Premières productions de céramiques turques en Anatolie occidentale : Contextualisation et études techniques

Jacques Burlot

▶ **To cite this version:**

Jacques Burlot. Premières productions de céramiques turques en Anatolie occidentale : Contextualisation et études techniques. Archéologie et Préhistoire. Université de Lyon, 2017. Français. NNT : 2017LYSE2061 . tel-01880223

HAL Id: tel-01880223
https://theses.hal.science/tel-01880223

Submitted on 24 Sep 2018

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.

N° d'ordre NNT : 2017LYSE2061

THESE de DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

Opérée au sein de

L'UNIVERSITÉ LUMIÈRE LYON 2

École Doctorale : ED 483 : Sciences sociales

Discipline : Mondes anciens

Soutenue publiquement le 11 septembre 2017, par :

Jacques BURLOT

Premières productions de céramiques turques en Anatolie occidentale

Contextualisation et études techniques.

Devant le jury composé de :

Bernard GRATUZE, Directeur de recherche, C.N.R.S., Président

Anne BOUQUILLON, Ingénieur de recherche HDR, Ministère de la culture, Rapporteure

Josefina PEREZ ARANTEGUI, Professeure d'université, Universidad de Zaragoza, Rapporteure

Marie-Odile RUSSET, Chargée de recherche, C.N.R.S., Examinatrice

Armand DESBAT, Directeur de recherche émérite, C.N.R.S., Directeur de thèse

Sylvie Yona WAKSMAN, Chargée de recherche, C.N.R.S., Co-Directrice de thèse

Contrat de diffusion

Ce document est diffusé sous le contrat *Creative Commons* « **Paternité – pas d'utilisation commerciale - pas de modification** » : vous êtes libre de le reproduire, de le distribuer et de le communiquer au public à condition d'en mentionner le nom de l'auteur et de ne pas le modifier, le transformer, l'adapter ni l'utiliser à des fins commerciales.

Université Lumière Lyon 2

École doctorale 483 Sciences Sociales

Laboratoire ArAr – UMR5138

THESE

présentée pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE LUMIERE LYON 2

Par Jacques BURLOT

Premières productions de céramiques turques en Anatolie occidentale :

Contextualisation et études techniques

Volume I : Texte et figures

Directeurs de thèse : Yona WAKSMAN et Armand DESBAT

Remerciements

Je souhaiterais tout d'abord adresser mes remerciements aux membres du jury :

Au Dr. **Anne Bouquillon**, du Ministère de la Culture et de la Communication, chercheur au Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France (C2RMF, Paris), et au Pr. **Josephina Pérez-Arantegui** de l'Université de Saragosse, Département de chimie analytique, qui m'ont fait l'honneur d'être les rapporteurs de cette thèse ; ainsi qu'aux Dr. **Bernard Gratuze** de l'Institut de recherche sur les archéomatériaux, Centre Ernest-Babelon (IRAMAT-CEB – UMR 5060, Orléans) et Dr. **Marie-Odile Rousset** du laboratoire Archéorient (UMR 5133, Lyon), Maison de l'Orient et de la Méditerranée, pour avoir témoigné d'un intérêt pour mon travail en ayant accepté d'en être les examinateurs.

Cette thèse pluridisciplinaire fut menée au laboratoire d'Archéologie et d'Archéométrie de Lyon (ArAr – UMR 5138), dans le cadre du projet ANR POMEDOR, et je remercie l'Agence National de la Recherche pour son financement. Ce projet qui m'amena à faire de nombreuses rencontres ayant chacune apporté leur aide, leurs conseils et leur soutien durant ces quatre années de recherches. Je tenais, en quelques mots, à remercier ces personnes.

Un grand merci à mes codirecteurs de thèse, Dr. **Yona Waksman** (chargée de recherches au CNRS – Laboratoire ArAr) et Dr. **Armand Desbat** (directeur de recherche émérite au CNRS – Laboratoire ArAr), pour avoir supervisé mon travail et pour m'avoir prodigué de précieux conseils durant ces quatre années. Je remercie particulièrement **Yona Waksman** de m'avoir proposé ce beau sujet et de m'avoir fait intégrer son projet ANR en qualité d'ingénieur d'étude. Cela m'a permis de mener cette thèse dans d'excellentes conditions. Je lui en suis très reconnaissant, à la fois pour cette expérience, mais aussi pour son suivi continu et attentif, ainsi que pour son aide sans égal dans mes projets futurs.

Si j'ai pris du plaisir à mener ce travail ces quatre années, c'est aussi grâce à l'accueil que m'ont réservé les membres du laboratoire ArAr, titulaires et doctorants. Je tiens à remercier notamment l'équipe « céramologie » : **Cécile Batigne** et **Céline Brun** pour m'avoir formé au dessin de céramiques, **Valérie Thirion-Merle** pour m'avoir initié à la XRD et pour sa relecture

sur certains points de la thèse, **Alain Bernet** pour son aide à la préparation des échantillons, et **Louis « Charly » Eyango** pour avoir résolu certains problèmes informatiques et récupéré de précieuses données que je pensais perdues à jamais.

Que serait un laboratoire sans gestionnaire pour en assurer son bon fonctionnement. Un grand merci donc à **Nicole Flores** avec qui j'ai beaucoup apprécié travailler à la préparation du colloque « POMEDOR », ainsi qu'à **Catherine Cisowski**, deux gestionnaires qui m'ont toujours aidé avec grande efficacité dans mes démarches administratives. Je profite de ce volet « ArAr » pour remercier **Aybüke Öztürk**, une doctorante avec qui j'ai partagé mon bureau et qui m'a aidé pour certaines traductions du turc ; ainsi que **Baptiste Solard**, stagiaire au laboratoire qui m'a aidé pour certaines photos.

Une partie du travail de la thèse a consisté en l'échantillonnage du corpus en Turquie. Cela a été rendu possible grâce aux directeurs de fouilles et à leurs collègues qui ont accepté de nous accueillir, avec Yona Waksman, dans leur maison de fouilles, ainsi que de nous donner l'accès aux dépôts, à Ephèse (**Sabine Ladstätter** et **Helmut Schwaiger** de l'*Österreichisches Archäologisches Institut*), Milet (**Philipp Niewöhner** du *Deutsches Archäologisches Institut*), Sardes (**Nick Cahill** de l'*University of Wisconsin – Madison* et **Bahadir Yildirim** de *Harvard Art Museums*) et Pergame (**Felix Pirson** du *Deutsches Archäologisches Institut*). Je tiens à remercier ces responsables d'opération ainsi que leur équipe qui nous ont toujours aidé à trouver les « caisses » de céramiques que nous recherchions, ainsi qu'à effectuer des dessins de tessons.

Ces missions ont été l'occasion de rencontrer les céramologues avec qui les discussions furent enrichissantes et me permirent de mieux appréhender le corpus sur lequel j'ai travaillé. De nombreuses informations relatées dans la thèse sont le fruit de ces discussions. Je suis ainsi très reconnaissant à **Joanita Vroom** (Ephèse ; de l'*Universiteit Leiden*), **Beate Böhlendorf-Arslan** (Milet ; de la *Johannes Gutenberg Universität Mainz, Institut für Kunstgeschichte und Musikwissenschaft*), **Sarah Japp** (Pergame ; du *Deutsches Archäologisches Institut*), et **Iryna Teslenko** (Crimée ; *Institute of Archaeology, National Ukrainian Academy of Science*) que j'ai rencontrée à Lyon.

Quant au volet analytique, bon nombre d'analyses auxquelles j'ai eu recours ont été effectuées dans d'autres laboratoires, à commencer par le MEB que j'ai utilisé au Centre Technologique des Microstructures (CTμ) de Lyon. Je remercie toute l'équipe de ce centre et notamment **Xavier Jaurand** pour m'avoir formé à l'utilisation du MEB *FEI Quanta FEG 250*

et pour avoir répondu à toutes les questions que j'ai pu poser concernant cette méthode d'analyses.

J'ai suivi les conseils d'**Anne Bouquillon** (C2RMF) pour développer au laboratoire ArAr un protocole de préparation des échantillons avant analyses au MEB, ainsi que pour les mener à bien. Je la remercie vivement pour toute cette aide, ainsi que pour m'avoir aiguillé par la suite dans l'interprétation des résultats. Je remercie aussi **Patrice Lehuédé** du C2RMF pour avoir volontiers accepté de m'aider pour certaines identifications.

Bien que nous ne nous soyons pas rencontrés, je tenais à remercier **Stephen Koob**, conservateur en chef du *Corning Museum of Glass*, pour m'avoir envoyé les standards de référence « Brill ».

Certaines céramiques du corpus ont été aussi analysées par spectrométrie Raman au laboratoire MONARIS (UMR 8233, Paris), avec la collaboration de **Ludovic Bellot-Gurlet** que je remercie grandement pour les journées d'analyses qu'il m'a accordées, ainsi que pour les heures que nous avons passées au téléphone pour discuter des résultats obtenus.

Au C2RMF, j'ai aussi eu l'occasion d'analyser des pièces de musées issues des collections de la Cité de la Céramique de Sèvres et du Département des Arts de l'Islam du Musée du Louvre. Ces céramiques ont été analysées par faisceau d'ions (PIXE et PIGE) avec l'Accélérateur Grand Louvre d'Analyses Elémentaires (AGLAE)[1]. Je profite donc pour remercier toute l'équipe du service AGLAE dirigée par **Claire Pacheco**, pour la disponibilité et le dynamisme dont elle a fait preuve. Ce fut toujours avec plaisir et enthousiasme que je me rendais au C2RMF pour effectuer ces analyses.

Je tiens aussi à remercier les conservateurs, chargés de collections et régisseurs pour avoir rendu possible l'analyse des pièces et pour en avoir fourni une précieuse documentation : **Laurence Tilliard** de la Cité de la Céramique de Sèvres ; **Yannick Lintz**, **Carine Juvin**, **Charlotte Maury** et **Olivier Segissement** du Département des Arts de l'Islam.

Je remercie **Christophe Giros**, historien, Maître de conférences à l'Université Lumière Lyon 2, pour sa relecture du chapitre de la thèse consacré au contexte historique.

