



HAL
open science

From one workshop to another, between material and gesture: approaches to the circulation of glass-making raw materials and know-how in La Tène Europe (3rd-1st centuries BCE)

Joëlle Rolland

► **To cite this version:**

Joëlle Rolland. From one workshop to another, between material and gesture: approaches to the circulation of glass-making raw materials and know-how in La Tène Europe (3rd-1st centuries BCE). *Annales de la Fondation Fyssen*, 2021, 34, pp.126-148. halshs-03411472

HAL Id: halshs-03411472

<https://shs.hal.science/halshs-03411472>

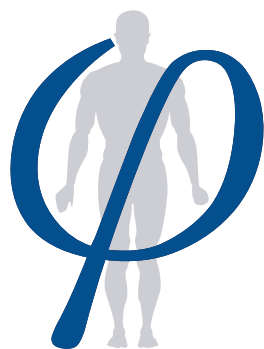
Submitted on 14 Dec 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Annales
de la
Fondation Fyssen

N° 34



Annales de la Fondation Fyssen

2019

Directeur de la publication : Daniel LALLIER

Administration : 194, rue de Rivoli - Paris 1^{er}
Tél : 01 42 97 53 16

Secrétariat de rédaction : Louise WASTIN
e-mail : l.wastin @ fondationfyssen.fr

Copyright : Les Annales de la Fondation Fyssen 2019
Cette publication ne peut être vendue / *Publication not for sale*

Tous droits réservés pour tous pays : toute reproduction, diffusion ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme que ce soit, est interdite sans accord préalable et écrit de la Fondation Fyssen.

All rights reserved for all countries: no part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means without the prior written permission of the Fyssen Foundation.

ANTHROPOLOGIE SOCIALE – SOCIAL ANTHROPOLOGY**BUFFAVAND Lucie** (Allocation post-doctorale 2017)

Voir un serpent à plumes dans un tourbillon de poussière. Mises en rapport d'animaux extraordinaires avec des phénomènes naturels chez les Mela (Ethiopie)	11
Seeing a feathered serpent in a dust devil. Relationships between extraordinary animals and natural phenomena among the Mela (Ethiopia)	21

CANNA Maddalena (Allocation post-doctorale 2018)

Cartographier les empires du corps : Intériorité, Intéroception et Inscription corporelle	30
Mapping Bodily Empires: Interiority, Interoception and The Encultured Flesh	38

ETHOLOGIE / PSYCHOLOGIE – ETHOLOGY / PSYCHOLOGY**BERTHET Mélissa** (Allocation post-doctorale 2018)

Linguistique du singe titi	44
Titi monkey linguistics	53

CABRERA Laurianne (Subvention de Recherche 2018)

L'interaction entre traitement de la parole et traitement auditif au cours du développement : le poids perceptif des informations acoustiques de la parole	61
The interaction of speech and auditory processing during development: the perceptual weight of acoustic information in speech perception	70

CSATA Eniko (Allocation post-doctorale 2017)

Dinner for one : Comment les fourmis résolvent-elles les conflits nutritionnels à l'intérieur de la colonie ?	77
Dinner for one: How do ants solve nutritional conflict inside the colony ?	83

VIBLANC Vincent (Subvention de Recherche 2016)

Environnement social et stress animal : ce que nous apprend l'écologie animale	89
The social environment and animal stress: lessons learned from animal ecology	98

WHITEHOUSE Jamie (Allocation post-doctorale 2018)

What do macaques understand about the friendships of others ?	105
---	-----

NEUROBIOLOGIE – NEUROBIOLOGY**PARAOUTY Nihaad** (Allocation post-doctorale 2017)

Rôle des signaux dopaminergiques dans l'apprentissage social	111
Dopaminergic signaling supports auditory social learning	120

PALÉONTOLOGIE / ARCHÉOLOGIE – PALEONTOLOGY / ARCHAEOLOGY**ROLLAND Joëlle** (Allocation post-doctorale 2018)

D'un atelier à l'autre, entre matière et geste : approches des circulations des matières premières et des savoir-faire verriers dans l'Europe celtique (III^e-I^{er} siècle av. J.-C.) 126

From one workshop to another, between material and gesture: approaches to the circulation of glass-making raw materials and know-how in La Tène Europe (3rd-1st centuries BCE) 138

TOUSSAINT Séverine (Allocation post-doctorale 2019)

La locomotion verticale des premiers primates : un compromis entre préhension, masse corporelle et taille de la tête 149

The vertical locomotion of first primates: a trade-off between grasping abilities, body mass and head size 157

REMERCIEMENTS 163

D'un atelier à l'autre, entre matière et geste : approches des circulations des matières premières et des savoir-faire verriers dans l'Europe celtique (III^e -I^{er} siècle av. J.-C.).

Joëlle ROLLAND

Department of natural sciences and archaeometry, Institute of Archaeology, Czech Academy of Sciences.

Résumé

Témoin des bouleversements économiques que connaît le second âge du Fer européen, le verre est considéré aujourd'hui comme un matériau à même d'apporter une contribution majeure dans la reconstitution des réseaux d'échanges d'idées et de biens intra- et extra-européens. Le mobilier en verre issu de deux sites exceptionnels pour l'artisanat verrier celtique, Nĕmčice et Staré Hradisko (Moravie, République tchèque), a fait l'objet d'analyses élémentaires visant à caractériser les compositions et l'origine géochimique des matériaux utilisés pour sa fabrication. Les résultats de l'étude apportent des données inédites et d'ampleur sur l'organisation des réseaux d'importation du verre en Europe depuis le Proche-Orient. L'étude technologique du mobilier permet de proposer des aires de diffusion restreintes de certains savoir-faire verriers et d'envisager leur partage sur le territoire européen.

Mots-clef

La Tène, artisanat du verre, savoir-faire, analyse des matériaux, réseaux d'échanges

From one workshop to another, between material and gesture: approaches to the circulation of glass-making raw materials and know-how in La Tène Europe (3rd-1st centuries BCE)

Summary

An indicator of the economic upheavals that occurred during the second Iron Age of Europe, today glass is considered as a material capable of making a major contribution in the reconstruction of exchange networks for goods and ideas both within Europe and between Europe and other regions. Elemental analyses have been carried out on glass artefacts from two sites with exceptional evidence for La Tène glass-working, namely Nĕmčice and Staré Hradisko (Moravia, Czech Republic), with a view to characterising the compositions and geochemical origins of the materials used in their manufacture. The results of the study provide significant new data regarding the organization of networks for the importation of glass to Europe from the Near East. The technological study of the finds allows us to propose limited areas of diffusion for certain glass-working skills and to envisage the sharing of this know-how within Europe.

Keywords

La Tène, glass-working, know-how, skills, materials analysis, exchange networks

Introduction

En Europe continentale, le second âge du Fer européen est un moment de transformations économiques et sociales saisissantes. La mosaïque de peuples dits « celtiques », appartenant à la culture de La Tène, s'organise progressivement autour de centres urbains, où les activités marchandes, artisanales, religieuses et politiques se concentrent. Ce phénomène d'urbanisation s'associe à un renouvellement des échanges avec la Méditerranée, à l'apparition de la monnaie et à une intensification et une spécialisation des productions artisanales, dont celle du verre. À cette période, le verre est un matériau qui ne se travaille pas encore soufflé, mais par étirement ou filage pour produire principalement

des perles et de premiers récipients moulés. Au cours de la fin du V^e siècle av. J.-C., un nouveau type de parure apparaît en Europe continentale : les bracelets en verre. Absents des autres territoires méditerranéens, les bracelets en verre constituent une innovation technologique discrète qui illustre un savoir-faire verrier unique et typiquement celtique, comme l'illustre la carte de répartition de ces objets (**Figure 1**).

Longtemps considérés comme des objets de pacotilles, babioles qui ne pouvaient être que féminines ou enfantines, les perles et les bracelets en verre de cette culture de La Tène furent principalement étudiés à travers leurs évolutions typologiques, mais le rôle social et économique de cet artisanat du verre au sein des premières agglomérations celtiques n'a que rarement été

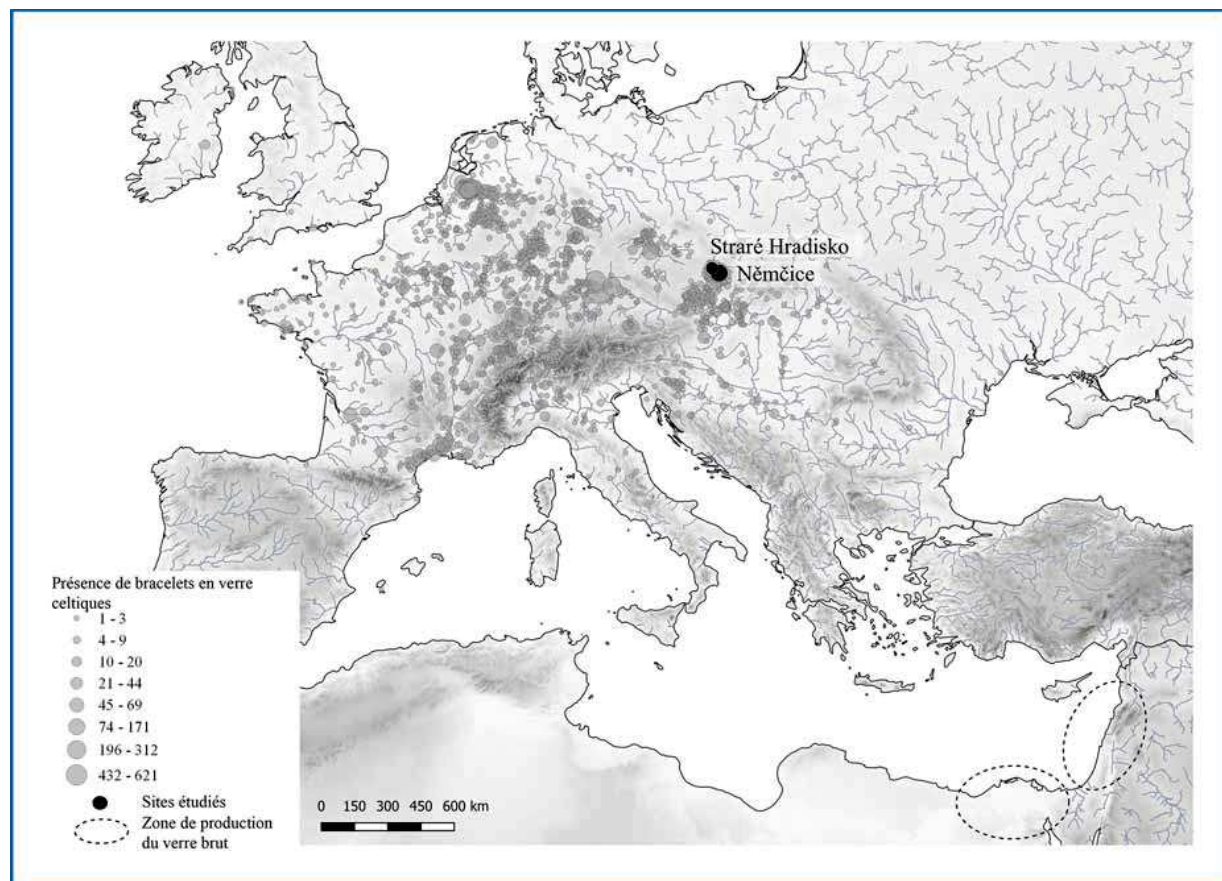


Figure 1 : Carte de répartition des bracelets en verre du second âge du Fer, sites étudiés et zones de production du verre brut.

abordé, tant cette matière fut, et est encore souvent, considéré comme un matériau secondaire. Pourtant, les études récentes ont mis en évidence toute la complexité du système de production de ces objets (Rolland, 2017a, 2020). L'ensemble des analyses de compositions des verres antiques réalisées depuis les années 1960 montrent 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, c'est-à-dire fabriqués à partir de soude minérale, le natron, dont les principales sources se trouvent en Égypte (Rehren and Freestone, 2015 ; Sayre and Smith, 1961). Ainsi, pour les populations de l'Europe celtique, comme pour leurs voisins de Méditerranée occidentale, le verre est un matériau exotique, importé d'Égypte et du Proche-Orient. La fabrication de parure celtique mobilise donc des réseaux d'échanges à longues distances et les compétences diplomatiques et politiques des élites celtiques et des acteurs marchands. Après l'importation du verre brut, la fabrication nécessite la mobilisation d'artisans spécialisés, au temps d'apprentissage long et qui développent des savoir-faire particuliers dans le domaine décoratif de ces objets comme le révèlent des travaux récents sur les techniques de fabrication (Rolland, 2021, 2020, 2018, 2017b ; Rolland and Clesse, 2014). Ce nouveau savoir-faire verrier semble se développer parallèlement au phénomène de concentration des populations, au sein des grandes agglomérations ouvertes.

