



**HAL**  
open science

## Origines et usages du verre issu de quelques sites ecclésiastiques et monastiques tardo-antiques et haut médiévaux du littoral nord croate

Inès Pactat, Morana Čaušević-Bully, Sébastien Bully, Šime Perović, Ranko  
Starac, Bernard Gratuze, Nadine Schibille

### ► To cite this version:

Inès Pactat, Morana Čaušević-Bully, Sébastien Bully, Šime Perović, Ranko Starac, et al.. Origines et usages du verre issu de quelques sites ecclésiastiques et monastiques tardo-antiques et haut médiévaux du littoral nord croate. Adele Coscarella; Elisabetta Neri; Ghislaine Noyé. *Il Vetro in Transizione (IV-XII SECOLO). Produzione e commercio in Italia meridionale e nell'Adriatico*, 2, Edipuglia, 2021, Themata, 978-88-7228-965-5. hal-03405212

**HAL Id: hal-03405212**

**<https://hal.science/hal-03405212>**

Submitted on 15 Mar 2024

**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.



THEMATA

The Byzantine West / Bisanzio in Occidente

2

---

# ESTRATTO - ABSTRACT - TIRÉ À PART

---

ISBN 978-88-7228-965-5  
ISSN 2723-9780  
DOI <http://dx.doi.org/10.4475/965>

© 2021 Edipuglia srl, via Dalmazia 22/b - 70127 Bari-S. Spirito



THEMATA

**The Byzantine West / Bisanzio in Occidente**

*General Editor*

Paul Arthur

*Scientific committee*

Paul Arthur (Università del Salento)

Salvatore Cosentino (Università di Bologna)

John Haldon (Princeton University)

Michael Decker (University of South Florida)

Cécile Morrisson (Directeur de recherches émérite au CNRS)

Philipp Niewöhner (Georg-August-Universität Göttingen)

Natalia Poulou (Aristotle University of Thessaloniki)

Enrico Zanini (Università di Siena)

*Editorial committee*

*(Università del Salento)*

Paul Arthur, Brunella Bruno, Manuela De Giorgi, Marco Leo Imperiale

L'autore ha il diritto di stampare o diffondere copie di questo PDF esclusivamente per uso scientifico o didattico. Edipuglia si riserva di mettere in vendita il PDF, oltre alla versione cartacea. L'autore ha diritto di pubblicare in internet il PDF originale allo scadere di 24 mesi.

The author has the right to print or distribute copies of this PDF exclusively for scientific or educational purposes. Edipuglia reserves the right to sell the PDF, in addition to the paper version. The author has the right to publish the original PDF on the internet at the end of 24 months.

# IL VETRO IN TRANSIZIONE (IV-XII SECOLO)

Produzione e commercio in Italia meridionale e nell'Adriatico

*a cura di Adele Coscarella, Elisabetta Neri, Ghislaine Noyé*



EDIPUGLIA

Bari 2021

# INDICE

BÉATRICE CASEAU  
Avant-propos

GHISLAINE NOYÉ  
La nascita di un progetto: analisi, archeologia e storia del vetro in Italia meridionale

ADELE COSCARELLA  
Archeologia del vetro: alcune riflessioni

ELISABETTA NERI  
Produzione e circolazione del vetro nell'alto Medioevo: *une entrée en matière*

## L'ITALIA MERIDIONALE

FEDERICO MARAZZI - FEDERICA D'ANGELO  
Frangibili trasparenze. Una breve riflessione sulla produzione in vetro del monastero vulturense

CARLO EBANISTA - MARIA GRAZIA ORIGINALE  
Il vasellame vitreo da illuminazione di età tardoantica e medievale dai vecchi scavi nella catacomba di S. Gennaro a Napoli

FABRIZIO BISCONTI - CARLO EBANISTA - ELISABETTA NERI  
L'approvvigionamento delle tessere vitree della catacomba di S. Gennaro a Napoli in età tardoantica e altomedievale: riuso e flussi commerciali

GHISLAINE NOYÉ - ELISABETTA NERI  
Riuso, riciclaggio e importazione del vetro a Sibari/*Thurii* nella tarda Antichità

DONATELLA BARCA - FRANCA C. PAPPARELLA  
Uno studio interdisciplinare su alcuni reperti in vetro dallo scavo del Duomo di Cosenza

NICOLA LAGHEZZA - ELISABETTA NERI - GIUSEPPE SCHIAVARELLO  
Le rotte di importazione del vetro ad Egnazia in età tardoantica (IV-VI secolo)

MARIA TURCHIANO - FRANCESCA GIANNETTI - ELISABETTA GLIOZZO  
Il vetro della Puglia settentrionale (IV-VII/VIII secolo d.C.). Provenienza e tecnologia

PAUL ARTHUR - GIOVANNI MASTRONUZZI - SIMONA CATACCHIO - ELISABETTA NERI  
I reperti vitrei di Vaste e Apigliano (IV-XI secolo): riciclaggio e continuità delle importazioni orientali

DONATELLA NUZZO - MICHELE PELLEGRINO - ELISABETTA NERI  
Archeologia del vetro a Bari: dallo scavo allo studio archeometrico

FRANCESCA COLANGELI  
La Sicilia in transizione (VI-XIII secolo): riflessi nella produzione vetraria

## L'ITALIA SETTENTRIONALE

MARGHERITA FERRI  
Le strutture produttive di Comacchio

MARINA UBOLDI - MARCO VERITÀ  
Composizione chimica e processi produttivi del vetro tra tarda antichità e medioevo in Lombardia

## IL VERSANTE ORIENTALE DELL'ADRIATICO

ELISABETTA NERI - MARIE-PATRICIA RAYNAUD  
Le verre des mosaïques d'Albanie : continuités et ruptures des importations et des techniques de production

ELISABETTA NERI - ETVLEVA NALLBANI  
Les routes de circulation du verre en *Illyricum* (VI<sup>e</sup>-XI<sup>e</sup> siècle). Une étude préliminaire sur deux sites d'Albanie du nord : Lezha et Komani

INÉS PACTAT - MORANA ČAUŠEVIĆ-BULLY - SÉBASTIEN BULLY - ŠIME PEROVIĆ - RANKO STARAC - BERNARD GRATUZE - NADINE SCHIBILLE  
Origines et usages du verre issu de quelques sites ecclésiastiques et monastiques tardo-antiques et haut médiévaux du littoral nord croate

ELISABETTA NERI - GHISLAINE NOYÉ  
Dal reperto vitreo al contesto storico: considerazioni conclusive

MARIE-DOMINIQUE NENNA  
Typologie et archéométrie, commerce et histoire

LINE VAN WERSH  
Remarques conclusives : un point de vue depuis le nord-ouest de l'Europe

INÈS PACTAT - MORANA ČAUŠEVIĆ-BULLY - SÉBASTIEN BULLY - ŠIME PEROVIĆ  
RANKO STARAC - BERNARD GRATUZE - NADINE SCHIBILLE

ORIGINES ET USAGES DU VERRE  
ISSU DE QUELQUES SITES ECCLÉSIAUX ET MONASTIQUES  
TARDO-ANTIQUES ET HAUT MÉDIÉVAUX DU LITTORAL NORD CROATE

**Origins and use of glass at late antique and early medieval ecclesiastical and monastic sites  
on the northern Croatian coast**

Istria and the Kvarner archipelago are strategically located on the main maritime trade routes connecting the eastern Mediterranean with the western provinces of the Byzantine Empire in the late antique period, and with Carolingian Europe in the ninth century. Ecclesiastical and monastic institutions played a significant role in the establishment and maintenance of these North Adriatic trade networks, and the archaeological material from these sites is essential for understanding the dynamics of exchange within the medieval Byzantine Empire and beyond. The present contribution discusses the vitreous material recovered from several ecclesiastical and monastic sites in the Kvarner Archipelago dating to the 5<sup>th</sup> to 11<sup>th</sup> centuries CE. 65 glass fragments were analysed by LA-ICP-MS to determine the major, minor and trace element compositions of the glass raw material. Particular attention is given to window glass and lighting devices in context of a comparative multi-site approach to elucidate the chronological and geographical developments in the supply of glass to this region. The data were compared with glass finds from Italy and the Balkans to determine commonalities and/or local specificities.

Le programme de recherche sur les monastères et les sites ecclésiastiques insulaires dans l'archipel du Kvarner du V<sup>e</sup> au XI<sup>e</sup> siècle, conduit depuis 2010 par Morana Čaušević-Bully et Sébastien Bully<sup>1</sup>, a été l'occasion de réévaluer la place du mobilier en verre au sein de ces établissements religieux et l'évolution de ses usages, de l'Antiquité tardive au Moyen Âge central. Il est notamment apparu que le verre à vitre était employé pour clore les ouvertures des églises, et ce au moins dès le VI<sup>e</sup> siècle, comme l'attestent entre autres les sites de Cickini et de Podvršje. L'usage antérieur de verre plat dans l'architecture civile est certainement aussi à considérer si l'on se réfère au contexte de découverte de quelques fragments dans un espace résidentiel élitaires à Mirine-*Fulfinum*, antérieur à la seconde moitié du VI<sup>e</sup> siècle. L'attention spécifique portée à ce type de matériel ces dernières années a permis de renouveler la perception de son usage qui ne semble donc plus aussi rare, comme on a longtemps

pu le penser, autant en Europe de l'Ouest<sup>2</sup> que dans les Balkans<sup>3</sup>. Le verre était également employé, en complément de cet éclairage naturel, sous forme de luminaires, suspendus par des systèmes de chaînettes ou bien simplement posés en des points particuliers des édifices culturels<sup>4</sup>. Quelques exemplaires de ces lampes en verre ont été identifiés à Podvršje<sup>5</sup> et à Martinšćica. Leur typologie ne permet pas toutefois de les identifier avec certitude : si des anses laissent supposer la présence de suspension, les verres à tige creuse peuvent autant servir de lampes que de calices dans la liturgie ou comme simples gobelets dans le cas d'espaces conventuels. La fonction des pièces de vaisselle retrouvées sur ces sites n'est donc pas toujours évidente à établir. L'étude typologique, limitée par une forte fragmentation des artefacts, a été complétée par une approche archéométrique. Des analyses de composition élémentaire ont été entreprises afin de déterminer la nature et l'origine des matières premières utilisées pour la fabrication du verre. Ces recherches s'inscrivent dans un programme plus vaste sur les routes d'approvisionnement en verre en Méditerranée entre le IV<sup>e</sup> et le XII<sup>e</sup> siècle<sup>6</sup>. Ce cadre a favorisé une étude multi-sites, un travail comparatif jamais encore entrepris dans cet espace nord-adriatique. Cette région

\* Inès Pactat: IRAMAT-CEB, Orléans; ines.pactat@gmail.com - Morana Čaušević-Bully Université de Bourgogne-Franche-Comté, UMR Chrono-environnement, Besançon; morana.causevic-bully@univ-fcomte.fr - Sébastien Bully: CNRS-UMR Artheis, Dijon; sebastien.bully@club-internet.fr - Šime Perović: Museum of Ancient Glass, Zadar - Ranko Starac: Pomorski i povijesni muzej Hrvatskog Primorja, Rijeka - Nadine Schibille: CNRS-UMR IRAMAT-CEB, Orléans; nadine.schibille@cnrs-orleans.fr - Bernard Gratuze: CNRS-UMR IRAMAT-CEB, Orléans; gratuze@cnrs-orleans.fr

<sup>1</sup> Les recherches sont menées dans le cadre d'une mission archéologique franco-croate du Ministère des Affaires étrangères de la France et de l'École française de Rome portant sur « Les complexes monastiques et ecclésiastiques de l'archipel du Kvarner ». La mission archéologique bénéficie également du soutien du ministère de la Culture de la Croatie, de la Commune d'Omišalj, de Université de Bourgogne Franche-Comté et des UMR du CNRS Chrono-environnement et ARTEHIS.

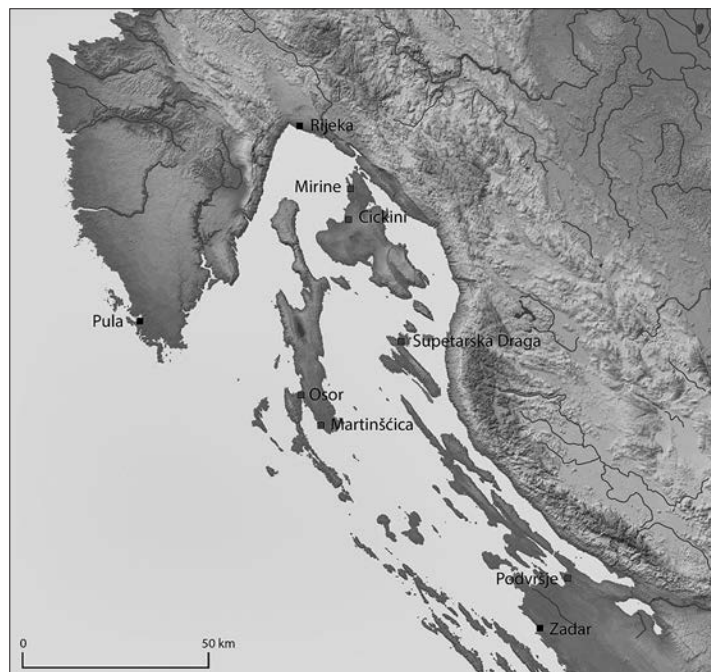
<sup>2</sup> Aa. Vv. 2005 ; Balcon-Berry, Perrot, Sapin 2009.