[1] Certains résultats obtenus suite à ces analyses PIXE-PIGE ont été exposés lors du Colloque de l'ANR POMEDOR (Lyon – 19 au 21 mai 2016) : « Changing People, Dining Habits and Pottery Technologies: Tablewares Productions in the Eve of the Ottoman Empire in Western Anatolia » (poster) ; et seront présentés dans des publications ultérieures.

Grand merci à tous mes **amis et proches** qui m'ont soutenu, aidé et encouragé durant toutes ces années ; à **Marcela** qui m'accompagne depuis quatre ans et dont le soutien sans faille ces derniers mois a été une aide des plus précieuses.

Enfin, c'est avec beaucoup d'amour que je dis un très grand merci à **ma famille** qui a toujours cru en moi et qui m'a toujours apporté soutien et réconfort ; à qui je dédie cette thèse.

Avant-propos

Ce travail s'est inscrit dans le projet ANR « POMEDOR : People, pottery and food in the medieval Eastern Mediterranean », dirigé par S.Y. Waksman de février 2013 à janvier 2017[2]. Portant sur l'alimentation et les pratiques alimentaires en Méditerranée orientale à l'époque médiévale, ce projet a fait appel à une approche pluridisciplinaire mettant en relation les domaines de l'histoire, de l'archéologie et de l'archéométrie dans le but de répondre à des questions relatives à l'alimentation, mais aussi, dans un sens plus large, relatives à des aspects culturels, sociaux et économiques dans une région qui vit alors arriver et s'affronter de nouvelles populations.

Grâce à un réseau international de plusieurs dizaines de spécialistes travaillant sur des sites archéologiques en Turquie, en Grèce, au Levant, à Chypre ou bien encore en Egypte et en Crimée, ces questions purent être abordées grâce notamment à l'étude de la céramique. Ce matériel joue en effet un rôle essentiel dans la compréhension des sociétés et de leurs pratiques alimentaires puisqu'il a pu servir à préparer et à cuire la nourriture, à la consommer, mais aussi à la transporter, ou bien encore à la stocker et la conserver.

De ce fait, de nombreuses études de céramiques furent menées dans le cadre de ce projet, sur du matériel issu de sites de production, de sites de consommation et même d'épaves. Elles furent conduites à la fois selon des approches céramologiques classiques permettant de définir des typologies en relation avec la stratigraphie des sites, et à partir d'études archéométriques, puisque des analyses de résidus furent réalisées sur des amphores et des céramiques culinaires, tout comme des analyses pétrographiques et élémentaires sur les pâtes et revêtements de céramiques de différents types issus de Méditerranée orientale. Les études de revêtements ont été menées dans le cadre de cette thèse, et constituent ma contribution scientifique au projet POMEDOR.

Les analyses de pâtes permirent, lors d'études de provenance, d'associer certains groupes de céramiques à une région géologique, voire à un centre de production. Nous nous sommes appuyé sur les résultats de telles études de provenance portant sur l'Anatolie occidentale pour étudier l'évolution des techniques de fabrication des céramiques qui y étaient produites après l'arrivée des premières populations turques.

[2] Site Internet du projet : http://www.pomedor.mom.fr/ (consulté le 07/08/2017).

Sommaire

INTRODUCTION 17
Présentation générale 17
Plan de l'étude 19
PREMIERE PARTIE : CONTEXTE HISTORIQUE ET CADRE GEOGRAPHIQUE 21
1. Contexte historique 22
1.1 Byzance et les Turcs entre le XI^e^ et le XIII^e^ siècle 22
1.2 L'Anatolie occidentale au XIV^e^ siècle 38
1.3 Les Ottomans et la chute de Byzance 46
2. Contextes archéologiques 54
2.1 Nicée/Iznik 55
2.2 Ephèse/Ayasoluk 60
2.3 Milet/Palatia/Balat 68
2.4 Sardes/Sart 72
2.5 Pergame/Bergama 76
2.6 Sites de Crimée 80
2.7 Bilan sur les contextes archéologiques de l'étude 84
DEUXIEME PARTIE : CERAMIQUES MEDIEVALES ET POSTMEDIEVALES D'ANATOLIE OCCIDENTALE 89
3. Introduction aux matériaux et aux techniques de fabrication 91
3.1 Les matériaux 91
3.2 Les techniques de fabrication 99
4. Corpus 103
4.1 Echantillonnage 103
4.2 Les céramiques tardo-byzantines 105
4.3 Les sgraffito polychromes à motif de pétales incisé et de points peints violets 107
4.4 Les céramiques à décor moulé 110
4.5 La céramique à glaçure monochrome turquoise 115
4.6 La Miletus Ware 118
4.7 Récapitulatif sur les types céramiques du corpus 122
5. Provenances et techniques de fabrication de céramiques byzantines et turques : état de l'art 125
5.1 Les productions byzantines 126
5.2 Les productions turques 140

6. Productions médiévales et postmédiévales ouest-anatoliennes de l'étude 149

6.1 Etudes de provenance au laboratoire de céramologie de Lyon (ArAr – UMR5138) 149

6.2 Les productions de l'étude 153

6.3 Etudes archéométriques des céramiques turques à pâte argileuse 165

TROISIEME PARTIE : ANALYSES ET RESULTATS 170

7. Méthodes d'analyses 171

7.1 Préparation des échantillons 171

7.2 Observation à la loupe binoculaire 174

7.3 Microscopie Electronique à Balayage 177

7.4 Spectrométrie Raman 183

8. Analyses des éléments de décoration 185

8.1 Glaçure plombifère sur engobe argileux 187

8.2 Glaçure alcalino-plombifère opacifiée à l'étain sur engobe argileux 212

8.3 Glaçure transparente alcalino-plombifère sur engobe argileux 221

8.4 Glaçures alcalino-plombifères sur engobe synthétique 230

9. Contextualisation et mise en perspective chronologique des productions médiévales et postmédiévales ouest anatoliennes 264

9.1 Les productions tardo-byzantines 264

9.2 Les productions de la période beylik 270

9.3 Les productions de la Miletus Ware 281

CONCLUSION 294

BIBLIOGRAPHIE 300

Liste des Cartes

Carte 1.1 : L'Empire byzantin vers 1040. 26

Carte 1.2 : La Méditerranée orientale vers 1214 33

Carte 1.3 : L'Empire byzantin et les beylicats turcs vers 1330 45

Carte 1.4 : L'Empire ottoman après les conquêtes de Mehmet II en 1481 53

Carte 2.1 : Sites archéologiques de l'étude. 54

Carte 2.2 : Sites archéologiques de l'étude présentant des contextes datés. 86

Carte 2.3 : Sites archéologiques de l'étude présentant des attestations de productions potières pour notre période. 88

Liste des Figures

Figure 2.1 : Plan d'Iznik avec la localisation de ses principaux monuments et des fours de céramiques. 58

Figure 2.2 : a) Occupations byzantines et turques à Ephèse/Ayasoluk ; b) Localisation des sites mentionnés dans le texte. 62

Figure 2.3 : Vestiges archéologiques découverts dans le secteur de l'Artémision. 65

Figure 2.4 : Emplacement des monuments *beyliks* de Balat. 70

Figure 2.5 : Localisation des principaux vestiges protobyzantins fouillés à Milet. 71

Figure 2.6 : Plan urbain des vestiges archéologiques de Sardes.. 74

Figure 2.7 : Reconstruction du plan urbain de Pergame.. 77

Figure 2.8 : Profil schématique du remplissage de la citerne située dans la cour de l'habitation 19.. 79

Figure 3.1 : Présentation des différentes couches constituant les échantillons étudiés et des études qui y ont été effectuée. 91

Figure 3.2 : Schéma présentant les différents constituants pouvant être utilisés dans le mélange glaçurant.. 98

Figure 3.3 : Photographies d'un échantillon étudié (BZN 54) et d'un biscuit semblable (BZN 56), découverts tous les deux à Milet. 99

Figure 3.4 : Exemples de moules découverts à Milet. 101

Figure 4.1 : Reconstitution des étapes de la fabrication d'une cruche globulaire à décor moulé. 111

Figure 6.1 : Spectromètre WD-XRF Bruker S8 Tiger utilisé au laboratoire de céramologie de Lyon, ArAr – UMR5138. 151

Figure 6.2 : Exemple d'un dendrogramme résultant d'une classification hiérarchique ascendante, ayant permis de distinguer deux principaux groupes chimiques (A et B). 152

Figure 6.3 : Exemples de références locales : a) biscuits de sgraffito ; b) raté de cuisson avec trépied collé et fragment d'un trépied. 153

Figure 6.4 : Classification des échantillons de l'étude, selon les compositions chimiques de leur pâte argileuse, basée sur les concentrations de 17 éléments.. 155

Figure 6.5 : Classification des échantillons de l'étude, selon les compositions chimiques de leur pâte argileuse, basée sur les concentrations de 17 éléments. 156

Figure 7.1 : Scie diamantée utilisée pour la coupe transversale des échantillons enrobés.... 172

Figure 7.2 : Equipements utilisés durant le polissage des échantillons..... 173

Figure 7.3 : Dispositif d'observation à la loupe binoculaire et de traitement d'image utilisé au laboratoire de céramologie de Lyon (ArAr – UMR5138)..... 174

Figure 7.4 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons : BZN 45 (« *Miletus Ware* non localisée ») : a) mode normal, b) mode HDR permettant de faire ressortir les inclusions rouges ; BZN223 (Iznik) : c) mode normal, d) mode HDR permettant de mieux distinguer la glaçure bleue de la glaçure noire..... 175

Figure 7.5 : Capture d'écran montrant le logiciel Stream Essentials au moment de la mesure de l'épaisseur de la glaçure et de l'engobe d'un échantillon. 176

Figure 7.6 : Photographies d'échantillons enrobés, polis, voire métallisés pour quelques-uns. 177

Figure 7.7 : Schéma présentant certains des signaux pouvant être enregistrés dans un MEB 178

Figure 7.8 : Images d'une coupe transversale de l'échantillon BZY298 (Ephèse tardo-byzantine), obtenues en mode : a) électrons secondaires (ETD) ; b) électrons rétrodiffusés (BSE). 180