C'est le cas en République tchèque. Positionnée stratégiquement sur la route de l'ambre reliant la Baltique à la Méditerranée, l'agglomération celtique de Nĕmčice en Moravie a révélé en prospection un lot exceptionnel de 1 998 objets en verre celtiques, soit 730 perles, 534 bracelets et surtout 451 objets identifiés comme des perles ratées, déchets de verre ou fragments de verres

bruts (**Figure 1**). La typologie des objets trouvés sur le site permet de dater son occupation entre la seconde moitié du III^e siècle av. J.-C. et le début du dernier quart du II^e siècle av. J.-C. (La Tène C1-C2) (Venclová, 2016, 2009). L'occupation de la ville semble s'arrêter après cette date, alors qu'apparaît, 25 kilomètres au nord-est, la ville fortifiée de Staré Hradisko (Danielisová, 2013, 2010). Sur ce site, 475 objets en verre datés de la période allant de la fin du premier quart du II^e siècle av. J.-C. à la fin du I^{er} siècle av. J.-C., sont dénombrés : 105 bracelets, 292 perles, 25 fragments de verres bruts, 17 déchets ou fragments fondus et plusieurs fragments de récipients en verres moulés hellénistiques (La Tène C2-La Tène D) (Čižmář, 2003 ; Venclová, 2016).

Pour exploiter le potentiel informatif de ce matériau dans la reconstitution des phénomènes

“ Ainsi, au-delà des savoir-faire et des chaînes opératoires, ce sont des communautés de pratiques qui peuvent être identifiées, et par ailleurs, la possible circulation des savoir-faire et des idées entre ces différentes communautés. Ainsi, de la matière au geste, ce travail cherche à exploiter le potentiel informatif du verre pour modéliser les réseaux d'échanges de la matière première et des savoir-faire verriers au sein des territoires laténiens. ”

socio-économiques qui ont touché le second âge du Fer, et pour mieux comprendre la place du verre au sein des agglomérations ouvertes de cette période, le matériel des deux sites a été étudié sous des angles analytiques et techniques. En premier lieu, l'analyse élémentaire du mobilier des sites visait à identifier la nature des

matières premières employées en Europe centrale et à les comparer à celles reconnues en Europe de l'Ouest. L'objectif était ainsi d'interroger la place de ces sites dans le réseau d'importation des verres bruts et de documenter ainsi l'organisation des réseaux de verres bruts provenant du Proche-Orient à l'échelle de l'Europe laténienne. Les populations de l'Europe de l'Ouest et d'Europe Centrale laténienne eurent-elles accès aux mêmes réseaux d'importation des verres bruts ? Existe-t-il des différences chronologiques ou géographiques dans cette accessibilité aux réseaux d'importation de verre brut ? En second lieu, une approche anthropologique des techniques (Roux, 2010) de fabrication des objets de Nĕmčice et Staré Hradisko a été développée. Elle

permet d'identifier les gestes utilisés pour produire différents types d'objets et, avec eux, les différents savoir-faire développés par les artisans. Ces savoir-faire, et l'action qu'ils impliquent sur la matière, sont relatifs aux sociétés dans lesquelles ils se sont développés et du groupe dans lesquels ils ont évolué. L'expertise technique induit ainsi le partage du savoir-faire au sein d'une communauté, elle implique des apprentissages et des possibilités d'innovation qui sont elles aussi régies ou contraintes par cette communauté (Latour et al., 1994). De plus, au cours de l'apprentissage, les gestes appris se transforment en habitudes motrices qui vont être partagées de génération en génération au sein du groupe et dans un périmètre géographique restreint. Ainsi, au-delà des savoir-faire et des chaînes opératoires, ce sont des communautés de pratiques qui peuvent être identifiées, et par ailleurs, la possible circulation des savoir-faire et des idées entre ces différentes communautés. Ainsi, de la matière au geste, ce travail cherche à

exploiter le potentiel informatif du verre pour modéliser les réseaux d'échanges de la matière première et des savoir-faire verriers au sein des territoires laténiens.

De l'Orient à l'Europe centrale : nouveaux éléments dans la reconstitution des réseaux de circulation du verre à l'âge du Fer

Matériel et méthodes

Deux cent deux des 2023 objets provenant du site de Némčice ont été sélectionnés dans les réserves du Musée National de Brno pour analyses par spectrométrie de masse à plasma avec prélèvement par ablation laser (LA-ICP-MS). Il s'agit de 177 fragments de bracelets, d'un fragment de bague et de 25 fragments de déchets ou de verre bruts. Excellents marqueurs chronologiques et représentant une production spécifique, les 177 bracelets en verre ont été sélectionnés de façon privilégiée face aux perles, et selon leur typologie pour couvrir toute la période de production du site (**Figure 2**). Un échantillon de



Figure 2 : Échantillon des types de bracelets en verre provenant du site de Némčice analysés.

25 fragments de blocs de verre brut ou verre fondu provenant du site de Staré Hradisko a été sélectionné pour analyse. Cela représente 58 % des verres bruts et déchets de production retrouvés sur le site.

Ce total de 227 objets a été analysé au Centre Ernest-Babelon de l'Institut de Recherches sur les Archéomatériaux (UMR 5060 IRAMAT, CNRS/Université d'Orléans) par LA-ICP-MS. Les objets sont placés dans une cellule de quartz et des micro-prélèvements, invisibles à l'œil nu, sont effectués par un rayon laser (diamètre inférieur à 0,10 mm). La matière prélevée est transportée par un flux gazeux d'argon vers une torche à plasma (8 000° C) où elle est dissociée et ionisée. Les différents constituants du verre sont alors séparés, selon leur rapport masse/charge, et quantifiés par un détecteur électronique (Gratuze, 2016, 2013).

Les données obtenues permettent de classer les verres selon des groupes de compositions. Ces groupes expriment les recettes de verre utilisées par les producteurs d'Orient, c'est-à-dire l'association sur le temps long de matières premières identiques. Ils reflètent des traditions techniques et leurs évolutions. Des analyses factorielles des correspondances (AFC) réalisées sur les données analytiques et les données typologiques ont permis, en croisant ces sources d'informations, d'étudier la façon dont a évolué l'utilisation des différents groupes de compositions.

Résultats

Sur l'ensemble des verres analysés, six fragments de verres bruts incolores ou verts issus du site de Staré Hradisko, et un verre incolore issu de Nĕmčice ont des teneurs en soude (Na_2O), en potasse (K_2O), en chlore (Cl), en titane (Ti) indiquant des verres de composition modernes, ils ont donc été exclus du corpus. Dans leurs teneurs en éléments majeurs et traces, les analyses des 221 autres verres présentent toutes les caractéristiques des verres produits au cours du second âge du Fer. Tout d'abord, leurs compositions indiquent qu'ils ont été fabriqués à partir d'un verre calco-sodique à fondant d'origine minérale, le natron (Tableau 1). L'exploitation du natron (carbonate de sodium) se fait en Égypte, sur les bords de lacs salins ou au sein d'anciens lacs asséchés probablement dans la région du Wadi Natrum. Les verres calco-sodique fabriqués avec du natron se retrouvent en

Europe du VIII^e av. J.-C. au IX^e siècle ap. J.-C. (Picon and Vichy, 2003). Ce sont ces verres au natron qui sont utilisés pour la production de bracelets et de perles en verre au second âge du Fer en Europe.

Au sein de cette grande famille de verres, qui présente une composition chimique moyenne relativement homogène sur près de deux millénaires, plusieurs sous-groupes se distinguent par l'emploi de matières premières d'origines différentes ou par des changements de recettes de coloration.

Tableau 1 : Teneurs moyennes en éléments principaux des verres du corpus indiquant leur fabrication à partir d'une soude minérale

Soude (Na_2O)	Potasse (K_2O)	Magnésie (MgO)	Chaux (CaO)	Alumine (Al_2O_3)
14,23 % (5,47 et 19,82 %]	0,84 % [0,15 et 7,31 %]	0,49 % [0,20 et 1,45 %]	0,49 % [0,20 et 1,45 %]	1,99 % [0,61 et 5,88 %]

Dans les verres de Nĕmčice et de Staré Hradisko, deux origines des sables utilisés pour la production des verres sont perceptibles à travers l'observation des teneurs en strontium, zirconium et calcium (**Figure 1** et **Figure 3**). Les verres du corpus caractérisés par de fortes teneurs en oxydes de zirconium associées à de faibles teneurs en oxydes de strontium sont caractéristiques des verres produits avec des sables égyptiens. Les verres du corpus caractérisés par de fortes teneurs en oxydes de strontium associées à de faibles teneurs en oxydes de zirconium sont caractéristiques des verres fabriqués à partir de sables syro-palestiniens (Nenna and Gratuze, 2009 ; Rolland, 2017a). Cette distinction dans les sables utilisés est désormais bien connue dans les verres laténiens. Les verres fabriqués à partir de sables égyptiens aux fortes teneurs en zirconium sont principalement utilisés pour la production d'objets datés du début de La Tène au début du II^e siècle av. J.-C. Les verres syro-palestiniens aux fortes teneurs en strontium sont utilisés par les verriers celtiques pour produire des objets entre ce début du II^e siècle av. J.-C. et la fin I^{er} siècle av. J.-C. (Březinová et al., 2013 ; Gebhard, 2010 ; Karwowski, 2006, 2004a ; Rolland, 2021, 2017a).

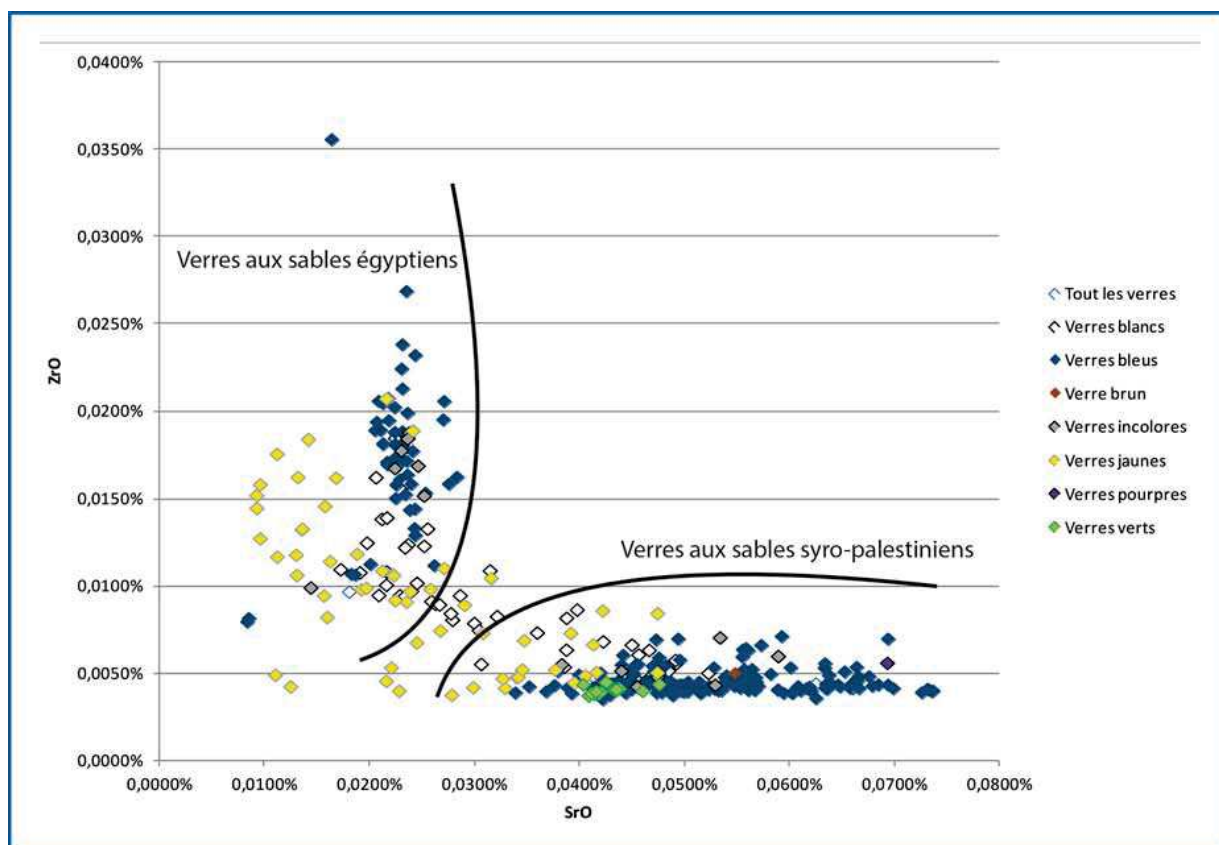


Figure 3 : Teneurs en Sr O vs Zr O dans les verres de Némčice et Staré Hradisko analysés.