<sup>3</sup> Milavec 2015.

<sup>4</sup> Chevalier 1999.

<sup>5</sup> Perović 2012.

<sup>6</sup> Programme ERC *GlassRoutes: Mapping the First Millennium Glass Economy*, dirigé par Nadine Schibille, CEB-Iramat, UMR 5060. Ce projet a reçu un financement du Conseil européen de la recherche dans le cadre du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne (accord de subvention 647315, à N.S.).



1. - Répartition des sites ecclésiastiques et monastiques tardo-antiques et haut médiévaux sur le littoral nord croate.

est pourtant stratégique pour la compréhension des communications entre les provinces orientales et occidentales de l'Empire byzantin, puis des effets de l'installation des populations slaves sur le continent à partir du VIII<sup>e</sup> siècle et enfin pour saisir les relations qu'entretient le littoral croate avec l'empire carolingien au IX<sup>e</sup> siècle.

## Sites archéologiques

### *Mirine-Fulfinum (Omišalj, île de Krk)*

Le complexe ecclésial de Mirine – connu et étudié depuis plusieurs décennies – a été érigé sur les marges septentrionales de la ville antique de *Fulfinum*<sup>7</sup>. Il est composé d'une vaste basilique et d'un *atrium* paléochrétiens. La basilique est en bordure d'une nécropole de la fin du III<sup>e</sup>-IV<sup>e</sup> siècle, lotie de deux mausolées au V<sup>e</sup> siècle. L'occupation de l'Antiquité tardive se poursuit à environ 150 m au nord de la basilique avec un complexe architectural identifié comme une *villa*, sur les ruines de laquelle est édifée une petite église entre le IX<sup>e</sup> et le XI<sup>e</sup> siècle. Fouillé depuis 2015 sous la conduite de M. Čaušević-Bully et S. Bully, le complexe architectural associe des structures économiques (presseur à huile, espace de stockage, ustensiles de pêche, scories de forge) à des espaces résidentiels (salle sur hypocauste en bord de mer). Mais surtout, les recherches ont livré un abondant et riche mobilier de l'Antiquité tardive, au nombre duquel on retiendra la découverte exceptionnelle en 2017 d'un peigne

liturgique en ivoire paléochrétien décoré de scènes néotestamentaires<sup>8</sup>. Les fragments de verre à vitre analysés ici proviennent de la *villa* suburbaine ; le verre appartenait à des couches stratigraphiques qui contenaient également un abondant mobilier monétaire, céramique et amphorique renvoyant à quatre phases d'occupation entre la fin du IV<sup>e</sup> et le VII<sup>e</sup> siècle.

### *Cickini (île de Krk)*

Située au nord-ouest de l'île de Krk, à proximité immédiate d'une voie majeure de l'île de Krk reliant ses deux chefs-lieux de cité – *Fulfinum* (Mirine) et *Curicum* (Krk) –, le complexe de Cickini fait l'objet d'une fouille systématique depuis 2002 sous la direction de R. Starac<sup>9</sup>. Ce complexe associe une église et des constructions à vocations résidentielles et économiques, dont le statut reste à préciser, entre un monastère et une résidence élitaires ou ecclésiales. L'église a été édifée à la fin du V<sup>e</sup>-début du VI<sup>e</sup> siècle sur le plan d'une croix latine ; elle est dotée dès l'origine d'annexes et d'un narthex, puis d'un baptistère. Des rénovations ont été réalisées à la fin du VI<sup>e</sup> siècle, avant qu'un incendie, selon R. Starac, n'inflige d'importants dommages au cours de la première moitié du VII<sup>e</sup> siècle. La nef fut alors réduite de moitié et l'édifice restreint fonctionna encore pendant un certain temps puisque des traces d'occupation au VIII<sup>e</sup> et au début du IX<sup>e</sup> siècle sont également perçues à travers le mobilier. Dix pièces de verre plat grugées et naturellement teintées (vert clair, vert olive, vert foncé, bleuâtre) ont été étudiées et analysées par spectrométrie de masse. Ce mobilier a été découvert le long du parement extérieur de l'abside outrepassée du *salutatorium* du bâtiment résidentiel à proximité de l'église.

### *Supetarska Draga (île de Rab)*

L'église Saint-Pierre de Supetarska Draga est située au fond d'une ria de l'île de Rab. Construite dans la seconde moitié du XI<sup>e</sup> siècle, la basilique à trois nefs et triple abside appartenait à un monastère bénédictin dont il ne subsiste aujourd'hui que peu de vestiges. Les sondages archéologiques réalisés par R. Starac en 2016 et 2017 sur le parvis de l'abbatiale ont révélé des tombes médiévales installées dans des niveaux de démolition d'une construction antérieure. La faible surface fouillée ne permet pas de se prononcer avec assurance sur la nature de l'occupation antérieure au monastère, mais le contexte topographique du site laisse supposer aux chercheurs qu'il pourrait s'agir d'une *villa* du Haut-Empire, probablement toujours occupée durant l'Antiquité tardive. Les deux fragments de verre à vitre analysés dans le cadre de cette étude proviennent des niveaux de démolition-abandon de la supposée *villa*<sup>10</sup>.

<sup>8</sup> Čaušević-Bully *et alii* 2019a ; Čaušević-Bully, Bully 2020a.

<sup>9</sup> Starac 2004 ; Starac 2014 ; Čaušević-Bully, Bully, Starac 2017.

<sup>10</sup> En remerciant R. Starac pour la communication orale de ses recherches, non encore publiées.

<sup>7</sup> Čaušević-Bully, Valent 2015 ; Čaušević-Bully 2014.

*Martinšćica (île de Cres)*

Martinšćica est considéré comme l'un des complexes ecclésiastiques majeurs de l'archipel du Kvarner pour les périodes de l'Antiquité tardive et du haut Moyen Âge<sup>11</sup>. Des prospections et des relevés topographiques, puis des fouilles archéologiques conduites par M. Čaušević-Bully et S. Bully, ont révélé son implantation sur une *villa* maritime antique et tardo-antique établie dans une crique de l'île de Cres. Le mobilier en verre analysé provient de plusieurs secteurs du site, non contemporains. Quatre verres plats soufflés vert clair (Mart-01 à -04) ont été mis au jour lors d'un sondage au niveau d'un bâtiment (L) de la *villa* du Haut-Empire, principalement dans une couche scellant la dernière phase d'occupation de l'Antiquité tardive. Les autres échantillons proviennent de la grande église paléochrétienne. Deux éléments de vaisselle (Mart-24 et -25) ont été découverts au niveau de l'avant-chœur, tandis que le reste du corpus étudié provient du chevet de l'abside. Certains des fragments de verre plat ont été volontairement retouchés à la pince à gruger afin d'être insérés dans une composition de type vitrail-mosaïque, c'est-à-dire un assemblage non figuratif et dépourvu de peinture. À l'instar des autres ensembles de verres architecturaux du littoral, les formes sont géométriques et relativement simples. La matière n'a pas été volontairement colorée. Les teintes vert clair ou bleutées sont simplement dues aux impuretés contenues dans les matières premières, en particulier dans le sable.

*Podvršje (Dalmatie centrale)*

Les recherches menées par A. Uglešić cette dernière décennie à Podvršje, au nord-est de Zadar, ont permis de révéler les vestiges d'un important complexe religieux et funéraire paléochrétien. Une première basilique à nef unique fut bâtie au milieu ou au cours de la seconde moitié du V<sup>e</sup> siècle. Une première annexe, interprétée comme un probable *diakonikon*, fut édiflée au sud de l'église, accolée au chœur. Un baptistère lui est contigu. Vers le milieu du VI<sup>e</sup> siècle, une seconde église fut élevée le long du mur nord de la basilique primitive et également dotée d'une abside semi-circulaire. Parmi le mobilier recueilli sur le site, plus de 700 fragments de verre attestent l'usage de ce matériau à la fois pour vitrer les ouvertures des bâtiments, éclairer les intérieurs et éventuellement comme vaisselle liturgique<sup>12</sup>. Š. Perović a ainsi reconnu une quarantaine de fragments de verre creux, le reste étant des éléments de verre à vitre<sup>13</sup>. Les dix fragments de verre plat analysés dans le cadre de cette étude proviennent des deux absides, du mur séparant les deux églises et du baptistère. Ces éléments étaient peut-être associés au transenne également découvert sur le site, mais rien ne permet d'identifier le

système de montage des verres architecturaux en l'état de nos connaissances actuelles<sup>14</sup>.

*Osor (île de Cres)*

La cité antique, connue sous le nom d'*Apsorum*, occupe une petite péninsule entre les îles de Cres et de Losinj. Elle accueillit un évêché durant l'Antiquité tardive et un monastère bénédictin, Saint-Pierre, aurait été fondé au début du XI<sup>e</sup> siècle par saint Gaudentius, évêque de la cité. Saint-Pierre d'Osor jouit d'une tradition historiographique lui attribuant une place centrale dans la diffusion des grandes réformes ecclésiastiques sur la côte adriatique croate. Les recherches historiques actuelles tendent à relativiser l'importance du monastère, quand bien même les recherches archéologiques menées entre 2006 et 2017 par S. Bully, M. Čaušević-Bully, I. Marić et M. Jurković ont révélé un vaste établissement et une topographie monastique complexe<sup>15</sup>. L'église abbatiale à trois nefs et triple abside, bien datée du début du XI<sup>e</sup> siècle, est décorée d'une riche sculpture renvoyant à des modèles de la côte adriatique italienne. Elle succède à un premier édifice cultuel des VIII<sup>e</sup>-IX<sup>e</sup> siècles. Deux éléments de vitrail en verre vert clair ont été analysés dans le cadre de cette étude. Ils sont datés en stratigraphie entre le XI<sup>e</sup> et le XIV<sup>e</sup> siècle. Ces verres plats auraient pu être originellement enchâssés dans des transennes en calcaire, puisque deux fragments retrouvés sur le site présentent des rainures internes.

**Corpus**

Ce sont donc au total 65 fragments de verre, datés du V<sup>e</sup> aux XI<sup>e</sup>-XIV<sup>e</sup> siècles, qui ont été analysés dans le cadre de cette étude, avec une majorité d'individus antérieurs au IX<sup>e</sup> siècle (tab. 1). Le corpus est essentiellement composé de fragments de verre plat avec 50 individus. Tous paraissent avoir été mis en forme par soufflage d'une paraison en manchon ou cylindre, bien que la fragmentation de certains échantillons limite l'observation des critères distinctifs<sup>16</sup>. Aucun n'est peint, ni volontairement teinté, et tous arborent donc une coloration dite naturelle, due exclusivement à la présence d'impuretés dans les matières premières utilisées. Le panel de teintes couvre ainsi diverses nuances de vert et de bleu. Les bords de certains fragments de verre plat ont été retouchés grâce à une pince à gruger afin de parfaire leur forme après une première découpe à chaud et faciliter leur insertion dans un système de fixation. Malheureusement, nous n'avons que peu d'indices sur la structure éventuelle des baies clôturées et les matériaux utilisés. Seuls des restes de transennes en calcaire rainurées, retrouvés à Osor et à Podvršje, pourraient éventuellement correspondre à un tel dispositif destiné à recevoir ces fragments de verre plat.

<sup>11</sup> Čaušević-Bully, Bully 2019b ; Čaušević-Bully, Bully 2020b.

<sup>12</sup> Antonaras 2010 ; Keller, Lindblom 2008, 333-334 ; Whitehouse 1997, 107.

<sup>13</sup> Perović 2012.

<sup>14</sup> Uglešić 2017.

<sup>15</sup> Bully *et alii* 2015.

<sup>16</sup> Foy, Fontaine 2008.



