

Remarque conclusive

L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal

Vincent Serneels

RÉSUMÉ

La généralisation des armes et des outils en fer a des implications considérables au niveau de l'économie et de la société. Pour comprendre cette transformation, l'étude de la production doit être menée parallèlement à celle de la consommation du fer.

MOTS-CLÉS

fer, méthodologie, âge du Fer, outils, armes, économie, agriculture, société, forgeage, scorie

ABSTRACT

The generalization of iron weapons and tools has an important impact on the economy and on the society. To understand this process, the study of the production must be undertaken together with the study of the consumption of iron.

KEYWORDS

iron, methodology, Iron Age, tools, weapons, economy, agriculture, society, smithing, slag

1. LES PROBLÉMATIQUES DU FER EN GÉNÉRAL ET PENDANT LA PROTOHISTOIRE EN PARTICULIER¹

Dans bon nombre de sociétés humaines, le fer est un matériau essentiel. Par ses propriétés physiques, c'est le métal le mieux adapté à la fabrication des armes et des outils. D'autre part, ses minerais sont abondants : Le fer constitue environ 7 % de la croûte terrestre, il est donc 1 000 fois plus abondant que le cuivre (0,007 %) et 25 000 000 de fois plus abondant que l'or (0,0000003 %). C'est donc un métal dont l'usage peut être généralisé.

Les premiers objets en fer témoignent d'une innovation technologique. C'est un nouveau métal, issu de minerais différents et produit selon une nouvelle technologie. Cependant, cette innovation se produit assez logiquement, sans véritable rupture par rapport aux pratiques métallurgiques de l'âge du Bronze, déjà largement diversifiées et vieilles de presque deux mille ans. Les métallurgistes de l'âge du Bronze travaillent déjà une vaste gamme d'alliages à base de cuivre ainsi que les métaux précieux : l'or et l'argent. La présence de quelques objets de prestige en fer appartenant à l'élite ne témoigne pas d'un changement significatif de l'organisation de cette société. Au contraire, la généralisation de l'utilisation d'un armement et d'un outillage en fer est un événement d'une portée considérable.

On a souvent mis en avant le rôle de l'armement : les armes en fer sont plus efficaces que celles fabriquées avec d'autres matériaux. Il tombe presque sous le sens que des armes plus efficaces confèrent à ceux qui les possèdent un avantage significatif sur le champ de bataille. Le rôle du fer dans le domaine militaire est donc incontestable, mais pas forcément primordial. D'autres facteurs entrent en ligne de compte sur le champ de bataille : le nombre des soldats et leur moral ainsi que la tactique de combat

et l'habileté de la stratégie ou la personnalité du général.

De la même manière, on perçoit assez aisément que l'utilisation d'un outillage en fer engendre une amélioration de la productivité de l'artisanat, en particulier en ce qui concerne le travail des matières dures comme la pierre et les métaux. L'artisan travaille plus vite et de manière plus précise : le gain de productivité est réel. Cependant, il convient de nuancer cette approche, car, dans l'économie des sociétés anciennes, la place de la production des objets en matières dures n'est pas particulièrement importante. Ce n'est donc pas tant le gain de productivité direct qui est significatif, mais plutôt les gains de productivité induits par la multiplication des instruments et outils en matières dures. Le cas de la mouture des céréales permet d'éclairer ce point de vue. L'introduction du moulin rotatif substitué à la meule à va-et-vient est l'exemple d'un progrès technologique qui permet un important gain de productivité. Mais la généralisation de son emploi ne peut se produire que si la fabrication de cette machine est relativement aisée, c'est-à-dire si l'on dispose d'outils en fer. Dans le domaine de l'extraction minière, la généralisation de l'outillage en fer est une vraie révolution technique.

C'est dans le domaine de l'agriculture que l'impact du fer est le plus significatif. La production agricole est de loin l'activité économique qui absorbe la plus grande quantité de travail dans les sociétés antiques. Un gain de productivité, même minime, a donc un impact économique important. Bien entendu, l'outillage n'est pas le seul facteur qui influence la productivité agricole. La productivité du sol, c'est-à-dire le rendement en fonction de la surface cultivée, est fortement liée au savoir-faire du paysan et à ses pratiques (irrigation, jachère, fumure, etc.) et, bien entendu, les aléas climatiques jouent un rôle primordial. Cela dit, le facteur essentiel qui limite la productivité du paysan est sa force de travail (rendement par travailleur). À la bonne saison, chaque année, chaque paysan ne dispose que d'un temps limité pour mettre en valeur sa terre, la labourer et l'ensemencer. C'est sa force de travail qui limite la superficie qu'il peut cultiver chaque année. Le fait de disposer d'un outillage adéquat et efficace est un facteur qui influence directement la productivité individuelle. Avec un soc en fer, un paysan peut réellement mettre en valeur une surface

1- Depuis plus de 30 ans, le Comité pour la Sidérurgie Ancienne de l'UISPP (secrétaire : R. Pleiner) soutient l'organisation de réunions scientifiques portant sur ce thème spécialisé. Au cours des quinze dernières années, la recherche francophone a connu un certain renouveau. En 2004, un ouvrage de synthèse a été réalisé sous la direction de M. Mangin : *Le Fer*, collection "archéologiques", Édition Errance, Paris. Ce volume fournit une vue d'ensemble de l'état actuel des connaissances ainsi que des orientations bibliographiques de base, y compris les références aux actes des colloques du CSA.

supérieure à celle qu'il pourrait travailler avec le même outil fabriqué en bois. L'outillage en fer permet à chaque paysan de cultiver une plus grande surface et donc de produire une plus grande quantité de nourriture. Une telle modification est fondamentale ; elle a d'importantes répercussions sur l'ensemble de la société.