Le diagramme ZrO_2/SrO (Figure 3) permet d'observer que dans les verres bleus, ces deux groupes sont bien distincts, alors que de nombreux verres jaunes et blancs montrent des teneurs moyennes entre les deux groupes. Cela illustre des pratiques de mélanges de verres d'origines distinctes par les verriers au sein d'un même creuset. Il faut également prendre en compte dans la lecture des graphiques que les verres jaunes furent colorés avec des stannate de plomb ou des antimoniate de plomb et présentent toutes des teneurs en plomb particulièrement importantes comprises entre 6,5 et 36,5 %. Par rapport aux autres verres, les teneurs exprimées en pourcentages d'éléments principaux sont donc plus faibles.

Au sein de ces deux groupes de compositions, opposant verres fabriqués à partir de sables égyptiens et fabriqués à partir de sables syro-palestiniens, des sous-groupes se distinguent.

Deux groupes de compositions peuvent être isolés dans les verres aux sables d'origines égyptiennes (Tableau 2). Le premier groupe de verre

égyptien (EG1) se distingue par les teneurs en alumine les plus faibles du corpus et de très faibles teneurs en manganèse (Figures 4 et 5). Appartiennent à ce groupe 80 verres (42 verres bleus, 13 blancs, 4 incolore, 21 jaunes) appartenant à 59 objets du site de Némčice. Le deuxième groupe de verres égyptiens se caractérise par les teneurs en alumine particulièrement élevées qui se corrélient avec des teneurs en titane et des teneurs en manganèses très faibles. Appartiennent à ce groupe 10 verres (5 verres bleus,

Tableau 2 : Teneurs moyennes en éléments principaux et traces des verres du corpus fabriqués à partir de sables égyptiens

	Zirconium ZrO_2	Strontium SrO	Alumine Al_2O_3	Manganèse MnO	Titane/Ti O_2
EG1	[82ppm et 269ppm]	< 300ppm [93ppm et 289ppm]	< 1,23 %	[0,007 % et 0,021 %]	[0,06 % et 0,12 %]
EG2	[82ppm et 356ppm]	< 300ppm [165ppm et 272ppm]	[3,4 % et 5,8 %] moyenne : 4,41 %	[0,013 % et 0,048 %]	[0,90 % et 0,29 %]

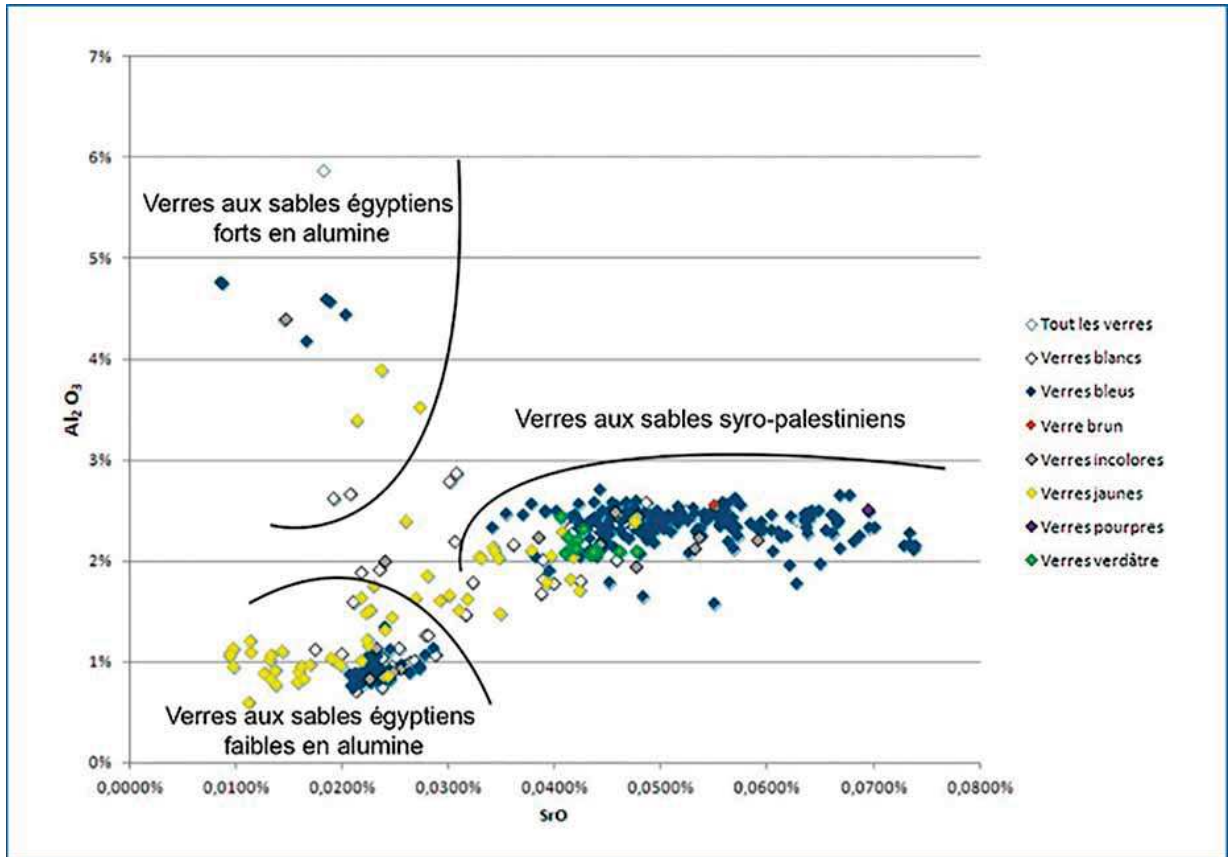


Figure 4 : Teneurs en Al vs Sr dans les verres de Némčice et Staré Hradisko analysés.

2 incolore, 3 jaunes) de 10 objets découverts sur le site de Némčice.

Dans les verres d'origines syro-palestiniennes, on distingue quatre groupes de compositions. Le premier se caractérise par de faibles teneurs en manganèse (SP2) (**Figure 5**), une caractéristique commune avec les deux groupes de verres égyptiens. Selon Robert Brill, les sables de la rivière du Bélus utilisés pour la fabrication des verres, et plus largement de la région syro-palestinienne, devraient avoir moins de 0,03 % de Mn si celui-ci était apporté naturellement uniquement par les sables (Brill, 1988 ; Vichy et al., 2002). Appartiennent à ce groupe de verres syro-palestiniens faibles en manganèse 46 verres (21 verres bleus, 1 incolore, 9 jaunes, 14 blancs, 1 ambre) appartenant à 38 objets découverts sur le site de Némčice. Les autres groupes syro-palestiniens se distinguent par des ajouts volontaires en manganèse. Le manganèse est un élément qui permet de mieux contrôler la coloration du verre en empê-

chant les oxydes métalliques naturellement présents dans les verres de colorer naturellement les verres. L'ajout volontaire de manganèse semble apparaître dans le début du deuxième siècle av. J.-C, les groupes de verres fabriqués à partir de sables égyptiens et syro-palestinien et faibles en manganèse marquent en effet les productions dont la typologie est antérieures à cette période (Gebhard, 2010 ; Huisman et al., 2017 ; Panighello et al., 2012 ; Rolland, 2017a).

Dans le corpus, les 189 verres analysés restant (pour 162 objets en verres) sont des verres fabriqués avec des sables d'origines syro-palestiniennes et aux fortes teneurs en manganèse (MnO). Selon leurs teneurs moyennes en chaux (Ca O), en alumine (Al_2O_3), en baryum (Ba) en manganèse (Mn O) et en magnésium (Mg), et strontium (Sr), les compositions de ces verres peuvent être divisées en plusieurs sous-groupes, indiquant l'utilisation de matière première différente (Tableau 3).

Tableau 3 : Teneurs moyennes en éléments principaux et traces des verres du corpus fabriqués à partir de sables syro-palestiniens

	Zirconium ZrO ₂	Strontium SrO	Chaux CaO	Alumine Al ₂ O ₃	Manganèse MnO	Magnésium MgO	Baryum Ba
SP1	< 110 [35ppm et 89ppm]	[291ppm et 700ppm]	[4,75 % et 9,88 %] Moyenne : 7,34 %	[1,49 % et 2,72 %] Moyenne : 2,25 %	[0,05 % et 1,56 %]	[0,29 % et 1 %]	[0,01 et 0,03]
SP2 Faible manganèse	< 110 [37ppm et 102ppm]	[229ppm et 695ppm]	[4 % et 9,9 %]	[3,4 % et 5,8 %] Moyenne : 4,41 %	< 0,03 % [0,008 % et 0,03 %]	[0,2 et 0,9 %]	[0,01 % et 0,02 %]
SP1 A Fort Baryum	[39ppm et 86ppm]	[340ppm et 665ppm]	[5 % et 9 %]	[1,6 % et 2,6 %]	[0,1 et 2,7]	[0,3% et 0,8%]	[0,03 % et 0,15 %]
SP1 B Fort Mn et Mg	[40ppm et 48ppm]	[554ppm et 732ppm]	[7 % et 10 %]	[2,2 % et 2,6 %]	[0,4 et 1,6]	[0,7 % et 1,45 %]	[0,020 % et 0,027]

Typologies et compositions

Lorsque l'on observe les liens entre la typologie des bracelets en verre de Nĕmčice et les groupes de compositions identifiés, on observe des liens très nets entre certains types d'objets et certains groupes de compositions identifiés. Ces liens reflètent l'évolution chronologique de l'utilisation des différents types de verre dans la production de Nĕmčice. Ainsi, tous les types les plus précoces, caractéristiques du III^e siècle av. J.-C., sont fabriqués avec des verres égyptiens, tandis que les verres syro-palestiniens forts en manganèse sont utilisés pour la production d'objets dont la datation est caractéristique de la première moitié du II^e siècle av. J.-C.

Des compositions et des réseaux d'importation du verre identiques en Europe centrale et en Europe de l'Ouest à l'âge du Fer

Ce programme d'analyses d'ampleur a permis de caractériser les compositions utilisées sur le site Nĕmčice et pour partie de Staré Hradisko. De manière remarquable, il apparaît que ces groupes de compositions sont tout à fait comparables à ceux identifiés dans les verres de la culture laténienne retrouvés sur le territoire français pour les périodes du III^e au I^{er} siècle av. J.-C. (Rolland, 2017a). De façon tout à fait inédite, les analyses réalisées sur les verres de Nĕmčice et de Staré Hradisko montrent que les mêmes types de composition circulent, à la même période, entre L'Europe centrale et l'ouest de l'Europe. Cela témoigne d'une accessibilité aux mêmes réseaux

d'importation du verre entre l'Europe centrale et l'Europe de l'Ouest. Cependant, la présence statistiquement importante des verres syro-palestiniens forts en baryum (Tableau 2) pourrait indiquer l'accès privilégié en Europe Centrale à cette matière première particulière et devra être interrogée plus amplement dans le futur, notamment par l'augmentation des corpus étudiés.

Nouvelles approches des savoir-faire verriers laténiens : des gestes aux communautés de pratique

Identifier les gestes derrière les objets

Le matériel de Nĕmčice et de Staré Hradisko et sa typologie ont été publiés récemment (Venclová, 2016, 2009) mais les techniques de fabrication utilisées sur le site n'ont que peu été abordées. Pourtant, l'évolution des savoir-faire et des processus cognitifs impliqués dans cet artisanat du verre est déterminée par le contexte politique, social, économique et culturel dans laquelle ils se développent. C'est à la fois la demande en parures en verre mais aussi le degré de liberté des artisans et les éventuels contrôles ou contraintes exercés sur la production que ce contexte sociétal peut conditionner. À travers leurs actions, les artisans verriers celtes exprimaient à la fois ce qu'ils ont appris de la société, leurs normes sociales, mais aussi leurs propres savoir-faire, leurs compétences, leurs particularités et leurs statuts (Pigeot 2011).