Figure 7.9 : Spectre EDS obtenu après analyse de la glaçure de l'échantillon BZY298 (Ephèse tardo-byzantine). 181

Figure 7.10 : Photographie du MEB FEI Quanta FEG 250 utilisé au CTμ de Lyon. 181

Figure 7.11 : Spectromètre Raman HR800 Jobin-Yvon Horiba utilisé au laboratoire MONARIS – UMR2133. 184

Figure 8.1 : Images BSE permettant de distinguer la glaçure (gl.), l'engobe (eng.) et la pâte céramique (p.c.) d'échantillons de la catégorie technique 1 188

Figure 8.2 : Diagramme ternaire SiO_2-PbO-Al_2O_3 montrant les échantillons avec l'eutectique 190

Figure 8.3 : Images de coupes transversales de l'échantillon BZN 77 (« Pergame F») obtenues : a) à la loupe binoculaire ; b) et c) au MEB en mode BSE 192

Figure 8.4 : Images BSE montrant notamment des inclusions riches en cuivre, fer et manganèse dans la glaçure verte de l'échantillon BYZ430. 194

Figure 8.5 : a) Photographie prise à la loupe binoculaire d'une coupe transversale de l'échantillon BZY962 (« Ephèse local (c/4) ») ; b) Image BSE montrant des inclusions riches en manganèse présentes dans la glaçure violette de l'échantillon BZY962. 195

Figure 8.6 : Images BSE de cristaux de diopside formés dans des glaçures 196

Figure 8.7 : Images BSE montrant notamment des couches d'altération de glaçure (1. et 2. : zones irisées feuilletées) 197

Figure 8.8 : Photographies prises à la loupe binoculaire d'échantillons de la catégorie technique 1 200

Figure 8.9 : Microstructures des 3 groupes d'engobe argileux de l'étude, présentées en imagerie en mode BSE.. 201

Figure 8.10 : Microstructures d'un engobe du groupe 2 (échantillon DY-46), présentées en imagerie en mode BSE 202

Figure 8.11 : Images BSE d'engobes du groupe 2 des échantillons CY-95 (« Pergame tardo-byzantin ») et DY-46 (« Pergame tardo-byzantin ») 205

Figure 8.12 : Images BSE d'interfaces glaçure/engobe 207

Figure 8.13 : Diagrammes binaires comparant les teneurs en silice dans les glaçures et les engobes, après soustraction du plomb et des colorants 210

Figure 8.14 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupe transversale d'échantillons de la catégorie technique 2 212

Figure 8.15 : Images BSE de coupes transversales d'échantillons de céramiques à glaçure monochrome turquoise 213

Figure 8.16 : Spectres Raman issus d'analyses effectuées dans les zones proches des inclusions de diopside..... 216

Figure 8.17 : Spectre Raman du diopside issu de la base de données RRuff. 216

Figure 8.18 : Images BSE montrant la distribution homogène des cristaux de cassitérite dans toute l'épaisseur des glaçures 220

Figure 8.19 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales d'échantillons de la catégorie technique 3 222

Figure 8.20 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales d'échantillons à glaçure turquoise 224

Figure 8.21 : Image BSE montrant notamment des inclusions riches en manganèse dans la glaçure violette de l'échantillon BZN125 (Pergame *Rote Halle*) 225

Figure 8.22 : Photographies prises à la loupe binoculaire d'une coupe transversale de l'échantillon BZN221 (Iznik) : a) en mode HDR ; b) en mode classique. 226

Figure 8.23 : Images BSE d'inclusions riches en fer, nickel, cobalt et cuivre présentes dans la glaçure de l'échantillon BZN124 (Pergame *Rote Halle*) 226

Figure 8.24 : Images BSE d'échantillons de la catégorie technique 3 228

Figure 8.25 : Images BSE d'échantillons de la production de Pergame *Rote Halle* 229

Figure 8.26 : Photographies prises à la loupe binoculaire d'échantillons de la catégorie technique 04 231

Figure 8.27 : Images BSE montrant notamment l'interface engobe/glaçure. 232

Figure 8.28 : a) Photographie de l'échantillon BZN206 (Iznik) avec, entouré en rouge, la zone de prélèvement de la glaçure ; b) Photographie à la loupe binoculaire de BZN206 en coupe transversale, montrant les deux couleurs de glaçure bleu et violette se confondent 237

Figure 8.29 : Inclusions de braunite dans la glaçure de l'échantillon BZN206 (Iznik), observées par : a) microscopie optique durant analyse Raman ; b) MEB en mode BSE 238

Figure 8.30 : Spectres Raman issus d'analyses effectuées dans les inclusions de braunite.. 239

Figure 8.31 : Spectre Raman de la braunite issu de la base de données RRuff 239

Figure 8.32 : Images BSE d'inclusions riches en fer, nickel et cobalt présentes dans les glaçures des échantillons 240

Figure 8.33 : Diagrammes ternaires comparant les teneurs en oxydes de cobalt, de fer et de nickel, des inclusions observées dans les glaçures bleues, réparties dans quatre des cinq classes définies dans l'étude 241

Figure 8.34 : Diagramme binaire comparant les teneurs en oxydes de fer et la somme des teneurs en oxydes de silicium, sodium, potassium et plomb, des inclusions observées dans les glaçures bleues 242

Figure 8.35 : Spectres Raman issus d'analyses effectuées au niveau des inclusions d'hématite 243

Figure 8.36 : a) Spectre Raman de la trévorite issu de la base de données RRuff, présentant la chimie suivante : $(Ni_{0.86}Fe^{2+}_{0.12}Co_{0.01})_{\Sigma=0.99}Fe^{3+}_{2.00}O_4$; b) Spectres Raman issus d'analyses effectuées au niveau des inclusions de trévorite dans les glaçures bleues de la catégorie technique 4 244

Figure 8.37 : Spectre Raman issu de l'analyse effectuée au niveau d'une inclusion riche en nickel localisée dans la glaçure bleue de l'échantillon BZN231 (Iznik)..... 245

Figure 8.38 : Spectres Raman issus d'analyses effectuées au niveau des inclusions de la classe 05 246

Figure 8.39 : Images BSE montrant notamment des inclusions riches en chrome dans les glaçures noires 251

Figure 8.40 : Inclusions de chromite dans la glaçure noire de l'échantillon BZN222 (Iznik), observées par : a) microscopie optique durant analyse Raman ; b) MEB en mode BSE..... 252

Figure 8.41 : Spectres Raman issus d'analyses effectuées dans les inclusions de chromite 253

Figure 8.42 : Spectre Raman de la chromite magnésienne issu de la base de données RRuff 253

Figure 8.43 : Photo prise à la loupe binoculaire d'une coupe transversale de l'échantillon BYZ284 (Iznik) présentant un décor peint en noir sous glaçure (zone entourée)..... 254

Figure 8.44 : Images BSE de coupes transversales d'échantillons de *Miletus Ware* et de leur engobe synthétique 256

Figure 8.45 : Images BSE d'engobes de la catégorie 4 257

Figure 8.46 : Images BSE d'inclusions avec microstructure « en feuillets » présents dans les engobes synthétiques 259

Figure 8.47: Images BSE d'inclusions avec microstructure « en feuillets » présents dans les engobes synthétiques 260

Figure 8.48 : Images BSE de reliquats de verres attestés dans les engobes synthétiques..... 261

Figure 9.1 : Diagramme binaire comparant les teneurs en oxydes de plomb et celles en alcalins des glaçures de la production de *Miletus Ware* d'Iznik 283

Figure 9.2 : Diagramme binaire comparant les teneurs en oxydes de plomb et celles en alcalins des glaçures des productions de *Miletus Ware* d'Iznik et de « *Miletus Ware* non localisée »287

Figure 9.3 : Diagramme binaire comparant les teneurs en oxydes de plomb et celles en alcalins des glaçures des productions de *Miletus Ware* d'Iznik, de « *Miletus Ware* non localisée » et de Pergame *Rote Halle* 290

Figure 10.1 : Diagrammes binaires comparant les teneurs en oxydes de plomb et celles en alcalins des glaçures du corpus 297

Figure 10.2 : Récapitulatif des techniques de production utilisées pour les décors des premières céramiques de table turques d'Anatolie occidentale 298

Liste des Planches

Planche 4.1 : Exemples d'échantillons représentatifs des céramiques tardo-byzantines, des sgraffito polychrome à motifs de pétales et de points, et des céramiques à décor moulé..... 114

Planche 4.2 : Exemples d'échantillons représentatifs des céramiques à glaçure turquoise. . 117

Planche 4.3 : Exemples d'échantillons représentatifs de la *Miletus Ware*)..... 119

Liste des Tableaux

Tableau 2.1 : Dates des contextes des trois sites de Crimée. 83

Tableau 4.1 : Récapitulatif des échantillons sélectionnés pour l'étude, classés par type et par site de découverte. 123

Tableau 6.1 : Moyennes des compositions chimiques des pâtes argileuses des céramiques de chaque production.. 162

Tableau 8.1 : Catégories techniques représentées dans notre corpus, définies selon la nature de la glaçure et de l'engobe. 186

Tableau 8.2 : Liste des échantillons de la catégorie technique 1, classés selon leur type et leur production. 187

Tableau 8.3 : Compositions élémentaires des inclusions riches en fer observées dans les glaçures de la catégorie technique 1 (en % mass., analyses globales, MEB-EDS). 193

Tableau 8.5 : Principales teneurs (en % mass.) des inclusions riches en manganèse issues de la glaçure violette de l'échantillon BZY962 (« Ephèse local (c/4) »). 195

Tableau 8.6 : Compositions élémentaires de zones altérées de glaçures des échantillons de la catégorie technique 1 (en % mass., analyses globales, MEB-EDS). 198

Tableau 8.7 : Liste des échantillons de la catégorie technique 02, classés selon leur type et leur production. 212

Tableau 8.8 : Liste des échantillons de la catégorie technique 03, classés selon leur type et leur production. 221

Tableau 8.9 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions riches en manganèse observées dans la glaçure de BZN125 (Pergame *Rote Halle*). 224

Tableau 8.10 : Liste des échantillons de la catégorie technique 04, classés selon leur type et leur production. 230