La découverte de la technique de production du fer est une innovation technologique importante, mais elle n'est pas un événement décisif. Le fait majeur, celui qui modifie le fonctionnement des sociétés humaines, c'est la généralisation de l'outillage en fer. C'est à partir de cet événement-là qu'il est réellement légitime de parler d'un "âge du Fer".

Par ses implications socio-économiques profondes, l'histoire du "marché"² du fer apparaît comme une question centrale pour la compréhension des sociétés protohistoriques. Si on veut comprendre les implications économiques et sociales de la production du fer, il est évidemment indispensable de comprendre celles de sa consommation, et vice-versa.

À vrai dire, cette piste de réflexion n'a pas encore été complètement explorée. Le concept même de "généralisation de l'utilisation du fer" demande encore à être affiné. Évidemment, cette mutation ne se fait pas du jour au lendemain et elle ne se produit certainement pas partout au même moment. Il reste beaucoup de travail pour cerner cette transformation dans les détails géographiques et avec une bonne précision chronologique.

Pour mener à bien cette enquête, il est nécessaire de renouveler les données archéologiques, c'est-à-dire de fouiller plus de sites archéologiques en relation avec la production primaire et la transformation du fer. À l'heure actuelle, pour l'espace chrono-géographique "celte", les publications ne permettent de connaître qu'une dizaine de sites

avec des fourneaux de réduction du minerai de fer relativement bien préservés. Si les scories de forge sont fréquentes, en particulier sur les sites d'habitat de la période de La Tène, le nombre d'ateliers de forge bien conservés, fouillés et publiés ne doit pas non plus dépasser la dizaine. Il est aussi nécessaire de renouveler le regard porté sur les données archéologiques, en particulier avec une prise en compte meilleure et plus complète du mobilier en fer. Si des milliers d'objets en fer ont été publiés, il est extrêmement difficile de trouver des corpus complets. Le plus souvent les pièces publiées ne correspondent qu'aux éléments les mieux conservés. Il faut souligner que les problèmes liés à la corrosion du fer font peser sur ce mobilier une lourde menace. Il est probablement illusoire d'espérer sauver tout le mobilier en fer en raison des importants coûts de la restauration. Par contre, il faut mettre en place des procédures de documentation systématique de cette classe de mobilier avant sa destruction définitive. Il en va de même des déchets métallurgiques, scories et matériaux associés, qui sont des témoins privilégiés pour comprendre les activités productives. Il y a quelques années encore, les scories et autres déchets métallurgiques n'étaient simplement pas récoltés au cours des fouilles archéologiques. Aujourd'hui, on assiste de plus en plus fréquemment à une bonne prise en compte de cette classe de vestiges, sur le terrain et dans les publications. Fréquemment, les quantités dépassent largement les capacités de stockage et il ne peut être question de conserver systématiquement l'ensemble des déchets métallurgiques. Dans ce cas également, il faut mettre en place des procédures permettant d'enregistrer les données archéologiques de la manière la plus complète possible. Enfin, il faut faire un effort de réflexion et de conceptualisation pour mesurer les impacts socio-économiques aux différentes échelles spatiales (locale, régionale, supra-régionale) et chronologiques. Pour progresser, il sera essentiel de pouvoir s'appuyer sur un large corpus d'ensembles datés avec précision.

Dans cette perspective, tous les moyens sont bons. À côté des méthodes traditionnelles de l'archéologie que sont la prospection, la fouille et l'étude typologique du mobilier, les approches issues des sciences de la nature et des matériaux apportent des compléments essentiels. L'apport des analyses de laboratoire pour l'étude des déchets métallurgiques

2- Le "marché" du fer est une expression imprécise mais commode pour englober à la fois la production primaire, la transformation, les circuits d'échange et la consommation. C'est un système dont les éléments ne sont pas indépendants et qui entretient des relations avec la société dans son ensemble, à travers les implications de l'utilisation du fer dans l'économie et la vie quotidienne ainsi qu'en fonction de l'investissement (main d'œuvre, etc.) consenti par la société dans le domaine de la production. C'est l'analyse de ce système qui permet de caractériser la société.

et des objets en métal a été largement démontré par de nombreux travaux récents. On constate cependant que les études qui portent réellement des fruits sont celles qui sont réalisées en étroite collaboration interdisciplinaire. Il faut mener de front l'étude de la production et celle de la consommation, ce qui signifie qu'il ne peut pas y avoir une paléosidéurgie séparée de l'archéologie en général. Il faut étudier les déchets de travail aussi bien que les objets finis. Bien sûr, un seul chercheur ne peut y parvenir. Chacun est forcément appelé à se spécialiser et c'est en confrontant les points de vue que des progrès pourront être obtenus. La collaboration interdisciplinaire entre chercheurs formés dans des domaines aussi éloignés que l'archéologie et les sciences des matériaux demande toujours des efforts importants pour les partenaires. Le jargon spécialisé est sur ce plan un des pires ennemis des chercheurs. L'archéologie du fer n'échappe malheureusement pas à cette règle.