Les expérimentations menées depuis 2009 sur les techniques de fabrication et de décoration des

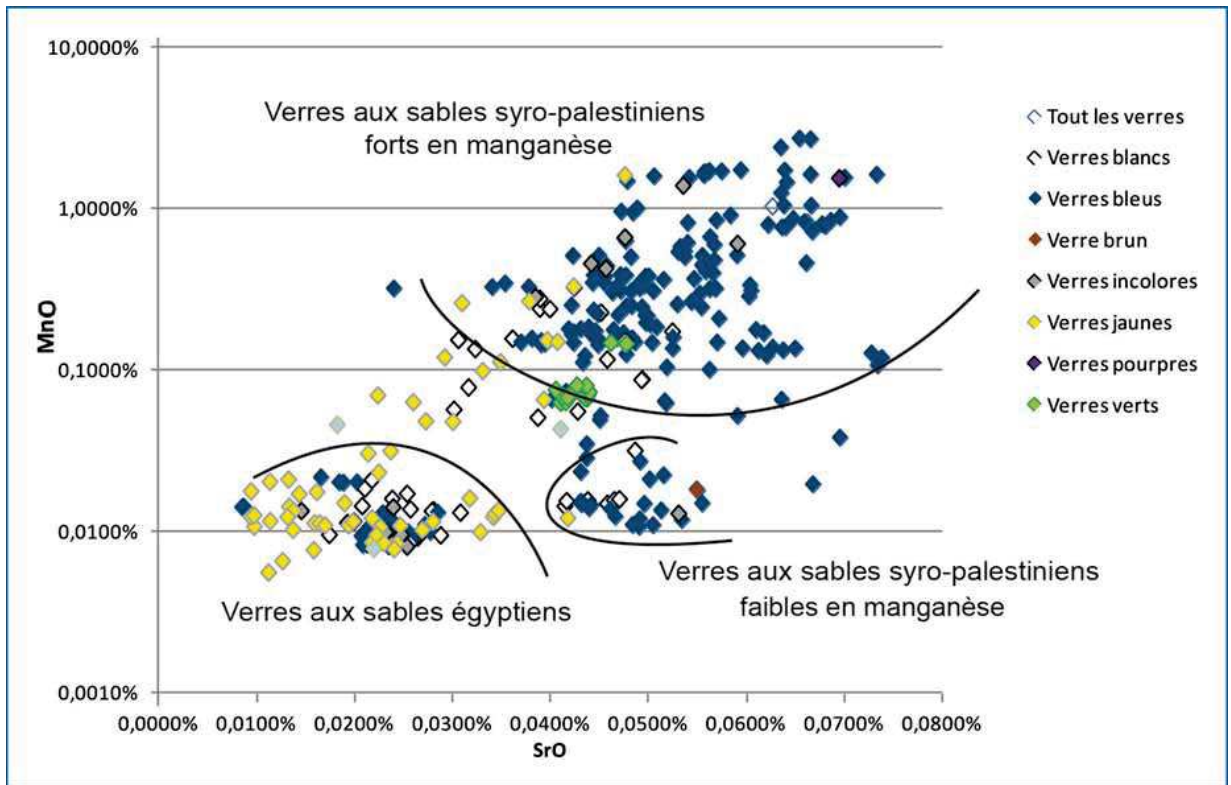


Figure 5 : Teneurs en Mn vs Sr dans les verres de Némčice et Staré Hradisko analysés.

bracelets en verre laténiens ont permis de retracer les différentes chaînes opératoires et avec elles les savoir-faire nécessaires à la fabrication des différents types (Rolland and Clesse, 2014 ; Rolland, 2017a, 2020). Elles ont mis en évidence que toute une mémoire procédurale doit être acquise pour chaque type de décoration, grâce à des processus cognitifs d'apprentissage, d'entretien et de développement. Pour chaque type de décor, de nouveaux gestes ont été inventés, développés et entretenus par les artisans, et tous ne sont probablement pas maîtrisés par l'ensemble des groupes verriers du monde celtique. En identifiant les savoir-faire exprimés sur les sites d'ateliers, comme ceux de Moravie, il devient possible d'approcher la transmission des gestes entre groupes d'artisans.

Savoir-faire et traditions techniques verrière en Europe celtique : premières identifications de communautés de pratiques au sein du territoire européen

Grâce à cette nouvelle grille de lecture technique des processus de décoration des bracelets en verre celtique, il a été possible de classer les types

d'objets présents sur les sites de Némčice et Staré Hradisko en fonction des savoir-faire investis. Si la production du site de Némčice est datée du troisième et deuxième siècle av. J.-C. (du LTC2/LTC1 au LTC2), celle du site de Staré Hradisko se place dans la période du deuxième et premier siècle av. J.-C. (du LTC2 au LTD) (Venclová, 2016). De façon remarquable, l'approche technologique des objets des sites de Némčice et Staré Hradisko montre que les traditions techniques qui se reflètent dans le matériel de ces deux sites sont particulièrement proches : pour la période du LTC2 les deux sites partagent les mêmes savoir-faire décoratifs dans la production de bracelets en verre (**Figure 6**). Cette continuité temporelle entre les deux ateliers, et la présence de traditions techniques identiques montrent des liens entre les deux ateliers. Ce que nous savons de la relation et du rôle économiques de ces sites au sein de cette région semble confirmer cette hypothèse. Tournée vers les territoires actuels de la Slovénie et l'Italie du Nord, l'agglomération artisanale ouverte de Némčice serait remplacée, dans la fin du II^e siècle av. J.-C., par la ville fortifiée de Staré Hradisko, distant d'une trentaine de

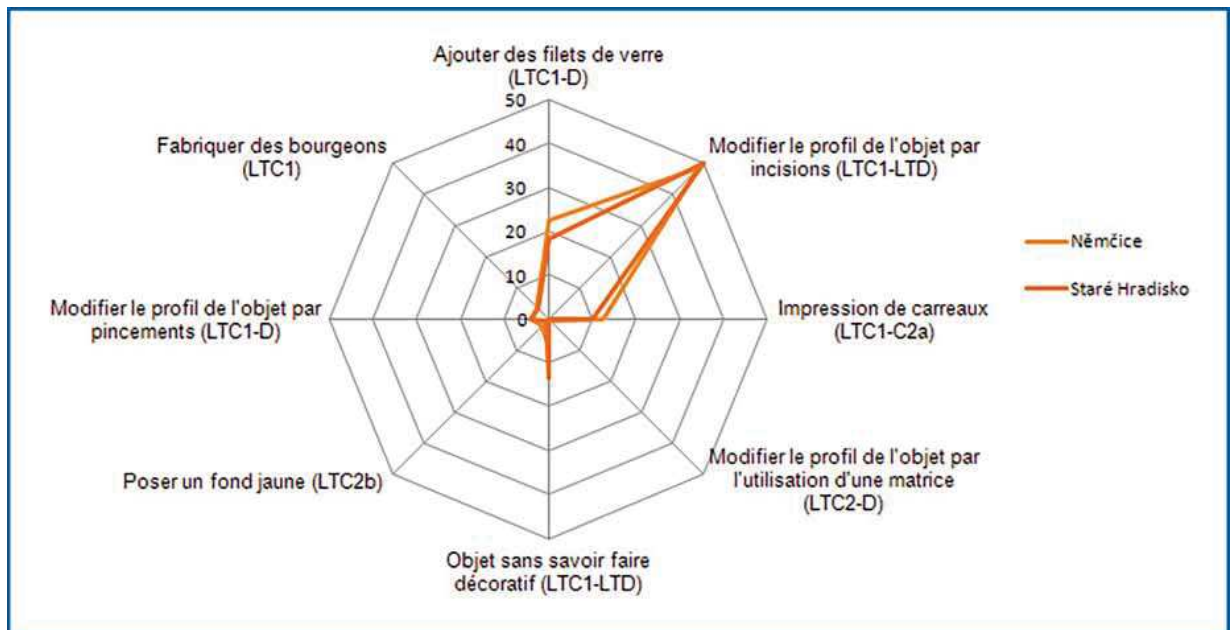


Figure 6 : Graphique en radar illustrant les savoir-faire décoratifs exprimés sur les sites d'ateliers présumés de Némčice et Staré Hradisko, les savoir-faire sont exprimés en pourcentage par site, selon le décompte des objets.

kilomètres (Danielisová, 2013, 2010). L'atelier verrier de Staré Hradisko pourrait donc remplacer celui de Némčice dans une logique de déplacement des artisans, d'échanges des savoir-faire ou de remplacement de l'atelier initial.

Lorsque l'on observe les savoir-faire maîtrisés dans les autres sites supposés producteurs d'Europe, on réalise que les traditions techniques exprimées dans les objets de Némčice et Staré Hradisko se retrouvent dans le mobilier d'une aire géographique plus grande : celle du Moyen Danube, qui s'étend de l'est de la Bavière allemande (sites probablement producteurs de Manching, Berching Pollantern et Eggfling, **Figure 7** en vert), au sud de la Slovaquie et englobe l'Autriche du sud du Danube (site probablement producteur de Dürnberg et/ou Kappeln, **Figure 7** en violet), la Bohême (site de Stradonice) et la Moravie où se situent les deux sites (**Figure 7** en orange). Les techniques communes utilisées dans cette région ne sont pas uniquement le résultat d'une expansion de la production verrière, ou d'échanges et de copies d'objets identitaires : les objets produits dans la région sont aussi le résultat d'une tradition technique partagée et d'échanges de savoir-faire privilégiés entre les artisans de cette zone qui pourrait constituer une communauté de pratiques.

Cependant, dans cet ensemble on remarque que les sites proposés comme producteurs de l'ouest du Moyen Danube (Manching, Berching Pollantern et Eggfling (Allemagne)), connaissent également des savoir-faire décoratifs typiques des périodes du LTC2 et du LTD qui n'apparaissent pas maîtrisés sur les sites de Némčice et Staré Hradisko (**Figure 7**). Il s'agit des savoir-faire consistant à modifier le profil de l'anneau avec une matrice, permettant la création d'objets au profil en V, et de ceux permettant la réalisation de bracelets et de perles en verre à fond jaune. Très peu représentés dans le mobilier de l'est du Moyen Danube, ces savoir-faire sont utilisés pour la production de très nombreux objets retrouvés dans les zones ateliers présumées de Suisse et de la région du Rhône (ceux de la région de Bâle (Suisse), Breisach-Hochstetten et Kirchzarten (Allemagne) **Figure 7** en bleu). La production d'objets nécessitant une modification du profil de la perle est particulièrement importante dans ces zones ateliers et pourrait caractériser la tradition technique de cette zone à la période de la fin du LTC2 et du LTD. La présence d'objets illustrant l'utilisation de ces techniques dans la zone est du Moyen Danube est donc probablement à interpréter désormais comme le résultat d'importations. Entre cette zone suisse et les ateliers de l'est, la zone allemande pourrait bénéficier de sa

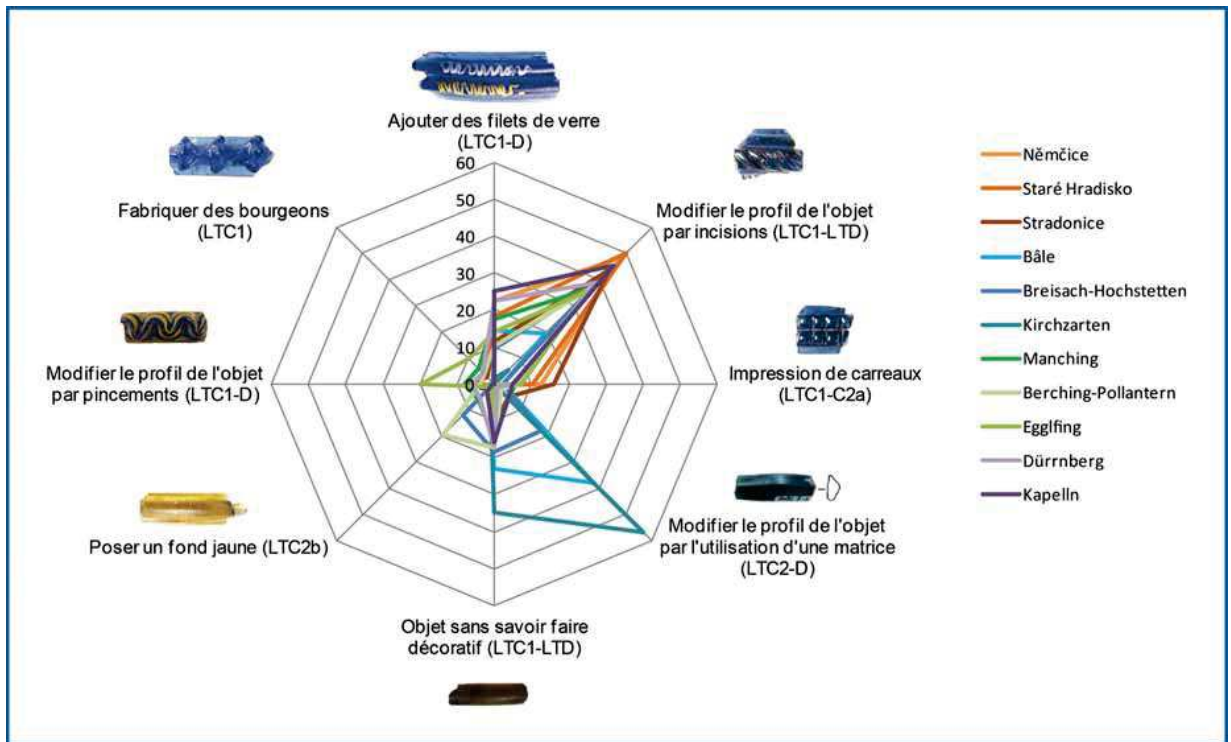


Figure 7 : Graphique en radar illustrant les savoir-faire présents dans les objets de différents sites présumés ateliers. Les savoir-faire sont exprimés en pourcentage par site, selon le décompte des objets (d'après Venclová, 1985 ; Gebhard, 1989 ; Kaenel, 1990 ; Venclová, 1990 ; Uenze, 2000 ; Brand, 2002 ; Karwowski, 2004b, 2004a ; Stork, 2007 ; Rolland, 2017a).

position centrale dans cet ensemble de réseaux de savoir-faire verriers.