Tableau 8.11 : Compositions élémentaires des glaçures ottomanes d'Iznik dans Tite *et al.* 2016. 235

Tableau 8.12 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions de braunite observées dans les glaçures de la catégorie technique 4. 238

Tableau 8.13 : Compositions des inclusions observées dans les glaçures bleues des faïences de Samarra (IX^{e} siècle ap. J.-C.), analysées par B. Kleinmann (MEB-EDS) (Kleinmann 1991, p. 333, table 1). 248

Tableau 8.14 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS.) des zones de liant interstitiel des engobes synthétiques. 258

Tableau 8.15 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions « blanches » présentes dans les inclusions avec microstructure « en feuillets » observées dans les engobes synthétiques. 260

Tableau 9.1 : Epaisseurs (en µm) des glaçures observées sur les rectos et versos d'échantillons de *Miletus Ware*. 288

Tableau 9.2 : Epaisseurs (en µm) des engobes observés sur les rectos et versos d'échantillons de *Miletus Ware*. 289

Introduction

Présentation générale

L'Anatolie est une région qui, à l'époque médiévale, fut le théâtre de nombreuses transformations politiques, sociales, économiques et culturelles (Ocak 2009). Ceci s'explique notamment par le flux constant des hommes qui venaient soit s'y installer telles les tribus turcomanes d'Asie Centrale à compter du XI^{e} siècle ; ou qui n'étaient que de passage pour commercer ou pour se rendre vers d'autres territoires tels les marchands vénitiens et génois, et les croisés se rendant en Terre Sainte. Ce brassage des populations se reflète à différentes échelles et peut être étudié dans divers domaines dont celui de la culture matérielle.

La céramique est un matériau de choix dans l'étude de ce dernier puisqu'il était et est encore utilisé dans notre quotidien. Elle est un véritable témoin de cultures, de modes, de traditions et de savoir-faire dont les techniques de production se transmettent de génération en génération, tout en évoluant au court de l'histoire sous l'influence de facteurs extérieurs. De ce fait, étudier la céramique permet de comprendre certaines facettes liées à l'identité et à la culture des populations du passé et d'observer les échanges qui ont pu avoir eu lieu entre elles. Cela permet aussi de retracer des routes commerciales, ainsi que de mieux appréhender certains aspects économiques d'une époque tels ceux liés à l'approvisionnement en matières premières ou bien encore à la distribution des produits manufacturés.

La présente étude vise ainsi à définir des techniques de fabrication de céramiques datées de la transition entre périodes byzantine et turque en Anatolie occidentale, comprise entre la fin du XIII^{e} et le début du XV^{e} siècle. Au début de cette période, la région voit en effet s'installer les premières populations turques avec la fondation de principautés turques – les beylicats – qui se traduit par l'arrivée de nouvelles entités portées entre autres par des cultures et des croyances différentes (Korobeinikov 2008 ; Leiser 2011).

La création de ces beylicats se matérialise notamment par la construction de monuments dans un nouveau style architectural avec des mosquées ou bien encore des hôpitaux. Nous pouvons par exemple citer la mosquée d'Isa Bey à Ayasuluk ou bien encore celle d'İlyas Bey à Balat parmi les monuments construits en Anatolie occidentale durant cette période. C'est notamment à cette architecture qu'était jusqu'alors consacrée la majorité des travaux relatifs à la culture matérielle des beylicats ouest anatoliens (Lindner 2009).

Pourtant, l'arrivée des Turcs dans la région entraîne aussi l'introduction de traditions et de pratiques nouvelles telles celles liées à l'alimentation (Trépanier 2014 : pour le cas de l'Anatolie Centrale). Ces populations turques consomment en effet des plats différents et utilisent aussi une vaisselle différente, comme en atteste la découverte de nouveaux types céramiques dans les contextes archéologiques de cette période, telles les céramiques à décor moulé ou bien encore les céramiques à glaçure turquoise. Les questions que soulève la découverte de ces nouvelles céramiques sont de plusieurs ordres. Tout d'abord, étaient-elles produites dans la région ou étaient-elles importées ?

Sur la base d'un corpus constitué de céramiques découvertes dans des contextes archéologiques pouvant être datés, des éléments de réponse purent être obtenus grâce aux études de provenance menées principalement au laboratoire de céramologie de Lyon (ArAr – UMR5138), par l'analyse élémentaire des pâtes argileuses par spectrométrie de fluorescence X à dispersion en longueur d'onde (Sauer & Waksman 2005 ; Waksman 2014b, 2015 ; Burlot *et al.* à paraître a, à paraître b ; Waksman *et al.* sous presse). Les résultats de ces études permirent de définir et de localiser des centres de production de ces nouvelles céramiques en Anatolie occidentale.

A partir de ces productions alors définies, de nouvelles questions découlèrent telles celles liées aux techniques de fabrication que nous abordons dans la présente étude. Il s'avère en effet que certains centres produisaient des céramiques à l'époque byzantine, mais aussi au début de la période turque avec ces nouveaux types. Il sera ainsi intéressant d'observer si, pour le cas des productions ouest-anatoliennes, des changements technologiques se sont opérés d'une tradition à l'autre, ou bien si au contraire, elles sont restées dans une certaine continuité.

De plus, nous observons avec les productions ottomanes du XVI^{e} siècle l'utilisation de pâtes synthétiques selon une recette caractéristique, dont l'origine n'est pas encore clairement établie (Henderson 1989 ; Tite 1989). L'une des questions que nous poserons sera de vérifier si, parmi les premières productions turques d'Anatolie occidentale, certaines témoignent de techniques pouvant être précurseurs de ces productions ottomanes plus tardives.

Afin de répondre à ces questions, nous mènerons une étude sur les techniques de production de ces premières céramiques turques à partir d'analyses en laboratoire effectuées principalement sur les matériaux constituant les décors de ces céramiques. En effet, les motifs et les couleurs de ces derniers, véritables marqueurs de goûts et de modes étant donné leur rôle ostentatoire, ont varié d'une culture à l'autre, témoignant bien d'une transition.

Plan de l'étude

Afin de présenter cette étude, nous avons fait le choix de la diviser en trois parties traitant respectivement des contextes, des matériaux et des analyses et résultats.

Dans un premier temps, nous évoquerons le contexte historique afin de relater les raisons qui ont entraîné les populations turques à venir s'installer en Anatolie occidentale ; et nous tâcherons de présenter les changements sociaux et économiques que cet épisode a pu causer dans cette région (chapitre 1). Nous clorons ce rappel historique avec l'épisode de la prise de Constantinople par les Ottomans, qui mit ainsi fin à une période de transition.

Par la suite, nous nous intéresserons à l'aire géographique de notre étude et plus spécifiquement aux contextes de découvertes des céramiques du corpus (chapitre 2). L'un des intérêts de l'étude est que le mobilier analysé provient de fouilles archéologiques pour lesquelles il a été possible de mener une étude approfondie des contextes. Il nous semblait important de les évoquer de manière à présenter les sites de productions à partir desquels des références locales purent être échantillonnées, ainsi que les contextes bien datés qui permirent de proposer de nouveaux jalons chronologiques pour certaines productions étudiées.

La seconde partie porte sur les matériaux de l'étude au sens large, puisqu'il sera question des composants des céramiques, et des céramiques elles-mêmes. Nous reviendrons en effet sur la définition des différents matériaux qui composent les céramiques étudiées et nous évoquerons ensuite les techniques de décoration alors en usage à cette époque (chapitre 3). Cela nous permettra de poursuivre avec la présentation du corpus, à savoir des différents types céramiques que nous avons sélectionnés afin d'illustrer la transition entre productions byzantine et turque (chapitre 4).

Etant donné que nous cherchons à définir cette transition en termes de techniques de production sur la base d'analyses physico-chimiques, il nous a semblé indispensable de consulter des études archéométriques portant sur des problématiques similaires, dont les sujets reposaient sur des corpus byzantins et turcs (chapitre 5). Cette recherche bibliographique a permis de définir des tendances caractéristiques de productions byzantines ou turques, que nous utiliserons comme éléments de comparaison avec les productions de l'étude présentées au chapitre 6.

La troisième partie sera consacrée aux analyses menées dans le cadre de cette étude, effectuées principalement à partir de la microscopie électronique à balayage et de la spectrométrie Raman qui seront d'abord présentées (chapitre 7). Ensuite, nous traiterons des résultats obtenus selon une classification en catégories techniques (chapitre 8), puis nous terminerons par une contextualisation des productions étudiées en combinant données historiques, archéologiques et analytiques afin de répondre aux problématiques liées à la chronologie des productions, à leur provenance et diffusion, ainsi qu'à leur technologie (chapitre 9).

PREMIERE PARTIE

CONTEXTE HISTORIQUE ET CADRE GEOGRAPHIQUE

1. Contexte historique

Ce premier chapitre vise à dresser le contexte historique dans lequel s'inscrit cette étude, depuis les premières conquêtes turques en Anatolie qui ont abouti à la création des beylicats[3] de l'Ouest anatolien, jusqu'à la prise de Constantinople/Istanbul[4] par les Ottomans et à leurs conquêtes en Crimée dans la deuxième moitié du XV^{e} siècle. Il s'agit surtout de se rendre compte de la façon dont les populations se déplaçaient, se confrontaient et interagissaient entre elles durant une période marquant la transition qui s'est opérée en Anatolie entre la fin de l'ère byzantine et le début de l'ère ottomane.

En termes géographiques, nous nous focaliserons davantage sur l'ouest anatolien et plus particulièrement sur la région qui borde la mer Egée et qui s'étend vers l'est jusqu'à Nicée/Iznik. Cette région est au cœur de notre préoccupation puisque, comme cela sera présenté dans le chapitre 2, le corpus céramique de la présente étude provient en très grande majorité de sites archéologiques qui y sont situés. Nous évoquerons aussi des évènements qui se déroulèrent autour de Constantinople, encore capitale de l'Empire byzantin au moment où nous allons commencer notre propos. A la fin de ce chapitre, le cas de la Crimée sera aussi traité.