En première approche, on peut distinguer trois niveaux d'analyse pour aborder la place du fer dans les sociétés anciennes.

Le premier niveau est celui de la technique : Comment cela marche-t-il ? Et l'on peut poser cette question à toutes les étapes du "cycle" du fer. Comment exploite-t-on les minerais ? Comment sont-ils traités ? Comment le produit de la réduction est-il épuré et mis en forme ? Comment les objets sont-ils fabriqués ? Comment sont-ils utilisés ? réparés ? recyclés ?

L'étude des vestiges archéologiques permet normalement d'aboutir à une définition de l'opération technique dont ils sont issus et que l'on peut rattacher à une chaîne opératoire et plus généralement à une technologie³. En comparant les technologies mises en œuvre à différents endroits et différents moments, on peut, petit à petit, reconstituer une histoire globale des techniques. Celle-ci est fortement liée à l'histoire de la

transmission des savoir-faire et à l'histoire des contacts culturels. D'autre part, la compréhension technique des faits archéologiques est toujours une étape obligée pour aborder les autres plans d'analyse.

L'étude et la compréhension des techniques débouchent également dans une autre direction, celle de leur hiérarchisation en fonction de leur efficacité. D'un strict point de vue technique, la méthode de production la plus efficace est celle qui permet d'obtenir un maximum de produit pour un minimum de matière première. C'est la notion de rendement simple. Par exemple, le rendement d'une opération de réduction de minerai de fer est le rapport entre la quantité de fer présente dans le minerai et celle qui est effectivement produite. Ce rendement simple peut assez facilement être calculé sur la base de l'analyse des déchets métallurgiques. En fait, cette notion est inappropriée. Il est nécessaire de considérer les autres facteurs qui sont mis en jeu au cours de l'opération technique, c'est-à-dire tenir compte de la consommation d'énergie (charbon de bois), de la main-d'œuvre et de l'investissement. La production de fer à petite échelle selon la méthode directe ne réclame que des investissements très modestes. Au contraire, la sidérurgie moderne avec ses immenses hauts fourneaux et les énormes installations annexes sur des capitaux énormes. En considérant des sites comme celui des Martyrs, concentrant l'activité de plusieurs dizaines (centaines ?) de travailleurs avec ses batteries de fourneaux et ses bâtiments annexes, on se trouve déjà dans une situation intermédiaire. On se rapproche de la notion de rentabilité qui est plus une notion économique que technique, c'est le rapport entre la valeur du produit et les coûts de production. Le premier terme peut être approché sur la base du calcul de la quantité produite (rapport entre la masse de déchets et la masse de métal produite). Cette quantité n'est malheureusement pas directement proportionnelle à la valeur qui fait intervenir en plus la notion de qualité ainsi que des paramètres liés au marché. Il ne faut pas oublier que les lois de l'offre et de la demande ne peuvent pas s'appliquer aveuglément. En effet, le fer est une matière première stratégique, en particulier dans le domaine militaire. Il est donc parfois essentiel d'assurer sa propre production, quel qu'en soit le coût. Les coûts de production sont beaucoup plus

3- Chaque opération technique est caractérisée par plusieurs paramètres : les matières premières, les outils et les installations, les savoir-faire et la main d'œuvre. Dans une chaîne opératoire, qui est une suite d'opérations techniques, partant de la matière première naturelle et aboutissant à l'objet fonctionnel, toutes les étapes sont liées. Une technologie peut être définie comme un ensemble de chaînes opératoires spécifiques possédant des éléments communs.

difficiles à évaluer sur la base de l'étude des vestiges archéologiques. Dans une certaine mesure, il est possible de contourner cette difficulté sur la base d'une approche expérimentale ou par le biais des données ethnographiques. Dans les deux cas, la plus grande prudence est nécessaire pour l'interprétation des résultats. Enfin, il faut aussi faire intervenir la notion de qualité dans la hiérarchisation des technologies. Il est assez évident que pour obtenir un produit de qualité supérieure, dont la valeur est elle aussi supérieure, il est rentable de consentir des frais de production plus importants. Il faut rappeler que l'efficacité d'une opération technique doit aussi être envisagée dans la perspective de l'ensemble de la chaîne opératoire et même plus largement dans celle du marché du fer en général. La question de l'efficacité est très complexe et dépasse le cadre strictement technique. Par exemple, il ne sert à rien de produire de la fonte (alliage de fer et de carbone), avec un rendement bien meilleur que pour une éponge de fer, si on ne maîtrise pas une technique d'affinage (décarburation) qui permet de transformer la fonte en un métal forgeable.

