



*La spécialisation des productions et les spécialistes /
Specialised productions and specialists*

Actes de la séance de la Société préhistorique française de Paris (juin 2018)
Proceedings of the session n° XXXIV-2 of the XVIII° UISPP World Congress

Textes publiés sous la direction de

Rebecca PEAKE, Sylvain BAUVAIS, Caroline HAMON et Claude MORDANT
Paris, Société préhistorique française, 2020

(Séances de la Société préhistorique française, 16), p. 85-108

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-84-9

Gestes, savoir-faire et décisions

Regards techniques sur l'évolution de la production de parures en verre au second âge du Fer

Joëlle ROLLAND

Résumé : Aux III^e et au II^e siècle av. J.-C., la production de verre celtique prend son essor au sein des sociétés laténiennes, à un moment de complexification sociale et économique. Avec un verre importé du Proche-Orient, les artisans celtes produisent des perles et un nouvel objet de leur invention : le bracelet en verre. Pour comprendre l'investissement des sociétés celtiques dans cette production, un programme d'expérimentation exploratoire des techniques a débuté en 2009, rassemblant des artisans verriers contemporains et des archéologues. Cet article présente les méthodes mises en place pour identifier les savoir-faire développés par les artisans verriers celtes et leurs résultats. En combinant une documentation ethno-archéologique et un référentiel d'expérimentations, des hypothèses réalistes de chaîne-opératoire ont pu être proposées pour la quasi-totalité des types d'objets en verre laténiens. La compréhension des étapes de production de ces différents objets démontre l'évolution technique de la production de parures en verre durant la période de La Tène et met en lumière des choix économiques de simplification de la production. Elle révèle de nouvelles données sur la mobilisation des sociétés laténiennes autour d'une production spécialisée d'objets de prestige en verre et dédiés à l'ornementation du corps.

Mots-clés : Âge du Fer, artisanat du verre, systèmes de production, expérimentation des techniques, chaîne-opératoire.

Summary: Made of raw glass imported from the Middle East, the production of glass in La Tène societies reached its peak in the 3rd and 2nd centuries B.C. With the production of beads and bracelets, glassmakers specialized in the first glass workshops of continental Europe in a moment of social and economic transformation during the Late Iron Age. In order to understand the materials and human resources involved in the production of La Tène glass jewelry, an experimental project was started in 2009 bringing together glass-makers and archaeologists. This article aims to present the technological methods that have helped to understand how La Tène glass-maker knowledge has evolved. Combining an ethnoarchaeological and experimental referential, this approach allows us to reconstruct a realistic hypothetical chaîne-opératoire for almost all types of La Tène glass objects. Understanding the procedures and the technical implications behind the different types of glass ornaments highlights the technical evolution in glass production during the Late Iron Age. It reveals the economic choices involved in this evolution providing extra data in order to comprehend the mobilization of societies in a specialized production of glass objects only dedicated to prestige adornments.

Keywords: Iron Age, Glass-making, commodity chain analysis, technical experimentation, chaîne-opératoire.

PRODUIRE POUR AUTRUI : UN PROCESSUS SOCIAL À QUESTIONNER

Selon la définition admise, un artisanat spécialisé produit des objets destinés à autrui dans des quantités qui dépassent les besoins individuels ou ceux du groupe, avec un objectif d'échange (Clarke et Parry, 1990 ; Costin, 1991 et 2001 ; Schortman et Urban, 2004). La spécialisation artisanale a souvent été étudiée au travers de son évolution et de sa hiérarchisation ; la présence/absence de spécialistes et leur diversité ont ainsi été mises en relation avec le niveau de complexité des sociétés (Brumfield et Earle, 1987 ; Costin, 2001 ; Averbouh *et al.*, 2006).

Pour travailler aujourd'hui sur un artisanat spécialisé et interroger ce lien entre production et société, il semble désormais nécessaire de dépasser la définition binaire de la spécialisation. Définir un artisanat selon son niveau de spécialisation (plus ou moins spécialisé, plus ou moins dans, ou hors de la sphère familiale) est non seulement réducteur mais implique aussi systématiquement de comparer l'artisanat étudié à d'autres artisanats, voir à sa propre évolution. Parce qu'elle constitue « *a widely varying phenomenon* », un phénomène aux multiples variables, C. L. Costin a récemment proposé que la spécialisation artisanale soit utilisée non pas comme un critère descriptif, mais comme un domaine de recherche permettant de penser les questions que nous posons à nos données et d'étudier un artisanat à travers de nombreux axes. Ainsi, les critères de définition ne seraient plus des critères fixes, mais des critères variables selon l'étude (Costin, 2007). Dès lors, il ne s'agit plus de raisonner en simple présence/absence (« bien de luxe/biens utilitaires » ; « élite/non élite (class distinction) » ; « artisans dépendants/indépendants » ; Childe, 1956 ; Wailes, 1996), mais de définir, décrire et étudier chaque critère (fig. 1). La spécialisation serait ainsi utilisée comme un système de description complexe dont les différents aspects doivent être observés librement, afin de comprendre le lien entre un artisanat et son environnement social. Produire pour les autres est d'abord un processus social, imbriqué dans une structure sociopolitique : ce sont les liens entre production, artisan et société que l'étude de la spécialisation artisanale doit nous permettre d'approcher. Il s'agit alors d'interroger pour chaque type d'artisanat l'ensemble du système de production, depuis l'acquisition des matières premières jusqu'aux consommations des objets, sans le comparer à d'autres, mais bien en interrogeant sa place dans un contexte chronologique et social précis.

L'artisanat du verre celtique est dédié uniquement¹ à la production de parure. Ces parures en verre sont standardisées et produites dans un nombre important qui dépasse la consommation domestique. L'artisanat du verre celtique entre dans la définition de l'artisanat dit spécialisé, qui produit pour l'autre. Exclusivement consacrée aux ornements du corps, cette production à une utilité sociale non vitale. C'est pour comprendre la mise en place et le développement d'un tel artisanat dans le cadre du développement des

sociétés celtiques que l'étude de l'ensemble de son système de production a été menée à travers les nombreux axes définis par le champ d'étude de la spécialisation artisanale. L'objectif est d'observer l'artisanat du verre celtique, non pas en essayant de le décrire par rapport à d'autres artisanats ou par rapport à l'évolution de l'artisanat du verre (ce qui impliquerait des comparaisons avec le soufflage du verre, technologie inconnue à l'époque celtique !), mais bien en considérant ce qu'il est et ce qu'il nécessite et implique dans son contexte chrono-culturel.

Le développement d'un nouvel artisanat

Lors des quatre derniers siècles av. J.-C., les sociétés celtiques d'Europe continentale de la culture dite de La Tène connaissent des mutations économiques et sociales saisissantes qui s'illustrent notamment par une modification profonde de l'organisation territoriale autour de centres urbains. Ce sont des lieux de contrôle du territoire où les activités marchandes, artisanales, religieuses et politiques se concentrent. Avec l'intensification des réseaux d'échanges avec le monde méditerranéen, l'exploitation intensive des terroirs agricoles semble être au cœur de ces transformations. Celle-ci induit des changements dans la gestion des productions, mais aussi de ses surplus, par les élites sociales, entraînant un enrichissement de certaines populations (Matterne, 2001 ; Danielesova, 2015 ; Malrain *et al.*, 2015). Dès le III^e siècle av. J.-C., une intensification et une spécialisation des activités de productions artisanales métallurgiques, céramiques ou saunières sont également observées, en corrélation à ces phénomènes (Bauvais, 2007 ; Marion, 2013 ; Marion *et al.*, 2017).

C'est dans ce contexte de complexification sociale qu'apparaît, se développe et s'intensifie la production d'objets en verre. Pour la première fois, un artisanat verrier s'organise en Europe continentale. À cette période, la technologie du verre soufflé, telle que pratiquée aujourd'hui, est encore inconnue : le matériau est travaillé par étirements pour créer principalement des objets de parures et quelques récipients moulés dans les ateliers d'Orient et de Grèce. Les productions de perles celtiques se démarquent stylistiquement des créations orientales, mais cet artisanat se caractérise surtout par l'invention d'un nouvel objet : le bracelet en verre. L'évolution des types de perles et de bracelets en verre celtiques est étudiée depuis la découverte de la civilisation du La Tène au milieu du XIX^e siècle, ce qui a permis d'en faire des marqueurs chronologiques et culturels fiables (Haevernck, 1960 ; Gebhard, 1989).

Un matériau venu de loin

L'ensemble des analyses de composition des verres antiques, réalisées depuis les années 1960, ont montré que du VIII^e siècle av. J.-C. au IX^e siècle ap. J.-C., les verres utilisés par l'ensemble des verriers de l'antiquité sont des verres calcosodiques à soude minérale : le natron, dont les principales sources se trouvent en Égypte



Fig. 1 – La spécialisation artisanale comme un champ d'étude.

Fig. 1 – Specialised craft as a research area

(Sayre et Smith, 1961 ; Rehren et Freestone, 2015). Le développement d'un programme d'analyse des verres celtiques en spectrométrie de masse à plasma avec prélèvement par ablation laser (LA-ICP-MS), au sein de l'UMR 5060 IRAMAT/CEB à Orléans, a confirmé l'origine proche-orientale des verres bruts utilisés par les artisans verriers celtes (Rolland, 2017a). Des changements dans les origines géographiques des sables utilisés, passant d'une origine égyptienne à des origines syro-palestinienne, sont également observés. Cependant, malgré l'arrêt des exportations égyptiennes, le système d'approvisionnement de l'Europe celtique perdure. Même si le réseau d'échanges se modifie, la production des verriers celtes n'est pas affectée. La mise en place et le maintien de ces réseaux demande des moyens économiques, mais aussi des contacts à longue distance entre le monde

celtique et le monde méditerranéen. Le contrôle de ces réseaux d'échanges fut sans doute réalisé par les élites celtiques qui possédaient les aptitudes économiques et diplomatiques nécessaires.

Ainsi, l'étude de la matière première permet déjà de considérer cette matière comme une matière exotique pour les populations celtiques, dont la production nécessite aussi la récupération, l'extraction et la fusion à 1 500 degrés de plusieurs matières premières (soudes, sables, oxydes métalliques). La valeur intrinsèque de cette matière importée, complexe à fabriquer et encore rare, devait être particulièrement élevée.

Dans le cadre de cet article, nous nous concentrerons plus spécifiquement sur la seconde étape de la production des parures en verre : la refonte de ce verre et la fabrication des parures.

Lire la parure pour identifier des choix dans la production

Le travail du verre dans le second âge du Fer européen ne produit que quelques types d'objets aux fonctions premières de parure. Ainsi, le potentiel évolutif structurel et fonctionnel d'un bracelet ou d'une perle est nul, ou quasi nul, mais cela n'exclut pas des changements dans la production, qu'ils soient stylistiques ou techniques. Si le bracelet en verre semble inventé vers la fin du V^e siècle av. J.-C., la production de parures en verre celtique se développe à partir du III^e siècle av. J.-C. ; on observe alors une multiplication de perles et de bracelets sur les sites laténiens, mais aussi une diversification des types.

Quand ils ne répondent pas à des exigences structurelles ou fonctionnelles, les changements dans les modes de production peuvent répondre à des exigences culturelles, des choix humains, réfléchis et anticipés : « L'Homme est au centre du dispositif évolutif des objets. C'est lui qui produit, induit, modifie, oriente et stoppe. C'est lui qui leur permet d'être » (Boëda, 2013). La société et l'artisan sont les principaux moteurs d'une production, aussi les évolutions perceptibles dans la production de parures en verre résultent autant de choix stylistiques que de décisions techniques. Ces choix ont un sens historique dans le contexte culturel économique et social de la production. La compréhension détaillée des chaînes opératoires vise donc à identifier les caractéristiques culturelles, ces choix humains, dans le système technologique développé par l'artisan (Lemonnier, 1976).

Ainsi, en identifiant les gestes, les savoir-faire, l'outillage et les structures de chauffe nécessaire à la fabrication de l'ensemble des différents types produits par les artisans verriers celtiques au second âge du Fer, il devrait être possible de percevoir l'évolution de la production sous un angle nouveau : celle de l'évolution technologique. Cela permettrait de mettre en évidence les transformations dans le système technique de l'artisan verrier celte, et d'identifier les éléments dans les l'évolution de cette production spécialisée qui peuvent-être reliés à des décisions économiques et sociales.

Pour comprendre cette production et son évolution, il faut pouvoir en réaliser une « lecture technologique » comme proposée en 1978 par J. Tixier pour les objets en silex : « La lecture d'une pièce, fondement immuable à toute connaissance typologique, devra donc être la reconnaissance, d'après les stigmates encore visibles, des différentes opérations techniques, agencées suivant telle ou telle méthode, donc effectuées dans tel ou tel ordre chronologique, pour obtenir la morphologie existante, empreinte d'un certain style » (Tixier, 2012, p. 42). Mais la lecture technologique d'une pièce en verre, et particulièrement d'une pièce en verre celtique, n'obéit pas aux mêmes lois que la lecture d'une pièce en silex. D'abord car elle n'est pas l'aboutissement d'enlèvements successifs, mais bien une transformation de la matière, comme peut l'être une céramique modelée. Les stigmates issus des opérations techniques aboutissant à la production d'objets en verre sont également complexes à percevoir :

à quelques exceptions près, le verre, homogène, ne garde dans sa tranche ni les traces successives de montage, ni en négatif, les empreintes des outils ou mains qui l'ont façonné. Si pour le silex ou la céramique les étapes de la chaîne opératoire sont marquées ou tracées dans le matériel, le verre refond, fusionne et se lisse, laissant peu de traces visibles. Les traces laissées par les techniques de fabrication dans le verre sont ténues et peu nombreuses (fig. 2). De plus, aucun atelier de verrier celtique n'a encore été identifié et fouillé comme tel. Sans raté, sans atelier, sans outils associés à la production, nous n'avons pas de moyens d'accéder aux différentes étapes des chaînes opératoires.