Ainsi, avec cette première approche sociocognitive des traditions techniques verrière, des oppositions spatiales dans les savoir-faire connus sur les sites producteurs semblent se dessiner au sein d'un réseau d'échange européen. À terme, cette méthode permettra de modéliser les différentes communautés de pratiques verrières dans l'Europe du second âge du Fer et de reconstituer dans le temps et dans l'espace les réseaux de circulation de ces savoir-faire verriers.

Conclusion

De la matière au geste, cette étude a permis pour la première fois de documenter à l'échelle de l'Europe, les réseaux d'importation du verre brut et de circulations des savoir-faire verriers. Basée sur les analyses de composition et sur les aspects techniques et typologiques cette approche apporte un accès inédit aux trajectoires des gestes transmis entre individus et groupes sociaux à l'échelle du territoire européen du second âge du Fer. Mais en reconstituant progressivement la

circulation des biens et des idées qui s'organisent autour du verre, ce sont surtout les réseaux mobilisés par les élites celtiques dans une économie de biens uniquement dédiés à l'ostentation que nous approchons, et avec eux l'organisation hiérarchisée des premiers états celtiques, de leurs territoires et de leurs sociétés. Il conviendra de développer à l'avenir cette approche pluridisciplinaire et multiscale des ateliers de verriers celtiques tout en interrogeant de nouveau ce lien entre le développement des premières agglomérations celtiques et de leurs ateliers verrier.

Remerciements

Nous remercions ici chaleureusement Natalie Venclová et Alžběta Danielisová pour leur accompagnement dans ce travail. Nos remerciements vont également à Jana Čizmářová, Mgr. Jiří Mitáček, et toutes les équipes du Moravské zemské muzeum ainsi que le Ministère de la Culture tchèque qui ont permis le déplacement et l'emprunt de ce matériel pour analyse. Ce travail n'aurait pu être réalisé sans Bernard Gratuze, Directeur de recherche au CNRS à l'UMR

5060 Iramat/Ceb qui a accepté et réalisé avec nous la conduite de ces analyses. Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un post-doctorat de la Fondation Fyssen et également supportée par le projet Nr. 18-20096S 'Mobility of materials and life cycles of artefacts: archaeometry of metals and glass of the La Tène and Early Roman period' of the Grant Agency of the Czech Republic.

Bibliographie

- Brand, C., 2002. Graphitton und Glass vom Dürrnberg, in: Dobiat, C., Sievers, S., Stöllner, T., Philipps-Universität. (Eds.), Dürrnberg und Manching: Wirtschaftsarchäologie im ostkeltischen Raum, Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte, Römisch-Germanische Kommission, Frankfurt A.M. - Bonn: R. Habelt, 1997- R. Habelt, Bonn, Allemagne.
- Březinová, G., Venclová, N., Frána, J., Fikrlé, M., 2013. Early blue glass bracelets in the middle Danube region. *Slovenská archeológia (Slovak Archaeology)* 61, 107–202.
- Brill, R.H., 1988. Scientific Investigations of the Jalame Glass and Related Finds, in: Excavations at Jalame: site of a glass factory in late Roman Palestine. University of Missouri Press, Columbia, Etats-Unis d'Amérique.
- Čižmář, M., 2003. Keltisches Oppidum Staré Hradisko, Olomouc. ed, Archeologické památky střední moravy. Gloria.
- Danielisová, A., 2013. The "Boii" and Moravia—the same but different. Boier zwischen Realität und Fiktjon. Akten des Internationalen Kolloquiums in Český Krumlov vom 14, 11.
- Danielisová, A., 2010. The Role of the Oppida as Regional Centers Within Late Iron Age Central Europe, in: Praktische Funktion, Gesellschaftliche Bedeutung Und Symbolischer Sinn Der Frühgeschichtlichen Zentralorte in Mitteleuropa, Studien Zur Archäologie Europas. Bonn, pp. 165–182.
- Gebhard, R., 2010. Celtic Glass, in: Zorn, B., Hilgner, A. (Eds.), Glass along the Silk Road from 200 BC to AD 1000: International Conference within the Scope of the "Sino-German Project on Cultural Heritage Preservation" of the RGZM and the Shaanxi Provincial Institute of Archaeology, December 11th-12th, 2008. Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz.
- Gebhard, R., 1989. Der Glasschmuck aus dem Oppidum von Manching, Die Ausgrabungen in Manching. F. Steiner Verl, Stuttgart.
- Gratuze, B., 2013. Glass Characterisation Using Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry Methods, in: Janssens, K. (Ed.), Modern Methods for Analysing Archaeological and Historical Glass. John Wiley & Sons Ltd, pp. 201–234.
- Huisman, D.J., van der Laan, J., Davies, G.R., van Os, B.J.H., Roymans, N., Fermin, B., Karwowski, M., 2017. Purple haze: Combined geochemical and Pb-Sr isotope constraints on colourants in Celtic glass. *Journal of Archaeological Science* 81, 59–78.
- Kaenel, G., 1990. Recherches sur la période de La Tène en Suisse occidentale analyse des sépultures, Cahiers d'archéologie romande. Bibliothèque historique vaudoise, Lausanne.
- Karwowski, M., 2006. Major questions concerning Celtic glass from the eastern regions of the La Tène culture. *Analecta Archaeologica Ressoviensia* 1.
- Karwowski, M., 2004a. Latènezeitlicher Glasringschmuck aus Ostösterreich. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Autriche.
- Karwowski, M., 2004b. The Probability of the Existence of Glass-working Sites from the Late Iron Age in Lower Austria, in: Zentrum Und Peripherie,. Presented at the Mitteilungen der Prähistorischen Kommission 57, H. Friesinger, A. Stuppner, Vienne, pp. 169-176.
- Latour, B., Herbich, I., Karlin, C., Lemonnier, P., Lemonnier, P., 1994. De la préhistoire aux missiles balistiques : l'intelligence sociale des techniques. La Découverte.
- Nenna, M.-D., Gratuze, B., 2009. Étude diachronique des compositions de verre employées dans les vases mosaïqués antiques : résultats préliminaires, in : Annales du 17^e Congrès d'Association internationale pour l'histoire du verre. University Press Antwerp, Anvers, Belgique, pp. 199–205.
- Panighello, S., Orsega, E.F., van Elteren, J.T., Šelih, V.S., 2012. Analysis of polychrome Iron Age glass vessels from Mediterranean I, II and III groups by LA-ICP-MS. *Journal of Archaeological Science* 39, 2945–2955.

- Picon, M., Vichy, M., 2003. D'Orient en Occident : l'origine du verre à l'époque romaine et durant le haut Moyen Âge, in : Echanges et Commerce Du Verre Dans Le Monde Antique. Presented at the Acte du colloque de l'AFAV, Aix-en-Provence et Marseille, Montagnac, Aix-en-Provence et Marseille, pp. 17–31.
- Rehren, Th., Freestone, I.C., 2015. Ancient glass: from kaleidoscope to crystal ball. *Journal of Archaeological Science, Scoping the Future of Archaeological Science : Papers in Honour of Richard Klein* 56, 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, Paris.
- Rolland, J., 2017b. Produire pour mieux briller ? Elaborer et consommer les bracelets en verre au second âge du Fer., in : Marion, S., Deffressigne, S., Kaurin, J., Bataille, G. (Eds.), *Production et Proto-Industrialisation Aux Âges Du Fer. Perspectives Sociales et Environnementales*, Mémoires. Ausonius, pp. 591–604.
- Rolland, J., 2018. Reconstructing the Rules: Glass-Making in La Tène Europe from Specialized Technology to Social Production, in: *Artisans Rule: Product Standardization and Craft Specialization in Prehistoric Society*. UK: Cambridge Scholars Publishing, Newcastle upon Tyne.
- Rolland, J., 2020. Gestes, savoir-faire et décisions : regards technique sur l'évolution de la production de parures en verre au second âge du Fer. in : *La Spécialisation Des Productions et Les Spécialistes, Séances de La Société Préhistorique Française*.
- Rolland J., (2021). *Le verre de l'Europe celtique, Approches archéométriques, technologiques et sociales d'un artisanat du prestige au second âge du Fer*, SidestonePress, 360p. <https://www.sidestone.com/books/le-verre-de-l-europe-celtique>
- Rolland, J., Clesse, J., 2014. Filer le verre, porter le bleu ; enjeux techniques et sociaux de la production de parures en verre celtique. *Bulletin de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre* 9–12.
- Roux, V., 2010. Lecture anthropologique des assemblages céramiques. *Les nouvelles de l'archéologie* 4–9.
- Sayre, E.V., Smith, R.W., 1961. *Compositional Categories of Ancient Glass*. *Science* 133, 1824–1826.
- Stork, I., 2007. Die spätkeltische Siedlung von Breisach-Hochstetten. *Theiss*.
- Uenze, H.P., 2000. Die jüngerlatènezeitliche Siedlung von Eggling: Mit 18 Abbildungen. *Bayerische Vorgeschichtsblätter* 65, 1–38.
- Venclová, N., 2016. Němčice and Staré Hradisko, Iron Age glass and glass-working in Central Europe, *Archeologického ústavu AV ČR, Praha, v. v. i. ed. Praha*.
- Venclová, N., 2009. Iron Age glass-working: the evidence from Němčice in Moravia, in: *Relics of old decency: archaeological studies in later prehistory*. Wordwell, Dublin, Irlande.
- Venclová, N., 1990. Prehistoric glass in Bohemia. *Archeologický ústav ČSAV, Praha, Tchecoslovaquie*.
- Venclová, N., 1985. Collection of glass from Stradonice in Bohemia, in: *Annales Du 9^e Congrès International de l'AIHV. Nancy (France), 22-28 Mai 1983. AIHV*, pp. 65–75.
- Vichy, M., Picon, M., Thirion-Merle, V., 2002. Le manganèse comme impureté, décolorant ou colorant des verres au natron. *Bulletin de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre* 15–17.

Introduction

In continental Europe, the second European Iron Age was a time of marked economic and social transformations. Gradually the mosaic of so-called “Celtic” peoples, belonging to the La Tène culture, became organized around urban centres where trading, craft working, and religious and political activities were concentrated. This urbanization phenomenon is associated with a renewal of exchanges with the Mediterranean world, the appearance of coinage and an intensification and specialization of craft production, including glass-making. At this period the technique of glass blowing had not yet been developed and glass was worked only by spinning or twisting it, principally to produce beads and the first moulded vessels. At the end of the 5th century BCE, a novel type of personal ornament, namely glass bracelets, appeared in continental Europe.

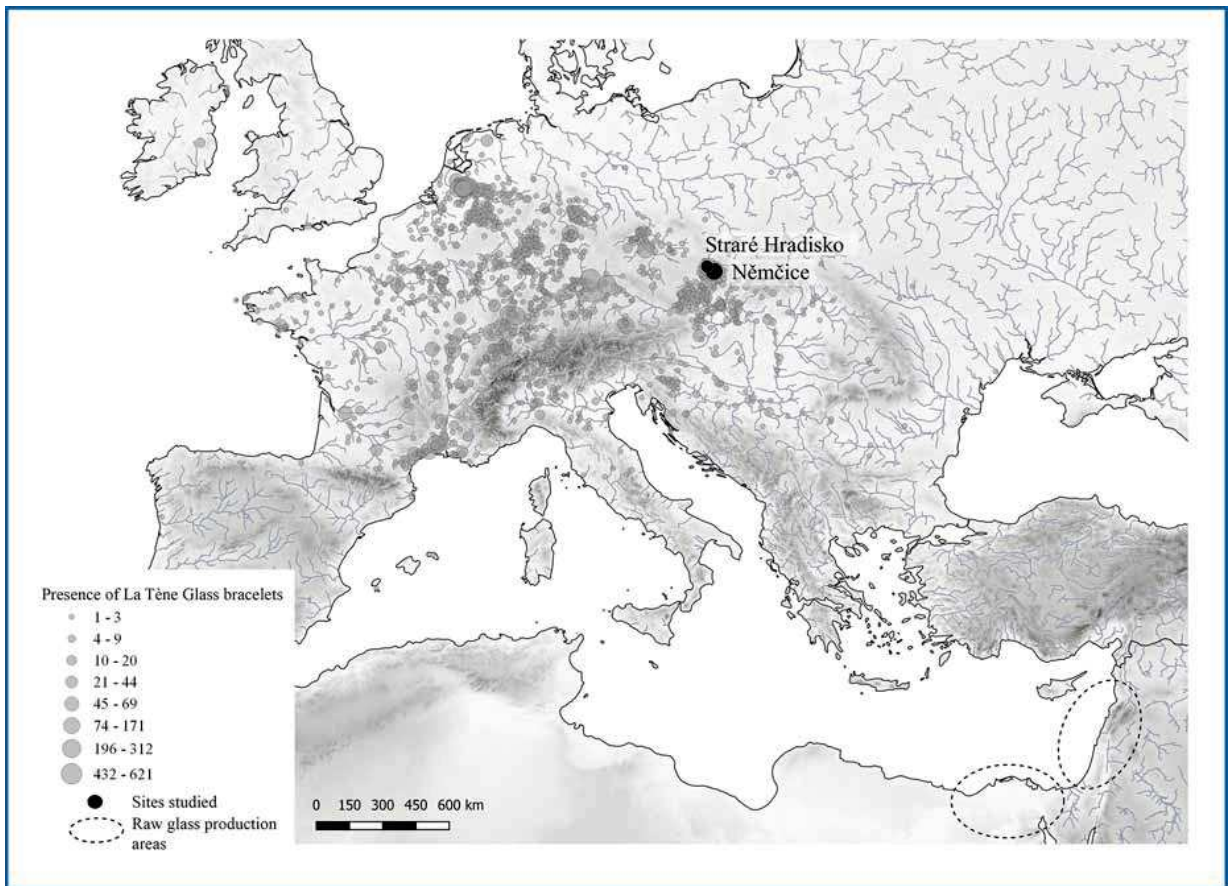


Figure 1 : Map showing the distribution of glass bracelets dating to the second Iron Age, sites studied and zones where raw glass was produced.