Le second plan d'analyse des faits archéologiques liés à la métallurgie est centré sur l'aspect économique. Fondamentalement, elle se résume à répondre aux questions suivantes : où ? quand ? et combien ?

Il faut localiser, dater et quantifier, aussi bien la production que la consommation. Les activités sidérurgiques ont la particularité de produire des déchets (scories au sens large) qui se conservent relativement bien (mis à part les cas spécifiques de recyclage). La quantité de déchets est, dans une certaine mesure au moins, proportionnelle à l'activité. Le facteur de proportionnalité varie considérablement en fonction du type d'activité (réduction, raffinage, forge, etc.) et de la technique utilisée, mais le principe de la proportionnalité reste vrai. Si la technique a été comprise, la quantification des déchets permet d'estimer le volume de l'activité. De ce point de vue, la sidérurgie offre une situation particulièrement favorable pour une étude quantitative.

La conservation des objets en fer est beaucoup plus aléatoire que celle des déchets de production. Les objets subissent une usure, ils peuvent être déplacés, ils sont recyclables et ils subissent une forte oxydation au cours de leur dépôt dans les sédiments.

Tous ces facteurs font que la quantité d'objets en fer présente sur un site n'est pas proportionnelle à la quantité qui a été utilisée. La quantification de la consommation passe donc par une connaissance approfondie du cadre de vie d'une société ancienne. Elle se base de toute façon sur des hypothèses. Il reste cependant possible d'établir des classements relatifs et d'entamer une réflexion. Combien de fer dans une "villa romaine normale" ? Combien de fer dans un "*murus gallicus*" ? etc.

À ce stade, il est évidemment essentiel de tenir compte de l'ensemble du mobilier provenant d'une fouille. Si possible, il faut établir des liens entre les sites de production, de transformation et de consommation. Sur ce plan, les techniques de laboratoire, sans fournir actuellement de recette miracle, offrent néanmoins des possibilités de plus en plus prometteuses. Dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible, en procédant à l'analyse d'un objet en fer, de déterminer l'origine du minerai avec lequel cet objet a été élaboré. Il est peu probable que l'on arrive à un tel résultat de routine. En revanche, dans le cadre d'une étude régionale s'appuyant sur une bonne connaissance des ressources en minerai, des technologies et des vestiges métallurgiques et avec de bonnes analyses, il devient possible de formuler des hypothèses solidement argumentées.

Cette démarche peut être entreprise à l'échelle d'un site ou d'une fouille, en cherchant simplement à établir une balance entre les évidences concernant la production primaire, la transformation et la consommation. Par rapport à un modèle simple d'autosuffisance, on peut alors constater des écarts et opposer des sites de production avec des sites de consommation. C'est évidemment surtout au niveau régional ou même supra-régional que cette approche permet de décrire l'organisation d'un marché.

La production primaire est fortement liée à des contraintes naturelles (disponibilités des matières premières) variables d'une région à l'autre, mais aussi à des contraintes culturelles (capacité de reconnaissances des matières premières et maîtrise des techniques d'exploitation), sociales (main-d'œuvre) et économiques (voies de circulation, débouchés). En règle générale, les ateliers de réduction du minerai de fer sont des sites spécialisés installés à proximité des mines et des forêts. Par définition, il existe des zones privilégiées où les

ressources naturelles sont disponibles. Ce potentiel est une condition nécessaire, mais pas suffisante pour permettre le développement d'une production primaire.

La métallurgie de transformation (depuis le produit brut jusqu'à l'objet fonctionnel) est moins dépendante des ressources naturelles, mais plus fortement liée aux contraintes culturelles (savoir-faire), et surtout dépendante des relations avec les consommateurs. Les ateliers de transformation sont donc le plus souvent situés au sein des habitats. Ces ateliers remplissent des fonctions très variables (fabrication spécialisée, fabrication générale, entretien, recyclage) et à des échelles très différentes. L'organisation de cette métallurgie de transformation échappe encore en bonne partie à notre compréhension.

Des rapports privilégiés avec une zone de production primaire peuvent favoriser le développement d'une activité de transformation particulièrement importante dans une région ou sur un site précis. Les voies de communications jouent un rôle important dans de tels cas.

La structure de la consommation du fer est encore plus complexe et, paradoxalement, très mal comprise et peu étudiée. En fonction de l'organisation de la société, un certain stock de métal est nécessaire, réparti dans les différents domaines d'utilisation (outillage agricole, outillage artisanal, armement, mobilier domestique, habillement et parure, moyens de transport - chevaux / voitures / bateaux -, habitat -clous -, infrastructures -routes, ponts, remparts et constructions monumentales -, dépôts "rituels", etc.). Pour une part, ce stock est lié au nombre d'individus (équipement individuel), pour une autre part, il s'agit d'un bien commun. Le volume de métal, tant pour les équipements individuels que collectifs, dépend du contexte socio-culturel. D'une société à l'autre, l'équipement individuel varie considérablement. Par exemple, la masse de métal utilisée pour équiper un guerrier celte sera de l'ordre de 1 à 3 kg. Pour le soldat romain, la masse de métal est plutôt de l'ordre de 5 à 10 kg.