Pour comprendre les gestes successifs du verrier associés à une pièce, il faut d'abord connaître la matière et ses réactions à chaud. Il faut ensuite envisager toutes les possibilités techniques qui ont pu être mises en place pour la réalisation des perles, des bracelets et des différents types de décorations. Quels gestes et quels outils ont-ils pu être utilisés pour réaliser l'ensemble des types de parures en verre celtique ?

Pour comprendre la pièce archéologique et les rares stigmates que nous observons, il est nécessaire de monter un référentiel d'objets issus de processus de fabrication observés et compris. Un travail d'expérimentation exploratoire, réalisé en collaboration étroite avec plusieurs artisans verriers, a donc été mené depuis 2009. Les résultats de ces expérimentations ont servi à interpréter les stigmates observables sur les parures et à reconstituer les différentes techniques de fabrication et de décorations des bracelets en verre celtiques. Après un retour sur l'historiographie des techniques de fabrication du verre celtique, cet article présente ces expérimentations, ainsi que les différentes hypothèses formulées sur les techniques de fabrication employées par les artisans verriers celtes pour la réalisation des parures en verre et leurs différents décors. Nous verrons que, d'une façon générale, les techniques de mise en forme des perles et des bracelets varient peu, alors que les techniques de décorations sont, elles, multiples mais généralement associées à des séries de gestes techniques bien précis et identifiables qui évoluent dans le temps avec la production.

RETROUVER LES TECHNIQUES

Les techniques du verre celtique dans l'historiographie

Fondatrice de la typologie des bracelets en verre celtique, T. É. Haevernick propose dans son ouvrage de 1960 un chapitre sur les techniques de fabrication (Haevernick, 1960) où elle introduit de la documentation ethnographique et historique : via le travail de L. Frobenius, elle présente le travail des artisans verriers Noupé, du Nigeria, qui produisent encore des bracelets en verre avec une technique consistant à élargir une perle (Hahn-Weinheimer, 1960, p. 24, Texttafel A, d'après Frobenius,

- Haevernick type 3a - Série Gebhard 35 (brun), Série 36 (pourpre)



Mathay-Mandeure (25) Man 52491 139



a. Battitures de métal incrustées dans l'intérieur du bracelet.



Mathay-Mandeure (25) Man 52491 094



b. Bulles allongées visibles dans le verre

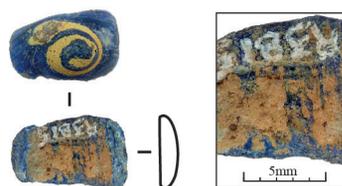
- Haevernick type 14 - Série Gebhard 1. Décor de bourgeons



Bobigny (93) La Vache à l'aise VAC 430/4

c. Traces longilignes dans l'intérieur du bracelet

- Perle à décor de spirale, Zepezauer Groupe I.1



Epiais-Rhus (95) SP2 PT1260 R 3815

d. Argile incrusté dans le verre

Fig. 2 – Bracelets et perles en verre présentant des traces liés aux étapes de fabrication des objets. a et b : Collection du Musée d'archéologie Nationale - Domaine national de Saint-Germain-en-Laye. c : Collection du conseil départemental de la Seine-Saint-Denis. Bureau du patrimoine archéologique. d. Collection du Musée archéologique du Val d'Oise. (Photographies J.Rolland)

Fig. 2 – Glass bracelets and beads with marks made during the different stages of the objects manufacture. A and b : from the Musée d'archéologie Nationale collection - Domaine national de Saint-Germain-en-Laye. c : from the conseil départemental de la Seine-Saint-Denis collection. Bureau du patrimoine archéologique. d. from the Musée archéologique du Val d'Oise collection. (Photos J.Rolland)

1912). Elle présente également un texte historique attribué au moine Theophilus, ou Théophile, écrit en Allemagne entre le XI^e et le XII^e siècle ap. J.-C., décrivant la fabrication d'anneaux en verre (Théophile, 1980). T. É. Haevernick joint également un dessin interprétatif de l'outil à manche en bois et « roulette » utilisé pour percer le verre et décrit par Théophile.

En 1961, l'allemand O. Kunkel publie un dessin technique qui est une interprétation des textes du moine Théophile, des dessins de T. É. Haevernick et des recherches ethnographiques de L. Frobenius. Sur ce dessin technique, il reprend clairement l'interprétation par T. É. Haevernick de l'outil en fer et bois décrit par Théophile (Haevernick, 1960, p. 28 Abb.1). Cependant, T. É. Haevernick présentait cet outil à la verticale et O. Kunkel reprend cette présentation verticale, en montrant cette fois l'outil en usage lors de la fabrication de l'objet. Ainsi, sur ce

dessin, la fabrication de l'objet se fait à la verticale et le bracelet « descend jusqu'à la roulette », comme le proposait Théophile. Ce schéma sera repris plusieurs fois, voir complété, et interprété comme une solution technique viable (Guillaumet, 1996, p. 116 ; Olczak, 2000). Or, la connaissance des propriétés plastiques du verre et surtout ses températures permettent rapidement de comprendre que cette présentation verticale est peu réaliste et peut également s'avérer périlleuse pour l'artisan verrier.

En 1966, M. Korfmann rédige un article sur les verriers d'Hébron, en Palestine, qui produisent des bracelets en verre (Korfmann, 1966). Il réalise la comparaison avec les bracelets celtiques, notamment ceux de Manching. Les artisans d'Hébron utilisent une technique proche de celle des artisans nigériens, consistant à élargir une perle. Il reprend en comparaison la description de Théophile et les observations de T. É. Haevernick. Dans cet article,

deux tiges de métal (utilisées à l'horizontale) sont utilisées pour élargir l'anneau. Cet article est passé inaperçu, jusqu'à sa reprise par M. Karwowski pour décrire la technique de fabrication des bracelets en verre sans soudure (Karwowski, 2004, p. 89).

Les premières interrogations techniques furent donc limitées à des recherches historiques et ethnographiques. La première expérimentation technique fut réalisée par N. Venclová avec la collaboration du maître verrier K. Šáral de Nový Bor (Venclová, 2000). L'hypothèse technique décrite s'inspire de celle des maîtres verriers nigériens, ainsi que de celles proposée par K. Šáral, et consiste à élargir une perle (Venclová, 2000, p. 80). Cependant, les illustrations de cette expérimentation montrent une autre l'hypothèse : un cordon de verre chaud est enroulé autour d'un mandrin cylindrique et décoré par un festonnage à la pince. Aucun résultat de ces tests n'est montré sur les photographies. Ici, la technique de l'agrandissement d'une perle n'est pas montrée, même si elle est décrite par l'autrice.

Les questionnements technologiques sur les parures en verre celtiques ne se sont donc multipliés que très récemment. En 2008, S. Wick proposait la fabrication expérimentale de bracelets en verre sur un tour de potier (Wick, 2008). Sur un tour en rotation, le verre posé s'enroule autour d'un centre cylindrique. Le bracelet est ensuite décoré à l'aide de pinces. Ces tests, réalisés avec des moyens techniques modernes très mécanisés, ne semblent pas concluants. De plus, les pièces présentent des soudures.

C. Gérardin a également tenté récemment une approche technologique des parures annulaires en verre autour de la collection de Lacoste (Gérardin *et al.*, 2010 ; Gérardin, 2013). Son travail est nourri d'expérimentations réalisées avec l'artisan verrier A. Guillot. Les deux articles publiés par C. Gérardin présentent des hypothèses techniques ainsi que des observations tracéologiques. Il reprend également l'hypothèse de « perçement d'une paraison de verre » ensuite agrandie pour masquer la soudure. À la suite de l'observation macroscopique de certaines pièces, il propose des traitements mécaniques à froid pour l'obtention de certains décors. Là encore, aucune image d'expérimentation ou de corpus de comparaison n'est présentée : les hypothèses techniques semblent s'appuyer sur des discussions avec A. Guillot et sur quelques tests réalisés avec lui.

Ainsi, dans l'historiographie du verre celtique, seules quelques rares études ont été consacrées à la reconstitution des techniques verrières du second âge du Fer. L'absence quasi systématique d'images, ou de résultats d'expérimentations, révèle de vraies difficultés techniques à reproduire ces pièces par l'élargissement d'une perle. De plus, à l'exception du travail de C. Gérardin, les techniques de décoration n'ont quasiment jamais été approchées, seule la mise en forme du bracelet a été interrogée.

Un programme d'expérimentation exploratoire des techniques

Un programme de reconstitution des techniques de fabrication des parures en verre celtiques a donc été entrepris en 2009 afin de dépasser ces lacunes bibliogra-

phiques et considérer ces parures d'un point de vue technique. Initié par l'archéologue Y. Le Bechennec dans le cadre des recherches sur le site de Bobigny (93), ce travail d'expérimentations exploratoires fut réalisé en collaboration étroite avec J. Clesse et S. Rivoal, artisans verriers de l'atelier Silicybine, Arcueil (Rolland et Clesse, 2014). Il fut enrichi par la collaboration avec *Les artisans d'histoire*, groupe constitué alors de F. Cerbaï et G. Masclef, tous deux spécialisés dans la fabrication de perles en verre sur des fours à bois.

Lors des premières expérimentations, la technique de fabrication d'un bracelet proposée par J. Clesse et S. Rivoal reprenait la technique testée par l'artisan K. Šáral, consistant à enrouler un cordon de verre chaud autour d'un cylindre. Cet enroulement produit un anneau en verre, mais la pose de ce verre chaud, « en cordon » autour d'un mandrin cylindrique, crée un anneau de verre avec une soudure. Plus de 50 anneaux ont ainsi été réalisés, et malgré les tentatives répétées d'affiner la pose du filet, tous les bracelets ainsi produits présentaient une soudure. En Autriche, l'artisan G. Putzgruber produit actuellement des bracelets avec cette technique (Putzgruber *et al.*, 2016).

En 2009, cette solution technique ne nous apparaissait cependant pas fonctionnelle : ni la pratique de nos artisans, ni les publications plus anciennes ne montrent de résultats satisfaisants dans son utilisation. Aussi, la seconde technique décrite dans l'historiographie, consistant à agrandir une perle ou une « paraison de verre percée », devait donc être testée. Cependant, les savoir-faire liés à l'apprentissage du verre soufflé des artisans verriers d'aujourd'hui et la documentation fournie par l'historiographie se révélèrent insuffisants pour comprendre ces techniques de fabrication des bracelets en verre sans soudure apparente par agrandissement d'une perle. Pour retrouver les techniques permettant de produire ces objets, un travail de documentation a été réalisé sur plusieurs groupes d'artisans héritiers de traditions techniques différentes et qui possèdent encore des savoir-faire dans le travail du verre filé et dans la fabrication de bracelets.

Les sources ethnographiques

Au Népal, en Inde ou au Nigeria, des artisans fabriquent encore des bracelets en verre sans soudure apparente. Les images, vidéos ou documents d'ethnologues nous renseignent sur leur savoir-faire (Gardi, 1970 ; Gardi et Schweizer, 1963 ; Gaborieau, 1989 ; Lababidi, 2015 ; Singh, 1989 ; Sode et Kock, 2001).

Les verriers noupés (les Masagas) de Bida (Nigéria)

En 1960, T. É. Haevernick proposait dans son chapitre sur les techniques de fabrication, des références aux verriers du Nigeria, en insérant une aquarelle de L. Frobenius (Haevernick, 1960 ; 24-25 Textaffel A). Dès son voyage de 1911 au Nigeria, L. Frobenius documente le travail des artisans *Massaga*, qui travaillent parmi les

Noupés de Bida (Frobenius, 1912 et 1968). T. É. Haevernick fut également en contact avec l'ethnologue R. Gardi, qui réalisa un article important sur leur travail (Gardi, 1970), ainsi qu'un film (Gardi et Schweizer, 1963). Deux films plus récents sur les descendants de ces artisans ont été réalisés en 2014 et en 2018 par la reporter L. Lababidi (Lababidi, 2015). Ces vidéos sont particulièrement riches en informations techniques.

Les artisans noupés de Bida travaillent les bracelets en verre sur des fours à ouverture centrale, dit « volcan » (fig. 3). Au-dessus du four, le verre est fondu dans un bol ou directement sur un ferret métallique. Une fois fondu, il est enroulé autour d'un ferret pour former une perle. Celle-ci doit être réchauffée car le verre est très pâteux, ce qui indique que sa température au-dessus du four est relativement basse. Avec une barre métallique plate, une forme régulière est donnée à la perle. L'artisan réchauffe la perle plusieurs fois puis frappe son ferret avec sa barre métallique, créant ainsi des vibrations qui vont permettre de décoller la perle du ferret. Il introduit ensuite l'extrémité d'une grande pince dans l'ouverture centrale de la perle et étire le verre encore chaud pour former un bracelet. L'opération prend plus de six minutes pour un bracelet.

La fabrication de bracelets en verre avec ou sans soudure est une pratique ancienne en Afrique et au Proche-Orient (Monod et Digard, 1982). Historiquement, si aucun

bracelet en verre contemporain des bracelets celtiques n'est connu au Proche-Orient, les études récentes et la mise en place de typologies montrent qu'ils semblent y apparaître précocement dès le III^e siècle ap. J.-C. (Spaer, 1988 et 1992 ; Shindo, 2001 ; Boulogne, 2009 ; Boulogne et Henderson, 2009).

Les verriers churihars (Népal)

Si la fabrication des bracelets en verre sans soudure est une tradition ancienne en Afrique et au Proche-Orient, elle existe également au Népal et en Inde depuis le XVIII^e siècle. Les artisans verriers Népalais appartiennent à la caste des Churihars, aussi appelée Manihars ou Kaceras. Cette caste, convertie à l'Islam depuis le XVIII^e siècle, a fait l'objet du travail de thèse de M. Gaborieau (Gaborieau, 1988 et 1993). En 1989, il présente les techniques d'élargissement d'une perle utilisées pour fabriquer un bracelet (Gaborieau, 1989). M. Lecompte-Tilouine, ancienne élève de M. Gaborieau, a filmé en 2002 le travail des artisans népalais et nous a permis d'accéder à ces images inédites³.