Echantillon	Typologie	%											ppm										
		Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cl	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CuO	PbO	SrO	ZrO <sub>2</sub>	CoO	Rb <sub>2</sub> O	SnO <sub>2</sub>	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	HfO <sub>2</sub>
<b>Verres au natron - Groupe HIMT</b>																							
Mart-01	vitre	17,2	0,95	2,68	67,67	0,03	1,18	0,30	5,38	0,39	1,39	2,15	35	7	534	271	9	5	1	1	4774	12	5
Mart-04	vitre	17,1	0,89	2,54	68,40	0,03	1,05	0,30	5,15	0,39	1,37	2,12	36	6	509	270	9	5	1	0	4969	12	5
Mart-16	vitre	18,9	0,85	2,77	67,37	0,00	1,13	0,07	4,40	0,51	1,75	2,00	54	4	426	340	16	6	1	0	853	12	7
Mart-23	vaisselle	18,2	0,85	2,49	65,99	0,11	0,89	0,52	7,33	0,28	1,85	1,25	105	159	655	212	25	6	14	8	295	13	4
Miri-01	vitre	17,6	0,84	2,66	68,24	0,04	0,83	0,40	5,44	0,43	1,37	1,65	25	5	469	291	9	6	1	0	3109	12	6
Miri-03	vitre	19,0	0,77	2,24	66,50	0,07	1,06	0,40	6,75	0,23	1,53	1,25	41	36	549	165	9	6	4	3	288	11	3
Miri-05	vitre	18,8	0,77	2,28	66,60	0,07	1,01	0,39	6,67	0,24	1,69	1,27	46	37	530	175	10	6	4	4	287	11	3
<b>Verres au natron - Groupe Foy 2.1</b>																							
Cick-02	vitre	17,3	0,98	2,60	66,85	0,09	0,91	0,57	8,13	0,14	0,84	1,32	51	56	745	107	6	8	6	505	294	10	2
Cick-03	vitre	17,4	1,34	2,83	64,23	0,27	0,87	0,94	7,16	0,16	3,20	1,30	143	162	691	115	36	10	6	102	259	16	2
Cick-05	vitre	14,6	0,82	2,36	70,47	0,07	0,84	0,49	8,56	0,13	0,79	0,62	25	29	716	104	4	8	4	541	206	9	2
Cick-06	vitre	16,9	0,86	2,51	67,35	0,07	0,81	0,57	8,59	0,14	0,83	1,13	34	40	743	110	6	9	6	263	254	10	2
Cick-07	vitre	16,3	1,32	2,77	65,14	0,15	0,74	0,84	9,65	0,16	1,26	1,34	84	129	981	119	14	9	15	179	335	10	2
Cick-09	vitre	16,9	0,96	2,29	66,84	0,11	0,87	0,63	8,86	0,12	0,81	1,38	65	146	843	90	7	7	18	274	322	9	2
Cick-10	vitre	16,1	0,95	2,31	69,08	0,09	0,84	0,47	7,55	0,15	1,26	1,01	42	37	703	118	8	7	4	20	370	11	2
Mart-05	vitre	17,2	1,03	2,81	66,22	0,21	0,82	0,88	8,60	0,12	1,05	0,59	650	1497	656	83	62	10	774	193	271	9	2
Mart-06	vitre	17,6	0,84	2,28	67,46	0,04	0,92	0,44	8,00	0,13	0,78	1,33	41	21	725	98	7	8	2	10	331	10	2
Mart-08	vitre	17,6	0,85	2,35	67,22	0,04	0,91	0,45	8,11	0,14	0,80	1,37	39	19	743	105	7	8	2	6	333	10	2
Mart-09	vitre	16,2	0,98	2,48	68,27	0,21	0,85	0,86	8,23	0,13	0,92	0,50	552	1209	621	86	44	9	567	197	267	9	2
Mart-10	vitre	16,5	1,20	2,55	66,43	0,21	0,75	0,96	8,36	0,15	0,99	1,66	64	56	868	121	10	10	8	72	399	10	3
Mart-11	vitre	16,5	1,23	2,52	66,19	0,23	0,76	1,00	8,39	0,15	1,04	1,73	65	59	863	117	10	10	9	76	402	10	2
Mart-12	vitre	16,9	0,74	2,36	68,92	0,07	0,91	0,45	7,44	0,13	1,25	0,72	34	10	582	103	8	8	1	0	208	10	2
Mart-14	vaisselle	18,4	1,14	2,41	64,99	0,09	0,85	0,52	8,75	0,14	0,93	1,51	115	68	895	107	9	7	11	82	410	9	2
Mart-17	vitre	18,2	0,91	2,50	66,27	0,02	0,88	0,36	8,11	0,14	0,84	1,55	45	15	853	99	7	8	2	0	347	9	2
Mart-19	vitre	16,7	1,26	2,56	66,27	0,21	0,76	0,95	8,27	0,15	1,01	1,64	62	61	850	120	11	10	8	79	383	10	2
Mart-21	vitre	17,5	1,18	2,69	65,57	0,13	1,01	0,69	8,25	0,15	0,98	1,58	63	88	754	112	9	8	15	127	324	9	2
Mart-22	vitre	17,7	1,19	2,64	65,08	0,16	0,81	0,65	8,74	0,15	1,08	1,53	60	49	866	114	11	9	6	310	387	11	2
Miri-02	vitre	19,3	0,73	2,14	67,40	0,05	1,16	0,39	6,54	0,11	0,64	1,33	50	27	502	81	8	7	3	25	382	8	2
Miri-04	vitre	16,8	1,29	2,86	64,72	0,15	0,86	0,71	9,43	0,16	1,07	1,71	71	115	889	117	11	9	16	417	326	10	2
Podv-01	vitre	19,2	0,81	2,32	65,83	0,07	1,02	0,51	8,36	0,12	0,75	0,79	28	26	713	103	7	7	4	17	262	9	2
Podv-02	vitre	20,3	0,63	2,11	66,26	0,05	0,94	0,38	7,13	0,11	0,64	1,32	24	12	608	95	9	6	5	0	298	9	2
Podv-03	vitre	19,0	1,07	2,40	64,52	0,11	0,92	0,61	8,81	0,12	0,89	1,28	75	95	874	94	7	7	10	129	308	9	2
Podv-04	vitre	17,8	1,05	2,58	65,68	0,14	0,91	0,69	8,19	0,15	1,04	1,58	112	68	813	117	12	8	9	18	411	10	2
Podv-05	vitre	19,0	1,02	2,62	64,77	0,11	0,89	0,68	8,00	0,13	0,92	1,57	73	193	854	99	11	9	17	237	373	10	2
Podv-06	vitre	18,7	1,06	2,35	64,48	0,11	0,90	0,61	8,93	0,12	0,89	1,60	83	84	894	93	7	7	9	117	346	9	2
Podv-07	vitre	17,8	1,02	2,55	65,86	0,13	0,82	0,67	8,39	0,15	1,00	1,35	89	67	821	116	11	8	10	60	376	10	2

<b>Podv-08</b>	vitre	18,8	1,07	2,34	64,19	0,12	0,92	0,62	9,02	0,13	0,91	1,60	83	90	918	99	7	7	10	125	358	10	2
<b>Podv-09</b>	vitre	19,2	1,03	2,60	64,84	0,11	0,91	0,67	7,75	0,13	0,93	1,58	72	185	787	98	11	9	16	296	377	10	2
<b>Podv-10</b>	vitre	19,2	1,03	2,63	64,77	0,11	0,92	0,67	7,77	0,13	0,93	1,60	72	190	790	98	11	9	16	293	375	10	2
<b>Podv-11</b>	lampe	17,7	1,24	2,64	64,84	0,14	0,82	0,70	8,78	0,14	1,19	1,57	62	80	906	112	13	9	8	279	356	11	2
<b>Podv-16</b>	lampe	17,7	1,04	2,52	66,21	0,15	0,67	0,75	8,30	0,13	0,87	1,38	48	59	812	111	7	10	6	190	312	10	2
<b>Podv-17</b>	lampe	17,2	1,07	2,69	66,69	0,15	0,76	0,81	7,64	0,14	1,04	1,58	82	108	804	127	14	10	9	43	441	11	3
<b>Podv-19</b>	lampe	18,1	0,85	2,13	68,39	0,04	0,94	0,43	7,02	0,10	0,66	1,12	23	5	641	86	7	6	1	0	302	9	2
<b>Supe-01</b>	vitre	17,5	0,83	2,16	67,32	0,08	0,87	0,54	8,29	0,12	0,88	1,25	45	38	771	92	6	7	6	157	279	9	2
<b>Supe-02</b>	vitre	17,9	0,80	2,15	67,83	0,07	0,77	0,57	8,03	0,11	0,77	0,77	31	23	699	87	4	6	4	78	226	9	2
<b>Verres au natron - Groupe Foy 3.2</b>																							
<b>Mart-02</b>	vitre	17,4	0,60	1,97	70,70	0,03	1,26	0,34	6,29	0,10	0,53	0,66	9	2	520	74	7	6	1	0	240	8	2
<b>Mart-13</b>	vitre	15,7	0,53	1,90	71,38	0,04	0,85	0,40	7,09	0,09	0,63	1,20	20	7	614	72	12	6	1	0	384	9	1
<b>Verres au natron - Groupe Levantine 1 (type Apollonia)</b>																							
<b>Cick-01</b>	vitre	15,9	0,85	3,21	66,12	0,10	0,61	0,66	11,76	0,09	0,57	0,02	7	9	699	65	3	10	1	0	249	10	1
<b>Mart-07</b>	vitre	15,2	0,59	3,08	70,34	0,11	0,68	0,68	8,55	0,09	0,50	0,02	6	0	475	68	2	11	0	0	361	9	1
<b>Mart-15</b>	vitre	16,0	0,61	3,24	68,99	0,12	0,65	0,79	8,77	0,09	0,55	0,02	7	2	467	62	2	11	0	1	352	8	1
<b>Mart-18</b>	vitre	15,8	0,59	3,16	69,55	0,12	0,65	0,74	8,61	0,09	0,54	0,02	6	3	469	65	2	11	0	1	357	9	1
<b>Mart-20</b>	vitre	15,6	0,61	3,09	70,03	0,11	0,69	0,73	8,40	0,09	0,50	0,02	7	4	466	66	2	11	0	0	345	9	1
<b>Podv-12</b>	lampe	15,4	0,75	3,08	67,82	0,11	0,92	0,61	10,48	0,08	0,57	0,05	27	39	649	53	4	9	3	24	281	9	1
<b>Podv-18</b>	lampe	14,9	0,73	3,13	68,32	0,11	0,77	0,73	10,61	0,08	0,49	0,02	8	9	741	66	3	12	1	0	260	10	1
<b>Podv-20</b>	lampe	15,3	0,85	3,02	67,60	0,09	0,83	0,53	11,02	0,08	0,50	0,02	5	5	593	57	2	8	1	2	245	9	1
<b>Groupe Magby</b>																							
<b>Cick-04</b>	vitre	17,8	1,75	1,55	66,80	0,33	1,03	1,24	8,19	0,15	0,87	0,11	13	17	662	92	4	5	2	31	169	6	2
<b>Cick-08</b>	vitre	16,8	1,82	1,61	67,15	0,38	0,96	1,31	8,66	0,16	0,87	0,12	15	21	744	102	4	5	2	39	176	7	2
<b>Podv-13</b>	lampe	18,9	1,70	1,98	64,66	0,28	0,56	1,23	9,21	0,17	0,97	0,17	17	32	740	124	7	7	2	59	197	8	3
<b>Podv-15</b>	lampe	19,0	1,79	2,06	63,89	0,28	0,58	1,30	9,48	0,19	1,05	0,15	17	25	745	145	7	7	2	53	188	8	3
<b>Verres recyclés ou pollués</b>																							
<b>Mart-03</b>	vitre	14,9	0,60	3,00	67,09	0,24	0,53	1,64	9,73	0,11	0,71	1,19	341	74	550	80	17	20	5	5	731	10	2
<b>Podv-14</b>	lampe	15,6	0,89	2,90	68,11	0,15	0,85	0,80	9,43	0,10	0,69	0,23	86	184	636	74	7	10	26	256	268	9	2
<b>Outlier</b>																							
<b>Podv-21</b>	verre à pied	18,4	1,26	2,10	68,97	0,23	0,92	0,82	5,94	0,18	0,91	0,09	7	4	500	142	4	5	1	1	162	8	3
<b>Verres sodiques aux cendres de plantes</b>																							
<b>Mart-24</b>	vaisselle	13,2	2,44	2,38	67,25	0,31	0,81	2,14	9,16	0,13	1,03	0,79	550	1072	595	99	14	19	94	384	288	8	2
<b>Mart-25a</b>	vaisselle	12,2	3,19	2,10	67,15	0,33	0,81	2,33	9,72	0,09	0,69	1,03	1724	263	601	51	8	16	33	109	267	8	1
<b>Mart-25b</b>	vaisselle	11,9	3,03	2,11	66,50	0,36	0,69	2,33	9,34	0,09	1,11	1,03	13168	356	617	53	8	18	43	160	277	8	1
<b>Osor-01</b>	vitre	11,3	2,21	2,14	70,37	0,41	1,06	2,18	7,36	0,12	0,66	2,01	18	9	574	57	7	12	1	0	411	8	1
<b>Osor-02</b>	vitre	11,8	3,24	0,83	70,01	0,23	0,88	1,82	9,41	0,07	0,51	1,09	30	7	550	121	7	13	2	0	116	4	2

Tab. 1. Résultats des analyses physico-chimiques réalisées par LA-ICP-MS.