Absent from other Mediterranean areas, these glass bracelets were a true innovation.

Long considered as trinkets or baubles belonging to female or child paraphernalia, La Tène glass beads and bracelets were principally studied in terms of their typological evolution while the social and economic roles of glass-working within the first Celtic agglomerations were only rarely examined. Indeed, glass was, and still is, often seen as a secondary material. Recent studies, however, have revealed the true complexity of the production system of these objects (Rolland, 2017a, 2020).

Analyses of the compositions of ancient glass carried out since the 1960s show that types of glass produced from the 3rd century BCE to the 9th century CE are all of soda-lime type, in other words they are manufactured using mineral soda, also known as natron, the principal sources of which are in Egypt (Rehren and Freestone,

2015; Sayre and Smith, 1961). Thus, for the populations of La Tène Europe, and for their western Mediterranean neighbours, glass was an exotic material, imported from Egypt and the Near East. The manufacture of La Tène personal ornaments thus mobilized long distance exchange networks and the diplomatic and political competencies of the La Tène elites and merchants. Following the importation of the raw glass, the production of the ornaments required the mobilization of specialized artisans who underwent a long period of apprenticeship and who developed specific skills for the decoration of these objects, as has been demonstrated by recent studies of the manufacturing techniques employed (Rolland, 2021, 2020, 2018, 2017b; Rolland and Clesse, 2014). This new know-how in the domain of glass-working appears to have developed side-by-side with the phenomenon of population concentration within large, unenclosed agglomerations.

This was the case in the Czech Republic. Strategically situated on the amber trade route linking the Baltic to the Mediterranean, the La Tène agglomeration of Nĕmčice in Moravia has yielded an exceptional corpus of 1998. La Tène glass objects, namely 730 beads, 534 bracelets and, in particular, 451 objects that are identified as botched beads, waste pieces and fragments of raw glass (**Figure 1**).

The typology of the finds from the site allows us to date its occupation from the second half of the 3rd century BCE to the beginning of the last quarter of the 2nd century BCE (La Tène C1-C2) (Venclová, 2016, 2009). The occupation of the town appears to have come to an end after this date while, some 25 km to the north-east, the fortified town of Staré Hradisko emerged (Danielisová, 2013, 2010). This site has yielded 475 glass objects dating to the period from the end of the first quarter of the 2nd century BCE to the end of the 1st century BCE. These finds include 105 bracelets, 292 beads, 25 fragments of

raw glass, 17 waste pieces or melted fragments and several fragments of Hellenistic moulded glass vessels (La Tène C2 - La Tène D) (Čižmář, 2003; Venclová, 2016).

In order to exploit the informational potential of this material in the context of the reconstruction of the socio-economic phenomena that marked the second Iron Age, and to gain a better understanding of the place of glass within unenclosed agglomerations of this period, the material from these two sites has been studied from analytical and technical angles. Firstly, elemental analyses of the finds from the sites has been carried out with the aim of identifying the nature of the raw materials used in Central Europe and to compare them with those identified in Western Europe. The objective was thus to examine the place of these sites within the importation network for raw glass and to document the organization of the importation networks for raw glass from the Near East at the scale of La Tène Europe. Did the La Tène populations of Western



Figure 2 : Sample of the types of glass bracelets from Nĕmčice analysed as part of the current study.

Europe and Central Europe have access to the same raw glass importation networks? Are there chronological or geographical differences in the accessibility of the raw glass importation networks? Secondly, an anthropological approach has been developed with regard to the techniques used in the manufacture of the objects from Nĕmčice and Staré Hradisko (Roux, 2010). This approach allows us to identify the gestures used to produce the different types of objects and also the various skills developed by the artisans. These skills, and the action on the raw material that they entail, are related to the societies within which they were developed and to the group within which they evolved. The technical expertise thus involves the sharing of know-how within a given community; it implies apprenticeships and possibilities for innovation that are themselves governed or constrained by this community (Latour et al., 1994). Furthermore, over the course of the apprenticeship, the gestures that are learnt become motor patterns, which will be passed on from generation to generation within the group and within a limited geographical perimeter.

Therefore, beyond skills and *chaines opératoires*, we can identify communities of practice and we can also trace the possible circulation of skills and ideas between these different communities. Therefore, from the raw material to the gesture, this study seeks to exploit the informational potential of glass in order to model the exchange networks of raw materials and glass-making skills within La Tène territories.

From the East to Central Europe: new elements in the reconstruction of glass circulation networks in the Iron Age

Material and methods

Of the 2023 objects from the site of Nĕmčice, 202 were selected from the collections of the National Museum of Brno for plasma mass spec-

trometry analysis with laser ablation sampling (LA-ICP-MS). The objects in question are 177 bracelet fragments, a ring fragment and 25 fragments of waste glass or raw glass. The 177 bracelet fragments were chosen over beads because they are excellent chronological markers and representatives of a specific product; they were selected according to their typology to cover the entire period of production on the site (Figure 2). A sample of 25 fragments of raw glass blocks and melted glass from the site of Staré Hradisko were selected for analysis. This sample represents 58% of the raw glass and production

waste discovered on the site.

All 227 objects were analysed using LA-ICP-MS at the Centre Ernest-Babelon in the Institut de Recherches sur les Archéomatériaux (UMR 5060 IRAMAT, CNRS/Université d'Orléans). The objects were placed within a quartz cell and

micro-samples, invisible to the naked eye, were taken using a laser beam (diameter < 0.10 mm). The sampled material was then transported via an argon gas flow towards a plasma torch (8 000° C) where it was dissociated and ionised. The various constituents of the glass were thus separated according to their mass-to-charge ratio and quantified by an electronic detector (Grazuze, 2016, 2013).

The data obtained allowed the glass to be classified according to groups of compositions. These groups express the glass recipes used. They reflect technical traditions and their evolutions. Factorial correspondence analysis [FCA] carried out on the analytical and typological data allow us, by cross referencing these sources of information, to study the way in which the use of the various composition groups evolved.

Results

Of the glass analysed, six fragments of colourless or green raw glass from Staré

“ Therefore, beyond skills and *chaines opératoires*, we can identify communities of practice and we can also trace the possible circulation of skills and ideas between these different communities. Therefore, from the raw material to the gesture, this study seeks to exploit the informational potential of glass in order to model the exchange networks of raw materials and glass-making skills within La Tène territories.”

Hradisko and one piece of colourless glass from Nĕmčice revealed soda (Na_2O), potash (K_2O), chlorine (Cl), and titanium (Ti) contents that are indicative of modern glass compositions; they have therefore been excluded from the corpus. In terms of their major and trace element compositions, the remaining 221 pieces of glass exhibit all of the characteristics of glasses produced during the second Iron Age. Firstly, their compositions indicate that they were made from a soda-lime glass with a mineral flux, namely natron (Table 1). The natron (sodium carbonate) was sourced in Egypt, on the edges of salt lakes or within ancient dry lakes probably located within the Wadi Natrum region. Soda-lime glasses manufactured using natron are found in Europe from the 8th century BCE to the 9th century CE (Picon and Vichy, 2003). These types of natron-containing glasses were used in the production of glass beads and bracelets during the second Iron Age in Europe.

Table 1 : Average contents of principal elements for glasses in the corpus indicating their manufacture using a mineral soda

Soda (Na_2O)	Potash (K_2O)	Magnesia (MgO)	Lime (CaO)	Alumina (Al_2O_3)
14.23% (5.47 and 19.82 %]	0.84 % [0.15 and 7.31 %]	0.49 % [0.20 and 1.45%]	0.49 % [0.20 and 1.45%]	1.99 % [0.61 and 5.88 %]

Within this broad family of glasses, which exhibits a relatively homogenous mean chemical composition over almost two millennia, several sub-groups can be distinguished by the use of raw materials from different sources and by changes in colouring recipes.

In the case of the glass from Nĕmčice and Staré Hradisko, the strontium, zirconium and calcium contents indicate two origins for the sands used in their manufacture (Figure 1 and Figure 3). On the one hand, Glasses in the corpus characterized by high zirconium oxide contents, associated with low strontium oxide contents, are typical of glasses produced using Egyptian sands. On the other, glasses in the corpus characterized by high strontium oxide contents, associated with low zirconium oxide contents, are characteristic of glasses made using Syro-Palestinian, or Levantine sands (Nenna and Gratuze, 2009; Rolland, 2017a). Today this distinction between the

sands used in La Tène glass is well-attested. Glass made from Egyptian sands with high zirconium contents was principally used in the production of objects dating from the beginning of the La Tène to the beginning of the 2nd century BCE. Syro-Palestinian glass, with high strontium contents, was used by La Tène glass makers between the beginning of the 2nd century BCE and the end of the 1st century BCE (Březinová et al., 2013; Gebhard, 2010; Karwowski, 2006, 2004a; Rolland, 2021, 2017a).

The ZrO_2/SrO diagram (Figure 3) shows that in the case of blue glass, these two groups are very distinct, while numerous yellow and white glasses exhibit average contents that lie between the two groups. This indicates that glasses with distinct origins were mixed together by glass makers within the same crucible. When reading these diagrams it is also important to note that yellow glasses were coloured using lead stannate or lead antimonate and thus contain particularly high quantities of lead (between 6.5 and 36%). Relative to the other glasses, the contents expressed in percentages of principal elements are thus lower.

Within these two groups of compositions, opposing glasses made from Egyptian sands on the one hand and Syro-Palestinian sands on the other, a number of sub-groups can be observed.

Within the glasses made with Egyptian sands two composition groups can be discerned (Table 2). The first group of Egyptian glass (EG1) is characterized by the lowest alumina contents within the group and by very low manganese contents (Figures 4 and 5). Eighty glasses (42 blue, 13 white, 4 colourless and 21 yellow glasses), from 59 objects from the site of Nĕmčice, fall into this group. The second group of Egyptian glasses is characterized by particularly high alumina contents which coincide with very low titanium and manganese contents. This group is made up of 10 glasses (5 blue, 2 colourless and 3 yellow) from 10 objects discovered at Nĕmčice.