Enfin, nous allons tâcher de raconter cette Histoire en nous focalisant avant tout sur l'évolution des principales entités qui modifièrent le paysage politique, social, économique et culturel en Anatolie occidentale, à savoir l'Empire byzantin, le Sultanat seldjoukide de Roum et les émirats turcs (beylicats) avec celui des Ottomans en tête.

1.1 Byzance et les Turcs entre le XI^{e} et le XIII^{e} siècle

1.1.1 L'Anatolie du XI^{e} siècle

Au début du XI^{e} siècle, l'Anatolie était la principale région de l'Empire byzantin qui, suite au règne de l'empereur Basile II mort en 1025, occupait de nouveau un très vaste territoire

[3] Pour l'orthographe des noms des régions, des populations et des personnages historiques qui sont, d'une manière générale, d'origine turque ou islamique, nous nous sommes référés à l'ouvrage : SOURDEL D., SOURDEL J., 1996. *Dictionnaire historique de l'islam*. Presses Universitaires de France, Paris. Quant à l'orthographe des noms des cités et empereurs byzantins, nous avons repris celle utilisée dans les trois tomes de *Le monde byzantin*, publiés chez les Presses Universitaires de France.

[4] Le nom des villes est donné dans la version d'usage byzantin lorsque celles-ci sont sous domination de l'Empire. Le nom moderne est ensuite précisé.

s'étendant au-delà du lac de Van jusqu'à la frontière iranienne à l'est ; et jusqu'à la frontière libanaise au sud, incluant une bande longeant la rive nord de la côte levantine. Le nord de l'Empire byzantin comprenait une bande située au sud de la Crimée, et du côté européen sa limite se situait à la frontière avec le territoire des Hongrois et des Petchenègues ; et à l'ouest, le sud de l'Italie et une partie de la Sicile en marquaient sa frontière extrême (**carte 1.1**).

En son cœur, l'Anatolie, dont la variété et l'abondance des richesse naturelles ainsi que la position de ses ports naturels situés sur des points maritimes stratégiques (mer Méditerranée, mer Egée et mer Noire), lui permirent de voir émerger des cités florissantes connectées par les voies commerciales majeures du Moyen-Orient (Leiser 2011 ; Zachariadou 2011). A cette époque, l'Anatolie est ainsi une région byzantine riche et prospère au sein d'un Empire qui ne s'attendait alors pas à voir migrer les premières populations turques dans le courant du XI^{e} siècle.

1.1.2 L'Empire byzantin à l'aube des conquêtes turcomanes

Afin de mieux comprendre le contexte qui entoure l'Empire byzantin au moment de ces premières invasions, revenons à l'avènement d'Isaac Comnène au titre de basileus (empereur byzantin) le 8 juin 1057. Au moment de son accession au trône, le trésor de l'Empire était alors épuisé, ce qui en compromettait notamment sa défense. Pour tenter de trouver une solution à cette situation, l'empereur Isaac Comnène révoqua un grand nombre de donations et d'aliénations de terres, n'épargnant aucun citoyen. Des tensions naquirent ainsi à son encontre et l'Empire connaissait de nouveau une situation belliqueuse forçant l'empereur à abdiquer et à désigner Constantin Doukas comme son successeur qui fut couronné empereur Constantin X le 25 décembre 1059 (Cheynet 2006).

Etant toujours face à une situation économique compliquée, mais ne voulant pas créer de nouveaux impôts afin d'éviter tout nouveau conflit, le nouvel empereur prit la décision de faire d'importantes économies sur ses dépenses personnelles ainsi que sur le budget de l'armée, ce qui, comme nous le verrons par la suite, aura de lourdes conséquences sur le sort de l'Empire. Constantin X mourut en 1067 laissant ses trois fils régner conjointement sous la tutelle de leur mère qui avait dû promettre de ne pas se remarier. Malgré cette promesse, elle épousa un chef militaire en la personne de Romain Diogène qui devint alors le nouveau basileus d'un Empire ruiné économiquement et disposant d'une armée sous équipée (Cheynet 2006).

1.1.3 Les premières attaques turques

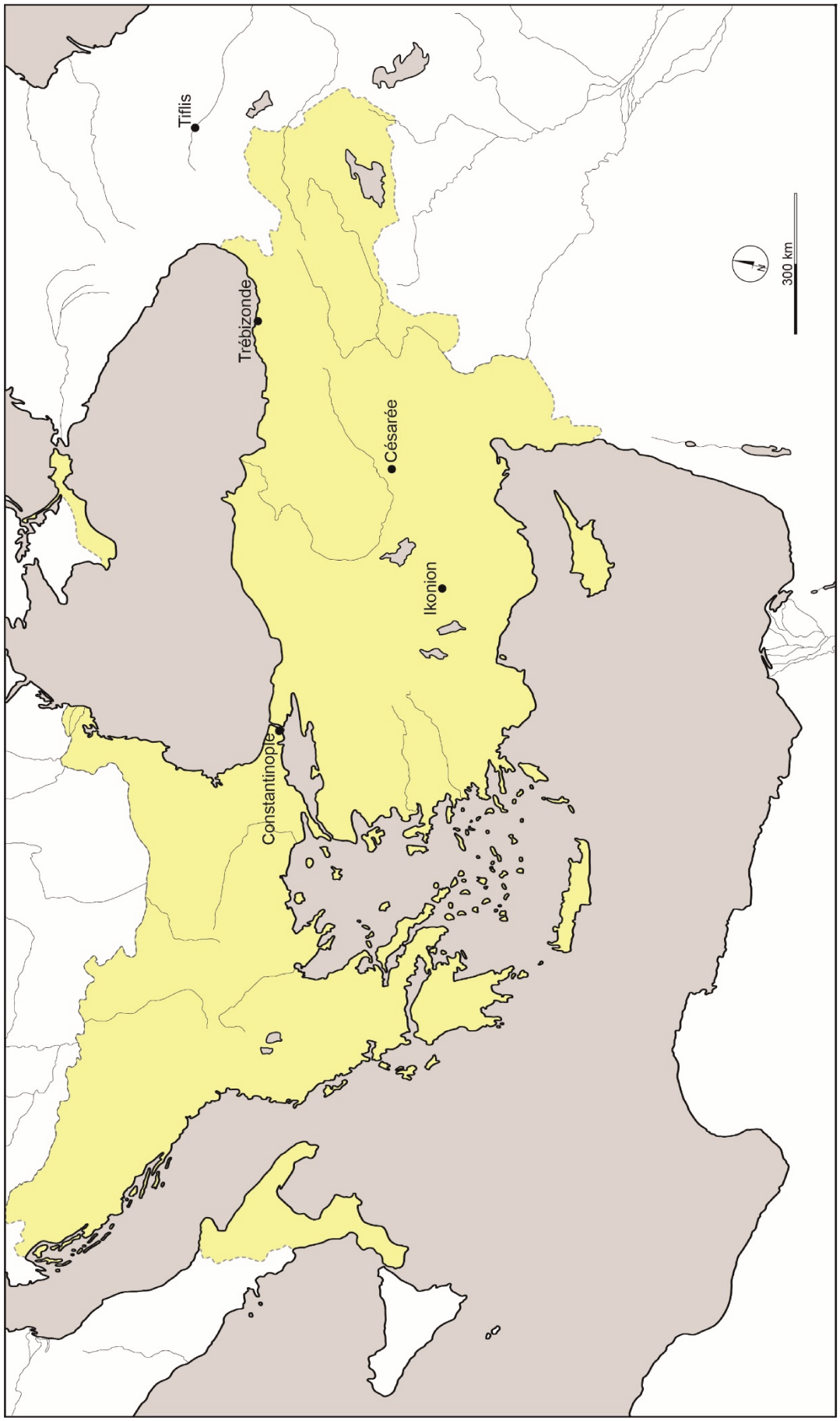
Durant cette période de trouble que connut l'Empire byzantin, et déjà depuis le début du XI^{e} siècle, de premières tribus turcomanes arrivèrent aux frontières orientales de l'Anatolie. Ces Turcomans provenaient d'Asie Centrale et plus précisément du Khorassan, une région du nord-est de l'Iran (Leiser 2011). Ils tirent leurs origines du peuple des Oghuzs, des anciens pasteurs nomades et cavaliers qui, bien avant le XI^{e} siècle, occupaient encore les steppes eurasiennes s'étendant des pentes occidentales de l'Altaï à la basse-Volga, au sud de la forêt sibérienne (Shaw 1976 ; Korobeinikov 2008). Vers la fin du X^{e} siècle, les principaux groupes de ces Oghuzs se convertirent à l'Islam et sont dès lors connus sous le nom de Turcomans (Cahen 1988).

A la recherche de butins et de nouveaux territoires, ces Turcomans arrivèrent à la frontière anatolienne où, grâce à leurs nombreux cavaliers qui étaient d'une grande mobilité, ils vainquirent toutes les forces arméniennes et géorgiennes qui étaient installées entre Tiflis/Tbilissi et le lac de Van. Les Byzantins profitèrent de la destruction des défenses arméniennes pour annexer leur territoire, obligeant ces derniers à migrer par milliers en Cappadoce (Leiser 2011).

En 1040, les Turcomans dirigés par Tchaghribeg et son frère Tughrilbeg vainquirent les Ghaznévides, une autre dynastie turque qui régnait sur l'actuel Afghanistan et une partie de l'Iran ; évènement qui marqua le début de la création du Sultanat des Seldjoukides iraniens dont Tughrilbeg sera le premier sultan. Dès lors commença une immigration à grande échelle des tribus turcomanes au Moyen-Orient qui arrivèrent rapidement aux frontières de l'Empire byzantin et qui y commencèrent leurs raids. Dès 1048, elles avancèrent jusqu'à Trébizonde et jusqu'en Anatolie centrale (Shaw 1976 ; Turan 2008 ; Leiser 2011).

Tughrilbeg mourut en 1063 et ce fut son neveu Alp Arslan qui lui succéda (Korobeinikov 2008). Ce nouveau leader attaqua d'abord l'Arménie avant d'amorcer la conquête de l'Empire byzantin via l'Anatolie. En 1067, il avança jusqu'à Césarée/Kayseri en Cappadoce, tandis qu'une autre armée turque ravageait la frontière de la Cilicie. L'année suivante, certains raids turcs atteignirent même le Bosphore. Ces années marquèrent ainsi la première étape de l'installation des Turcs en Anatolie (Shaw 1976 ; Korobeinikov 2008 ; Ocak 2009 ; Leiser 2011).