Quant aux quinze échantillons restant, il s'agit de fragments de verre creux. Certains peuvent être rapprochés de différents modèles de lampes byzantines et islamiques. Ainsi, l'élément Podv-11 est un lampion cylindrique muni de trois anses disposées sur le bord, tandis que les échantillons Podv 12 à 14 appartiennent à des luminaires à trois anses accolées sur la panse de l'objet<sup>17</sup>. La morphologie de ces objets n'a pu être restituée. Les bords adoucis Podv-14 à 18 et les fonds concaves Podv-19 et 20 peuvent autant appartenir à des verres à boire qu'à des luminaires, sachant qu'une même forme pouvait avoir plusieurs fonctions. Il en est de même pour la base discoïdale Podv-21 d'un verre à tige creuse de type Isings 111. Ces luminaires et ces verres à boire mis au jour à Podvršje sont datés par leur typologie et leur contexte de découverte des V<sup>e</sup>-VI<sup>e</sup> siècles. Un autre type de luminaire, cette fois-ci plus tardif, est évoqué par la découverte de la base aplatie d'une anse rapportée à Martinšćica (Mart-24) : il s'agirait d'un élément de lampe globulaire à ouverture évasée, aussi appelée « lampe de mosquée », aussi bien répandue à partir du XI<sup>e</sup> siècle dans les établissements chrétiens que musulmans. Enfin, les éléments de verre creux Mart-14, 23 et 25 n'ont pu être rapprochés d'une forme connue et n'ont été sélectionnés que pour servir de comparaison aux verres plats retrouvés dans les mêmes contextes.

## Méthodologie

Les analyses de composition élémentaire ont été réalisées au Centre Ernest Babelon (Iramat-UMR 5060), à Orléans, en utilisant un spectromètre de masse couplée à une torche plasma<sup>18</sup>. Cette technique est considérée comme non destructive puisque l'ablation de matière réalisée par laser est invisible à l'œil nu, avec un diamètre inférieur à 100 µm. Elle ne nécessite en outre aucune préparation de l'échantillon puisqu'une pré-ablation est réalisée afin d'assurer l'analyse sur une partie saine de la matière (fig. 2). Grâce à cette méthode d'analyse, la quasi-totalité des éléments majeurs, mineurs et traces qui composent le verre peuvent être identifiés et quantifiés, soit 58 éléments chimiques. Cette précision nous offre la possibilité de travailler sur les recettes mises en œuvre pour fabriquer ce matériau de synthèse, mais également de déterminer dans certains cas l'origine géographique des matières premières et notamment de la source de silice. En effet, dans le cas des verres au natron, la concentration de certains éléments, essentiellement mineurs et traces, constitue une véritable « empreinte chimique » du sable qu'il est presque impossible de retrouver en deux points du globe.

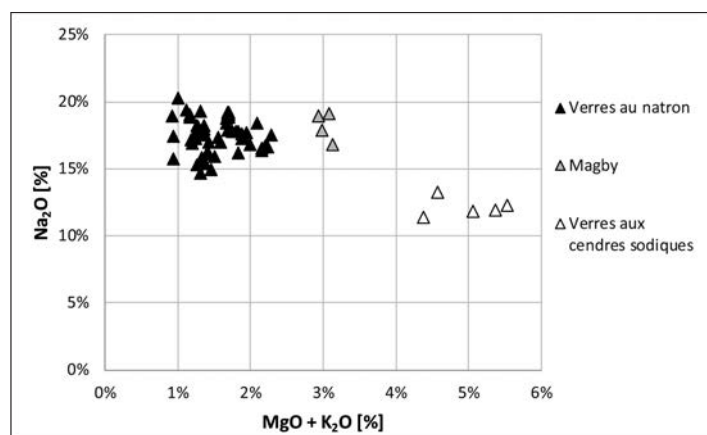
## Résultats

Les premières interprétations des résultats des analyses physico-chimiques ont consisté à identifier les recettes mises



2. - Cellule d'analyse avec une partie des verres plats croates analysés.

en œuvre pour la fabrication des verres. Les teneurs de certains composants majeurs et mineurs, tels la soude ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), la potasse ( $\text{K}_2\text{O}$ ), la chaux ( $\text{CaO}$ ) ou la magnésie ( $\text{MgO}$ ), permettent un premier classement des échantillons selon la nature du fondant. Il est en effet considéré que, durant l'Antiquité et le Moyen Âge, la production du verre ne repose sur la fusion que de deux ingrédients principaux : un agent vitrifiant (la silice) et un agent fondant abaissant la température de fusion du premier. Il est supposé que l'agent stabilisant, généralement la chaux, est introduit fortuitement par les deux autres composants. Dans le cas des verres croates analysés, la majorité a été fabriquée à partir d'un fondant minéral sodique, de type natron (fig. 3). 57 échantillons appartiennent à cette famille, tandis que quatre autres se distinguent par un ratio  $\text{MgO}+\text{K}_2\text{O}$  supérieur à 4 %, associées à un taux élevé de soude. Ce sont là les caractéristiques de verres sodiques aux cendres de plantes. Un groupe intermédiaire (groupe Magby) est également apparu et fera l'objet d'un traitement à part.



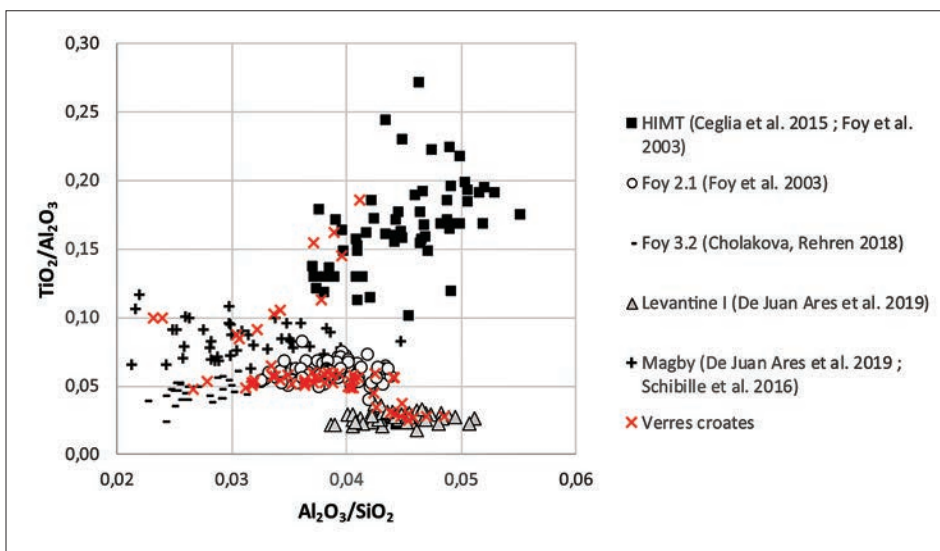
3. - Diagramme des teneurs en soude ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) en fonction du rapport  $\text{MgO}+\text{K}_2\text{O}$  montrant les grandes familles chimiques des verres.

<sup>17</sup> Perović 2012, fig. 5-6.

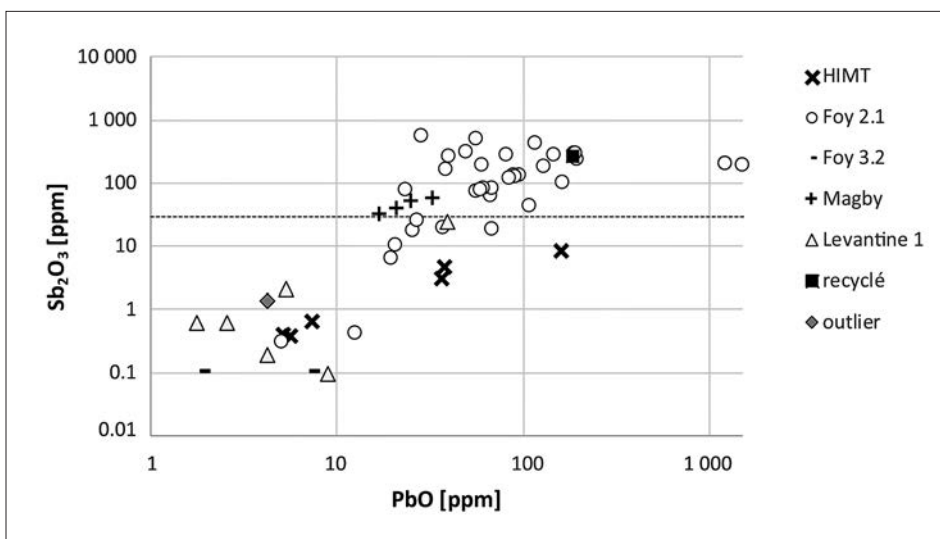
<sup>18</sup> Gratuze 2016.

### Verres au natron

Les verres à fondant minéral sodique étudiés se répartissent en quatre groupes chimiques déjà connus et définis dans la littérature : HIMT<sup>19</sup>, Foy 2.1, Foy 3.2<sup>20</sup> et Levantine 1<sup>21</sup> (fig. 4). La majorité des verres analysés correspond au groupe dit Foy 2.1 et présente divers degrés de recyclage (fig. 5). Ce type de verre est caractérisé par des teneurs élevées en manganèse, en fer, en titane et en zirconium. Les taux d'antimoine supérieurs à 30 ppm ou de plomb supérieurs à 100 ppm indiquent qu'une portion de verre recyclé (ou groisil) a été incorporé au mélange<sup>22</sup> (fig. 5). En effet, ces éléments ne sont pas présents naturellement dans les matières premières et ne peuvent avoir été introduits que volontairement pour modifier l'aspect du matériau (coloration, décoloration ou opacification). Les quelques blocs de verre brut appartenant au groupe Foy 2.1 et retrouvés dans le sud de la France présentent des teneurs en cuivre, en plomb et en antimoine supérieures à 100 ppm, indiquant l'introduction de groisil dès la fusion primaire des matières premières<sup>23</sup>. Ce recyclage pouvait toutefois aussi avoir lieu dans les ateliers secondaires. Un échantillon (Podv-14) est également issu du mélange de plusieurs sortes de verre, avec une prédominance de verre Levantine 1. Le verre à tige creuse et à pied refoulé Podv-21 se distingue des autres verres à fondant minéral sodique par des teneurs élevées en soude, en magnésium, en titane, en zirconium et en strontium, mais par de faibles taux de chaux, d'alumine et de manganèse. Il présente certains traits des productions égyptiennes tardives (groupes Egypt 1 et 2), sans toutefois en posséder toutes les caractéristiques : nous le considérons donc comme un cas isolé (*outlier*). Enfin, le verre au natron Mart-03 a sans doute été pollué par des cendres ou les fumées du foyer d'après ses taux de potasse (1,64 %  $K_2O$ ) et de phosphore (0,24 %  $P_2O_5$ ), non corrélés à une augmentation de celui de magnésium. Par ailleurs, il ne présente aucun indice de recyclage de groisil. Nous ne considérons donc pas cet échantillon dans l'interprétation des résultats.



4. - Comparaison des rapports  $TiO_2/Al_2O_3$  et  $Al_2O_3/SiO_2$  des verres croates avec ceux des groupes chimiques au natron HIMT, Foy 2.1, Foy 3.2, Levantine 1 et Magby.



5. - Diagramme des teneurs en antimoine ( $Sb_2O_3$ ) en fonction de celles en plomb (PbO) des verres au natron et Magby, figurant l'usage de verre recyclé.

Sept verres croates analysés dans le cadre de cette étude ont été mis en forme en refondant de la matière brute d'origine égyptienne. Le groupe HIMT (*High Iron Manganese Titanium*) désigne en effet une production primaire que l'on suppose sise en Égypte d'après les teneurs élevées de certains éléments mineurs et traces – notamment le titane (fig. 6), le fer et le zirconium – qui seraient caractéristiques des sables de cette région<sup>24</sup>. La présence d'oxyde de manganèse (MnO) à des taux supérieurs à 1 %, avec une moyenne ici de 1,7 %, est également un critère distinctif. Longtemps considéré comme un ajout volontaire pour atténuer le pouvoir colorant des impuretés naturellement

<sup>19</sup> Freestone *et alii* 2018.

<sup>20</sup> Foy *et alii* 2003.