Cette vidéo des artisans népalais permet de visualiser de nombreux gestes qui n'étaient pas décrits dans les articles et publications et qui se révèlent indispensables à la formation des bracelets. L'artisan cueille du verre sur



Fig. 3 – Artisans verriers de Bida, Nigeria. Autour du four, trois verriers fabriquent des bracelets tandis qu'un quatrième artisan actionne les soufflets pour obtenir une température suffisante. (Photographie L.Lababidi)

Fig. 3 – Artisan glass makers in Bida, Nigeria. Around the oven, three glass makers make bracelets while a fourth artisan works the bellows to attain the temperature needed. (Photo L.Lababidi)

son ferret et pose la masse cueillie sur un pavé en pierre qui lui sert de *marbre*, d'espace de travail propre et plat où poser le verre. Le ferret sur lequel est accrochée la masse de verre est pointu et sert directement pour la percer : par pression sur la masse de verre, il transperce celle-ci. Ainsi, les Népalais fabriquent leurs perles non pas en enroulant du verre autour d'un ferret, mais en perçant une masse de verre formée à l'extrémité de leur ferret.

L'artisan ajoute ensuite une décoration. Des baguettes de verres jaune et rouge enroulées ont été préalablement préparées et refroidies. Profitant de la chaleur du four devant l'ouvreau, il réchauffe l'extrémité d'une de ces baguettes et l'enroule progressivement autour de sa perle pour former une ligne. Lors de cette opération, il sort et entre sa perle dans le four pour réguler sa température et ajouter la décoration. Celle-ci posée, il remet la perle dans le four et frappe son ferret avec une barre de métal plate. En frappant son ferret, l'artisan crée des vibrations pour décoller la perle du ferret. Une fois la perle détachée et posée sur son marbre, il la retourne puis utilise son ferret pour finir la perforation de la perle.

Une fois la perle décollée et reprise sur son ferret, l'artisan peut commencer à l'élargir. Les Népalais n'utilisent pas une pince comme les Nigériens, mais un second ferret en métal avec un manche en bois. L'artisan insère cet outil dans l'ouverture centrale de la perle et peut ensuite étirer l'anneau progressivement en réalisant des pressions sur le verre avec l'outil. Une fois le bracelet élargi, le décor posé s'est étiré et la baguette rouge et jaune qui recouvrait la perle s'est mêlée avec le verre du bracelet. Ainsi, seule une ligne de points jaunes, fins et réguliers, est désormais observable sur la surface de l'objet. L'ensemble de l'opération aura pris un peu plus de quatre minutes.

La tradition du bracelet en verre en Inde

Les ateliers de verriers indiens fabriquant des bracelets en verre sans soudure ont été documentés par plusieurs recherches et des vidéos de cet artisanat sont disponibles sur internet (Dobbs, 1895 ; Chaudhuri, 1985 ; Singh, 1989 ; Nenna, 2000 ; Sode et Kock, 2001 ; Nenna, 2008 ; Dang, 2010 ; Neelima et Divija, 2013). Deux ateliers ont pu être identifiés sur ces vidéos. Ils sont situés dans le nord de l'Inde, l'un dans la ville de Purdilnagar et l'autre dans celle de Firozâbâd. Dans les ateliers indiens, un outil conique est utilisé et semble permettre de mieux contrôler l'agrandissement progressif de la perle. Ces vidéos permettent d'observer l'utilité du cône dans la production indienne. L'étape d'élargissement au ferret est remplacée par l'élargissement sur le cône.

Entre les deux ateliers indiens, on note une partition différente de la production. Dans l'atelier de Purdilnagar, un seul artisan effectue les étapes d'agrandissement. Comme au Népal ou au Nigeria, les artisans indiens forment une perle sur un ferret. Dans cet atelier, l'artisan donne une forme à la perle, non pas grâce à une barre métallique plate, mais à une barre métallique pliée, formant un V ou un U. Comme la barre métallique plate nigérienne ou népalaise, elle permet également d'équili-

brer la masse de la perle. La perle est réchauffée dans le four deux à trois fois. Des fragments de verre de couleurs différentes peuvent être posés devant l'ouvreau : l'artisan pose alors la perle sur ces fragments pour qu'ils collent à la surface de la perle. Ces verres colorés se fusionneront avec la perle pour créer un décor. Après cela, l'artisan frappe son ferret pour décoller cette perle. Il insère ensuite un second outil dans son ouverture centrale pour saisir cet anneau et l'enfiler sur l'extrémité d'un cône en terre cuite posé à l'extérieur du four. Ce cône est fixé sur une tige métallique qui permet de le mettre en rotation. La perle s'agrandit alors que l'artisan la guide jusqu'à la base du cône où la perle atteint son diamètre de bracelet. L'artisan retourne alors le bracelet sur le cône, reprend la rotation, et retire ensuite ce bracelet du cône. Entre la pose de la perle à l'extrémité du cône et la fin de l'opération, il n'y a pas plus de quinze secondes. Le bracelet n'est jamais réchauffé sur le cône, le verre est encore chaud, ce qui permet son agrandissement rapide. Il met ainsi moins de 50 secondes pour réaliser un bracelet. Dans l'atelier de Firozabad, la production est divisée. Un premier artisan forme une perle sur un ferret, puis décolle cette perle en frappant son ferret, avec cette fois un couteau à lame triangulaire. Il retire la perle avec cet outil et la pose directement sur un cône en terre cuite. La perle est encore particulièrement chaude, elle n'est jamais réchauffée et la masse de verre n'est pas forcément équilibrée. Ce cône en terre cuite est mis en rotation par un autre artisan, qui, grâce à une fine tige métallique pointue, va guider le bracelet jusqu'à la base du cône où la perle atteint un diamètre de bracelet. Le bracelet est ensuite retiré. La fabrication du bracelet a pris moins de trente secondes, le verre a donc conservé une température élevée ou il est malléable. Deux cônes sont actionnés par le second artisan, ce qui permet au premier de produire des perles à la chaîne, sans attendre la fin de l'agrandissement de l'anneau précédent. Ce mode de production est utilisé pour produire en masse des bracelets fins aux décorations simplifiées.

Apprendre et reproduire pour expérimenter

Issus d'une tradition technique du travail du verre soufflé, les artisans verriers J. Clesse et S. Rivoal ne connaissaient pas ces techniques. Aussi, dès leur commencement, les tests techniques ne pouvaient pas entrer dans des protocoles stricts et contrôlés. Avant de pouvoir tester différents outils ou différentes contraintes, il fallait d'abord maîtriser les techniques de fabrications et donc passer par un processus d'apprentissage. C'est un travail d'expérimentation exploratoire, basé sur un apprentissage des différentes techniques observées dans les ateliers népalais, indiens et nigériens, qui a été mené avec la réalisation et la répétition de nombreux tests.

Aussi, les objectifs furent clairs : la première étape était celle d'acquérir un savoir-faire dans la mise en forme des bracelets en verre, c'est-à-dire une mémoire gestuelle des étapes de fabrication d'un anneau. Cela passa par la réalisation de nombreux objets et de nom-

breux ratés dont les productions furent documentées au mieux. Mais cela passa également par une production régulière. C'est uniquement en acquérant cette mémoire gestuelle de la production d'un bracelet en verre que nous pouvions ensuite penser la production, la simplifier ou la complexifier selon les paramètres que nous voulions tester ou les objets que nous souhaitions reproduire. Cette phase d'apprentissage, qui devait nous permettre de développer les gestes, de les contrôler et de les tester, fut aussi indispensable pour appréhender les difficultés de la formation d'un simple anneau de verre.

Issues de ce travail, les différentes hypothèses et étapes des chaînes opératoires de fabrication d'une perle et d'un bracelet sont présentées ici et liées aux traces qu'elles peuvent laisser. Les chaînes opératoires peuvent être complétées à différents moments par des étapes de décorations que nous aborderons dans un second temps.

RETROUVER LES GESTES : CHAÎNES OPÉRATOIRES DE LA FABRICATION D'UNE PERLE ET D'UN BRACELET EN VERRE

Fabriquer une perle en verre

La perle est un objet bien connu des artisans verriers celtes qui la produisent en quantité. C'est sans doute cette bonne connaissance des techniques de fabrication des perles, base du bracelet, qui leur permit de développer la production de bracelets. La production moderne des perles est réalisée au chalumeau à partir de baguettes de verre préalablement préparées et réchauffées à la flamme ; le verre chaud ainsi obtenu peut être enroulé autour de ferrets recouverts d'argile ou d'un séparateur. Les mains du verrier sont proches de la flamme et positionnées de chaque côté de celle-ci.

En Turquie et en Syrie, des ateliers traditionnels fabriquent encore des perles en verre avec des fours chauffés au bois. Les artisans utilisent des positions de travail bien différentes : ils sont assis face au four, leurs ferrets sont beaucoup plus longs et permettent d'aller chercher le verre dans le four (Nenna, 2008 ; Cerbaï, 2010). Les techniques de fabrication des perles sur ces fours impliquent des gestes et des savoir-faire différents de ceux pratiqués au chalumeau. Les conditions de travail des artisans verriers celtes se rapprochent sans doute de celles des ateliers traditionnels turcs ou syriens. C'est à partir de ces traditions de fabrication de la perle et du travail expérimental de F. Cerbaï et G. Masclef, mais aussi l'observation des traces sur les objets, que des hypothèses de techniques de fabrication pour les perles en verre celtes peuvent être proposées.

La chaîne opératoire de la fabrication des perles se décompose en quelques étapes (fig. 4) :

- Préparation ;
- Façonnage ;

- Détachage de la perle ;
- Recuit.

La préparation

Avant de commencer une perle, la première étape de la chaîne opératoire est une étape de préparation.

Préparation du verre

Le verre est mis à fondre sur un espace plat du four ;
Ou le verre est mis à fondre dans un creuset ;
Ou des morceaux de verre sont mis à chauffer devant le four.

Préparation de l'outillage

Les extrémités des ferrets (tiges métalliques) peuvent être enduites d'un séparateur (craie, eau avec de l'argile...). Le séparateur permet d'éviter le contact direct du fer et du verre. En étant chauffé et frappé, le fer perd des battitures (écaillés d'oxydation à chaud superficielle du fer) qui peuvent s'incruster dans le verre (fig. 2a).

À l'intérieur des perles, on peut, dans de rares cas, percevoir des restes de matériau argileux ou blanchâtre (fig. 2d). Il s'agit en réalité des restes des matériaux utilisés pour séparer le métal du verre lors de la fabrication de la perle.

Les extrémités des ferrets sont mises à chauffer avant le travail. Si les outils ne sont pas chauds, le verre n'y adhère pas.

Le façonnage de la perle

Plusieurs techniques peuvent avoir été utilisées pour façonner les perles de l'âge du Fer. Deux actions sont essentielles : former un anneau, ce qui peut se faire par percement ou par l'enroulement autour d'un outil, et équilibrer la masse de verre de la perle.

1) Former un anneau

1a) La technique de la galette percée

Pour fabriquer une perle, l'artisan peut choisir de percer une galette de verre. Pour cela, le verre est cueilli au bout d'un ferret pointu. Il est modelé par l'artisan à l'aide d'un outil afin que la masse de verre soit équilibrée autour de la pointe du ferret, laquelle doit se placer au centre de la masse de verre. Le ferret est alors utilisé pour percer cette masse de verre (fig. 5a). Pour cette opération, le verrier utilise une surface plane, le « marbre », sur laquelle il va placer sa masse de verre, ferret à la verticale. Par pression sur le centre de la perle, il peut ainsi la percer. C'est la technique des artisans népalais.

1b) La technique de l'enroulement du verre

Pour enrouler du verre deux techniques sont utilisées :
Dans la première technique, le verre est mis à fondre sur une surface plane ou dans un creuset dans le four.