De toutes manières, ce stock global subit une érosion progressive en raison de plusieurs processus. D'une part des objets sont perdus, rejetés ou retirés de la circulation. Dans le cadre d'une utilisation "normale", ce processus de perte est, a priori, limité,

mais il existe des circonstances qui provoquent brutalement des pertes massives. Par exemple, pour l'armement, en temps de paix, il n'y a presque pas de perte, alors qu'au cours d'un combat, de très nombreuses armes seront perdues. Le rejet intervient au moment où l'objet perd sa fonction et que le matériau ne peut plus être réutilisé. Ce "seuil de recyclage" est une indication de la disponibilité du métal. De nombreux processus peuvent aboutir au retrait de la circulation d'une masse de métal donnée. Dans le contexte des sociétés de l'âge du Fer, c'est en particulier le dépôt rituel d'objets en fer dans les sanctuaires ou dans des lieux sacrés (marais, tourbières, etc.).

D'autre part, certains objets en fer subissent une usure importante au cours de leur utilisation. C'est en particulier vrai pour les outils aratoires qui subissent une forte abrasion en raison des frottements répétés contre les grains minéraux durs présents dans les sols (quartz, etc.). Le fait est couramment constaté, mais il n'existe que peu de données chiffrées sur la perte en métal lors de l'utilisation d'outils aratoires traditionnels. L'ethnographie africaine fournit quelques éléments : en général, une houe doit être reforgée au moins une fois par an et sa durée de vie n'est que de quelques années. Enfin, au cours du forgeage à chaud, on enregistre une perte de métal importante due à l'oxydation des surfaces. Le recyclage du fer par remise en forme à la forge est donc une opération coûteuse en matière première. Dans ce domaine également, il n'existe pas beaucoup de données et elles sont complexes à interpréter. Dans le cas d'un travail simple sur un objet de section relativement faible, la perte de poids n'est que de quelques pour-cent. Dans le cas d'un travail complexe (soudure) sur un objet volumineux, la perte est de l'ordre de 20 ou 30 %. Pour les travaux les plus techniques (élaboration d'objet par damas de soudure), on a constaté des pertes allant jusqu'à 80 ou 90 %.

En résumé donc, sur une certaine durée, le stock de fer d'une société diminue constamment. Pour simplement maintenir son niveau de consommation, cette société doit en permanence se réapprovisionner en métal neuf, soit en développant sa propre production primaire, soit par l'importation d'objets ou de matière première. Pour une société qui connaît une croissance démographique, les besoins en

équipements individuels connaissent une augmentation proportionnelle. Dans un contexte de croissance économique et de développement culturel, les infrastructures utilisant du fer se développent. Enfin, des événements catastrophiques comme les guerres peuvent avoir un impact sur le volume et la répartition du stock. L'équilibre entre la production et la consommation est donc perpétuellement remis en cause et témoigne de l'évolution d'une société.

La répartition du métal dans les différents domaines de consommation est aussi un élément significatif. Pour ce qui est des armes et des outils, la supériorité du fer sur les autres matériaux est un fait. En revanche, dans pratiquement tous les autres domaines de consommation, il existe des alternatives qui sont aussi satisfaisantes que le fer. Le clou est l'exemple parfait. Il présente une grande facilité d'utilisation, mais en fait, il est rare qu'il soit réellement indispensable. En particulier, presque tous les assemblages de bois peuvent être réalisés par des techniques de charpenterie ou au moyen de chevilles.

Sur la base de cette réflexion, on peut hiérarchiser les situations. Lorsque l'on trouve le fer uniquement dans les domaines où il est plus efficace (outillage et armement), on peut considérer que l'approvisionnement est suffisant. Si seulement une partie de l'outillage et de l'armement est en fer, c'est le signe d'un approvisionnement insuffisant. On retrouve alors souvent le fer dans les objets de prestige. À l'opposé, la mise en œuvre du fer dans les autres domaines de consommation est la marque d'un approvisionnement excédentaire. Bien entendu, ce ne sont là que des lignes générales puisque de nombreux facteurs culturels vont aussi influencer la consommation du fer.

Le troisième plan d'analyse tentera de considérer les aspects sociaux de la production et de la consommation du fer. Les interrogations sous-jacentes sont donc : Qui produit ? Qui consomme ? Qui en tire profit ?

À côté des vestiges témoignant directement des activités techniques, les fouilles des sites de production peuvent aussi livrer des indices concernant la population qui est impliquée dans la production, son mode de vie et son statut. Mais il faut bien dire qu'en l'absence de sources écrites, il

reste beaucoup plus de questions qu'il n'y a de réponses.