Une progression aussi rapide s'explique notamment du fait que les défenses byzantines étaient, comme nous l'avons déjà évoqué, diminuées à cause des tensions politiques et militaires internes que connaissait l'Empire. Cette faiblesse militaire se traduisait sur sa frontière orientale par la présence uniquement de quelques garnisons stationnant dans des forteresses séparées sur de longues distances. Il n'était donc pas difficile pour les nomades turcomans de passer entre ces dernières (Shaw 1976). En l'année 1071, l'empereur Romain IV Diogène tenta de mettre un terme, par une importante réaction militaire, aux raids turcomans qui se multipliaient (Leiser 2011).



Carte 1.1 : L'Empire byzantin vers 1040 (d'après Haldon 2005, map 5.3 ; DAO J. Burlot).

1.1.4 La bataille de Mantzikert et la première vague turque en Anatolie

En mars 1071, Romain IV Diogène monta une armée surtout formée de mercenaires afin de se rendre jusqu'à la ville fortifiée de Mantzikert/Malazgirt située au nord du lac de Van (**carte 1.2**). Celle-ci est alors occupée par les Turcomans sous le commandement d'Alp Arslan. Durant le mois d'août de la même année, les forces byzantines et turcomanes s'affrontèrent dans une bataille qui vit l'armée d'Alp Arslan sortir victorieuse et le basileus fait prisonnier (Cahen 1988 ; Hillenbrand 2007 ; Korobeinikov 2008 ; Leiser 2011). Alp Arslan qui souhaitait dès lors poursuivre ses conquêtes contre la Syrie et l'Egypte, préféra négocier avec l'empereur à qui il exigea la garantie d'une aide militaire, d'un paiement d'un tribut annuel ainsi que de quelques rectifications de frontières et d'une paix de 50 années (Hillenbrand 2007).

Romain IV Diogène accepta ces demandes et fut alors libéré. Cet évènement entraîna sa destitution du pouvoir, ce qui conduisit à une nouvelle série de guerres civiles dans Byzance (Cahen 1988 ; Cheynet 2006 ; Chrysostomides 2009 ; Leiser 2011). Romain IV Diogène mourut durant cet épisode, ce qui entraîna alors Alp Arslan à diriger ses forces en Asie Mineure (Chrysostomides 2009). Dès lors, Alp Arslan et ses successeurs incitèrent les tribus turcomanes à se déplacer en Anatolie (Cahen 1988).

C'est ainsi que commença la migration turque d'une façon qui ne refléta pas une invasion militaire classique ponctuée de batailles, mais plutôt une migration nomade qui vit plusieurs tribus et clans turcomans s'installer progressivement, ne devant faire face qu'à très peu d'opposition et occupant ces nouvelles terres sans avoir eu besoin d'obtenir des cessions territoriales par traités. Ces tribus turcomanes étaient dirigées par des militaires imprégnés de foi et de traditions islamiques tandis que les nomades qui les accompagnaient conservaient leurs croyances et leurs coutumes chamanistes, leur islamisation n'étant que superficielle (Zachariadou 2011).

En 1074, l'invasion se poursuivit jusqu'en Cappadoce forçant les Arméniens nouvellement installés à fuir vers le nord de la Syrie où ils établirent le royaume de Cilicie d'Arménie. Il est important de noter que cette invasion turque affaiblissait davantage l'Empire byzantin déjà en crise. En effet, les populations villageoises byzantines se retrouvèrent rapidement exposées et sans défense, abandonnant alors progressivement leurs terres. Cela ébranla la structure administrative byzantine en Anatolie ainsi que l'Eglise chrétienne qui se retrouvèrent dépourvues de leurs propriétés et de leurs revenus (Leiser 2011).

1.1.5 Byzance face à la naissance du Sultanat seldjoukide de Roum

A la fin du XI[e] siècle apparurent dans la région sud de l'Anatolie deux frères descendants d'une des branches seldjoukides, dont l'un allait être le fondateur du Sultanat seldjoukide de Roum. Il s'agit de Süleyman ibn Qutulmush qui, vers 1075, avec son frère Mansûr, assiégèrent Nicée et ses environs et annexèrent davantage l'Anatolie occidentale et centrale (Cahen 1988 ; Korobeinikov 2008). Quelques années plus tard, ces deux frères prêtèrent fidélité à des généraux byzantins afin de les aider dans leur quête du trône tout en restant indépendants. En contrepartie, ils purent placer leurs troupes en garnison dans des cités telles Nicée ou bien encore Cyzique ainsi que dans d'autres villes d'Asie Mineure proches du Bosphore d'où ils ne pourront être délogés par la suite (Cahen 1988 ; Cheynet 2006 ; Turan 2008).

Le 4 avril 1081, Alexis Comnène, neveu d'Isaac Comnène, fut proclamé empereur byzantin (Cheynet 2006). A cette période, l'Empire a déjà perdu définitivement l'Italie et de nouvelles menaces se portent à l'ouest de la péninsule des Balkans. La Mésopotamie, l'Arménie et l'Asie Mineure échappèrent à l'Empire (Cheynet 2006). En Asie Mineure, l'influence et la croissance aussi importantes du territoire de Süleyman, son frère Mansûr ayant été tué en 1078, obligea le nouvel empereur à conclure un traité avec Süleyman reconnaissant ainsi sa suzeraineté sur les territoires qu'il contrôlait (Cahen 1988).

Süleyman se rendit ensuite vers l'est de l'Anatolie où, voulant intervenir en Syrie, il tomba dans les querelles locales et fut tué en 1086 par Malikshâh, le chef seldjoukide de cette région (Cahen 1988). Ce dernier captura le fils de Süleyman, Kiliç Arslan, qui réussit cependant à s'échapper en 1092. Kiliç Arslan retourna alors à Nicée et regagna le contrôle de l'ancien état de son père après avoir regroupé autour de lui ses anciens sujets (Turan 2008). C'est ainsi que naquit le Sultanat seldjoukide d'Anatolie, autrement appelé Sultanat de Roum en référence au territoire de l'ancien Empire romain-byzantin (Leiser 2011).

De son côté, l'Empire byzantin retrouvait une certaine puissance sous l'impulsion d'Alexis Comnène qui, en 1095, récupéra notamment les cités de Cyzique et d'Apollonia (Cheynet 2006). Malgré tout, durant les règnes d'Alexis Comnène et de ses successeurs, l'Empire byzantin devait toujours lutter contre de nouveaux états puissants, aussi bien économiquement que militairement, qui cherchaient à s'étendre au détriment de son territoire durant tout le XII[e] siècle.

1.1.6 Le Sultanat de Roum

Durant le règne de Kiliç Arslan, le Sultanat de Roum continua de répandre sa domination vers l'ouest jusqu'en mer Egée, et vers l'est jusqu'à Mélitène/Malatya (Turan 2008 ; Leiser 2011). Cette expansion se vit stopper nette lorsqu'en 1097, les croisés d'Occident souhaitant se rendre en Terre Sainte, marchèrent à travers l'Anatolie et prirent notamment la cité de Nicée. Pour faire face à cette menace, Kiliç Arslan s'allia avec Danishmend, un autre sultan turcoman occupant l'est de l'Anatolie, et ils réussirent finalement à contrer les croisés après avoir subi quelques défaites. Les Byzantins profitèrent cependant de la présence des croisés pour reconquérir Nicée et le littoral égéen jusqu'à la région du Méandre (Cheynet 2006 ; Korobeinikov 2008 ; Zachariadou 2011).

Suite à cet épisode, Kiliç Arslan fit d'Ikonion/Konya sa capitale et continua l'expansion de son territoire, notamment vers l'est de l'Anatolie (Korobeinikov 2008 ; Turan 2008). Il mourut en 1107, évènement qui mit un terme à la première vague de peuplement turc en Anatolie avec notamment la création du Sultanat seldjoukide de Roum comptant parmi les plus importants des nouveaux états turcs d'Anatolie (Leiser 2011). Ce sera sous le règne de Kiliç Arslan II, petit fils de Kiliç Arslan, qu'un nouveau tournant important s'opéra au sein de ce Sultanat.

En 1176, après que Byzance ait subi de nouveaux raids des Turcomans, l'empereur byzantin Manuel Comnène décida de mettre un terme à la puissance croissante du Sultanat seldjoukide (Cahen 1988 ; Leiser 2011). Il rassembla ainsi des troupes de tout l'Empire pour une grande campagne et mena l'armée principale en direction de Konya. Au passage de la forteresse de Soublaion, il s'engagea dans l'étroit défilé de Myrioképhalon au nord du lac de Hoyran où Kiliç Arslan II en profita pour attaquer l'armée de l'empereur des deux côtés. Au lendemain de cette attaque, Kiliç Arslan II proposa la paix à Manuel Comnène moyennant un tribut et la destruction des forteresses de Dorylée/Eskişehir et de Soublaion. L'empereur accepta l'accord et l'armée byzantine vaincue se retira (Cahen 1988 ; Cheynet 2006 ; Leiser 2011). Cette victoire mit fin à l'espoir de Byzance de reprendre les territoires turcs (Cheynet 2006 ; Turan 2008).

Deux ans plus tard, le sultan annexa ce qu'il restait du territoire des Dânishmendides et pour la première fois, il unit toute l'Anatolie centrale en un seul état turc, de Kütahya à l'ouest à Malatya à l'est et d'Amasya au nord à la Cilicie arménienne au sud. Seules quelques zones côtières sur la Mer Noire, l'Egée et la Méditerranée restèrent sous le contrôle byzantin. Il y avait désormais en Anatolie un état turc bel et bien établi et complètement indépendant (Leiser 2011 ; Zachariadou 2011).

1.1.7 1204 : la quatrième croisade

Au tout début du XIII[e] siècle, le pape Innocent III appela à une quatrième croisade, et bien que celle-ci avait pour objectif la prise de Jérusalem par les croisés, elle se terminera par le siège de Constantinople.