Chaîne opératoire de la fabrication type d'une perle

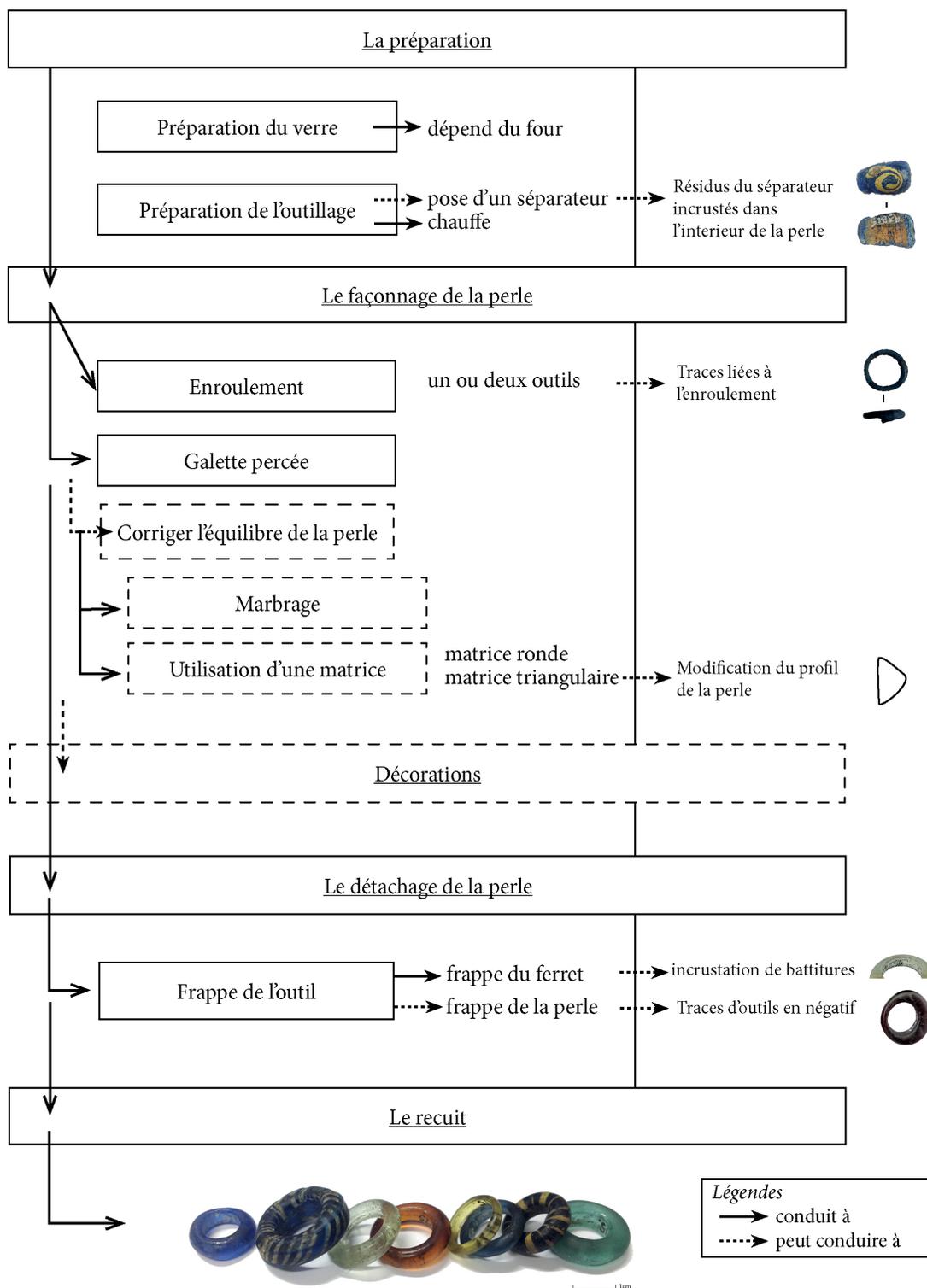


Fig. 4 – Chaîne opératoire de la fabrication d'une perle en verre simple.
 Fig. 4 – Chaîne opératoire of the manufacture of a simple glass bead

Avec un crochet en métal, le verrier relève un fil de verre, puis avant qu'il ne retombe, il colle le filet de verre sur un ferret. Le ferret est mis en rotation, il entraîne le verre qui s'enroule autour de celui-ci.

La seconde technique d'enroulement utilise deux outils. Elle consiste à prélever du verre avec un ferret, soit dans un creuset, soit dans une flaque de verre, voire en collant simplement une tesselle de verre ramolli sur le ferret. Ce verre doit ensuite être enroulé autour d'un second ferret (fig. 5b).

Dans de nombreux cas, il est difficile d'affirmer laquelle de ces techniques est utilisée. Sur certaines perles la trace de l'enroulement est clairement visible. Cependant, certaines techniques de décorations ne peuvent être appliquées qu'avec une technique d'enroulement ou de percement.

2) Corriger l'équilibre de la perle

Lors du façonnage, l'artisan peut corriger l'équilibre de la perle et donc du futur bracelet afin que la masse du verre soit parfaitement répartie autour du ferret. Pour cela, il peut choisir de :

Marbrer la perle, c'est-à-dire la rouler sur une surface plane ;

Et/ou rouler la perle dans une matrice à section ronde ou triangulaire.

Corriger l'équilibre de la perle induit parfois une modification de son profil. Naturellement, la perle prend un profil en D. En la roulant dans une matrice triangulaire, l'artisan peut transformer le profil de la perle et obtenir un profil en V (fig. 5c).

Le détachage de la perle

Une fois la perle façonnée, elle doit être détachée du ferret. Cette opération est facilitée lorsqu'il y a présence d'un séparateur sur le ferret. Pour cette opération, l'artisan peut frapper son ferret à l'aide d'un autre outil métallique (couteau, barre de métal). Soit les vibrations créées permettent de détacher le verre du fer, soit celles-ci ne suffisent pas. L'artisan peut alors intervenir sur la perle pour tenter de la décoller avec son autre outil métallique en la poussant ou la frappant. Cela peut laisser des traces sur la perle. S'il échoue, il abandonne et peut choisir de briser la perle.

Le recuit

Comme tout objet en verre, pour qu'elle ne se brise pas suite à l'action d'un choc thermique, la perle peut être mise à recuire, c'est-à-dire lentement refroidie, soit en la posant près du four, soit dans un récipient de cendres maintenu au chaud, soit dans une alcôve du four prévue à cet effet, voir dans un autre four. Lors de cette opération, si la température de l'espace dédié au recuit est trop élevée, les perles peuvent se déformer, coller entre elles, ou, au contraire, si la température est trop basse, peuvent se briser.



a. Formation d'une perle par percement d'une galette



b. Enroulement du verre autour d'un ferret



c. Modification du profil de la perle



d. Agrandissement d'une perle avec deux outils

Fig. 5 – Étapes de la fabrication des perles et des bracelets.
Fig. 5 – Manufacture stages of beads and bracelets.

Fabriquer un bracelet

Pour fabriquer un bracelet avec les techniques observées au Népal, au Nigeria ou en Inde, il faut former une perle, puis l'élargir progressivement. Les étapes de la chaîne opératoire reprennent donc celle de la perle, à laquelle s'ajoute l'étape d'agrandissement (fig. 6) :

- Préparation ;
- Façonnage ;
- Détachage de la perle ;
- Agrandissement de la perle ;
- Recuit.

Comme pour les perles, on retrouve des traces de battitures à l'intérieur de certains bracelets en verre, preuve de l'utilisation d'outils métalliques (fig. 2a). L'utilisation d'un séparateur de type craie ou kaolin permet d'éviter ce phénomène.

La réussite du bracelet dépend en partie de l'équilibre de la masse de verre autour du ferret. Sans un bon équilibre de la perle, elle sera plus complexe à agrandir et l'épaisseur du bracelet final sera inégale. Ce défaut a été constaté sur certains bracelets.

L'agrandissement de la perle

Une fois la perle détachée, elle peut être agrandie. Ce moment de l'agrandissement de la perle est une « opération stratégique » de la chaîne opératoire, telle que définie par P. Lemonnier (Lemonnier, 1976). Le résultat final, le succès de la fabrication, dépend de la bonne réalisation ou de l'échec de cette opération d'agrandissement.

Une fois la perle détachée du ferret, elle est réchauffée. En maintenant la perle sur un ferret en rotation dans la chaleur, le verre s'étire doucement sans l'aide d'outil, c'est alors la gravité qui permet de créer une tension sur la matière et l'étire progressivement. La chaleur rend la matière plus plastique et la rotation de la perle peut suffire à maintenir sa forme.

Pour contrôler et accélérer l'agrandissement de la perle, l'artisan introduit un outil métallique de type ferret ou grande pince dans l'ouverture centrale de la perle. Avec cet outil, il exerce des tensions sur le verre : il touche l'intérieur du bracelet en verre et contraint la déformation de la matière par pression vers l'extérieur (fig. 5d). Le premier ferret sur lequel est posé le bracelet sert alors de point de résistance qui va permettre l'étirement de la pièce.

Les pressions doivent être réalisées sur tout le pourtour de l'anneau, de façon homogène, afin que la masse de verre reste équilibrée. La pièce doit être constamment en rotation : si la rotation de l'outil et donc de l'anneau est stoppée, le verre tombe à cause de la gravité, et la perle se déforme. Ainsi, l'artisan étire et tourne la pièce simultanément.

L'agrandissement dépend en grande partie de l'habileté du verrier à maîtriser la fusibilité du verre, sa plas-

ticité et donc sa température. À l'état fusible, le verre a une déformation dite plastique. Cette plasticité dépend de la température mais aussi du temps de travail : plus le temps de travail hors du four est long, plus la température du verre baisse et plus la plasticité se réduit. Trop froid, l'anneau ne s'agrandit pas et devra être réchauffé. Mais si la perle est étirée brusquement et rapidement, si sa plasticité et donc sa température sont trop importantes, les contraintes engendrées sur la matière risquent de déformer l'anneau : trop chaud, il se déforme trop vite (fig. 7a). Si, au contraire, l'artisan exerce des tensions contrôlées et bien réparties sur la perle, adaptées à sa température, le verre va s'étirer de façon progressive et homogène. Pour agrandir la perle, l'artisan doit contrôler la rotation de l'anneau, la chaleur, la fusibilité, la plasticité du verre ainsi que les contraintes qu'il exerce sur la matière.

Dans cette étape, l'artisan peut choisir d'élargir son bracelet jusqu'à son diamètre final.

Lors de la fabrication, l'artisan peut choisir d'enfiler le bracelet sur un cône, comme c'est le cas en Inde. Avec un support conique, la forme ronde du bracelet ne peut plus être déformée. L'agrandissement se fait de façon homogène, l'ensemble du jonc est étiré en même temps : les contraintes sont réparties et non pas localisées comme avec les deux outils et la déformation est mieux contrôlée. La rotation du cône crée une force centrifuge qui provoque la descente du bracelet de la pointe à la base du cône où il atteint son diamètre final. Pour réussir cette opération, le verre doit être suffisamment chaud et plastique.

Le cône facilite l'agrandissement et l'accélère également mais il n'est pas indispensable à la fabrication d'un bracelet. Le cône permet également une production calibrée des objets : selon la taille du cône, un diamètre intérieur est préalablement défini.

Comme l'avait proposé M. Karwowski, l'élargissement de la perle induit un élargissement et un allongement des bulles présentes dans le verre. Des bulles étirées sont souvent présentes dans les bracelets en verre celtique et sont un bon indice de l'utilisation de cette technique (fig. 2b).

Cette chaîne opératoire permettant la fabrication d'une perle ou d'un bracelet peut être complétée à différents moments par des étapes visant à décorer la perle et l'anneau.

Retrouver les gestes derrière chaque technique de décorations

Aucune autre société n'a produit des bracelets en verre avec des décorations identiques à celles réalisées par les Gaulois. Pour approcher les techniques décoratives, plusieurs hypothèses ont été testées et leurs résultats comparés avec les objets archéologiques. Les principales techniques de décoration qui ont pu être utilisées seront présentées succinctement ci-après. Les décorations sur les perles et bracelets peuvent être classées en plusieurs catégories : la modification du profil, les ajouts de

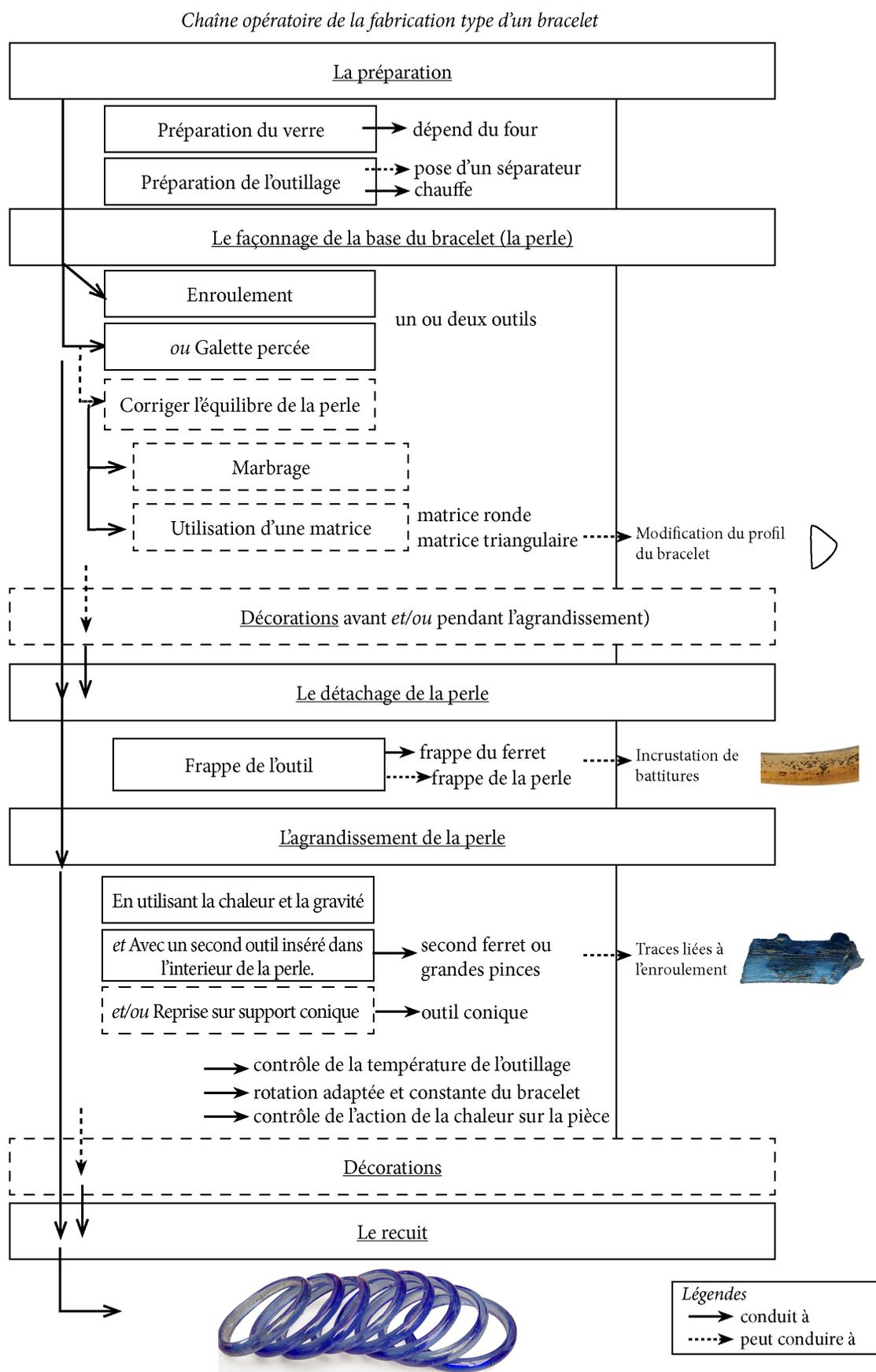


Fig. 6 – Chaîne opératoire de la fabrication d'un bracelet en verre simple.
 Fig. 6 – Chaîne opératoire of the manufacture of a simple glass bracelet.



a. Déformation de l'anneau lors de son agrandissement



b. Réalisation d'incisions à l'aide d'un couteau



c. Pose d'un décor de filets en 8 à l'aide d'un ferret



d. Réalisation d'ocelles par superposition de points

Fig. 7 – Étapes de la fabrication et de la décoration des perles et des bracelets
Fig. 7 – Stages in the manufacture and decoration of beads and bracelets

fil colorés, la réalisation de décors de points, les décors de fond jaune et les décors de bourgeons (fig. 8).