Les différentes étapes de la production ne réclament ni la même quantité de main-d'œuvre ni les mêmes capacités techniques. L'extraction des minerais de fer est une tâche techniquement assez simple. Ceux-ci sont, le plus souvent, exploités en masse dans des gisements superficiels ou situés à faible profondeur. Dans ce domaine donc, les savoir-faire requis sont plutôt limités. Pour les autres métaux, la situation est sensiblement différente. Certaines mines de cuivre, d'argent ou d'or antiques montrent clairement un haut niveau technique. Si ce savoir-faire n'est pas forcément l'apanage de tous les travailleurs, il implique au moins la présence d'un encadrement hautement qualifié.

En ce qui concerne la réduction du minerai de fer, la situation n'est pas très différente. En effet, dans le cadre d'une technologie définie, la production se limite à la répétition à l'infini de la même opération. Une bonne partie du labeur se limite à déplacer des charges pesantes de minerai et de charbon de bois. Le cas échéant, il faut aussi de nombreux manœuvres pour activer les soufflets. Un ou deux métallurgistes expérimentés suffisent à diriger toute une équipe de travailleurs.

En revanche, le travail du métal à la forge est d'une infinie complexité. Pour fabriquer un objet particulier à partir d'une certaine matière première, le forgeron doit maîtriser un schéma mental qui lui permet d'enchaîner les opérations de chauffe et de martelage de manière adéquate. La qualité de la matière première influence considérablement le travail. Les métaux ferreux présentent des propriétés physiques très variables en fonction de leur composition chimique, en particulier par rapport à la teneur en carbone, mais aussi des autres éléments d'alliage (phosphore, etc.). De même, l'état de compaction du métal joue un rôle important ainsi que la proportion d'inclusions non métalliques. Le forgeron doit tenir compte de ces variations pour choisir les conditions de travail (température, position dans le foyer, intensité du martelage, etc.). De même, la séquence d'actes techniques (écrouissage, traitement thermique, trempe, etc.) conditionne les propriétés physiques de l'objet réalisé. Façonner un clou à partir d'une barre de section adéquate est (presque) un jeu d'enfant ; la réalisation d'une lame d'épée en acier damassé est

une opération hautement technique. Pour être capable de produire une large gamme d'objets de qualité, un forgeron doit maîtriser un savoir-faire très étendu et sophistiqué. Un long apprentissage est nécessaire. Chez les forgerons, on trouvera donc aussi bien des tâcherons aux capacités limitées que des artisans hautement qualifiés. Ces derniers au moins, ne peuvent être que des spécialistes.

Il est aussi intéressant de considérer la quantité de main-d'œuvre qui est impliquée aux différentes étapes. Évidemment, beaucoup de paramètres entrent en ligne de compte et sont éminemment variables en fonction de la technologie considérée. Le fait vraiment important est que, dans le cas de la sidérurgie, c'est l'étape de la fabrication des objets qui est normalement la plus gourmande en main-d'œuvre. Il faut aussi mentionner que la préparation du combustible représente aussi une masse de travail considérable, mais c'est une activité annexe à la sidérurgie qui peut également être menée à bien par un autre groupe de travailleurs.

Pour finir, il convient aussi d'étudier la place qu'occupe le fer sur le plan symbolique. Le fer est présent dans le domaine de la parure, en particulier de la parure masculine. Quel est le sens de ces bijoux ? Que signifie l'imposant mobilier métallique des dépôts de sanctuaire ? Le forgeron gaulois occupe-t-il une position particulière dans la population ?

On ne dispose que de peu d'éléments pour évaluer la place des objets en fer et des forgerons dans la symbolique des cultures protohistoriques de la Gaule. Dans d'autres sociétés, on a pu mettre en évidence un rôle spécifique. On peut penser à l'importance de l'épée en fer dans les textes du début du Moyen Âge, de l'*Excalibur* d'Arthur, à la *Durandal* de Roland en passant par *Balmung*, l'épée de Siegfried. Au sein de certaines sociétés africaines, le forgeron occupe une place très particulière qui dépasse de loin son rôle d'artisan.

2. LES NOUVELLES DONNÉES ET LES NOUVELLES RÉFLEXIONS PRÉSENTÉES AU COURS DU COLLOQUE DE TOULOUSE

Au regard de l'importance des problématiques qui se profilent derrière l'étude de la place du fer dans la société gauloise, il faut saluer le choix des organisateurs de ce colloque du thème spécialisé "L'économie du fer protohistorique (VIII^e-I^{er} s. a.C.). De la production à la consommation du métal".

En une quinzaine d'interventions orales et autant d'affiches, le colloque a permis de mettre en évidence un bon nombre de découvertes encore inédites ou succinctement publiées⁴. Géographiquement, de nombreuses régions françaises étaient représentées ainsi que quelques sites d'autres pays européens. L'ensemble constitue une contribution d'importante aux connaissances actuelles sur le fer à l'âge du Fer, avec plusieurs présentations de vestiges inédits et des apports intéressants au niveau méthodologique. On soulignera aussi le remarquable effort de synthèse et de prospective fourni par le Professeur Cl. Domergue.