Suite à la prise de Jérusalem le 2 octobre 1187 par Saladin, premier dirigeant de la dynastie musulmane ayyoubide et régent de l'Egypte et de la Syrie, les croisés retournèrent en Terre Sainte lors d'une troisième croisade. Après plusieurs années de guerre entre croisés et armées de Saladin, une trêve de trois ans fut conclue le 2 septembre 1192 (Morrisson 2012). La délivrance de Jérusalem resta une préoccupation et en 1202, suite à l'appel du Pape Innocent III, une nouvelle croisade se dessina.

Celle-ci fut cette fois-ci dirigée par des comtes et seigneurs qui, voulant éviter un long trajet par la terre et le passage de l'Empire byzantin, conclurent un traité avec Venise pour pouvoir être transportés par bateau jusqu'en Egypte qu'il fallait conquérir pour ensuite marcher sur Jérusalem (Cheynet 2006). Sur les 85 000 marcs promis pour une telle aide, les croisés ne purent en payer que 50 000 aux Vénitiens (Morrisson 2012). Ainsi, afin d'accepter d'éponger la dette restante des croisés, les Vénitiens leur demandèrent en échange de les aider à récupérer le port de Zara au roi de Hongrie, et de se rendre ensuite en Egypte (Cheynet 2006).

Suite à la prise de cette cité portuaire, Alexis Ange, fils de l'ancien empereur byzantin Isaac II, arriva à Zara afin de solliciter les croisés et Vénitiens pour l'aider à restituer le trône byzantin à son père renversé en 1195 par l'actuel basileus Alexis III (Morrisson 2012). En échange de cette aide, Alexis Ange promit d'accepter l'obédience de Rome, de défrayer les croisés de leurs dépenses, ou bien encore de les aider à conquérir la Terre Sainte (Cheynet 2006).

Le projet fut adopté par les Vénitiens et les croisés et le 24 juin 1203, la croisade mit le siège devant Constantinople. Un assaut fut donné le 17 juillet, obligeant Alexis III à s'enfuir car démuni de troupes. Il quitta Constantinople en emportant son trésor. Isaac II retrouva son statut de basileus et associa son fils Alexis III au pouvoir, mais ils furent incapables de tenir les promesses faites aux croisés et ne purent tenir qu'une partie de leurs engagements. Des rixes éclatèrent alors entre Byzantins et croisés qui incendièrent une partie de Constantinople. La population byzantine de la capitale devenait de plus en plus hostile à l'encontre de ses deux nouveaux régents qui furent très rapidement renversés par une émeute populaire qui porta au

pouvoir Alexis V Doukas qui mit aussitôt les fortifications de la ville en état de défense pour se protéger des croisés et Vénitiens (Cheynet 2006 ; Morrisson 2012).

En mars 1204, un second siège de Constantinople prit place. Juste avant de prendre d'assaut la cité, un traité est conclu entre le doge vénitien Enrico Dandolo et les chefs croisés qui décidèrent du partage de l'Empire byzantin en cas de victoire. Le 13 avril, la ville fut prise et le 9 mai, le comte de Flandre Baudouin est proclamé empereur (Morrisson 2012). Dès lors, Venise devint la grande puissance de la région. Elle possédait une partie de Constantinople et de plus, les ports et escales dont elle était propriétaire formait maintenant une chaîne sans discontinuité de l'Adriatique à Constantinople lui permettant d'être la plus grande puissance maritime et commerciale en Méditerranée orientale. Quant aux Génois, ils venaient d'être dépossédés de toutes les possessions que leur avaient préalablement cédé les empereurs byzantins (Morrisson 2011).

1.1.8 L'Empire byzantin fragmenté

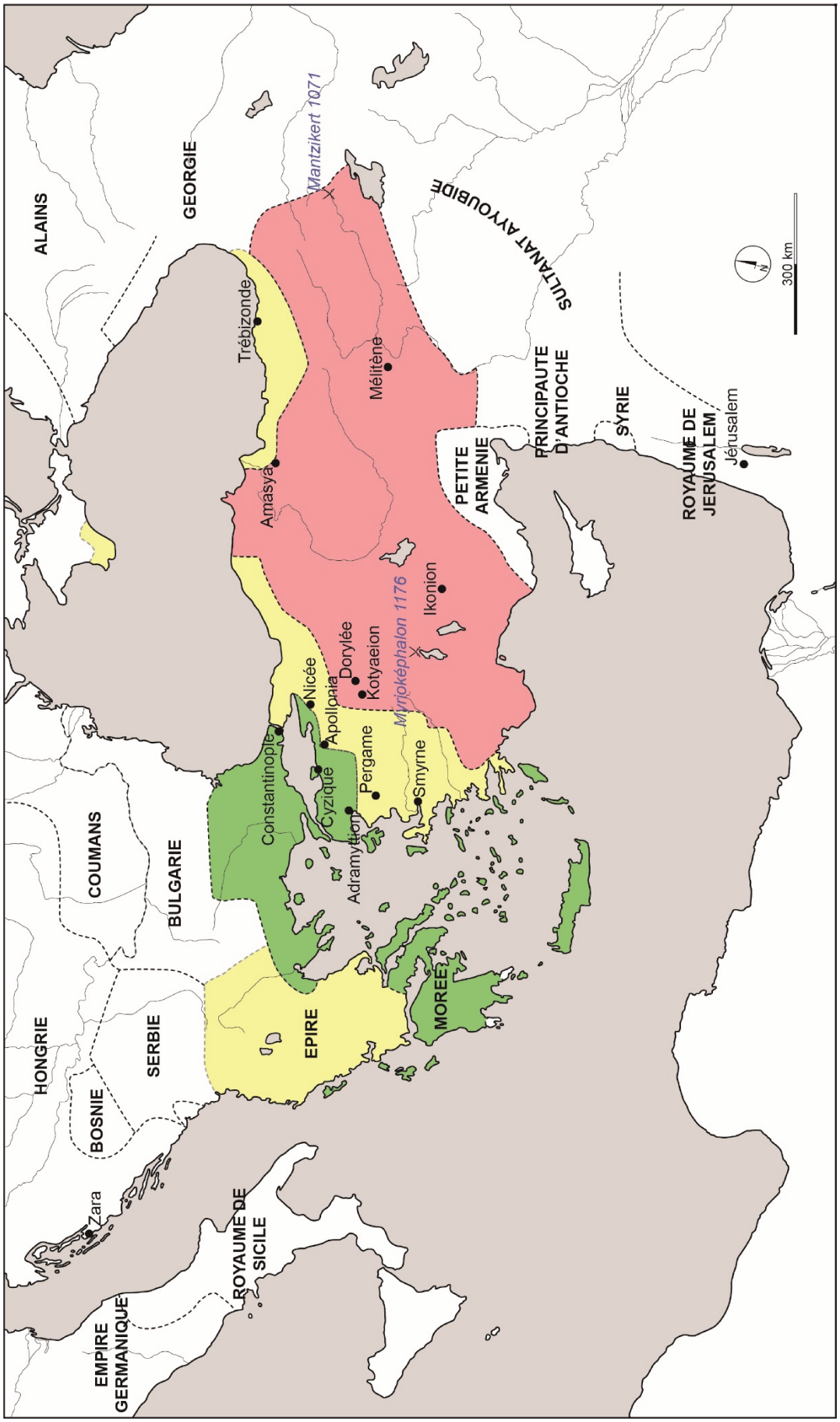
L'Empire byzantin se retrouva fragmenté en principautés grecques, slaves (Serbie, Bulgarie) et latines (**carte 1.2**). L'une des principales principautés grecques se forma alors en Asie Mineure et notamment à Nicée sous le commandement de Théodore Lascaris, gendre d'Alexis III, qui y sera proclamé basileus en 1208 après avoir sécurisé le contrôle des cités de Bithynie. Nicée devint ainsi un centre de ralliement pour tous les dignitaires civils et ecclésiastiques qui avaient fui Constantinople (Angold 2008 ; Morrisson 2011).

Un second état grec se développa dans l'ancienne colonie grecque de Trébizonde localisée dans la région du Pont bordant la rive sud-est de la Mer Noire. Ce second état fut, suite à la prise de Constantinople, sous la gouverne d'Alexis et David Comnène, deux petits-fils de l'ancien empereur byzantin Andronic Comnène, qui prirent le titre de « basileus et autocrator des Romains Grand Comnène » (Morrisson 2011). Enfin, un troisième état grec, le despotat d'Epire, se forma au niveau de l'Adriatique sous l'impulsion de Michel Comnène Doukas, arrière-petit-fils d'Alexis I^{er} Comnène (Angold 2008).

L'apparition des états grecs de Nicée et de Trébizonde fut considérée comme deux nouvelles menaces pour le Sultanat de Roum (Leiser 2011). En effet, chacun de ces deux états souhaitait accroître son importance et cela passait à la fois par des conquêtes contre les Turcs d'Anatolie, mais aussi contre les états Latins maintenant en position autour de Constantinople.

De ce fait, la région du nord-ouest de la Turquie fut en proie à de nombreux affrontements voyant les frontières de ces différents états évoluer sans cesse.

En 1210, l'Empire de Nicée élargit son territoire aux dépens des Seldjoukides en Carie, en Cappadoce et jusqu'à la Galatie et la mer Noire. Un an plus tard, Théodore Lascaris perd une bataille contre les Francs cette fois-ci à Lopadion/Ulubad, permettant à ces derniers d'envahir son territoire jusqu'à Pergame/Bergama, et un traité de paix fut signé. L'Empire latin conservait le nord-ouest de la Bithynie avec le port d'Adramyttion/Edremit au sud, tandis que Théodore Lascaris gardait Nicée, Brousse/Bursa et la région entre Adramyttion et Smyrne/Izmir (**carte 1.2**). Théodore Lascaris mourut au début de l'année 1222 et ce fut son gendre, Jean Vatatzès, qui hérita du trône de l'Empire byzantin de Nicée. A cette même période, l'Empire latin connaissait une crise interne permettant à Jean Vatatzès d'étendre sa domination dans la partie européenne et de commencer à encercler à son tour Constantinople (Morrisson 2011).



Carte 1.2 : La Méditerranée orientale vers 1214 (d'après Haldon 2005, *map 9.3* ; Laiou & Morrisson 2011a, *carte 1* ; DAO J. Burlot).