Among the glasses of Syro-Palestinian origin, 4 composition groups can be identified. The first is characterized by low manganese contents (SP2) (Figure 5), a characteristic that is shared with the two groups of Egyptian glass. According to Robert Brill, sands from the River Belus used in the manufacture of glass, and more broadly

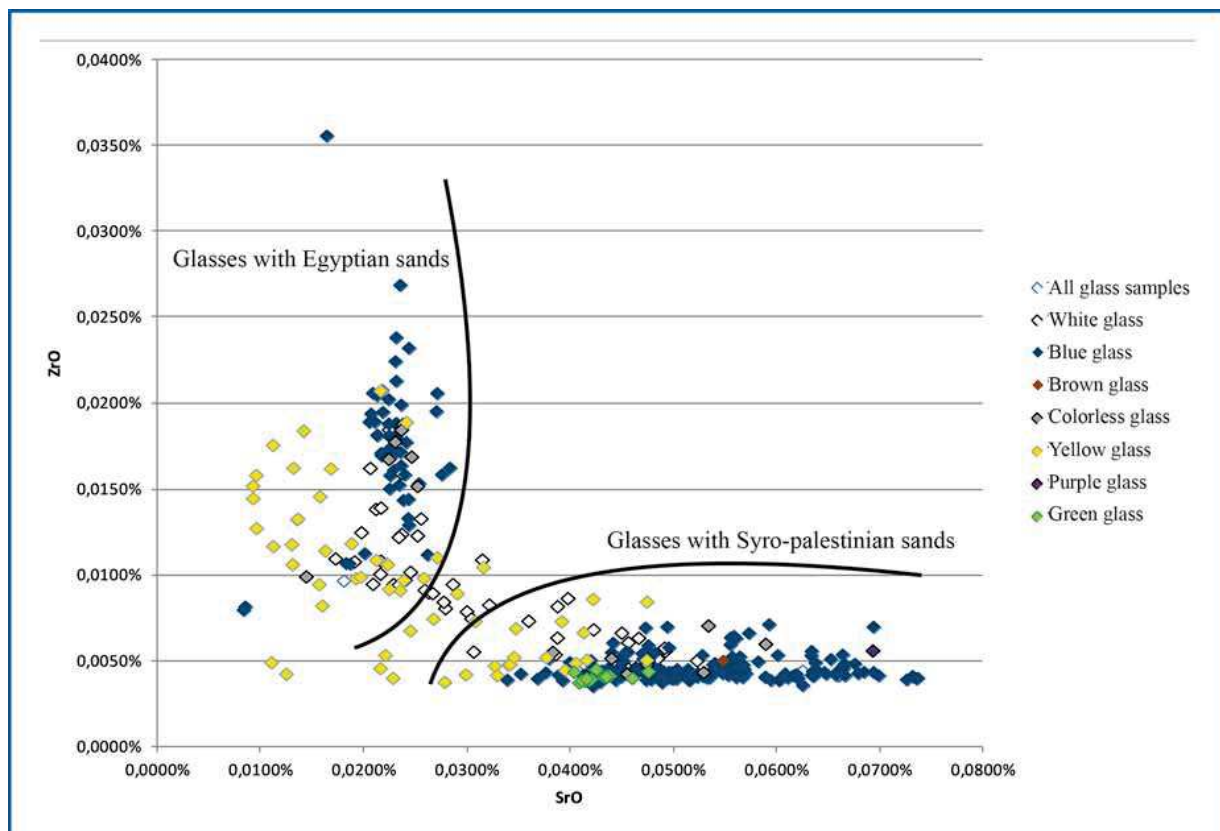


Figure 3 : Sr O vs Zr O contents of analysed glasses from Němčice and Staré Hradisko.

from the Syro-Palestinian region, should have a Mn content of at least 0.03% if this is naturally contributed by the sands alone (Brill, 1988, 270-271; Vichy et al., 2002).

Forty six glasses (21 blue, 1 colourless, 9 yellow, 14 white and 1 amber) from 38 objects from Němčice, can be attributed to this group of Syro-Palestinian glasses with low manganese contents. The other Syro-Palestinian groups are distinguished by deliberate additions of manganese. Manganese allows better control over the colouring of glass by preventing naturally present metal oxides from staining the glass. The deliberate addition of manganese seems to appear at the beginning of the 2nd century BCE; the glass groups made from Egyptian and Syro-Palestinian sands and with low manganese contents are in fact characteristic of objects whose typology places them earlier than this period (Gebhard, 2010; Huisman et al., 2017; Panighello et al., 2012; Rolland, 2017a).

The remaining 189 analysed glasses in the corpus (from 162 glass objects) were made using

sands of Syro-Palestinian origin with high manganese (MnO) contents. Depending on their average lime (CaO), alumina (Al₂O₃), barium (Ba), manganese (MnO), magnesium (Mg) and strontium (Sr) contents, these glasses can be divided into several sub-groups, each indicating the use of a different raw material (Table 3).

Typologies et compositions

When the typology of the glass bracelets from Němčice and the identified composition groups are cross-referenced, we observe very clear links

Tableau 2 : Average contents of principal and trace elements for glasses in the corpus manufactured using Egyptian sands

	Zirconium ZrO ₂	Strontium SrO	Alumina Al ₂ O ₃	Manganese MnO	Titanium Ti O ₂
EG1	[82ppm and 269ppm]	< 300ppm [93ppm and 289ppm]	< 1.23%	[0.007% and 0.021%]	[0.06% and 0.12%]
EG2	[82ppm and 356ppm]	< 300ppm [165ppm and 272ppm]	[3.4% and 5.8%] Average: 4.41%	[0.013% and 0.048%]	[0.90% and 0.29%]

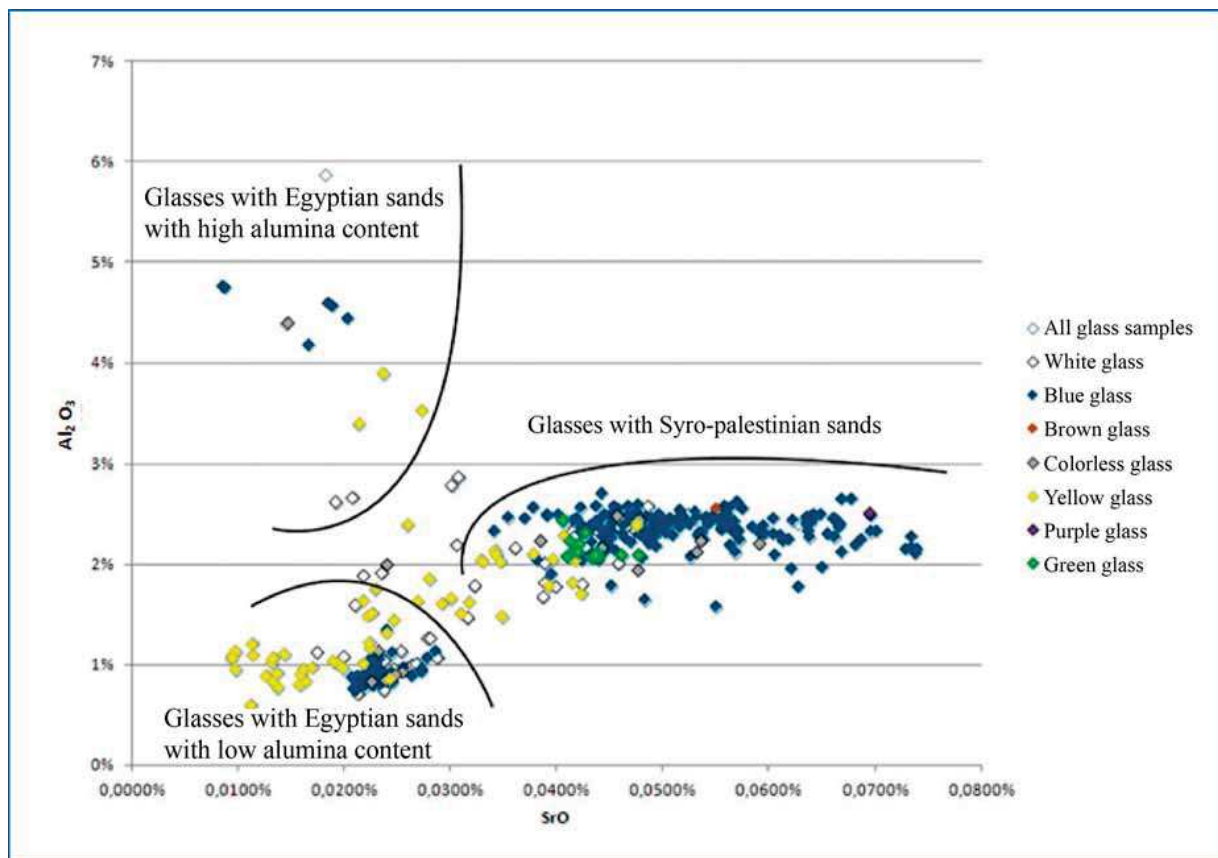


Figure 4 : Al vs Sr contents of analysed glasses from Němčice and Staré Hradisko.

Table 3 : Average contents of principal and trace elements for glasses in the corpus manufactured using Syro-Palestinian sands

	Zirconium ZrO ₂	Strontium SrO	Lime CaO	Alumina Al ₂ O ₃	Manganese MnO	Magnesium MgO	Barium Ba
SP1	< 110 [35ppm and 89ppm]	[291ppm and 700ppm]	[4.75% and 9.88%] Average: 7.34 %	[1.49% and 2.72%] Average: 2.25%	[0.05% and 1.56%]	[0.29% and 1%]	[0.01 and 0.03]
SP2 Low manganese	< 110 [37ppm and 102ppm]	[229ppm and 695ppm]	[4% and 9.9%]	[3.4% and 5.8%] Average: 4.41%	< 0.03% [0.008% and 0.03%]	[0.2 and 0.9%]	[0.01% and 0.02%]
SP1 A High Barium	[39ppm and 86ppm]	[340ppm and 665ppm]	[5% and 9%]	[1.6% and 2.6%]	[0.1 and 2.7]	[0.3% and 0.8%]	[0.03% and 0.15%]
SP1 B High Mn and Mg	[40ppm and 48ppm]	[554ppm and 732ppm]	[7% and 10%]	[2.2% and 2.6%]	[0.4 and 1.6]	[0.7% and 1.45%]	[0.020% and 0.027]

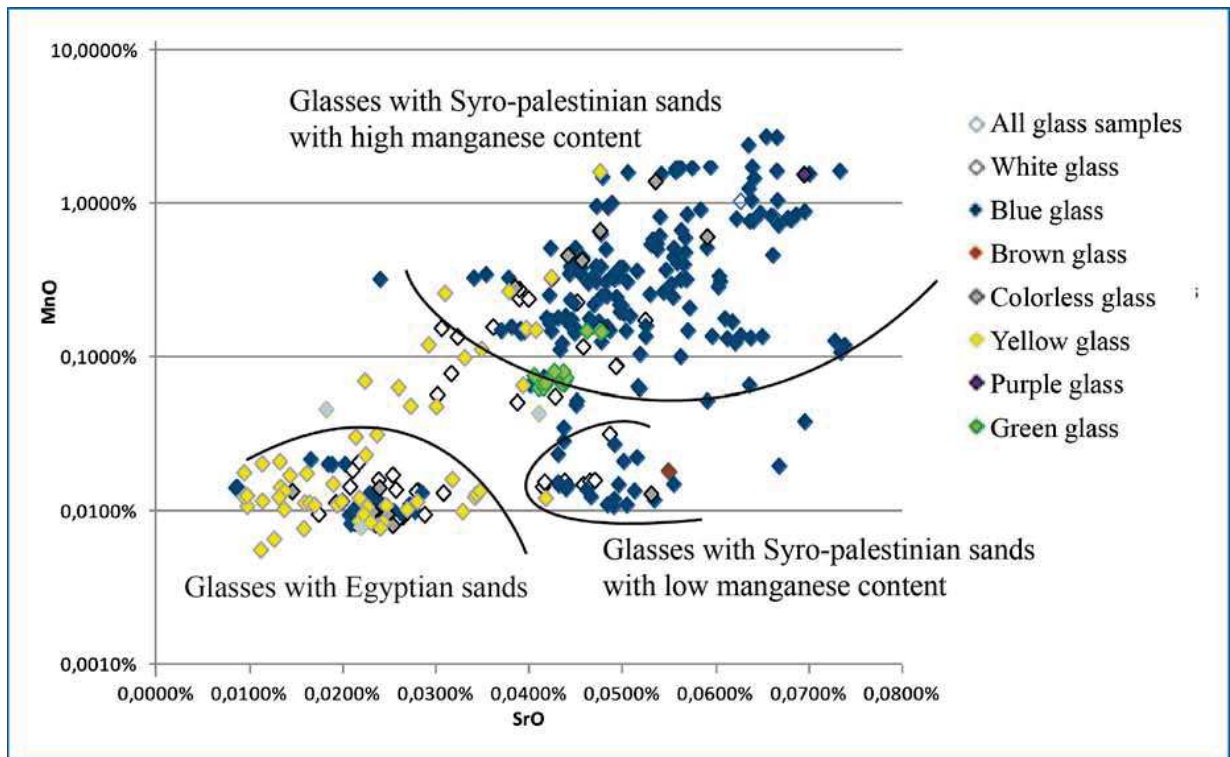


Figure 5 : Mn vs Sr contents of analysed glasses from Némčice and Staré Hradisko.

between certain objects and certain composition groups. These links reflect the chronological evolution in the use of the various types of glass by glass workers at Némčice. Thus, all of the earliest types, characteristic of the 3rd century BCE, are made using Egyptian glasses, while the Syro-Palestinian glasses, with a high manganese content, are used for the manufacture of objects that are characteristic of the first half of the 2nd century BCE.

Identical glass compositions and importation networks in Central and Western Europe during the Iron Age

This large scale programme of analyses has allowed us to characterise the compositions used at Némčice and, to some extent, at Staré Hradisko. Quite remarkably it appears that these composition groups are entirely comparable to those identified for La Tène glasses discovered in France for the period from the 3rd to the 1st centuries BCE (Rolland, 2017a). These new analyses of the glasses from Némčice and Staré Hradisko reveal that the same types of glass composition were circulating, at the same period, between Central and Western Europe. This attests to the fact that

Central Europe and Western Europe had access to the same glass importation networks. However, the statistically significant presence of Syro-Palestinian glasses, with high barium contents (Table 2), might indicate that Central Europe had privileged access to this particular raw material. This possibility needs to be explored further in future studies, particularly by increasing the size of the corpora under consideration.