La production du fer pendant l'âge du Fer en Gaule reste encore mal connue. Les données anciennes doivent être prises avec précaution en raison des problèmes de datation. Au cours des quinze dernières années, les interventions archéologiques liées aux grands travaux ont permis de fouiller des ateliers de réduction du minerai de fer dans plusieurs régions. Les bas fourneaux découverts dans l'Yonne sur le site des Clérimois (L. Cabboi et C. Dunikowski) ont éclairé d'un jour nouveau la production du fer à la fin de la période gauloise et au début de la domination romaine. Les grands fourneaux du type 2 remontent à une période qui précède la conquête de la Gaule. Mais, sur ce site et ailleurs (Les Ferrys), ils continuent à fonctionner après l'établissement de la domination romaine. Dans la région du Mans, en particulier sur le site de L'Aunay-Truchet, on retrouve des fourneaux assez comparables, datant eux aussi de la période de La Tène Finale et du Haut Empire (L. Cabboi et C. Dunikowski). Ces fourneaux présentent des

⁴ Les commentaires ci-dessous se basent sur mes impressions au moment des présentations et ont été rédigés sans pouvoir relire les contributions écrites. D'éventuelles imprécisions peuvent en résulter.

analogies frappantes avec ceux qui ont été fouillés sur le site des Martyrs par Cl. Domergue et ses collaborateurs. Ceux-ci aussi datent du I^{er} s. a.C., mais ils se trouvent dans un cadre fortement romanisé, à l'intérieur de la Narbonnaise ! Technologie gauloise adoptée par les Romains ? Technologie romaine importée en Gaule avant la conquête ? La question a été posée par Cl. Domergue dans son intervention.

Pour ce qui concerne les siècles précédents, les découvertes faites dans la région du Mans apportent des éléments passionnants. Plusieurs types de bas fourneaux ont été mis en évidence, en particulier différents types d'appareils à scorie piégée, à utilisation unique (Hallstatt) ou réutilisables (La Tène ancienne et moyenne). Les données concernant ces sites sont d'un très grand intérêt pour la recherche sur la sidérurgie ancienne, mais il faut déplorer que, jusqu'à maintenant, les publications soient insuffisantes. Elles apporteraient non seulement des précisions très importantes concernant les fourneaux eux-mêmes, mais aussi concernant l'organisation spatiale des sites et les activités annexes à la métallurgie, comme la fabrication du charbon de bois. D'autres découvertes signalées en Normandie (N. Roudié et G. Léon), dans le bassin Parisien (Dunikowski, Séguier) présentent des points communs, mais restent difficiles à interpréter. Des bas fourneaux laténiens ont été retrouvés sur trois sites d'âges différents dans la forêt de Paimpont (J.-B. Vivet et J.-J. Chauvel). Du point de vue de la construction, ils se distinguent des précédents. Il faut également signaler la fouille de Cours dans le Lot (J.-M. Fabre, D. Rigal).

Au stade actuel, la liste des fourneaux datés de l'âge du Fer et fouillés reste très courte. Manifestement, divers types d'appareils ont été en fonction, mais pour le moment, mis à part pour les fourneaux Clérimois-Les Martyrs, il est impossible de définir des répartitions spatiales et chronologiques des différents appareils. Cette image ne sera complétée que par des publications plus complètes et des fouilles supplémentaires.

Quelques exemples situés hors de France ont également été présentés avec les recherches sur les amas de scories dans la région de Teruel, Espagne (C. Polo Cutando, C. Villargordo Ros) et de la Foulness Valley, Yorkshire Angleterre (P. Halkon). Dans les deux cas, l'accent est mis sur la relation

entre la production sidérurgique et l'occupation du territoire.

À vrai dire, les interventions présentées au cours du colloque concernant les sites de réduction étaient focalisées sur la description des structures archéologiques. On peut regretter que les travaux portant sur la compréhension des déchets métallurgiques et les informations technologiques et économiques qu'ils apportent n'aient pas été représentés, même si le sujet des "analyses" est ardu pour un auditoire composé pour l'essentiel d'archéologues.

Globalement, on reste aussi frappé par le nombre limité de sites de production primaire d'époque protohistorique. À l'échelle de la Gaule, on constate que les époques romaine et médiévale, sont nettement mieux représentées dans les découvertes archéologiques. S'agit-il seulement d'un effet des hasards de la recherche ? Cela devient de moins en moins probable car au cours des vingt dernières années, dans de nombreuses régions, le même effort a été consenti pour rechercher ces vestiges quel que soit leur âge.

Plusieurs présentations avaient pour objet des sites de forge comme Paule dans les Côtes-d'Armor (Y. Menez, J.-B. Vivet et K. Chanson) et Sainte-Eulalie-de-Cernon dans l'Aveyron (P. Gruat, P. Abraham, G. Marchand, G. Marty, A. Ploquin). Les inventaires des découvertes de la région Centre - Bourges en particulier - (L. Fournier, M. Leroy, P. Merluzzo et P.-Y. Milcent) et Picardie (S. Bauvais, S. Gaudefroy et F. Gransar) apportent autant d'éléments de réflexion supplémentaires. Il faut aussi mentionner les sites de Varennes (C. Dunikowski, N. Ginoux, J.-M. Séguier), Sévaz (M. Mauvilly, M. Ruffieux, V. Serneels), Bragny-sur-Saône (J.-L. Flouest), Bibracte (L. Dhennequin) et Manching (A. Schäfer).