<sup>21</sup> Phelps *et alii* 2016.

<sup>22</sup> Brem, Degryse 2014 ; Paynter, Jackson 2016.

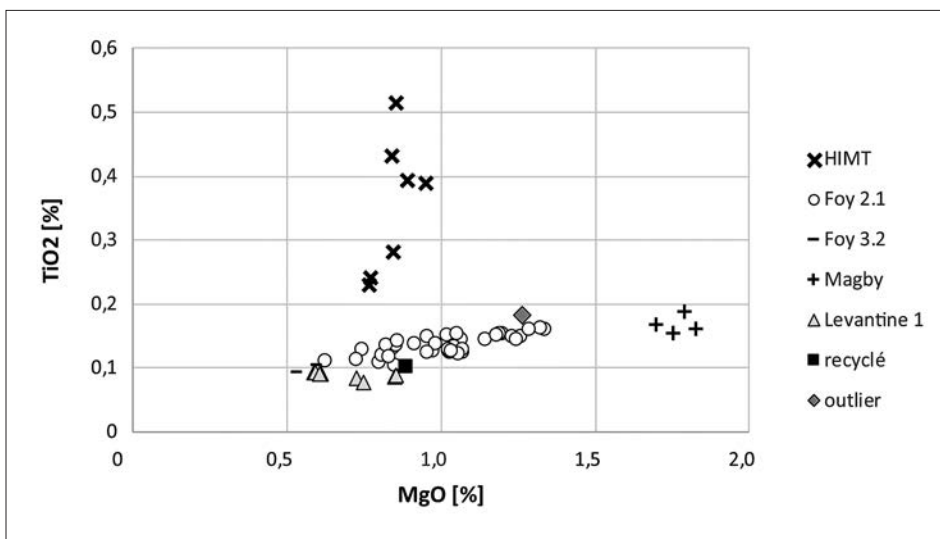
<sup>23</sup> Foy *et alii* 2003, 56.

<sup>24</sup> Freestone *et alii* 2018 ; Nenna 2014.

présentes dans le sable, le rôle du manganèse dans les verres HIMT a été récemment réévalué et il est désormais présumé que cet élément a été introduit avec un minerai de fer pour au contraire colorer la matière brute. Cette coloration volontaire, dont résulte une teinte vert olive prononcée, aurait permis de faire la distinction entre le verre brut d'origine égyptienne et celui provenant de la côte syro-palestinienne. La refonte des verres HIMT ne nécessite pas des températures aussi élevées que leurs homologues levantins, ce qui aurait un impact significatif sur la quantité de combustible nécessaire, le temps de chauffe et la facilité de travail de la matière<sup>25</sup>. La très large diffusion des verres HIMT dans tout l'Empire romain à partir de la seconde moitié du IV<sup>e</sup> siècle<sup>26</sup> et leur utilisation pour des productions diverses, de la vaisselle au verre à vitre, tendent à démontrer le succès qu'eut cette production primaire pendant plus d'un siècle auprès des ateliers secondaires<sup>27</sup>. Il n'est donc guère étonnant d'en retrouver quelques exemplaires dans l'archipel du Kvarner.

Les verres HIMT ne sont pas les seuls pour lesquels une origine égyptienne est présumée. La démonstration a également été faite pour le groupe Foy 3.2<sup>28</sup>, initialement définie comme levantine par Foy *et alii*<sup>29</sup>. Cette production primaire est notamment caractérisée par de faibles teneurs en alumine et un pourcentage de silice plus élevé que les autres groupes chimiques de la seconde moitié du premier millénaire de notre ère. Le mobilier concerné est daté entre la fin du IV<sup>e</sup> et le début du VI<sup>e</sup> siècle et trace une aire de répartition du nord de l'Afrique à la Grande-Bretagne, en passant par le sud de la France et les Balkans<sup>30</sup>. Deux fragments de verre à vitre du corpus (Mart-02 et Mart-13) appartiennent à ce groupe chimique.

Une certaine filiation est envisagée entre les groupes Foy 3.2 et Foy 2.1<sup>31</sup> par Cholakova et Rehren<sup>32</sup> qui ont conclu à l'introduction d'une part conséquente de verres du premier groupe lors de la fabrication des verres du second dans une phase tardive. Le groupe Foy 2.1 apparaîtrait en effet dès la fin du V<sup>e</sup> siècle et serait utilisé jusque dans la seconde moitié du VII<sup>e</sup> siècle, voire au début du VIII<sup>e</sup> siècle, avec une prépondérance au VI<sup>e</sup> siècle<sup>33</sup>. La localisation de cette production primaire en Égypte est basée



6. - Diagramme des teneurs en titane (TiO<sub>2</sub>) en fonction de celles en magnésium (MgO) des verres au natron et Magby.

sur les mêmes critères que les verres HIMT, soit des teneurs importantes en titane et en zirconium liées à la source de silice et a été récemment confirmée par les isotopes de l'hafnium<sup>34</sup>. Bien que les taux de fer et de manganèse soient également élevés, à l'instar de ceux des verres HIMT, le même procédé de coloration visant à distinguer la source de verre brut n'a pas été démontré, d'autant que les verres du groupe Foy 2.1 arborent une plus grande diversité de teintes, du verdâtre au vert foncé. 37 échantillons croates ont été rattachés à ce groupe. Il s'agit de verres à vitre et de vaisselles ou de luminaires des sites de Podvršje, Mirine-Fulfinum, Cickini, Martinšćica et Supetarska Draga. Seuls dix verres du groupe Foy 2.1 sont exempts de traces de recyclage, avec des taux d'antimoine et de plomb respectivement inférieurs à 30 et 100 ppm (fig. 5). Une part de verre brisé plus ou moins importante a donc été recyclée, soit lors de la fusion primaire du sable et du natron<sup>35</sup>, soit lors de la refonte du matériau dans les officines secondaires. La contemporanéité des contextes de découverte des verres du groupe Foy 2.1 avec ou sans indice de recyclage ne nous permet pas d'interpréter chronologiquement ce phénomène sur la seule base de ce mobilier. Parmi les individus de ce groupe chimique, l'échantillon Cick-03 se distingue par un taux en oxyde de fer supérieur à 3 % qui permet de le rapprocher d'un sous-groupe de cette production primaire égyptienne (Foy 2.1 *high Fe*)<sup>36</sup>.

Cependant, les verres au natron d'origine égyptienne ne constituent pas la totalité du corpus à cette période puisque, des mêmes contextes des VI<sup>e</sup>-VII<sup>e</sup> siècles, proviennent également des verres levantins. Ceux-ci sont définis par un sable relativement exempt d'impuretés et des teneurs en chaux et en alumine plus importantes que celles des précédents groupes (fig. 4). En revanche, les taux de soude sont plus faibles, avec une moyenne

<sup>25</sup> Freestone *et alii* 2018, 183-184.

<sup>26</sup> De Juan Ares *et alii* 2019a, fig. 5.

<sup>27</sup> Freestone *et alii* 2018.

<sup>28</sup> Cholakova, Rehren 2018 ; Schibille *et alii* 2016.

<sup>29</sup> Foy *et alii* 2003.

<sup>30</sup> Voir les références dans Milavec, Šmit 2020.

<sup>31</sup> Foy *et alii* 2003.

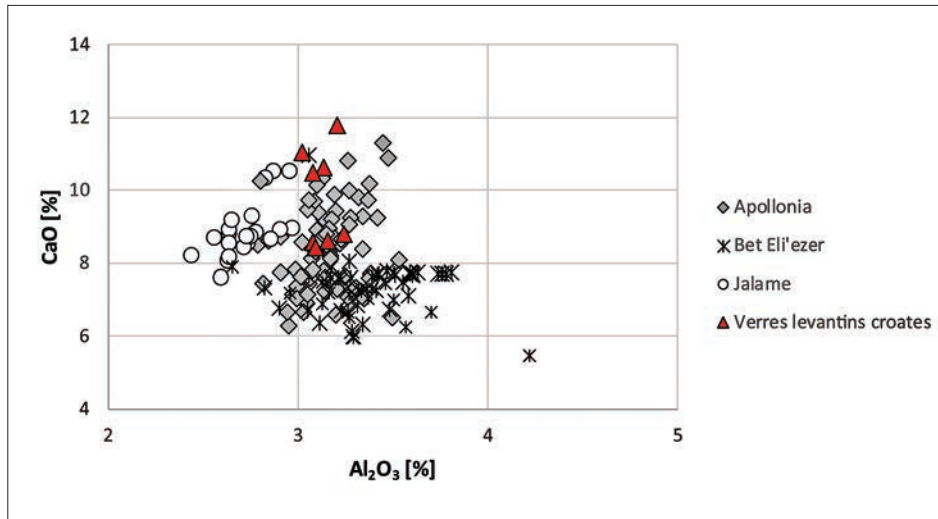
<sup>32</sup> Cholakova, Rehren 2018.

<sup>33</sup> De Juan Ares *et alii* 2019b.

<sup>34</sup> Barfod *et alii* 2020.

<sup>35</sup> Ceglia *et alii* 2017, 287.

<sup>36</sup> Schibille *et alii* 2016.



7. - Diagramme des teneurs en chaux (CaO) en fonction de celles en alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) des verres levantins croates, comparant les productions tardives de Jalame (IV<sup>e</sup> siècle), d'Apollonia (VI<sup>e</sup>-VII<sup>e</sup> siècle) et de Bet Eli'ezer (VIII<sup>e</sup> siècle) (Brill 1999 ; Freestone, Gorin, Rosen, Hughes 2000 ; Freestone, Jackson, Tal-Tal 2008 ; Phelps *et alii* 2016).

de 15,5 %. L'absence de manganèse est enfin un caractère notable qui permet de distinguer les productions levantines tardives de celles de l'Antiquité romaine. Dans la littérature scientifique, le groupe Levantine 1 a désigné dans un premier temps les productions primaires de Jalame (IV<sup>e</sup> siècle) et d'Apollonia (VI<sup>e</sup>-VII<sup>e</sup> siècles). La diminution des proportions de soude au cours du temps constitue toutefois un marqueur discriminant – à l'instar du manganèse –, malgré une superposition partielle des deux groupes. Les verres Levantine 1 identifiés dans le cadre de notre étude sont davantage assimilés à la production primaire d'Apollonia-Arsuf<sup>37</sup>, située sur la côte de l'état actuel d'Israël (fig. 7). Il s'agit de quatre verres à vitre de l'église de Martinšćica (Mart-07, Mart-15, Mart-18 et Mart-20), d'un verre plat de Cickini (Cick-01) et de trois fragments de lampe retrouvés à Podvršje (Podv-12, Podv-18 et Podv-20). Ce groupe a été identifié sur tout le pourtour méditerranéen, de Chypre<sup>38</sup> à l'Espagne wisigothique<sup>39</sup>, mais aussi dans la moitié nord de la France mérovingienne, sous forme de produits finis et de verre brut<sup>40</sup>. Les verres Levantine 1 assimilés à Apollonia apparaissent au début du VI<sup>e</sup> siècle et semblent perdurer jusque dans la première moitié du VIII<sup>e</sup> siècle.

#### Verres Magby

Aucun verre aux cendres de plantes forestières n'a été détecté à l'occasion de cette série d'analyses physico-chimiques sur les verres de l'archipel du Kvarner et du littoral nord croate. De plus amples investigations sur des contextes médiévaux permettraient certainement de savoir s'il s'agit d'une réelle

absence<sup>41</sup> ou simplement d'un biais de la documentation. En revanche, l'utilisation de cendres de plantes halophytes comme source de soude semble attestée précocement par le groupe Magby. Quatre échantillons des VI<sup>e</sup>-VII<sup>e</sup> siècles, provenant de Cickini (Cick-04 et Cick-08) et de Podvršje (Podv-13 et Podv-15), forment un ensemble intermédiaire entre les verres au natron et les verres sodiques aux cendres (fig. 3 et 6). Les teneurs en magnésienne (MgO) sont comprises entre 1,70 et 1,82 % pour des taux de potasse ( $\text{K}_2\text{O}$ ) aux alentours de 1,27 %. Ce groupe, récemment défini<sup>42</sup>, est relativement hétérogène si l'on considère que les verres Saxon II<sup>43</sup> appartiennent à la même production, puisque certains ont des concentrations en manganèse supérieures à

1 %. Les verres Magby de notre corpus n'en contiennent que 0,14 % en moyenne, plusieurs recettes ont donc certainement été mises en œuvre dans la même région de production primaire ou bien l'ajout de ce décolorant a pu être opéré au sein de l'officine secondaire. L'utilisation de cette matière brute est néanmoins bien circonscrite dans le temps, entre le milieu du VI<sup>e</sup> et la fin du VII<sup>e</sup> siècle. L'apparition de cette nouvelle recette de fabrication, basée sur l'introduction d'une portion de cendres de plantes, demeure encore méconnue et surprend dans un contexte où les verres au natron sont pléthore.