La modification du profil

Les profils en V

Les bracelets de types Haevernick 2, ainsi que les perles de type Haevernick 19, présentent des profils en V (fig. 8a). Sans intervention, le profil d'une perle prend naturellement un profil en D qu'elle conservera lors de son agrandissement. Pour obtenir un profil en V, la perle peut être roulée dans une matrice de cette forme, qui peut être simplement une barre de fer pliée en V (fig. 5c).

Les décors de côtes

De nombreux objets présentent un profil intentionnellement modifié, nommé côtelé ou « à côtes ». Les bracelets en verre côtelés sont les bracelets des types Haevernick 5b, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 et 16 (fig. 8b et c). Les décors côtelés apparaissent à la période du La Tène C1, sont prédominants lors de La Tène C2 et seules quelques productions localisées semblent subsister à La Tène D au profit d'un retour au profil simple. Ces perles côtelées sont souvent appelées « perles melon » ; ce type de perle est produit dès l'âge du Bronze en Égypte et jusqu'à l'époque romaine (Venclová, 1990, p. 61).

Les côtes et les moulures sont réalisées par des impressions en creux qui peuvent être faites avec un couteau, dont la lame appuyée sur le verre exerce une pression qui incise la matière (fig. 7b). La compression de la matière nécessite alors une surface de résistance : la partie du jonc du bracelet compressé doit reposer sur un support ferme, soit un ferret, soit un cône. La réalisation d'incisions parallèles est facilitée si elles sont imprimées avant l'agrandissement de la perle. En revanche, les incisions réalisées en biais sur les côtes centrales doivent plutôt être réalisées après l'élargissement car si elles sont réalisées trop tôt, elles peuvent se déformer lors de l'agrandissement du bracelet. C'est aussi après la phase d'agrandissement que le verrier peut appréhender au mieux l'espace dont il dispose pour harmoniser les décorations sur tout le pourtour de la pièce. Sur certains objets celtiques, la lame est allée trop loin. Pour certains décors, comme ceux des types 13, l'utilisation d'une molette peut être envisagée mais n'est pas indispensable.

Les décors à la pince

Les bracelets des types Haevernick 4 et 12 présentent des déformations plastiques du jonc du bracelet ou de sa côte centrale. Ces déformations plastiques sur ces deux types peuvent être réalisées simplement avec l'utilisation d'un outil de type pince. Le verre est pincé et déformé pour réaliser les décors de vague du type Haevernick type 4, ou simplement resserré pour réaliser les bracelets du type 12 (fig. 8d).

Les décors de fils de verre colorés

De très nombreux types d'objets en verre celtiques ont une décoration réalisée par l'ajout de fils de verres colorés monochromes sur la surface des objets. Ces fils de verres sont placés pour former des lignes, des zigzags, des huit, mais également des spirales.

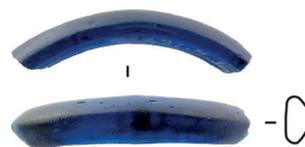
Les décors en zigzag, huit, S ou lignes réalisés par pose directe d'un fil de verre

Les fils en S, en ∞ ou en zigzag apparaissent en léger relief sur la surface extérieure des bracelets et des perles. Ils sont légèrement enfoncés dans la surface du bracelet. Les filets formant des S ou des huit se retrouvent dès La Tène C1 sur les bracelets de types Haevernick 3b, 5 et 6b et sur les perles de type Haevernick 23a, Venclová type 701 à 725 (Haevernick, 1960 ; Venclová, 1990 ; ici : fig. 9a). À la transition LTC1b/LTC2 et au LTC2, les bracelets à décors en zigzag se multiplient. Ils sont alors réalisés principalement avec des verres jaunes et blancs. Les zigzags sont plus précis, moins lâches et viennent décorer les bracelets de types Haevernick 7b, 7c, 8b, 8e, 11 et 15 et sont souvent utilisés pour orner les décors de côtes (fig. 8c).

La pose de filets de verre en huit ou en zigzag peut se faire par le réchauffement à la flamme d'une tige de verre froid préalablement préparée (comme au chalumeau moderne) ou en cueillant un peu de verre de couleur à l'extrémité d'un ferret. Dans les deux cas, une petite quantité de verre de couleur est collée à la pièce à décorer : c'est le point d'accroche. Avec le réchauffement d'une baguette de verre froide, il faut réchauffer le verre sur une flamme ou devant le four. Avec l'utilisation d'un second ferret, le verre n'a pas besoin d'être réchauffé et s'étire progressivement tout au long de la mise en place du décor sur la pièce (fig. 7c). Dès lors, l'artisan dessine avec des gestes précis les décors colorés. Plus les filets sont fins et serrés, plus la précision et l'entraînement de l'artisan doivent être importants. Sur certains objets, la très grande maîtrise de l'artisan est lisible dans la régularité des zigzags, espacés les uns des autres de quelques dixièmes de millimètres et placés dans les cadres étroits des côtes latérales des bracelets. Puisque la pose du fil demande une adéquation entre la température du bracelet et la température du fil de verre, le bracelet doit être réchauffé régulièrement si les filets doivent y être posés en nombre. Plus le nombre de filets est important, plus le temps et la difficulté de fabrication augmentent.

Quelle que soit la technique utilisée, le fil de verre apparaît en relief, à moins que la perle ou le bracelet soit réchauffée, auquel cas, le verre du décor fusionne doucement dans le corps de l'objet. Sur les bracelets côtelés, cela atténuerait aussi le décor de côtes, il faut donc faire attention aux réchauffements successifs et bien les contrôler.

a - Haevernick type 2 - Série Gebhard 27.
Profil en V



Mathay-Mandeure (25) Man 52491 120

b - Haevernick type 7a - Série Gebhard 27.
Décor de 5 côtes parallèles et fond jaune



Mathay-Mandeure (25) MAN 52491 07

c - Haevernick type 8d - Série Gebhard 20.
Décor de côtes et de filets.



Lattes (34) G.A.P 982.142.1



Lattes (34) G.A.P 982.143.3

d - Haevernick type 4 forme 9 - Série Feugère 40
Fils jaunes en lignes incrustés et décor à la pince



Bobigny (93) La Vache à l'aise VAC186/6, fragment 4

1cm

Fig. 8 – Bracelets en verre du second âge du Fer décorés. a et b Collection du Musée d'archéologie Nationale - Domaine national de Saint-Germain-en-Laye. c. Collection du Site Archéologique Lattara - Musée Henri Prades. d. Collection du conseil départemental de la Seine-Saint-Denis. Bureau du patrimoine archéologique. (Photographies J.Rolland)

Fig. 8 – Decorated glass bracelets from the Late Iron Age. A and b From the Musée d'archéologie Nationale collection - Domaine national de Saint-Germain-en-Laye. c. From the collection of Site Archéologique Lattara - Musée Henri Prades. d. From the conseil départemental de la Seine-Saint-Denis collection. Bureau du patrimoine archéologique. (Photos J.Rolland)

a - Haevernick type 5a - Série Gebhard 33
Décor de fils en huit



Bobigny (93) 93800

b - Venclovà type 542
Décor d'ocelles à 6 niveaux



Bussy-le-Château (51) MAN 13192 002

c - Haevernick type 14 - Série Gebhard 1
Décor de bourgeons



Bobigny (93) Avicenne AVI 471/1 1cm

Fig. 9 – Bracelets et perles en verre du second âge du Fer décorés. a et c. Collection du conseil départemental de la Seine-Saint-Denis. Bureau du patrimoine archéologique. b. Collection du Musée d'archéologie Nationale - Domaine national de Saint-Germain-en-Laye. (Photographies J.Rolland)

Fig. 9 – Decorated glass bracelets and beads from the Late Iron Age. a and c. From the conseil départemental de la Seine-Saint-Denis collection. Bureau du patrimoine archéologique. b. From the Musée d'archéologie Nationale collection - Domaine national de Saint-Germain-en-Laye. (Photos J.Rolland)

Les décors de lignes incrustés sur les bracelets

En plus de leur décor de vagues réalisé à la pince, les bracelets de types Haevernick groupe 4 forme 9, présentent des décors de fils de verre incrustés dans la masse de l'anneau et placés parallèlement à l'axe du jonc du bracelet (fig. 6d). Pour réaliser ce type d'objets, les fils de verres doivent être ajoutés avant l'agrandissement de la perle. En s'agrandissant, les décors de filets vont s'incruster dans le corps de la perle, s'étirer et s'affiner. En enroulant les fils autour de la perle et non du bracelet fini, on en contrôle mieux le parallélisme.

Les décors de spirales

Les perles à spirales sont nombreuses dans les phases précoces du La Tène et ont même fait l'objet d'une typologie particulière (Zepezauer, 1989). Elles sont présentes sur les bracelets du type Haevernick 15, de très rares bracelets du type Haevernick 14 et du type Haevernick 3b/3. Ces

spirales sont souvent posées sur des protubérances, mais peuvent aussi faire partie intégrante de la perle (fig. 2d). Elles ont des fils parfois très resserrés, avec de nombreuses lignes très complexes à dessiner, simplement à main levée en posant un filet de verre chaud. Une autre technique de fabrication consiste à réaliser une protubérance de verre sur la perle et à enrouler autour de cette protubérance un fil de couleur (Lierke *et al.*, 1995 ; Lierke, 2010). Lorsque l'on pose un point de verre avec un ferret sur un corps de perle, celui-ci prend une forme de cône, due à l'étiement du verre entre le corps de la perle et le ferret qui s'en est éloigné. Ce cône peut alors être entouré d'un fil de verre jaune, fil fabriqué préalablement ou réalisé à l'aide d'un autre ferret. En se rétractant sous l'effet de la chaleur et d'un réchauffement de la perle, la protubérance conique peut s'atténuer, voire disparaître, et ne laisser sur la surface de la perle qu'une spirale, issue de l'enroulement du verre autour d'elle. Les protubérances observées sur les bracelets en verre présentant un décor de spirales, mais aussi les formes triangulaires ou carrées des perles à trois ou quatre spirales, sont autant d'indices de l'utilisation d'une telle technique. L'utilisation de verres ou de couleurs de verre différentes entre le corps de la perle et le cône de la spirale est aussi un indice de l'utilisation de cette technique⁴.

Les décors de fils radiants

Caractéristiques de la dernière phase de production laténienne, les perles en verre de type Haevernick 23 présentent des bandes de verres de couleurs parallèles, dites radiantes quand elles rayonnent depuis le centre de la perle (Gebhard, 1989, Type 23 Groupe A) ou spiraliformes quand elles sont disposées autour de celle-ci (Groupe B). Les décors de fils des perles du groupe Haevernick 25 combinent les deux axes pour créer un décor de damier. Ces fils n'offrent pas un aspect en relief comme les fils de verre posés, sont très nombreux et présentent entre eux un parallélisme impressionnant. Cela laisse penser qu'ils n'ont pas été posés directement sur la perle. La particularité de ces perles est que leur décor n'est jamais présent dans leur intérieur, ce qui rend impossible la fabrication avec des baguettes de plusieurs couleurs préalablement préparées et enroulées.

Une seule technique de fabrication, proposée par J. Clesse, a permis de reproduire à l'identique ces objets. Il s'agit de réaliser un cylindre circulaire en verre sur lequel des filets de verre seront posés dans l'axe de celui-ci ou autour (ou les deux). Ce cylindre sera ensuite tranché pour former plusieurs billes, lesquelles seront ensuite percées pour former des perles sur la technique de la galette percée. Avec cette technique, des perles à décor radiant ou spiraliforme peuvent être reproduites à l'identique ; les fils ne sont pas présents à l'intérieur de la perle.

Ces perles ont souvent été considérées comme les seuls décors complexes produits à la fin de La Tène. En réalité, cette technique de fabrication permet au contraire de produire plusieurs perles en même temps, avec une technique de décoration qui ne nécessite pas une précision importante du geste.

Les décors de points

Les objets à décors de points comprennent les objets à décors d'ocelles, mais aussi les objets recouverts de points dits tachetés (Haevernick Type 3c et 24).

Les décors d'ocelles

Très présents dans toute la verroterie antique, les décors d'ocelles, en forme d'œil, peuvent être réalisés de deux façons :

- par l'utilisation de sections de cannes mosaïquées préformées ;
- par la superposition de points de verre.