À travers cette énumération, la problématique qui transparait renvoie à la hiérarchisation et à la localisation des activités de travail du fer. À ce jour, l'impression générale est que les activités de forgeage peuvent se rencontrer sur à peu près n'importe quel type d'habitat, depuis la ferme cossue jusque sur les grands *oppida* fortifiés en passant par les habitats groupés ouverts. Mais au-delà de ce constat peu satisfaisant, il est fort probable que les différents sites n'abritaient pas des activités similaires, soit au regard du type de production soit sur le plan des

quantités produites. Les véritables quartiers artisanaux de Bibracte ou de Manching n'ont en fait pas du tout le même sens que le petit atelier de la résidence aristocratique de Paule ou que le site métallurgique spécialisé de Sévaz.

Les scories de forge sont actuellement au centre de nombreuses investigations, en particulier pour essayer de mieux comprendre quel type de matière première a été travaillé (fer brut, fer épuré, fer recyclé) et mieux caractériser le travail d'un atelier. On retrouve cette approche dans l'étude des scories en forme de calotte de Picardie (S. Bauvais, S. Gaudefroy et F. Gransar). Une approche plus quantitative est privilégiée pour l'assemblage de déchets du site de Sévaz (M. Mauvilly, M. Ruffieux, V. Serneels).

Les nombreuses contributions sur des sites de forge présentées à Toulouse appellent deux commentaires. D'une part, elles témoignent d'une amélioration de la prise en compte de ce type de vestiges sur le terrain, condition nécessaire pour permettre à la recherche de progresser. D'autre part, elles mettent en évidence le caractère récurrent des activités de travail du fer dans les contextes d'habitats protohistoriques.

Enfin, le troisième ensemble de présentations porte sur les objets en fer. On y retrouve des approches classiques basées sur la chrono-typologie (M. Berranger ; A. Filippini ; P. Sankot et P. Foster ; C. Rovira ; O. Nillesse). Dans la plupart des cas, la recherche ne s'arrête pas à l'identification d'objets similaires, mais se double de réflexions soit sur le contexte de découverte, soit sur la fonction d'une classe particulière de mobilier au sein de la société ou encore sur le mode de dépôt. L'étude des premiers objets en fer de Catalogne (C. Rovira) est un bon exemple. D'un côté la typologie est utilisée comme un outil qui permet de mettre en évidence des circuits d'échanges supra-régionaux. D'autre part l'étude des contextes archéologiques (nécropoles / villages) met en évidence des modalités d'utilisation particulières.

Il faut souligner le développement d'une autre approche défendue par J.-P. Guillaumet, E. Dubreucq, G. Bataille et L. Orengo. L'aspect typologique cède le pas à une réflexion sur la consommation du métal et la place qu'il occupe dans la vie quotidienne. L'objet est remis dans son contexte de découverte et en relation avec un assemblage. Il faut souligner que le mobilier en fer, souvent mal conservé et difficilement lisible, pose sur ce plan des problèmes parfois ardues. Dans bien des publications, il reste le parent pauvre et seuls quelques objets sélectionnés sont présentés. Cette nouvelle approche a donc le mérite de promouvoir une prise en compte globale du matériel en fer et d'éviter le biais de la sélection arbitraire des éléments jugés les plus remarquables. Sur le plan méthodologique, c'est un véritable changement de point de vue qui ouvre d'intéressantes perspectives.

Les analyses de laboratoire se pratiquent également sur les objets en fer. Les travaux classiques de métallographie (P. C. Rams), encore trop peu nombreux, apportent des précisions utiles sur la qualité du métal en circulation ainsi que sur les techniques de travail. Une autre perspective est ouverte par l'étude présentée par M.-P. Coustures, G. Renoux, C. Scaon, D. Béziat, F. Tollon, F. Dabosi et L. Long. Ces chercheurs ont le courage de s'attaquer à l'un des *graal* de l'archéo-métallurgie en essayant de déterminer l'origine des objets en fer sur la base de caractéristiques physico-chimiques mesurables. Les résultats obtenus par l'étude de la composition chimique des inclusions non métalliques semblent prometteurs même si le corpus des analyses de comparaison reste encore extrêmement réduit à l'heure actuelle.

Dans l'ensemble, les présentations faites sur les objets en fer mettent bien en évidence l'évolution de la recherche. À côté des approches traditionnelles qui restent la base, de nouvelles directions sont ouvertes. En particulier, la réflexion sur la consommation du métal paraît très prometteuse. L'énoncé du thème spécialisé "de la production à la consommation du métal" se trouve ainsi pleinement justifié.