#### Verres sodiques aux cendres de plantes

Les verres sodiques aux cendres de plantes ne sont effectivement produits à nouveau au Proche-Orient qu'à partir du IX<sup>e</sup> siècle<sup>44</sup> et à la fin du X<sup>e</sup> siècle en Égypte<sup>45</sup>. Quatre verres du corpus ont été fabriqués selon ce procédé : les fragments de vaisselle Mart-24 et Mart-25, qui porte un décor de filet rapporté vert émeraude, et les vitraux Osor-01 et Osor-02 (fig. 3). Les échantillons de Martinšćica et Osor-01, un verre plat vert clair et rosâtre, sont très similaires aux productions des ateliers primaires de Tyr<sup>46</sup> et de la côte levantine<sup>47</sup>, tandis que le verre Osor-02 est proche de certaines productions des ateliers de Raqqa<sup>48</sup>, datés des IX<sup>e</sup>-XI<sup>e</sup> siècles (fig. 8). Celles-ci sont notamment caractérisées par des taux d'alumine très faibles, ici inférieure à 1 %. Par ailleurs, le tesson de verre creux Mart-24 présente quelques

<sup>41</sup> Topić *et alii* 2016.

<sup>42</sup> Schibille *et alii* 2016.

<sup>43</sup> Freestone, Hughes, Stapleton 2008.

<sup>44</sup> Phelps 2018.

<sup>45</sup> Schibille *et alii* 2018.

<sup>46</sup> Freestone 2002.

<sup>47</sup> Phelps 2018.

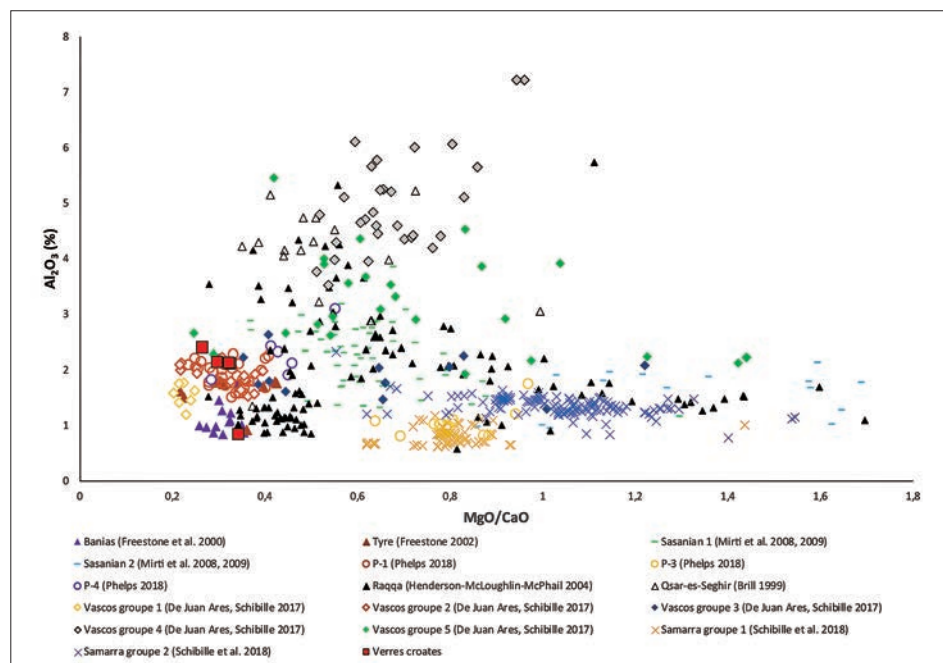
<sup>48</sup> Henderson, McLoughlin, McPhail 2004.

<sup>37</sup> Freestone, Jackson-Tal, Tal 2008 ; Phelps *et alii* 2016.

<sup>38</sup> Ceglia *et alii* 2015.

<sup>39</sup> De Juan Ares 2019b.

<sup>40</sup> Cabart *et alii* 2017 ; Lassaunière *et alii* 2016 ; Pactat *et alii* 2020.



8. - Diagramme des teneurs en alumine ( $Al_2O_3$ ) en fonction du rapport MgO/CaO des verres sodiques aux cendres de plantes.

signes de refonte de groisil plus ancien à travers des teneurs en plomb et en antimoine élevées. Quant au filet vert émeraude de la panse Mart-25b, elle a été colorée par adjonction de cuivre.

## Discussion

### *Profils de consommation du verre des sites étudiés*

Les données chronologiques relatives aux contextes archéologiques des échantillons sont de qualité variable et sont fonction de plusieurs paramètres : mobilier associé, nature de l'occupation, fouilles anciennes ou encore surface investiguée. Néanmoins, elles autorisent quelques réflexions intra-sites. L'installation de vitrages, que ce soit dans un espace résidentiel ou dans un édifice culturel, devait certainement avoir lieu au moment de sa construction ou lors de travaux de réfection et constituait donc un unique programme architectural assuré par un seul atelier de verriers. Nous nous attendrions alors à trouver une certaine homogénéité dans les sources d'approvisionnement de cet atelier secondaire et donc dans la composition élémentaire des verres à vitre, à l'instar de ce qui a pu être observé pour les verres plats de l'église de Petra, datés des V<sup>e</sup>-VII<sup>e</sup> siècles<sup>49</sup>.

Seuls les verres à vitre vert clair analysés de Podvršje appartiennent tous au même groupe Foy 2.1. Nous serions donc tentés de relier leur mise en place à la construction de la seconde église au milieu du VI<sup>e</sup> siècle. Les dix échantillons présentent parfois des traces de recyclage, mais rien n'indique si cette pra-

tique a été mise en œuvre dès la fabrication de la matière brute ou au sein de l'atelier secondaire.

*A contrario*, l'étude du mobilier des sites de Mirine-Fulfinum, Cickini et Martinšćica a étonnamment révélé une diversité des compositions élémentaires et donc des sources d'approvisionnement en verre brut pour la fabrication de verres plats *a priori* contemporains – si l'on se réfère à leurs contextes de découverte. De l'espace résidentiel tardo-antique de Mirine-Fulfinum proviennent trois verres du groupe HIMT et deux du groupe Foy 2.1. Si ces deux productions primaires de verre sont très certainement d'origine égyptienne, leur contemporanéité n'est pas établie et la seconde succéderait plutôt à la première. Le vitrage de la résidence élitaires aurait donc été installé à deux périodes distinctes ou bénéficié de réparations épisodiques. À Martinšćica, deux secteurs ont livré du verre à vitre. Le premier est situé au niveau d'un

bâtiment encore occupée pendant l'Antiquité tardive d'après le mobilier céramique et monétaire<sup>50</sup>. Les verres architecturaux appartiennent aux groupes HIMT (Mart-01 et Mart-04) et Foy 3.2 (Mart-02), un quatrième élément étant marqué par une pollution par des cendres (Mart-03). Les deux productions sont partiellement contemporaines, il est donc difficile de discuter la chronologie de ces vitrages qui ont aussi pu être fabriqués dans le même atelier secondaire à partir de matières brutes d'origines diverses. Les vitraux et les verres à vitre découverts au niveau de l'église montrent également une grande diversité de compositions élémentaires : onze verres Foy 2.1, quatre verres Levantine 1, deux verres HIMT et un verre Foy 3.2. Si les deux premiers groupes et les deux derniers ont pu coexister, ces quatre sources de matière première ne sont pas toutes contemporaines. Cette hétérogénéité peut être expliquée par un remploi de vitres antérieures, provenant soit de la première phase de l'église, soit de la villa antique et tardo-antique de Martinšćica. La récupération de matériaux antiques pour la construction de l'église paléochrétienne est par ailleurs avérée par la présence de blocs lapidaires en remploi et de *tegulae* avec des timbres d'ateliers connus au Haut-Empire. Il est également possible que les ouvertures aient été vitrées ou rénovées à différentes reprises. On retrouve cette variété de compositions élémentaires illustrée par les vitres et les vitraux de l'église de Cickini, avec une représentation des groupes Foy 2.1 (sept échantillons), Levantine 1 (un échantillon) et Magby (deux échantillons). Ces verres architecturaux ont pu

<sup>49</sup> Schibille, Marii, Rehren 2008.

<sup>50</sup> Le bâtiment « L » de la villa maritime a été seulement reconnu par un sondage archéologique en 2013.

être contemporains, malgré cette diversité de groupes chimiques. Selon cette hypothèse, celle-ci serait non pas due à des interventions successives sur les vitrages, mais à un foisonnement des approvisionnements par les maîtres vitraillistes. Nous n'avons en effet guère de recul sur la répartition des tâches, de la fabrication des plaques de verre plat au montage des compositions plus ou moins complexes. Étaient-elles toutes assurées par un même atelier ou réclamaient-elles plusieurs intervenants ? S'il existait – comme cela l'a été démontré pour la période médiévale – des artisans vitraillistes uniquement occupés au découpage et à l'assemblage des morceaux de verre plat, nous pouvons aisément imaginer que leurs réseaux d'approvisionnement pouvaient être multiples, incluant la récupération de vitres plus anciennes.

Quant aux sites de Supetarska Draga et d'Osor, avec seulement deux éléments de verre plat analysés pour chacun d'eux, les données sont insuffisantes pour émettre quelque hypothèse. Les échantillons provenant du premier appartiennent au groupe Foy 2.1, tandis que les vitraux d'Osor, postérieurs au début du XI<sup>e</sup> siècle, sont des verres sodiques à fondant végétal vraisemblablement produits en Méditerranée orientale. Des verres aux cendres de plantes d'origine levantine ont également été identifiés à Martinšćica ; ces éléments conforteraient l'hypothèse récemment suggérée par des datations radiocarbone et l'étude céramique d'un abandon du site seulement au début du XIII<sup>e</sup> siècle, à moins que ces verres aux cendres de plantes n'appartiennent déjà à des productions du haut Moyen Âge final. Ils annoncent en tout cas un changement dans le système de production primaire avec l'introduction des cendres de plantes halophytes comme fondant, en remplacement du natron.

Nous pouvons conclure de ces premiers résultats que les plaques de verre plat, destinées à clore les ouvertures d'édifices résidentiels ou religieux, ont été soufflées dans des matériaux identiques à ceux choisis pour la vaisselle et le luminaire. Aucune distinction ne semble donc avoir été faite entre les différentes sources de verre brut selon la nature de la production. Nous ne pouvons en déduire que les mêmes ateliers soufflaient indistinctement verre creux et verre plat, mais ils étaient en tout cas approvisionnés par les mêmes réseaux. Les vitraux n'étant pas colorés volontairement et arborant tous des teintes naturelles, les artisans ne devaient guère prêter attention au choix de la matière première. L'appartenance du verre brut au natron à tel ou tel groupe ne reflète donc pas une sélection spécifique selon des critères colorimétriques ou techniques, mais plutôt une succession des productions primaires au cours du temps.

#### *Évolution des recettes de fabrication et réseaux d'échange*

Comme nous l'avons déjà souligné, les datations proposées par les contextes de découverte des échantillons ne sont généralement pas assez précises pour établir une chronologie fine des sources d'approvisionnement en verre brut. On peut toutefois relever quelques tendances, observées par ailleurs sur d'autres

sites contemporains. Le groupe Foy 3.2 n'a été identifié qu'à Martinšćica, à la fois au niveau du bâtiment L et de l'église paléochrétienne. Le contexte de découverte de l'échantillon Mart-02, daté de la fin de l'Antiquité, est certainement le plus ancien de notre corpus. Il est intéressant de noter qu'il est associé à des verres HIMT. Ce groupe n'apparaît, quant à lui, que sur deux sites du littoral croate fréquentés à la fin de l'Antiquité (IV<sup>e</sup>-V<sup>e</sup> siècles) : Mirine et Martinšćica. Il s'agit d'un groupe chimique particulièrement répandu dans toute l'Europe et sur le pourtour méditerranéen, aussi bien matérialisé par des produits finis que par des blocs de verre brut destinés à des ateliers secondaires<sup>51</sup>. Quant au groupe Foy 3.2, il a été reconnu de la Grande-Bretagne à la Serbie et la Bulgarie<sup>52</sup>, en passant par le nord de la péninsule italienne<sup>53</sup>. Il pourrait apparaître légèrement avant le groupe HIMT si l'on se réfère notamment au matériel des ateliers secondaires de Hambach, en Allemagne<sup>54</sup>, mais il perdure jusqu'au VI<sup>e</sup> siècle et se retrouve parfois associé dans des mêmes contextes au groupe Foy 2.1. Les verres à vitre retrouvés à Jelica, en Serbie<sup>55</sup>, et dans l'église de Korinjski hrib, en Slovénie<sup>56</sup>, font état d'un tel assemblage. À Caričin Grad, site de hauteur fondé *ex nihilo* dans la première moitié du VI<sup>e</sup> siècle et déserté au début du VII<sup>e</sup> siècle, des blocs de verre brut appartenant à la fois aux groupes Foy 3.2, Foy 2.1 et Magby ont été retrouvés à l'intérieur de l'enceinte et au niveau de l'atelier de verriers accolé aux fortifications<sup>57</sup>.