L'utilisation de sections de cannes mosaïquées préformées fait partie des techniques de verres mosaïquées telles qu'elles furent définies par M. Spaer (Spaer *et al.*, 2001). Il s'agit de réaliser des fils de verre composés de plusieurs couleurs ou assemblés et réchauffés pour former une canne dont la tranche formera un motif. Pour réaliser un décor d'œil, il faut réaliser une canne composée d'un centre blanc, par exemple, recouvert d'un verre d'une autre couleur, comme bleu ou noir. On peut ainsi réaliser des ocelles à plusieurs niveaux selon le nombre de couches de verre superposées pour recouvrir la canne centrale. La canne sera découpée à froid en fragments, lesquels viendront se poser sur une perle chaude. Les perles utilisant des ocelles fabriqués avec des sections de cannes mosaïquées préformées présentent des décors très proches, très réguliers et rarement décentrés. L'utilisation de cette technique est bien attestée dans les ateliers hellénistiques rhodiens à travers les productions comme en témoignent les déchets retrouvés (Davidson Weinberg, 1971 ; Davidson Weinberg, 1983). Cependant, les coupes de certaines perles à ocelles découvertes sur le territoire européen attestent de l'utilisation d'une technique de fabrication différente. En effet, les ocelles fabriqués avec des techniques de verre mosaïqué présentent en coupe une tranche de la baguette utilisée. Le cercle principal de l'ocelle est entouré par un cercle bleu sur ses bords extérieurs.

Sur d'autres perles à ocelles, on constate que le cercle central repose sur une couche de verre : deux points de verre se superposent. Pour obtenir ce résultat, il faut utiliser une technique de superposition de points de verre, proche de celle utilisée pour la réalisation de décors de spirales. Une fois la perle fabriquée, le verrier pose dessus un point de verre de couleur différente à l'aide d'un ferret. Comme pour la spirale, cet apport de couleur crée un cône de verre dont l'extrémité pointue peut être facilement utilisée pour y poser un verre d'une autre couleur, lequel créera le centre de l'ocelle. Des couches de verre peuvent ainsi être superposées comme le réalise le verrier G. Masclef (fig. 7d). Les perles fabriquées avec cette technique peuvent présenter des formes plus ou moins triangulaires (pour trois ocelles) ou carrés (pour quatre ocelles), mais aussi des ocelles différents les uns des autres, avec parfois des décors décentrés. Cette technique

demande beaucoup de précision et peut également être longue à appliquer. Certaines perles présentent des ocelles avec des superpositions de six niveaux de points, sur des surfaces parfois très petites (fig. 9b). Elles témoignent d'une grande précision de l'artisan, mais également d'un temps de travail plus long. Une perle à décors d'ocelles à six niveaux, reproduite lors de nos expérimentations techniques, a représenté jusqu'à 25 minutes de travail sans interruption.

Les objets aux décors tachetés

Les décors des perles de types Haevernick 24 et des bracelets de type Haevernick 3c, se distinguent des perles à ocelles par la petite taille des points du décor et leur placement aléatoire. Ceux-ci n'ont pas été posés un à un : on parle alors parfois de décors « tachetés ». Ce type de décoration peut être réalisé en roulant la perle dans des grains de verre préalablement broyé, lesquels collent à la perle sous l'effet de la chaleur. L'agrandissement de ce type de perle conduit à la fabrication d'un bracelet de type Haevernick 3c. Comme les bulles du verre, les points s'allongent légèrement lors de l'agrandissement.

Les décors à fond jaune

Lors de la mise en place de la typologie, T. É. Haevernick n'isole pas les bracelets transparents à fond jaune. La plupart des bracelets sans décors de filets ajoutés ont une variante transparente à fond jaune. Les perles et bracelets en verre transparent à fond jaune, principalement datés du II^e siècle av. J.-C., présentent dans leur structure interne une couche de verre jaune opaque plus ou moins fine ou couvrante (fig. 8b). Pour produire ce type d'objet, il faut commencer par fabriquer une perle en verre jaune puis enrouler autour de celle-ci du verre incolore en plus grande quantité (Rolland, 2017b). En élargissant la perle, la base de verre jaune s'affine pour ne former qu'une fine couche à l'intérieur du bracelet. Avec la mise en forme, il arrive que les bords du bracelet se retroussent, ce qui explique parfois que la couche jaune se retrouve sur les bords extérieurs. Enfin, la fabrication d'un tel bracelet en verre peut aussi être réalisée en utilisant comme base jaune un enroulement de verre sur le ferret, plus proche du ressort que de la perle. Cela crée des lacunes dans la couche de verre jaune, qui peut ainsi prendre la forme de lignes.

Les décors de bourgeons

Les bracelets du type Haevernick 14 présentent un décor « bourgeonnant » en haut-relief, présentant des boules ou billes de verre (bourgeons) regroupées par trois ou quatre perpendiculairement à l'axe du bracelet et reliées entre elles par du verre visiblement étiré (fig. 9c). Ce verre étiré, dont semblent sortir les bourgeons, relie également les groupes de billes. Ces motifs évoquent le mouvement et certains éléments végétaux propres à l'art celtique et aux décors plastiques de la parure en bronze du III^e siècle av. J.-C.

Grâce au travail mené en collaboration avec des artisans verriers, il est possible aujourd'hui de proposer des hypothèses techniques pour la mise en forme et la décoration des différents types de bracelets en verre. Après bientôt dix ans d'expérimentation et de production séquentielle, il manque encore du temps d'apprentissage et d'entraînement à J. Clesse pour reproduire à l'identique les types de bracelets comportant un grand nombre d'incisions ou de filets, mais les techniques sont comprises. Ce n'est toujours pas le cas avec les bracelets à bourgeons qui interrogent toujours : aucune hypothèse technique satisfaisante n'a encore pu être proposée.

LES SAVOIR-FAIRE DANS L'ÉVOLUTION D'UNE PRODUCTION

La compréhension détaillée des techniques de fabrication des perles et des bracelets, mais aussi de l'ensemble de leur système décoratif, permet d'approcher le système technologique dans lequel s'insèrent les artisans verriers celtes. Elle permet aussi de percevoir désormais techniquement l'évolution de la production.

Connaissance et savoir-faire dans la mise en forme et la décoration des perles et bracelets

La technique de fabrication d'une perle peut être acquise par simple observation si l'ensemble des moyens matériels requis sont accessibles. Si l'artisan doit apprendre à préparer ses outils et à en détacher la perle, la forme idéale de la perle est rapidement comprise. La température idéale du verre peut être rapidement identifiée par l'observation de sa couleur ou l'intensité de son rayonnement. L'ensemble des gestes associés à sa fabrication ne requièrent pas une habileté technique élevée et leur visualisation répétée peut permettre de les mémoriser rapidement. Ainsi, la fabrication d'une perle simple ne sollicite essentiellement chez le producteur que le domaine des connaissances tel que défini par J. Pelegrin (Pelegrin, 1991).

Avec la fabrication d'un bracelet en verre, nous sortons de ce domaine de la simple connaissance. Pour élargir un bracelet, l'artisan doit acquérir une habileté gestuelle précise. Il doit aussi contrôler la déformation du verre qu'il ressent à travers l'outil : des paramètres sensoriels entrent alors en jeu. Le contrôle de cette déformation dépend également de sa capacité à prévoir et anticiper celle-ci et les situations qui vont perturber son opération. Avec ces paramètres sensoriels et la projection mentale nécessaire, ce sont des savoir-faire idéatoires et moteurs qui sont donc indispensables à la fabrication des bracelets en verre. L'acquisition de ces savoir-faire dépend d'une expérience pratique et du temps alloué à cette expérience. Elle induit une spécialisation de l'artisan : avec la production des bracelets en verre, les artisans celtes deviennent probablement les premiers verriers de métier de l'Europe continentale.

Les chaînes opératoires menant à la fabrication d'un bracelet en verre sans soudure apparente ou d'une perle

varient peu. Au contraire, les techniques de décoration des parures en verre celtes demandent une habileté gestuelle particulière à chaque système décoratif et complètent la chaîne opératoire à différents moments. C'est avec la reproduction de ces décorations qu'il est possible d'appréhender la complexité, la diversité des savoir-faire des artisans verriers celtes, et toute la maîtrise qu'ils avaient du matériau. La pose des filets demande une maîtrise parfaite et minutieuse du geste, tandis que l'incision de côtes demande une bonne construction de l'espace décoratif, lequel doit être pensé géométriquement. C'est toute une mémoire gestuelle propre à chaque décoration qui doit être apprise par la pratique et la répétition des gestes.

L'ensemble du système décoratif demande également à l'artisan une gestion différente de son temps et de son espace. Les décorations prolongent le temps de fabrication, leur application demande à l'artisan de maîtriser différemment la chauffe, d'apprendre à la gérer dans le temps pour permettre le façonnage de l'objet, tout en veillant à ne pas le déformer ou estomper les décors par un réchauffement prolongé. L'artisan doit aussi mobiliser d'autres outillages et donc de nouvelles contraintes qu'il doit gérer, anticiper et maîtriser. Ces nouvelles contraintes vont également modifier son rapport à son espace de travail.

Ces savoir-faire demandent une pratique assidue de la fabrication et une spécialisation croissante. Chaque technique de décoration doit être apprise et répétée, ainsi, toutes les techniques de décoration ne sont probablement pas maîtrisées par tous les artisans et tous les ateliers.

La combinaison sur une pièce de plusieurs techniques décoratives nécessite ainsi la mobilisation de plusieurs savoir-faire moteurs. Elle a permis de détecter dans le type Haevernick 15, ce qui peut désormais être considéré comme un chef-d'œuvre de l'artisanat du verre celtique (Rolland, 2018). Ce type de bracelet requiert la réalisation de cinq côtes parallèles fines et d'un motif géométrique complexe sur le jonc central, alternant des séries de losanges. Les décors de spirales et de fils sont multipliés sur cet objet, avec plus de 20 spirales et 60 filets sur certains objets. Le nombre de gestes associés à la pièce est impressionnant et leur exécution parfaite. Les tentatives, jusque-là vaines, de reproduire ces pièces ont dépassé les 45 minutes, ce qui est particulièrement conséquent pour une pièce en verre qu'il est impossible de poser et de reprendre comme une pièce en fer.

Cette connaissance des savoir-faire mobilisés dans la fabrication des parures en verre celtique permet de porter un regard nouveau sur les objets. Les différents types peuvent être regroupés selon les savoir-faire qu'ils ont nécessités et derrière chaque objet, il est désormais possible de percevoir des difficultés, des temps de travail, des habiletés gestuelles et d'en envisager les temps d'apprentissage.

Produire plus ou produire mieux ?

Pendant tout le second âge du Fer, les parures en verre ont sans aucun doute évolué au gré des modes et des

consommations mais, grâce au travail d'expérimentation, il est désormais possible d'identifier les évolutions morphologiques liées à celles du système de production et des savoir-faire des artisans.

Dans le cadre de notre recherche, un inventaire européen des bracelets en verre est en construction constante et recense actuellement presque 11 000 pièces. La typochronologie des objets et cet inventaire permettent d'approcher quantitativement l'évolution de la production. En observant cette évolution quantitative au regard d'une évolution des techniques et des savoir-faire, il est possible de distinguer des choix économiques dans l'évolution des systèmes de production.

Lorsque les premiers bracelets en verre sont inventés V^e siècle et au début du IV^e siècle av. J.-C., seuls des types simples sans décoration sont produits. Le décompte de ces premiers bracelets en verre s'élève à une cinquantaine d'objets et montre leur caractère de biens d'exceptions, très rares. Que cela soit dans les vestiges de la tombe de la princesse de Reinheim (Moselle) ou des riches tombes à char de la culture de l'Aisne-Marne, les premiers bracelets distinguent dans la mort les membres les plus éminents des familles dirigeantes, à côté des objets de provenance lointaine en matériaux exotiques. Quasiment inexistante à la fin du IV^e siècle et au début du III^e siècle av. J.-C., la production semble bien commencer à s'organiser et à s'amplifier dans la fin du III^e siècle et au début du II^e siècle av. J.-C. Les types simples sont toujours produits, mais les premières décorations se développent avec l'apparition des premiers décors de fils en 8 et avec eux, les incroyables décors de bourgeons. Les anneaux se retrouvent dans certains habitats, mais également dans les tombes de l'aristocratie celtiques.

Dans la première moitié du II^e siècle av. J.-C., les bracelets à décors côtelés et avec zigzags se multiplient et se complexifient. Les bracelets transparents à fond jaune apparaissent. Les ateliers semblent plus nombreux et les artisans y développent leurs habiletés. Avec les décors complexes, le développement technique, l'innovation et l'hyperspécialisation sont privilégiés et le nombre des productions de cette période est bien plus important, plusieurs milliers de bracelets sont datés de cette période. Cette augmentation quantitative semble se renforcer nettement à la fin du II^e siècle et au I^{er} siècle av. J.-C., mais un changement surprenant s'observe alors : la production est radicalement simplifiée. Les bracelets côtelés larges et complexes du II^e siècle laissent place à des bracelets beaucoup plus fins, lisses et parfois encore décorés de filets jaunes formant de larges vagues imprécises.

En choisissant de ne plus produire de bracelets aux motifs complexes, les artisans – ou les personnes contrôlant la production – réduisent considérablement le temps de travail consacré à chaque objet. Les bracelets, plus fins et plus simples, nécessitent une moindre quantité de verre et des savoir-faire moins exigeants qui permettent une formation plus rapide des artisans. Les perles en verre à décor radiant ou spiraliforme ont longtemps été considérées comme des productions d'exceptions dans cette période de régression technique, mais elles sont en réalité

des productions sériées, issues elles aussi d'une chaîne opératoire simplifiée.

Ce changement technologique brutal, cette simplification des chaînes opératoires, répond probablement à l'objectif d'augmenter les volumes de production. C'est un choix économique probablement opéré par les personnes contrôlant la production. Ce choix prend place dans un contexte de renouvellement et d'augmentation des richesses de la fin de l'âge du Fer.

