	0,6 kg	Séguier dir., 2006
Plusieurs amas de déchets	réduction	plusieurs centaines de tonnes	/	Berranger et al., 2019
habitat	réduction/forge	21,5 kg	9 kg	Séguier dir., 2013
atelier	réduction	plusieurs centaines de tonnes	/	Berranger, 2017
atelier	réduction	plusieurs centaines de tonnes	/	Dunikowski, Cabboï, 1995
habitat	forge	/	1,4 kg	Dunikowski et al., 2007
habitat	forge	/	nombreuses scories et battitures	Dunikowski et al., 2007
habitat	forge	quelque grammes	512 kg	Séguier dir., 1996
habitat	forge	/	nombreuses scories	Dunikowski et al., 2007
habitat	forge	/	quelques scories	Dunikowski et al., 2007
habitat	forge	/	quatre scories légères	Séguier, Auxiette, 2008

<b>Localité</b>	<b>Dep.</b>	<b>Nom du site</b>	<b>Scories de forge (gr)</b>
Longueil-Ste-Marie	60	Le Barrage	14
Lieusaint	77	Zac des Pyramides	199
Ruvigny	10	Proche l'Eglise	440
Saint-Pouange	10	La Voie Minante	1107
Talant	21	La Peute-Combe	1422
Thillois	51	Parc Millésime	2435
Ecuelles	77	Charmoy	2491
Vrigny	51	Les Cuminnes Basses	3392
Bourges	18	Port Sec Sud	11720
Weyersheim	67	Les Hauts de la Zorn	67000
La Celle-sur-Loire	58	Bois Jarrier 3	96000
Bragny-sur-Saône	71	Sous Moussière	1360000