Le groupe Foy 2.1 est largement représenté dans le corpus des verres analysés puisqu'il compte 37 échantillons. En outre, il a été identifié sur tous les sites du littoral croate étudiés. Cette matière brute, d'origine égyptienne, a été abondamment utilisée au VI<sup>e</sup> siècle et son usage a parfois perduré jusqu'au début du VIII<sup>e</sup> siècle, plus fortement marqué par le recyclage dans les phases tardives<sup>58</sup>. La production primaire de verre brut Foy 2.1 a notamment irrigué les côtes tunisiennes, le sud de la France<sup>59</sup>, la péninsule ibérique durant la période wisigothique<sup>60</sup> et les Balkans<sup>61</sup>. Le groupe Magby présente quelques analogies avec le précédent, notamment dans la source de silice. En revanche, l'introduction de cendres de plantes en fait une production distincte qui se démarque de la recette prédominante de cette époque, à base de natron. Des verres Magby ont été identifiés à Cickini et à Podvršje, respectivement sous forme de vitrages et de lampes. Les datations données par les contextes de décou-

<sup>51</sup> Nenna 2014 et références à l'intérieur ; Rehren, Brüggler 2020.

<sup>52</sup> Cholakova, Rehren 2018 et références à l'intérieur.

<sup>53</sup> Maltoni *et alii* 2015.

<sup>54</sup> Rehren, Brüggler 2020.

<sup>55</sup> Balvanović, Marić Stojanović, Šmit 2018.

<sup>56</sup> Milavec, Šmit 2020.

<sup>57</sup> Drauschke, Greiff 2010 ; Balvanović, Marić Stojanović, Šmit 2018.

<sup>58</sup> Série 2.2 dans Foy *et alii* 2003.

<sup>59</sup> Foy *et alii* 2003.

<sup>60</sup> De Juan Ares *et alii* 2019b.

<sup>61</sup> Balvanović, Marić Stojanović, Šmit 2018 ; Cholakova, Rehren, Freestone 2016 ; Milavec, Šmit 2020.



verte et la typologie vont dans le sens de celle habituellement proposée pour ce groupe, soit la seconde moitié du VI<sup>e</sup> et le VII<sup>e</sup> siècle. Ces deux sites ont également livré du mobilier appartenant à une production primaire tardive de la côte levantine (groupe Levantine 1, type Apollonia), tout comme l'église de Martinšćica. Datée des VI<sup>e</sup>-VII<sup>e</sup> siècles, il n'est pas surprenant de la retrouver associée aux groupes Foy 2.1 et Magby. Largement répandu dans tout le bassin méditerranéen et l'Europe occidentale, le groupe Levantine 1 a aussi été identifié à Aquilée et à Classe<sup>62</sup>, permettant de dessiner une même route d'approvisionnement remontant l'Adriatique.

Le profil de consommation en verre des sites ecclésiastiques et monastiques du littoral nord croate trouve donc des comparaisons régionales dans le nord de l'Italie et le reste des Balkans, mais il s'inscrit surtout dans un schéma plus vaste, englobant le pourtour méditerranéen, l'Europe occidentale et centrale. Celui-ci est caractérisé par l'importation de matière brute fabriquée en Égypte et au Proche-Orient et destinée à des ateliers secondaires chargés de la manufacture des produits finis, que ce soit des vitrages ou des pièces de verre creux. Nous manquons de données pour caractériser les pratiques artisanales verrières autour de l'an Mil dans cette région, mais les rares échantillons datés postérieurement au IX<sup>e</sup> siècle sont de nature sodique à fondant végétal et montrent de fortes similitudes avec les productions levantines, mettant en évidence le maintien de certains réseaux d'échange entre la côte nord adriatique et celle de Méditerranée orientale.

## Conclusion

Le mobilier en verre sélectionné ici ne peut refléter fidèlement la consommation réelle de ce matériau sur les sites monastiques et ecclésiastiques tardo-antiques et alto-médiévaux de l'archipel du Kvarner, puisque la plupart des collections sont encore en cours d'étude. Néanmoins, ces travaux ont mis en lumière un matériau qui a occupé une place substantielle dans l'architecture culturelle et résidentielle de la côte croate pour une période comprise entre l'Antiquité tardive et le haut Moyen Âge – à l'instar de la Gaule ou de l'Italie –, période durant laquelle on considérait habituellement que seules des transennes plus ou moins décorées obturaient les baies. Ils viennent ainsi compléter un nouveau tableau dressé par de récentes recherches sur les verres à vitre tardo-antiques en Slovénie<sup>63</sup> et en Serbie<sup>64</sup>. En outre, les analyses physico-chimiques réalisées permettent de dresser une première esquisse des groupes de production primaire présents sur le littoral croate dans la seconde moitié du premier millénaire de notre ère. Ce sont ainsi quatre groupes de verre au natron, originaires d'Égypte (HIMT, Foy 2.1, Foy 3.2) et du

Levant (Levantine 1), qui ont été identifiés, auxquels peuvent être ajoutés un groupe intermédiaire entre les verres au natron et les verres aux cendres de plantes (Magby). Les officines secondaires qui ont produit les artefacts étudiés paraissent ainsi avoir été régulièrement approvisionnées en matière brute, sans avoir recouru à une pratique intensive du recyclage. Malheureusement, nous ignorons tout de l'emplacement de ces ateliers. Se situaient-ils sur le continent<sup>65</sup>, s'inscrivant ainsi dans l'héritage antique<sup>66</sup>, ou bien étaient-ils implantés à proximité des sites consommateurs, comme semble le démontrer la découverte d'un atelier secondaire tardo-antique sur l'île de Krk<sup>67</sup> ? N'oublions pas non plus que ces établissements religieux constituaient des jalons importants dans les réseaux d'échanges nord-adriatiques, malgré leur position en marge de l'Empire byzantin. Vîtres et vaisselles en verre ont tout aussi bien pu parvenir sous forme de produits finis importés sur de très longues distances. Les mêmes interrogations se posent aux siècles suivants, soit à partir du IX<sup>e</sup> siècle, lorsque les verres aux cendres de plantes remplacent les verres au natron. En effet, plusieurs cargaisons d'épaves des X<sup>e</sup>-XI<sup>e</sup> siècles témoignent de la circulation autant de lingots de verre brut, de groisil que d'objets manufacturés provenant du Levant<sup>68</sup>. Des productions orientales ont également été mises au jour en Serbie dans des contextes antérieurs à la fin du XII<sup>e</sup> siècle<sup>69</sup>. Quoi qu'il en soit, le mobilier en verre de l'archipel du Kvarner reste invariablement inscrit dans la production de haut Moyen Âge dans une tradition méditerranéenne et ne semble pas traduire des influences plus septentrionales, qui pourraient se manifester par la présence de verres calco-potassiques et/ou de formes caractéristiques. De nouvelles investigations sur d'autres sites contemporains seraient toutefois nécessaires pour confirmer ces premières observations, tout comme la poursuite de l'étude de nouveaux fragments de verre issus des dernières fouilles – notamment de Mirine, de Martinšćica et de Supetarska Draga. Des comparaisons avec des sites contemporains sur le continent seraient également très intéressantes, notamment à partir du VIII<sup>e</sup> siècle, afin de comprendre le passage des verres au natron à ceux aux cendres de plantes et ses modalités de diffusion.

## Bibliographie

- Aa. Vv. 2005, *De transparentes speculations : vitres de l'Antiquité et du haut Moyen Âge (Occident-Orient)*. Exposition temporaire en liaison avec les 20èmes rencontres de l'AFAV sur le thème du verre plat, Bavay.
- Antonaras, A.C. 2010, *Early Christian and Byzantine glass vessels: forms and uses*, in F. Daim, J. Drauschke (ed.), *Byzanz - das Römerreich im Mittelalter. Teil 1*, Mainz, 383-430.

<sup>62</sup> Drauschke, Greiff 2010.

<sup>63</sup> Leljak-Lazar 2013.

<sup>64</sup> Šiljeg 2008.

<sup>65</sup> Cape Stoba, Mljet ; Zmaic Kralj *et alii* 2016 ; Serçe Limani : Bass *et alii* 2010.

<sup>66</sup> Spasić, Đurić, Jovanović 2018.

<sup>62</sup> Maltoni *et alii* 2018, 203-204.

<sup>63</sup> Milavec 2015.

<sup>64</sup> Križanac 2016.