New approaches to La Tène glass-working skills: from gestures to communities of practice

Identifying the gestures behind the objects

The glass finds from Némčice and Staré Hradisko and their typologies have recently been published (Venclová, 2016, 2009) but to date little attention has been paid to the techniques employed in their manufacture. However, the skills and cognitive processes involved in this glass-working were determined by the political, social, economic and cultural context in which they developed. This societal context may not only have conditioned the demand for items of

personal adornment made from glass but also the degree of freedom exercised by the glass workers and the potential controls or constraints applied to the production. Through their actions, La Tène glass workers expressed both what they learnt from society, its social norms, and also their own skills, competencies, particularities and statuses (Pigeot 2011).

Since 2009, experiments carried out on the manufacturing and decorating techniques used in the production La Tène glass bracelets have allowed us to retrace the various *chaînes opératoires* and to identify the skills required for the manufacture of the different types (Rolland and Clesse, 2014; Rolland, 2017a, 2020). These studies have revealed that an entire procedural memory had to be acquired for each type of decoration, through cognitive processes of apprenticeship, maintenance and development. For each type of decoration, new gestures were invented, developed and maintained by the artisans, and all of these gestures were probably not mastered by all groups of glass-workers in the La Tène world. By identifying the skills expressed on workshop sites, like those in Moravia, it is possible to gain insights into the transmission of gestures between groups of artisans.

Glass-working skills and technical traditions in La Tène Europe: the first identifications of communities of practice within Europe

Thanks to this novel technical interpretation of the processes used in the decoration of La Tène glass bracelets, it has been possible to classify the types of objects present on the sites of Némčice and Staré Hradisko according to the skills invested in their manufacture. While production at Némčice dates to the 3rd and 2nd centuries BCE (from LTC2/LTC1 to LTC2), production at Staré Hradisko dates to the 2nd and 1st centuries BCE (from LTC2 to LTD) (Venclová, 2016). The technological approach to the objects from Némčice and Staré Hradisko shows that the technical traditions reflected in the finds from both sites are strikingly similar: for the LTC2, both sites share the same decorating skills in the production of glass bracelets (Figure 6). This temporal continuity between the two workshops, and the presence of identical technical traditions, indicate that links existed between both workshops. This hypothesis appears to be confirmed by what we know of the economic relationships and the roles of these sites within the region. Turned towards the present-day territories of Slovenia

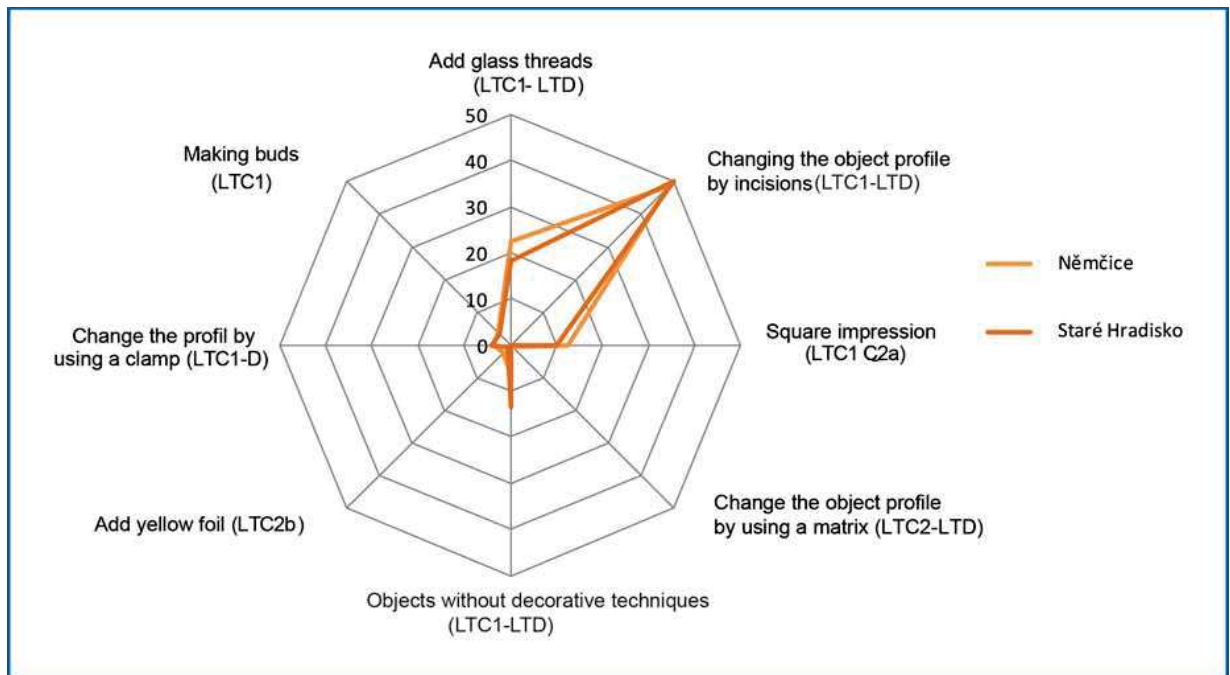


Figure 6 : Radar diagram illustrating decorating skills expressed in the presumed workshop sites of Némčice and Staré Hradisko; the skills are expressed as percentages per site, according to the number of objects.

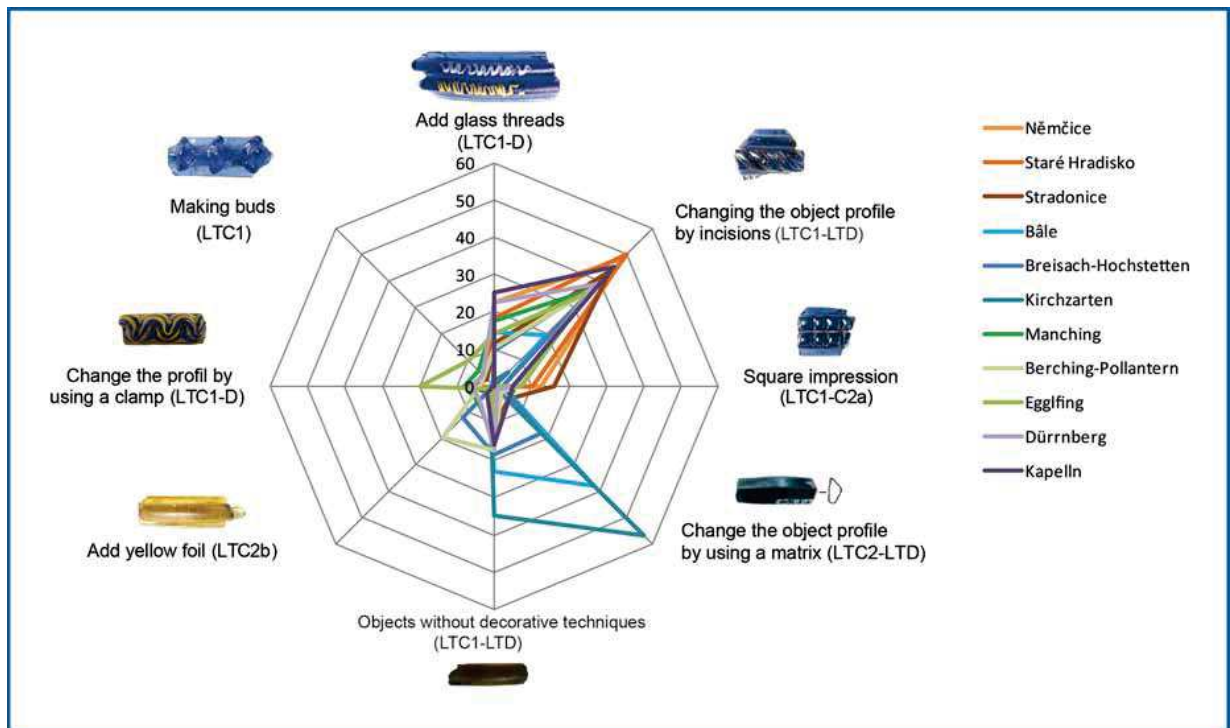


Figure 7: Radar diagram illustrating the skills attested in objects from various presumed workshop sites. The skills are expressed as percentages per site, according to the number of objects (after Venclová, 1985; Gebhard, 1989; Kaenel, 1990; Venclová, 1990; Uenze, 2000; Brand, 2002; Karwowski, 2004b, 2004a; Stork, 2007; Rolland, 2017a).

and Italy, the unenclosed craft centre of Némčice was replaced, at the end of the 2nd century BCE, by the fortified settlement of Staré Hradisko, located some 30 km away (Danielisová, 2013, 2010). The Staré Hradisko glass workshop may thus have replaced that at Némčice as part of a logic involving movement of artisans, exchanges of know-how and replacement of the initial workshop.

When we look at the skills that were mastered on other assumed production sites in Europe we realise that the technical traditions expressed in the objects from Némčice and Staré Hradisko are to be found in finds from a much larger area, namely the Middle Danube. This region extends from the eastern part of German Bavaria (probable production sites at Manching, Berching Pollantern and Eggfling, marked in green in **Figure 7**) to southern Slovakia and encompasses the part of Austria to the south of the Danube (probable production sites of Dürrnberg and/or Kappeln, marked in purple in **Figure 7**), Bohemia (the site of Stradonice), and Moravia where our two sites are located (marked in

orange in **Figure 7**). The shared techniques used within this region are not just the result of an expansion of glass production or of exchanges or copies of identity-defining objects: the objects produced in this region are also the result of a shared technical tradition and privileged exchanges of know-how between the artisans of this zone which may have constituted a community of practices.

However, within this grouping we note that suggested producer sites in the western part of the Middle Danube region (Manching, Berching Pollantern and Eggfling in Germany) also had knowledge of decorative techniques typical of the period from the LTC2 and LTD which do not appear to have been mastered at Némčice and Staré Hradisko (**Figure 7**). These specific areas of know-how included the use of a matrix to modify the profile of glass rings, allowing the production of objects with a V-shaped profile, and the creation of bracelets and beads with a base of yellow glass (with inner yellow foils). Very rare in assemblages from the eastern part of the Middle Danube, these skills were used in the

manufacture of a very large number of objects found in the presumed workshop zones of Switzerland and the Rhone region (i.e. workshops in the regions of Basle in Switzerland, and of Breisach-Hochstetten and Kirchzarten in Germany, indicated in blue in **Figure 7**). The production of objects involving modification of bead profiles is particularly significant in these workshop zones and may characterize the technical tradition in this zone in the period at the end of the LTC2 and the LTD. Thus, the presence of objects displaying the use of these techniques in the eastern area of the Middle Danube can probably be explained by importation. Between the Swiss zone and the workshops of the east, the German zone may have benefitted from its central position within this grouping of glass know-how networks.

Therefore, through this first socio-cognitive approach to the technical traditions of glass-working we can perceive spatial contrasts in the skills evident on the production sites within a European exchange network. Eventually, this approach will allow us to model the various communities of glass-working practices in Europe during the second Iron Age and to reconstruct, both temporally and spatially, the circulation networks for glass-working know-how.

Conclusion

From the material to the gesture, this study has, for the first time, allowed us to document, on a European scale, the importation networks for raw glass and the circulation of glass-working skills. Based on composition analyses and on technical and typological aspects, this approach

throws new light on the trajectories of gestures transmitted between individuals and social groups at the scale of Iron Age Europe. But, in gradually reconstructing the circulation of goods and ideas organized around the manufacture of glass, we also gain particular insights into the networks mobilized by the La Tène elites for the exchange of goods of a purely prestige nature, and into the hierarchical organization of the first La Tène states and of their societies and territories. Moving forward, it will be useful to develop this multi-disciplinary and multi-scale approach to La Tène glass-working while at the same time further examining the link between the development of the first La Tène agglomerations and their glass workshops.

Acknowledgements

We wish to express our sincerest thanks to Natalie Venclová and Alžběta Danielisová for their support throughout this study. We also extend our thanks to Jana Čizmařová, Mgr. Jiří Mitáček, and all of the team at Moravské Zemské Muzeum. Thanks also to the Czech Ministry for Culture who permitted us to borrow and transport the material for analysis. Our work could not have been carried out without Bernard Gratuze, Director of Research at the CNRS at UMR 5060 Iramat/Ceb. This study was undertaken within the framework of a post-doctorate funded by the Fondation Fyssen. It was also supported by project Nr. 18-20096S 'Mobility of materials and life cycles of artefacts: archaeometry of metals and glass of the La Tène and Early Roman period' of the Grant Agency of the Czech Republic.