En effet, dans la deuxième moitié du II^e siècle av. J.-C., entre la fin du LTC2 et le LTD, on voit apparaître dans les textes des auteurs antiques, la description d'un nouveau type d'élite parmi l'élite guerrière gauloise : les *homines novi*, qui détiennent un pouvoir nouveau, principalement financier (Brunaux, 2002). Archéologiquement, on perçoit ce phénomène à travers l'étude des vestiges des productions manufacturées et agricoles : un renouveau économique est visible et débute dès le III^e siècle av. J.-C. (Marion, 2013). Une nouvelle exploitation des terroirs est permise par l'introduction du fer dans les outils agricoles, mais également par la spécialisation des productions céréalières. Les progrès techniques et l'intensification de ces productions agricoles, mais aussi céramiques, métallurgiques ou saunières, sont autant d'éléments qui permettent la production de surplus et le développement de plus-values (Matterne, 2001 ; Bauvais, 2007 ; Marion, 2013 ; Danielisova, 2014).

Ces transformations économiques permettent le développement de nouvelles productions et induisent l'enrichissement de nouvelles populations. Ces dernières formèrent sans doute une nouvelle clientèle pour la parure en verre : désireuses d'imiter l'ancienne classe d'aristocrates, elles souhaitèrent sans doute réinvestir leurs richesses excédentaires dans l'acquisition de biens leur permettant d'afficher à leur tour leurs capacités à dépenser et consommer ostensiblement, augmentant ainsi la demande. La simplification du processus de fabrication et – avec le choix de produire des objets plus fins – son optimisation répondent à cette nouvelle demande. Ainsi, d'abord objets de luxe, les parures en verre sont progressivement devenus des objets haut de gamme, accessibles à un plus grand nombre (Dehoorne et Theng, 2015). Il ne s'agit pas pour autant d'un phénomène de démocratisation : les parures en verre sont sans doute restées un attribut de certains groupes d'élites, les plus aisées, capables de les acquérir. L'hypothèse est que l'augmentation des richesses dans le monde celtique a pu permettre à de nouvelles classes sociales d'émerger et d'accéder à ces objets, avec une conséquence directe sur les modes de production.

Produire ou faire produire ?

Ce travail d'expérimentation sur les techniques de fabrication des parures en verre et de leurs systèmes décoratifs montre que derrière ces objets, des artisans de métiers sont mobilisés, des artisans dont la formation a nécessité des temps d'apprentissages particulièrement longs. Il prouve également que l'évolution de la parure en verre est liée à la volonté de changer formes et couleurs, mais aussi de sim-

plifier la production, donc d'en baisser les coûts. Cette décision, ainsi que l'organisation des systèmes d'acquisition de la matière première, l'entretien ou le développement des ateliers et de la production spécialisée, sont probablement dépendants du travail d'élites celtiques, qui ont les moyens financiers ou diplomatiques pour organiser l'importation et le travail du verre. L'ensemble de ces éléments nourrit l'hypothèse que les artisans verriers sont probablement rattachés à cette élite celtique (Brun *et al.*, 2006).

Que ce soit dans les sociétés à « Big Men » mélanésiennes ou dans la société princière de la fin du Hallsatt, la capacité des groupes de population dominants à mobiliser des réseaux d'échanges à longue distance fait partie des marqueurs principaux de la richesse et du pouvoir (Brun, 1987 ; Godelier et Strathern, 1991 ; Demoule, 1999). Pour une famille ou un groupe, la capacité à mobiliser des réseaux d'échanges du verre avec le Proche-Orient fut sans aucun doute un élément de pouvoir, qui renforçait à la fois le statut et l'entretenait. Mais développer un artisanat spécialisé dédié à la production d'ornements, c'est également avoir – et afficher – la possibilité d'extraire de la main-d'œuvre utile d'un système productif vital, alimentaire. Lorsqu'elle s'attache les services d'artisans spécialisés ou de domestiques, l'élite expose sa richesse et sa puissance : elle montre sa capacité à assurer la production et à rétribuer les artisans. L'ornement devient alors l'artisan lui-même (Veblen, 1899). Contrôler la production des parures en verre donne aussi le pouvoir de gérer le don, la vente ou la permission de vendre – c'est-à-dire la circulation et la diffusion – de ces biens de prestige. Ainsi, il faut distinguer les élites qui contrôlent l'importation de la matière, la production et les échanges, de celles qui ne font et ne peuvent que consommer ces parures. Cette idée reprend les schémas de hiérarchisation et d'organisation des élites celtiques tels que proposés par N. Roymans et repris récemment par E. Fernández-Götz (Roymans, 1990 ; Fernández-Götz, 2014).

CONCLUSION

S'il est difficile de comprendre les codes derrière les parures des sociétés qui ne sont pas les nôtres, il est possible d'en approcher le sens en analysant leurs étapes de production et en utilisant les données disponibles sur les populations qui les ont portés. L'objectif de cet article était de montrer comment, au sein du système de production spécialisé de la parure en verre celtique, l'étude des chaînes opératoires de la fabrication des objets permet d'approcher un artisanat et la place de ses productions dans sa société. À travers des hypothèses de solutions techniques développées avec des artisans, la reconstitution des gestes a permis d'identifier les savoir-faire mis en place derrière ces objets, ainsi qu'un choix économique de simplification et d'optimisation de la production dans la fin du II^e siècle av. J.-C. Ce choix répond probablement à l'augmentation de la demande, liée à une métamorphose de la richesse et de la hiérarchisation des individus au sein des sociétés celtiques.

Notre propos s'est concentré principalement sur les chaînes opératoires de la transformation du verre en objets de parures. Mais la mémoire de ces objets a pu et sera encore interrogée à travers de nombreux axes. Avec l'étude de l'ensemble des processus de fabrication et de consommations de ces objets, la complexité de cette production spécialisée se redessine et révèle des réseaux d'échanges, ainsi que le travail des artisans et leurs savoir-faire, interroge le prestige que le contrôle de ces productions peut apporter, comme l'attachement des populations celtiques à leur parure et à leur façon de se représenter.

NOTES

- (1) Quelques rares objets réalisés par les artisans verriers celtes font exception à cette règle. Le plus ancien est une figurine de chien datée du II^e siècle av. J.-C. et provenant de Wallerteim, localité de la ville de Wörrstadt, Allemagne, dans la région de Hesse-Rhénane, Reinhausen (Schermer, 1951 ; Polenz, 1975). Datées du début du I^{er} siècle av. J.-C., les clavettes d'une tombe à char retrouvée sur la commune de Warcq (08) étaient décorées de pattes de verres jaunes, bleues et rouges (Millet et Roseau, sous presse). À la fin du second âge du Fer, il existe également certains objets identifiés comme des pions de jeux.
- (2) « Chapitre XXXI- Des anneaux. On fait aussi des anneaux de la manière suivante. [...] Cependant, prenez un morceau de bois de la longueur d'une palme et de la grosseur du doigt ; vers le tiers de la longueur placez une roulette en bois de la largeur d'une palme, de manière à tenir dans votre main les deux tiers du bois ; que la roulette soit au-dessus de votre main, fortement attachée au bois, et que le tiers du bois s'élève au-dessus de la roulette. Ce bois sera coupé en pointe à son sommet, et il sera fixé dans un fer, comme une lance est engagée dans une hampe. Ce fer aura un pied de long. Qu'il soit engagé dans le bois, de manière qu'au point de jonction il soit égal au bois, et qu'à partir de cet endroit, il aille en s'amincissant jusqu'au bout où il sera tout à fait pointu. [...] Ensuite, le verre étant cuit, prenez le bois, avec la roulette et le fer appelé broche mettez en l'extrémité dans le vase de verre ; enlevez le peu qui s'y sera attaché et enfoncez-le fortement dans le fer, afin que le verre soit transpercé. Faites aussitôt chauffer à la flamme et frappez deux fois sur le bois afin que le verre se dilate ; tournez rapidement votre main avec ce fer, afin que l'anneau s'agrandisse en rond ; et en tournant ainsi faites le descendre jusqu'à la roulette afin qu'il soit bien égal. Lorsque vous l'aurez jeté dans la petite fosse, continuez votre opération tant que vous voudrez. Si vous voulez varier votre anneau de différentes couleurs, lorsque vous aurez pris du verre et que vous l'aurez transpercé avec la pointe de fer, tirez d'un autre vase du verre de couleur différente, entourez-en l'anneau, comme d'un fil, chauffez-le à la flamme comme ci-dessus, et achevez-le de la même manière. Vous pouvez encore sur l'anneau poser du verre d'une autre couleur, comme une pierre précieuse vous le ferez chauffer la flamme afin qu'il y ait adhérence » (Théophile, 1980).
- (3) Nous la remercions chaleureusement d'avoir généreusement partagé ces images avec nous.
- (4) Ainsi, sur certaines perles, la composition du verre du corps de la perle est différente du verre du cône de la spirale. Lors des analyses, il faut systématiquement analyser les deux.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AVERBOUH A., BRUN P., KARLIN C., MÉRY S., DE MIROSCHE-DJI P. (2006) – *Spécialisation des tâches et sociétés*, actes de la table ronde organisée par les Thèmes Transversaux 2 et 3 de l'UMR 7041-ArScan (MAE René Ginouvès, Nanterre, octobre 2003/octobre 2004), Paris, Maison des sciences de l'homme (Techniques et cultures, 46-47), 361 p.
- BAUVAIS S. (2007) – Évolution de l'organisation des activités de forge dans le nord du Bassin parisien au second Age du fer: études pluridisciplinaires de la chaîne opératoire en métallurgie du fer, Thèse de doctorat, Université de technologie de Belfort-Montbéliard, France, 376 p.
- BOËDA É. (2013) – *Techno-logique & Technologie: une paléo-histoire des objets lithiques tranchants*, Prignonrieux (Dordogne), @rchéo-éditions, 259 p.
- BOULOGNE S. (2009) – La production de bijoux de verre dans l'espace islamique médiéval et tardif: la question d'un artisanat spécialisé, in K. Janssens, P. Degryse, P. Cosyns, J. Caen, L. Van't Dack (dir.), actes du 17^e Congrès de l'Association internationale pour l'histoire du verre (Anvers, septembre 2006), Anvers, University Press Antwerp, p. 261-268.
- BOULOGNE S., HENDERSON J. (2009) – Indian Glass in the Middle East? Medieval and Ottoman Glass Bangles from Central Jordan, *Journal of Glass Studies*, 59, p. 53-75.
- BRUMFIELD E. M., EARLE T. K. (1987) – *Specialization, Exchange and Complex Societies*, Cambridge, Cambridge University Press (New directions in archaeology), 150 p.
- BRUN P. (1987) – *Princes et princesses de la Celtique: le premier âge du fer en Europe, 850-450 av. J.-C.*, Paris, Éditions Errance (Collection des Hespérides, 3), 219 p.
- BRUN P., AVERBOUH A., KARLIN C., MÉRY S., DE MIROSCHE-DJI P. (2006) – Les liens entre la complexité des sociétés traditionnelles et le niveau de spécialisation artisanale, in A. Averbough, P. Brun, C. Karlin, S. Méry et P. de Miroschedji (dir.), *Spécialisation des tâches et sociétés*, actes de la table ronde organisée par les Thèmes Transversaux 2 et 3 de l'UMR 7041-ArScan (MAE René Ginouvès, Nanterre, octobre 2003/octobre 2004), Paris, Maison des sciences de l'homme (Techniques et cultures, 46-47), p. 325-347.
- BRUNAUX J. (2002) – Les fondements religieux de l'aristocratie gauloise, in L'aristocratie celte à la fin de l'âge du Fer, (Bibracte 5), p.231-42.
- CERBAÏ F. (2010) – *Perliers d'Anatolie – Glassbeadmakers in Anatolia*, 6^e28, https://youtu.be/VHuBAh44_9U.
- CHAUDHURI M. (1985) – *Ancient Glass and India*, New Dehli, Indian National Science Acad., 1 vol., 201 p.
- CHILDE V.G. (1956) – *Society and knowledge*, London, Royaume-Uni, G. Allen and Unwin, 132 p.
- CLARKE J., W. J. PARRY (1990) – Craft Specialization and Cultural Complexity, *Research in Economic Anthropology*, 12, p. 289-346.
- COSTIN C. L. (1991) – Craft Specialization: Issues in Defining, Documenting, and Explaining the Organization of Production, *Archaeological Method and Theory*, 3, p. 1-56.
- COSTIN C. L. (2001) – Craft Production Systems, in G. M. Feinman et T. D. Price (dir.), *Archaeology at the Millennium. A Sourcebook*, New-York, Kluwer Academic/Plenum Publishers, p. 273-327.
- COSTIN C. L. (2007) – Thinking about Production: Phenomenological Classification and Lexical Semantics, in X. Z. Hruby et R. K. Flad (dir.), *Rethinking Craft Specialization in Complex Societies: Archaeological Analyses of the Social Meaning of Production*, Berkeley, University of California Press (Archeological Papers of the American Anthropological Association, 17), p. 143-162.
- DANG R. (2010) – *Bangle Making in Awagarh*, Wilderness Films India Ltd., 2^e48, <https://www.youtube.com/watch?v=W5fvVUDUtWU>.
- DANIELISOVÁ A. (2015) – Surplus Production and Basic Aspects of Subsistence Economy, in A. Danielisová et M. Fernandez-Gotz (dir.), *Persistent Economic Ways of Living Production, Distribution, and Consumption in Late Prehistory and Early History*, *Archaeolingua* p.103-117.
- DAVIDSON WEINBERG G. (1971) – Glass Manufacture in Hellenistic Rhodes, *Arhaiologikon deltion*, 24, p. 143-151.
- DAVIDSON WEINBERG G. (1983) – A Hellenistic Glass Factory on Rhodes: Progress Report, *Journal of Glass Studies*, 25, p. 37.
- DEHOORNE O., THENG S. (2015) – Étudier le luxe, *Études caribéennes* [En ligne], 30, <http://journals.openedition.org/etudescaribeennes/7505>
- DEMOULE J.-P. (1999) – La société contre les princes, in P. Ruby (dir.), *Les Princes de la Protohistoire et l'émergence de l'État*, Naples, Publications de l'École Française de Rome (Collection du Centre Jean Bérard, 17), p. 125-134.
- DOBBS S. H. R. C. (1895) – *A Monograph on the Pottery and Glass Industries of the North-west Provinces and Oudh*, Allahabad, North-Western Provinces and Oudh Government Press, 44p.
- FERNÁNDEZ-GÖTZ M. (2014) – *Identity and Power: the Transformation of Iron Age Societies in Northeast Gaul*, Amsterdam, Amsterdam University Press (Amsterdam archaeological studies, 21), 288 p.
- FROBENIUS L. (1912) – *Und Afrika sprach: wissenschaftlich erweiterte Ausgabe des Berichts über den Verlauf der dritten Reiseperiode der Deutschen Inner-Afrikanischen Forschungs-Expedition in den Jahren 1910 bis 1912*, Berlin-Charlottenburg, Vita, 532 p.
- FROBENIUS L. (1968) – *The Voice of Africa: Being an Account of the Travels of the German Inner African Exploration Expedition in the Years 1910-1912*, New York, Benjamin Blom, 682 p.
- GABORIEAU M. (1988) – *Ni brahmanes, ni ancêtres: l'hindouisme d'une basse caste musulmane*, Doctorat d'État, Université Paris Ouest Nanterre La Défense, France, 378 p.
- GABORIEAU M. (1989) – Bracelets et grosses perles de verre, fabrication et vente en Inde et au Népal, *Objets et mondes*, 1, 17, p. 111-130.