- Balcon-Berry, S., Perrot, F., Sapin, C. (éd.) 2009, *Vitrail, verre et archéologie entre le V<sup>e</sup> et le XII<sup>e</sup> siècle*. Actes de la table ronde tenue à Auxerre les 15-16 juin 2006, Paris.
- Balvanović, R., Marić Stojanović, M., Šmit Ž. 2018, *Exploring the unknown Balkans: Early Byzantine glass from Jelica Mt. in Serbia and its contemporary neighbours*, in *Journal of Radio-analytical and Nuclear Chemistry*, 117, 1175-1189.
- Barfod, G.H., Freestone, I.C., Leshner, C.E., Lichtenberger, A., Raja, R. 2020, 'Alexandrian' glass confirmed by hafnium isotopes, in *Scientific Reports*, 10, 11322, 2020.
- Bass, G.F., Brill, R.H., Lledó, B., Matthews, S.D. 2010, *Serçe Limani. Vol. 2, The Glass of an Eleventh-Century Shipwreck*, College Station.
- Brems, D., Degryse, P. 2014, *Trace element analysis in provenancing Roman glass-making*, in *Archaeometry*, 56, 116-136.
- Brill, R.H. 1999, *Chemical analyses of early glasses*, New-York.
- Bully, S., Jurković, M., Čaušević-Bully, M., Marić, I. 2015, *Benediktinska opatija Sv. Petra u Osoru - arheološka istraživanja 2006-2013 [Le monastère bénédictin de Saint-Pierre d'Osor - Études archéologiques 2006-2013]*, in *Istraživanja na otocima [The island research projects]*, 30, 103-127.
- Cabart, H., Pactat, I., Gratuze, B. 2017, *Les verres du haut Moyen Âge issus des fouilles du monastère Habendum (Saint-Amé, Vosges)*, in S. Wolf, A. de Pury-Gysel (éd.), *Annales du 20<sup>e</sup> Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre (Fribourg / Romont 7-11 septembre 2015)*, Rahden, 346-353.
- Čaušević-Bully, M. 2014., *La ville de Fulfinum (Omišalj, Croatie). Nouveau regard sur le devenir d'une ville antique entre l'Antiquité tardive et le haut Moyen Âge*, in *Hortus Artium Medievallium*, 20, 157-169.
- Čaušević-Bully, M., Bully S. 2016, *Archipel du Kvarner (Croatie). Prospection-inventaire des sites ecclésiastiques et monastiques : campagne 2015*, in *Chronique des activités archéologiques de l'École française de Rome, Balkans*, s.l. 2016. <<http://journals.openedition.org/cefr/1578>>: 10 agosto 2020.
- Čaušević-Bully, M., Valent, I. 2015, *Municipium Flavium Fulfinum. Diachronic study of the city structure with a special attention to the forum*, in *Prilozi. Instituta za arheologiju u Zagrebu*, 32, 111-146.
- Čaušević-Bully, M., Bully, S., Starac, R. 2017, *Actualités de la recherche archéologique sur les sites religieux de l'Antiquité tardive dans le Kvarner*, in *Bulletin de l'Association pour l'Antiquité tardive*, 25, 17-28.
- Čaušević-Bully, M., Bully, S., Saggese, A., Crochat, J. 2019a, *Les sites ecclésiastiques et monastiques de l'archipel du Kvarner (Croatie), campagne 2018 : Mirine-Fulfinum (Omišalj, île de Krk)*, in *Chronique des activités archéologiques de l'École française de Rome, Balkans*, s.l. 2019. <<http://journals.openedition.org/cefr/3654>>: 10 agosto 2020.
- Čaušević-Bully, M., Bully, S., Urbanova, P., Chevalier, P., Prigent, V. 2019b, *Les sites ecclésiastiques et monastiques de l'archipel du Kvarner (Croatie), campagne 2017 : Martinšćica (île de Cres)*, in *Chronique des activités archéologiques de l'École française de Rome, Balkans*, s.l. 2019. <<http://journals.openedition.org/cefr/2205>>: 19 agosto 2020.
- Čaušević-Bully, M., Bully, S. 2020a, *Le peigne paléochrétien de Mirine (Omišalj, île de Krk)*, in I. Josipović, M. Jurković, AS-PICE HUNC OPUS MIRUM. Zbornik povodom sedamdesetog rođendana Nikole Jakšića. Festschrift on the occasion of Nikola Jakšić's 70th birthday, Zadar, 359-372.
- Čaušević-Bully, M., Bully, S. 2020b, *Najnovija istraživanja ranokršćanskih crkvenih sklopova Kvarnera : na razmeđu arhitekture i teritorija [Nouvelles recherches sur les complexes ecclésiastiques paléochrétiens du Kvarner : entre architecture et territoire]*, in M. Sanader, D. Tončinić, I. Kaić, V. Matijević (eds.), *Zbornik I. skupa hrvatske ranokršćanske arheologije (HRRANA)*, Zagreb, 271-290.
- Chevalier, P. 1999, *Les luminaires paléochrétiens de Dalmatie romaine*, in *Vjesnik za arheologiju i historiju dalmatinsku*, 90-91, 161-199.
- Cholakova, A., Rehren, T. 2018, *A Late Antique manganese-decolourised glass composition: Interpreting patterns and mechanisms of distribution*, in D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek, I.C. Freestone (eds.), *Things that travelled: Mediterranean glass in the first millenium CE*, London, 46-71.
- Cholakova, A., Rehren, T., Freestone, I.C. 2016, *Compositional identification of 6th c. AD glass from the Lower Danube*, in *Journal of Archaeological Science: Reports*, 7, 625-632.
- Ceglia, A., Cosyns, P., Nys, K., Terryn, H., Thienpont, H., Meulebroeck, W. 2015, *Late antique glass distribution and consumption in Cyprus: a chemical study*, in *Journal of Archaeological Science*, 61, 213-222.
- Ceglia, A., Cosyns, P., Schibille, N., Meulebroeck, W. 2017, *Unravelling provenance and recycling of late antique glass from Cyprus with trace elements*, in *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, 279-291.
- De Juan Ares, J., Schibille, N. 2017, *Glass import and production in Hispania during the early medieval period: The glass from Ciudad de Vascos (Toledo)*, in *PLoS ONE*.
- De Juan Ares, J., Schibille, N., Molina Vidal, J., Sánchez de Prado, M.D. 2019a, *The supply of glass at Portus Illicitanus (Alicante, Spain): a meta-analysis of HIMT glasses*, in *Archaeometry*, 61-3, 647-662.
- De Juan Ares, J., Vigil-Escalera Guirado, A., Cáceres Gutiérrez, Y., Schibille, N. 2019b, *Changes in the supply of eastern Mediterranean glasses to Visigothic Spain*, in *Journal of Archaeological Science*, 107, 23-31.
- Drauschke, J., Greiff, S. 2010, *Early byzantine glass from Caričin Grad/Iustiniana Prima (Serbia): first results concerning the composition of raw glass chunks*, in B. Zorn, A. Hilgner (ed.), *Glass along the Silk Road from 200 BC to AD 1000*, Mainz, 53-67.
- Foy, D., Fontaine, S.D. 2008, *Diversité et évolution du vitrage de l'Antiquité et du haut Moyen Âge. Un état de la question*, in *Gallia*, 65, 405-459.
- Foy, D., Picon, M., Vichy, M., Thirion-Merle, V. 2003, *Caractérisation des verres de la fin de l'Antiquité en Méditerranée occidentale : l'émergence de nouveaux courants commerciaux*, in D. Foy, M.D. Nenna (éd.), *Échanges et commerce du verre dans le monde antique*. Actes du colloque de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre (Aix-en-Provence et Marseille, 7-9 juin 2001), Montagnac, 41-85.
- Freestone, I. 2002, *Composition and Affinities of Glass from the Furnaces on the Island Site, Tyre*, in *Journal of Glass Studies*, 44, 67-77.
- Freestone, I.C., Gorin-Rosen, Y., Hughes, M.J. 2000, *Primary glass from Israel and the production of glass in late Antiquity and the early Islamic period*, in M.-D. Nenna (éd.), *La route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*, Lyon, 65-83.
- Freestone, I.C., Hughes, M.J., Stapleton, C.P. 2008, *The composition and production of Anglo-Saxon glass*, in V.I. Evison (ed.), *Catalogue of Anglo-Saxon glass in the British Museum*, Londres, 29-46.
- Freestone, I.C., Jackson-Tal, R., Tal, O. 2008, *Raw Glass and the Production of Glass Vessels at Late Byzantine Apollonia-Arsuf, Israel*, in *Journal of Glass Studies*, 50, 67-80.

- Freestone, I.C., Degryse, P., Lankton, J., Gratuze, B., Schneider, J. 2018, *HIMT, glass composition and commodity branding in the primary glass industry*, in D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek, I.C. Freestone (eds.), *Things that travelled: Mediterranean glass in the first millenium CE*, London, 159-190.
- Gratuze, B. 2016, *Glass Characterization Using Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry Methods*, in L. Dussubieux, M. Golitko, B. Gratuze (eds.), *Recent Advances in Laser Ablation ICP-MS for Archaeology*, Berlin, 179-196.
- Henderson, J., McLoughlin, S.D., McPhail, D.S. 2004, *Radical changes in Islamic glass technology: evidence for conservatism and experimentation with new glass recipes from early and middle Islamic Raqqa, Syria*, in *Archaeometry*, 46-3, 439-468.
- Keller, D., Lindblom J., 2008, *Glass finds from the church and the chapel*, in Z. T. Fierma, J. Frösén (eds.), *Petra - the Mountain of Aaron: the Finnish archaeological project in Jordan. Volume I, The church and the chapel*, Helsinki, 331-375.
- Križanac, M. 2016, *5th-6th century windowpanes in Serbia*, in *Journal of the Serbian Archaeological Society*, 32, 271-284.
- Lassaunière, G., Pactat, I., Gratuze, B., Louis, É. 2016, *L'artisanat du verre au haut Moyen Age dans le nord de la France (Nord et Pas-de-Calais)*, in *Bulletin de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre*, 76-82.
- Lejčak, M., Lazar, I. 2013, *Roman glass workshops in the Croatian part of the province of Pannonia*, in *Vjesnik Arheološkog muzeja u Zagrebu*, 3, XLVI, 115-133.
- Maltoni, S., Chinni, T., Vandini, M., Cirelli, E., Silvestri, A., Molin, G. 2015, *Archaeological and archaeometric study of the glass finds from the ancient harbour of Classe (Ravenna - Italy): new evidence*, in *Heritage Science*, 3-13.
- Maltoni, S., Gallo, F., Silvestri, A., Vandini, M., Chinni, T., Marcante, A., Molin, G., Cirelli, E. 2018, *Consumption, working and trade of Late Antique glass from north Adriatic Italy: An archaeometric perspective*, in D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek, I.C. Freestone (eds.), *Things that travelled: Mediterranean glass in the first millenium CE*, London, 191-214.
- Milavec, T. 2015, *Late Antique window glass from the hilltop settlement of Tonovcov grad near Kobarid*, in *Arheološki Vestnik*, 66, 79-102.
- Milavec, T., Šmit, Ž. 2018, *Analyses of late antique glass from Tonovcov grad near Kobarid in archaeological context*, in *Arheološki Vestnik*, 69, 351-368.
- Milavec, T., Šmit, Ž. 2020, *Analyses of glass from late antique hilltop site Korinjski hrib above Veliki Korinj (Slovenia)*, in *Arheološki Vestnik*, 71, 271-282.
- Mirti, P., Pace, M., Negro Ponzi, M., Aceto, M. 2008, *ICP-MS Analysis of Glass Fragments of Parthian and Sasanian Epoch from Seleucia and Veh Ardašir (Central Iraq)*, in *Archaeometry*, 50-3, 429-450.
- Mirti, P., Pace, M., Malandrino, M., Negro Ponzi, M. 2009, *Sasanian glass from Veh Ardašir: new evidences by ICP-MS analysis*, in *Journal of Archaeological Science*, 36, 4, 1061-1069.
- Nenna, M.-D. 2014, *Egyptian glass abroad: HIMT glass and its market*, in D. Keller, J. Price, C. Jackson (eds.), *Neighbours and successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later 1st millenium AD*, Oxford, 177-193.
- Pactat, I., Deshayes, G., Gratuze, B., Adrian, Y.-M., Le Maho, J. 2020, *Des artisans du verre dans le bourg monastique de Jumèges (Normandie, France)*, in I. Pactat, C. Munier (éds.), *Le verre du VIII<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle en Europe occidentale. Actes du 8<sup>e</sup> colloque international de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre (5-7 décembre 2016, Besançon)*, Besançon, 315-324.
- Paynter, S., Jackson, C.M. 2016, *Re-used Roman rubbish: a thousand years of recycling glass*, in *Post-Classical Archaeologies*, 6, 31-52.
- Perović, Š. 2012, *Reperti di vetro nel complesso paleocristiano di Podvršje (Croazia)*, in A. Coscarella (ed.), *Il vetro in Italia: testimonianze, produzioni, commerci in età basso medievale. Il vetro in Calabria: vecchie scoperte, nuove acquisizioni. Atti delle XV Giornate Nazionali di Studio sul Vetro A.I.H.V.*, Ros-sano, 589-597.
- Phelps, M. 2018, *Glass supply and trade in early Islamic Ram-la: an investigation of the plant ash glass*, in D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek, I.C. Freestone (eds.), *Things that travelled: Mediterranean glass in the first millenium CE*, London 2018, 236-282.
- Phelps, M., Freestone, I.C., Gorin-Rosen, Y., Gratuze, B. 2016, *Natron glass production and supply in the late antique and early medieval Near East: The effect of the Byzantine-Islamic transition*, in *Journal of Archaeological Science*, 75, 57-71.
- Rehren, T., Brüggler, M. 2020, *The Late Antique glass furnaces in the Hambach Forest were working glass - not making it*, in *Journal of Archaeological Science: Reports*, 29.
- Rehren, T., Cholakova, A. 2010, *The Early Byzantine HIMT glass from Dichin, Northern Bulgaria*, in *Interdisciplinary Studies*, 22/23, 207-216.
- Schibille, N., Marii, F., Rehren, T. 2008, *Characterization and provenance of late antique window glass from the Petra church in Jordan*, in *Archaeometry*, 50-4, 627-642.
- Schibille, N., Meek, A., Tobias, B., Entwistle, C., Avisseau-Broust-et, M., Da Mota, H., Gratuze, B. 2016, *Comprehensive chemical characterisation of Byzantine glass weights*, in *PLoS ONE*.
- Schibille, N., Meek, A., Wypyski, M.T., Kröger, J., Rosser-Owen, M., Wade Haddon, R. 2018, *The glass walls of Samarra (Iraq): Ninth-century Abbasid glass production and imports*, in *PLoS ONE*.
- Šiljeg, B. 2008, *Archaeological Exploration of the Mala Luka and Baška Sites on the Island of Krk in 2007*, in *Annales Instituti Archaeologici*, IV-1, 84-87.
- Šmit, Ž., Milavec, T., Fajfar, H., Rehren, T., Lankton, J.W., Gratuze, B. 2013, *Analysis of glass from the post-Roman settlement Tonovcov grad (Slovenia) by PIXE-PIGE and LA-ICP-MS*, in *Nuclear Instruments and Methods in Physic Research B*, 311, 53-59.
- Spasić-Đurić, D., Jovanović, S. 2018, *A 12<sup>th</sup> century set of mar-vered purple glass vessels from Braničevo (Serbia)*, in *Starinar*, 68, 151-173.
- Starac, R. 2004, *Early Christian Church in "Cickini" Forest near Sršiči on the Island of Krk (Report on the first phase of excavations)*, in *Hortus Artium Medievalium*, 10, 217-221.
- Starac, R. 2014, *Cickini*, in *HAG*, 10, 392-394.
- Topić, N., Bogdanović Radović, I., Fazinić, S., Skoko, Ž. 2016, *Analysis of medieval and post-medieval glass fragments from the Dubrovnik region (Croatia)*, in *Archaeometry*, 58, 4, 574-592.
- Uglešić, A. 2017, *Podvršje - Glavčine: results of the most recent archaeological research*, in *Hortus Artium Medievalium*, 23, 2, 653-665.
- Whitehouse, D. 1997, *Roman glass in the Corning Museum of Glass. Volume one*, Corning.
- Zmaic Kralj, V., Beltrame, C., Miholjek, I., Ferri, M. 2016, *A Byzantine shipwreck from Cape Stoba, Mljet, Croatia: an interim report*, in *The International Journal of Nautical Archaeology*, 45, 42-58.