- GABORIEAU M. (1993) – *Ni brahmanes ni ancêtres : colporteurs musulmans du Népal*, Nanterre, Société d'ethnologie, 470 p.
- GARDI R. (1970) – *Artisans africains*, Wabern, Büchler et Cie, 244 p.
- GARDI R., SCHWEIZER U. (1963) – *Die Glassmacher von Bida*, [videorecording] : bei den Nuppe in Zentralnigeria, 4 3/4 in, 24“.
- GEBHARD R. (1989) – *Der Glasschmuck aus dem Oppidum von Manching*, Stuttgart, F. Steiner Verl (Die Ausgrabungen in Manching, 11), 290 p.
- GÉRARDIN C. (2013) – Perles et bracelets en verre du site de Lacoste à Moullets-et-Villemartin (Gironde) : approche technologique, in A. Colin et F. Verdin (dir.), *L'âge du Fer en Aquitaine et sur ses marges. Mobilités des hommes, diffusion des idées, circulation des biens dans l'espace européen à l'âge du Fer*, actes du 35^e colloque international de l'AFEAF (Bordeaux, 2-5 juin 2011), Pessac, Aquitania (Supplément 30), p. 331-340.
- GÉRARDIN C., SIREIX C., DUBERNET S., PERNOT M., RAUX S. (2010) – Perles et bracelets en verre du site de Lacoste (Moullets-et-Villemartin, Gironde) : approche technologique, *Bulletin de l'Association française pour l'archéologie du verre*, p. 5-9.
- GODELIER M., STRATHERN M. (1991) – *Big Men and Great Men: Personifications of Power in Melanesia*, Cambridge, New-York, Melbourne, Cambridge University Press et Paris, Maison des sciences de l'homme, 328 p.
- GUILLAUMET J.-P. (1996) – *L'artisanat chez les Gaulois*, Paris, Éditions Errance (Collection des Hespérides), 127 p.
- HAEVERNICK T. É. (1960) – *Die Glasarmringe und Ringperlen der Mittel- und Spätlatènezeit auf dem europäischen Festland*, Bonn, R. Habelt Verlag, 304 p.
- HAHN-WEINHEIMER P. (1960) – Die spektrochemische Untersuchung von Glasarmringen und Ringperlen der Mittel- und Spätlatènezeit, in T. E. Haevernick (dir.), *Die Glasarmringe und Ringperlen der Mittel- und Spätlatènezeit auf dem europäischen Festland*, Bonn, R. Habelt Verlag, p. 266-278.
- KARWOWSKI M. (2004) – *Latènezeitlicher Glasringschmuck aus Ostösterreich*, Wien, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 241 p.
- KORFMANN M. (1966) – Zur Herstellung nahtloser Glasringe, *Bonner Jahrbucher*, Band 166, p. 48-61.
- KUNDEL O. (1961) - Zur Frage keltischer Glasindustrie: nach einer Manchinger Fundgruppe, *Germania*, 39, 34, p. 322-329.
- LABABIDI L. (2015) – Bida Glass: Bangles and Beads, 2nd55, <http://nomad4now.com/articles/bida-glass-bangles-and-beads/>
- LEMONNIER P. (1976) – La description des chaînes opératoires : contribution à l'analyse des systèmes techniques, *Techniques et culture*, 1, p. 100-151.
- LIERKE R. (2010) – Commentary to Lierke/Birkhill/Molnar 1995, Experimental reproduction of spiral beads, http://www.rosemarie-lierke.de/Publikationen/Comment_LBM/comment_lbm.html
- LIERKE R., BIRKILL F., MOLNAR P. (1995) – Experimental Reproduction of Spiral Beads, in M. Rasmussen, U. Lund Hansen et U. Nasman (dir.), *Glass Beads: Cultural History, Technology, Experiment and Analogy*, proceedings of the Nordic Glass Bead Seminar (Lejre, 16-18 octobre 1992), Lejre, Historical-Archaeological Experimental Centre, p. 117-119.
- MALRAIN F., ZECH-MATTERNE V., BLANQUAERT G., AUXIETTE G., LEROYER C., LORHO T., MÉNIEL P. (2015) – Apprehending continuity and discontinuity in Iron Age soil occupation and rural landscape through a collective database, in A. Danielisová et M. Fernandez-Gotz (dir.), *Persistent Economic Ways of Living Production, Distribution, and Consumption in Late Prehistory and Early History*, *Archaeolingua*, p. 137-145.
- MARION S. (2013) – L'économie du III^e siècle av. J.-C., 20 ans après., in S. Krausz et alii (dir.) *L'Âge du fer en Europe: mélanges offerts à Olivier Buchsenschutz*, Bordeaux : Ausonius Éditions, p. 361-370.
- MATTERNE V. (2001) – *Agriculture et alimentation végétale durant l'âge du fer et l'époque gallo-romaine en France septentrionale*, Montagnac, France, Éd. M. Mergoïl, 310 p.
- MONOD T., DIGARD J.-P. (1982) – Bracelets de verre polychrome : du Sahara occidental au Népal, in J.-P. Digard (dir.), *Le cuisinier et le philosophe. Hommage à Maxime Rodinson. Études d'ethnographie historique du Proche-Orient*, Paris, Maisonneuve et Larose, p. 55-63.
- MILLET E., ROSEAU B., (sous presse) - La tombe à char de Warcq (Ardennes) : rapport de fouilles, CD-08 INRAP - Grand Est Nord, Drac Champagne-Ardenne.
- NEELIMA H., DIVIJA J. (2013) – *Glass Bead & Bangles of Purdilnagar*, 6th18, <https://www.youtube.com/watch?v=-cwx-p1DF4co>
- NENNA M.-D. (2000) – *La Route du verre : ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*, actes de la table ronde organisée par la Maison de l'Orient méditerranéen-Jean Pouilloux et des 12^{mes} Journées de l'Association française pour l'archéologie du verre (Lyon, octobre 1997), Lyon, Maison de l'Orient méditerranéen-Jean Pouilloux et Paris, de Boccard (Travaux de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée, 33), 176 p.
- NENNA M.-D., PICHOT V. (2008) – *Le Village de l'œil, les verriers de Nazarköy*, CNRS (USR 3134) - Centre d'Etudes Alexandrines, Harpocrates Publishing, Egypte, 14th00, https://www.youtube.com/watch?v=DtdQml1n_iY.
- OLCZAK J. (2000) – Średniowieczne szklane pierścionki-obraczki-kółka. Kilka uwag o technice formowania i funkcji, in L. Kajzer et R. Barnycz-Gupieniec (dir.), *Archaeologia et Historia. Księga jubileuszowa dedykowana Pani Profesor Romanie Barnycz-Gupienicowej*, Łódź, Uniwersytetu Łódzkiego, p. 311-22.
- PELEGRIN J. (1991) – Les savoir-faire : une très longue histoire, *Terrain*, 16, p. 106-113.
- POLENZ H. (1975) – Latènezeitliche Hundepastiken aus Süd- und Rheinhessen, *Sonderdruck aus Fundberichte aus Hessen*, 14, p. 255-307.
- PUTZGRUBER G., GÖTZINGER D., KARWOWSKI M. (2016) – Experimentelle Herstellung von „keltischen“ Glasarmringen, *Archäologie Österreichs*, 27, 2, p. 56-65.

- REHREN TH., FREESTONE I.C. (2015) – Ancient glass: from kaleidoscope to crystal ball, *Journal of Archaeological Science*, 56, p. 233-241.
- ROLLAND J. (2017a) – *L'artisanat du verre dans le monde celtique au second âge du Fer : approches archéométriques, technologiques et sociales*, thèse de doctorat, université Paris 1 - Panthéon-Sorbonne, 720 p.
- ROLLAND J. (2017b) – Produire pour mieux briller ? Élaborer et consommer les bracelets en verre au second âge du Fer, in S. Marion, S. Deffressigne, J. Kaurin et G. Bataille (dir.), *Production et proto-industrialisation aux âges du Fer. Perspectives sociales et environnementales*, actes du 39^e colloque international de l'AFEAF (Nancy, 13-17 mai 2015), Pessac, Ausonius (Mémoires, 47), p. 591-604.
- ROLLAND J. (2018) – Tracing the Skills and Identifying Masterpieces in Celtic Glass-Making: Specialization through Haevernick Group 15, in J. Kysela, A. Danielisová et J. Militký (dir.), *Stories that Made the Iron Age. Studies in the Iron Age Archaeology dedicated to Natalie Venclová*, Prague, Archeologický ústav AV ČR, p. 101-109.
- ROLLAND J., CLESSE J. (2014) – Filer le verre, porter le bleu ; enjeux techniques et sociaux de la production de parures en verre dans le monde celtique du second âge du Fer, *Bulletin de l'Association française pour l'archéologie du verre*, p. 9-12.
- ROYMANS N. (1990) – *Tribal Societies in Northern Gaul: An Anthropological Perspective*, Amsterdam, Albert Egges van Giffen Instituut voor Prae- en Protohistorie (Cingula, 12), 290 p.
- SAYRE E.V., SMITH R.W. (1961) – Compositional Categories of Ancient Glass, *Science*, 133, 3467, p. 1824-1826.
- SCHERMER H. (1951) – Eine gläserne Hundefigur der Spätlatènezeit aus Wallertheim/Rheinhessen, *Germania*, 3, 29, p. 250-252.
- SCHORTMAN E. M., URBAN P. A. (2004) – Modeling the Roles of Craft Production in Ancient Political Economies, *Journal of Archaeological Research*, 12, 2, p. 185-226.
- SHINDO Y. (2001) – The Classification and Chronology of the Islamic Glass Bracelets from al-Tur Sinai, *Cultural Change in the Arab World*, 55, p. 73-100.
- SINGH R. N. (1989) – *Ancient Indian Glass : Archaeology and Technology*, Delhi, Parimal Publications, 238 p.
- SODE T., KOCK J. (2001) – Traditional Raw Glass Production in Northern India: The Final Stage of an Ancient Technology, *Journal of Glass Studies*, 43, p. 155-169.
- SPAER M. (1988) – The Pre-Islamic Glass Bracelets of Palestine, *Journal of Glass Studies*, 30, p. 51-61.
- SPAER M. (1992) – The Islamic Glass Bracelets of Palestine : Preliminary Findings, *Journal of Glass Studies*, 34, p. 44-62.
- SPAER M., BARAG D., ORNAN T., NEUHAUS T. (2001) – *Ancient Glass in the Israel Museum : Beads and other Small Objects*, Jerusalem, Israel Museum (catalogue, 447), 384 p.
- THÉOPHILE (1980) – *Essai sur divers arts : en trois livres*, Paris, Éditions Picard, 206 p.
- TIXIER J. (2012) – *Méthode pour l'étude des outillages lithiques : notice sur les travaux de J. Tixier / A Method for the Study of Stone Tools/Guidelines Based on the Work of J. Tixier*, Luxembourg, Centre National de Recherche Archéologique du Luxembourg, 195 p.
- VEBLEN T. (1970) – *Théorie de la classe de loisir*, trad. de l'anglais par Louis Évrard et précédé de Avez-vous lu Veblen ? par Raymond Aron, Paris, Gallimard (Bibliothèque des sciences humaines, 30), 278 p. (titre original : *The Theory of the Leisure Class: an Economic Study of Institutions*, New York, Macmillan, 1899).
- VENCLOVÁ N. (1990) – *Prehistoric Glass in Bohemia*, Prague, Archeologický ústav ČSAV, 415 p.
- VENCLOVÁ N. (2000) – La Production du verre, *Les Dossiers d'archéologie*, 258, p. 76-85.
- WAILLES B. (1996) – *Craft Specialization and Social Evolution: In Memory of V. Gordon Childe*, UPenn Museum of Archaeology, 262 p.
- WICK S. (2008) – Ein Rätsel der Glasgeschichte: keltische Glasmarmringe, *Archäologie der Schweiz*, 31, 1, p. 30-33.
- ZEPEZAUER M. A. (1989) – Perles à décor oculé spiralé de La Tène moyenne et finale, in M. Feugère (dir.), *Le verre préromain en Europe occidentale*, Montagnac, Éditions Monique Mergoïl, p. 107-120.

Joëlle ROLLAND

Chercheuse associée UMR 8215 Trajectoires

Post-doctorante de la Fondation Fyssen

Department of natural sciences
and archaeometry

Institute of Archaeology, Prague, v. v. i., Czech

Academy of Sciences.

joelle.rolland3@gmail.com