1.1.9 Le Sultanat de Roum avant l'invasion mongole

A cette même période, la stabilité revint au sein du Sultanat de Roum sous le règne de Kaykavus I^{er} qui, en 1214, prit Sinope en bord de mer Noire, alors possession de l'Empire de Trébizonde (Turan 2008). Cela donna pour la première fois au Sultanat un contrôle et un accès aux voies commerciales importantes sur la mer Noire (Ocak 2009). En 1216, l'armée seldjoukide se rendit cette fois-ci au sud de l'Anatolie où elle prit Attalia/Antalya et annexa une partie de la Cilicie arménienne ouvrant aussi au Sultanat un accès à la mer Méditerranée (**carte 1.3**). Ainsi, Kaykavus ancra de manière forte le pouvoir du Sultanat seldjoukide de Roum en Anatolie, ce dernier venant de s'ouvrir une route commerciale nord-sud entre la mer Noire et la mer Méditerranée (Leiser 2011). Cet épisode marqua le début d'une domination florissante du Sultanat des Seldjoukides de Roum en Anatolie qui vit son apogée sous le règne d'Alaeddin Kaykobad, frère de Kaykavus.

Alaeddin Kaykobad continua la conquête d'une grande partie de la côte méditerranéenne à l'est d'Attalia, prenant le port de Kalonoros qui fut renommé Alaya/Alanya en son honneur. En 1225, les conquêtes sur le littoral méditerranéen se prolongèrent à l'est jusqu'au district de Silifke, possession des Hospitaliers (Cahen 1988). Sur la côte nord du Sultanat, à Sinope, port qu'il sécurisa davantage, il fit construire une flotte qu'il envoya au grand entrepôt de Soudak en Crimée où il établit un protectorat seldjoukide (Turan 2008). Ces deux principales conquêtes garantirent au Sultanat une prospérité commerciale importante ainsi qu'un revenu qui permettait aux Seldjoukides d'accroître davantage leur économie dans la région (Ocak 2009).

Le territoire oriental du Sultanat s'étendit davantage au fil des victoires face à d'autres ennemis majoritairement turcs, et atteignit des régions à l'est de telle sorte que cette emprise orientale était comparable à celle de Byzance deux siècles plus tôt (Leiser 2011). Sous le règne d'Alaeddin Kaykobad, le Sultanat seldjoukide de Roum connut sa plus forte expansion, à la fois territoriale, politique et économique (Turan 2008). Cette période ne dura cependant pas longtemps car après la mort d'Alaeddin Kaykobad en 1237, le Sultanat commença à perdre de sa splendeur. Après une importante rébellion de Turcomans en Anatolie du sud et centrale – la révolte des babaïs – qui eut lieu en 1240, une armée mongole venue d'Asie centrale avança sans trop rencontrer de résistance en Anatolie (Turan 2008 ; Ocak 2009).

1.1.10 La bataille de Kösedağ et la création des beylicats

Les premières attaques mongoles eurent lieu à partir de 1236, mais ce fut en 1243, à Kösedağ (**carte 1.3**), qu'eut lieu la grande bataille entre Seldjoukides et Mongols. Kayhosrev II, fils aîné d'Alaeddin Kaykobad et nouveau sultan de Roum, rappela toutes ses armées et envoya demander d'autres renforts à ses vassaux, alliés, voire même à ses anciens ennemis réconciliés pour faire face à la menace mongole (Cahen 1988 ; Korobeinikov 2008 ; Leiser 2011). Toutes ces forces furent dirigées vers la frontière orientale du Sultanat, en route pour Sébaste/Sivas. Elles affrontèrent les armées mongoles à Kösedağ, à l'est de Sébaste, et furent vaincues durant la bataille du 26 juin 1243 (Leiser 2011).

Le Sultanat des Seldjoukides de Roum ne put jamais se remettre de cette défaite. Il devait dès lors payer un tribut aux Mongols afin de conserver une semi indépendance. Durant la seconde moitié du XIII^{e} siècle, les descendants de Kayhosrev II se battirent pour le trône, ce qui entraîna progressivement le Sultanat vers sa dissolution (Leiser 2011). La domination mongole atteignit la frontière de l'Etat de Nicée, mais les Mongols ne l'attaquèrent pas (Morrisson 2011). Au contraire, un traité fut même signé entre les deux puissances.

L'un des résultats majeurs et immédiats des invasions mongoles fut la création de plusieurs émirats turcomans – appelés aussi beylicats – au-delà du contrôle direct des Seldjoukides ou des Mongols, et leur migration vers l'ouest de l'Anatolie à la frontière entre l'Empire byzantin de Nicée et le Sultanat de Roum (İnalcık 2000 ; Turan 2008). « Cette région frontalière devint une place de refuge pour les troupes et les figures politiques fuyant le gouvernement mongol et, au même moment, une place où de nombreux villageois et citadins démunis recherchaient une nouvelle vie et un nouveau futur. Il en résulta que la population augmenta à la frontière. Cherchant une opportunité d'occuper les riches plaines du côté byzantin de la frontière, les nomades frontaliers impatients incitèrent les hommes au *gaza*, une guerre sainte contre Byzance. Les guerriers se ressemblèrent autour de leaders *gazi* d'origines diverses, et leurs raids sur le territoire byzantin devinrent de plus en plus fréquents » (İnalcık 2000).

Le beylicat le plus important au début de leur fondation était celui des Karamanides qui s'installa au centre-sud de l'Anatolie après avoir conquis des territoires arméniens en Cilicie (**carte 1.3**) (Turan 2008). D'autres tribus turcomanes s'installèrent au-delà des frontières byzantines vers l'ouest de l'Anatolie, à commencer par les Germiyanides qui, en 1286, prirent

position dans la vallée du Méandre et firent de Kotyaeion/Kütahya leur capitale (Shaw 1976 ; Cahen 1988 ; Beldiceanu-Steinherr 2003).

1.1.11 Byzance reprend Constantinople

Au même moment, au sein de l'Empire de Nicée, un complot vraisemblablement mené par Michel Paléologue – membre d'une des familles les plus importantes de la noblesse byzantine – entraîna l'assassinat du régent Georges Mouzalôn en 1258. Michel Paléologue fut alors couronné empereur dès janvier 1259, avec comme principal objectif la reprise de Constantinople aux mains des Latins (Morrisson 2011).

Au début de l'année 1260, Michel Paléologue entreprit une alliance avec l'empereur de Trébizonde, Manuel Comnène, puis accepta l'aide des Génois qui demandaient en échange à récupérer les biens dont disposaient les Vénitiens. Un traité fut ainsi signé entre ces trois partis le 13 mars 1261, et durant la même année, ils vainquirent les forces latines présentes à Constantinople et dans sa région (Laiou & Morrisson 2011b). Le 15 août 1261, Michel Paléologue entra en vainqueur dans la cité qui redevint la capitale de Byzance 57 ans après avoir été prise par les Latins. Michel Paléologue fut alors intronisé et prit le nom de Michel VIII (Laiou & Morrisson 2011b).

Cependant, malgré cette victoire de prestige, le gouvernement byzantin rencontra des difficultés économiques du fait d'importantes dépenses pour l'entretien de son armée et l'Empire se retrouva alors ruiné. Par ailleurs, les Génois récupérèrent les privilèges des Vénitiens comme cela leur avait été promis par le traité, ce qui privait d'autant plus l'Empire de potentielles ressources. (Laiou & Morrisson 2011b).

Cet épisode qui entraina les troupes de l'Empire de Nicée à se focaliser sur Constantinople et sur la région des Balkans fit qu'elles négligèrent du coup les frontières asiatiques (İnalcık 2000 ; Laiou 2008 ; Leiser 2011). Ce fut à partir du beylicat des Germiyanides que des Turcomans pénétrèrent progressivement sur le territoire byzantin bordant l'Egée et s'y installèrent (Shaw 1976 ; Cahen 1988) ; ce qui marqua une vague d'immigration turque qui sera pour la première fois effective en Anatolie occidentale.

A la mort de Michel VIII le 11 décembre 1282, les états grecs ne s'étaient maintenus en Anatolie que dans l'Etat de Trébizonde, en Bithynie et sur les côtes de l'Egée tandis que la Cilicie était devenue une principauté arménienne. Le reste de l'Anatolie étant occupée

essentiellement à l'est par les Mongols, au centre par le Sultanat de Roum en déclin et à l'ouest par les nouveaux beylicats turcs naissants (Morrisson 2011).

1.1.12 Les Almugavares, des mercenaires catalans envoyés par Byzance

L'empereur Andronic II Paléologue succéda à Michel VIII et hérita d'un Empire dans une situation de crise voyant arriver de nouvelles menaces d'Europe avec des états jeunes tel celui des Serbes, mais aussi d'Asie Mineure avec l'éclosion de ces nouveaux émirats turcs (Laiou & Morrisson 2011b). Du fait de contrôler alors un territoire réduit, ce qui entraîna une chute des ressources fiscales de l'Empire, le basileus n'était pas en mesure de monter d'importantes armées et d'équiper des flottes, laissant ainsi Gênes et Venise se battre pour la prépondérance économique à Constantinople et sur tout le pourtour oriental de la Méditerranée.

Afin de stopper l'avancée des Turcs en Asie Mineure et de récupérer les territoires que ces derniers avaient annexés, Andronic II décida de recruter les Almugavares, une compagnie catalane de mercenaires dirigée par Roger de Flor, un ancien Templier (Cahen 1988). Les Almugavares menèrent une première campagne victorieuse en Anatolie en 1304-1305 durant laquelle ils terrassèrent les Turcs sur leur passage et avancèrent jusqu'au pied du Taurus cilicien. A la fin de cette première campagne, Andronic II les rappela en Europe (Laiou & Morrisson 2011b).

Alors que l'armée de mercenaires se trouvait dans la péninsule de Gallipoli, Andronic renonça finalement à les faire venir dans les Balkans et leur demanda de se rendre de nouveau en Anatolie. Après quelques négociations, les Almugavares acceptèrent de se remettre en route pour l'Asie Mineure. Juste avant leur départ, Roger de Flor fut fait assassiner par Michel IX, fils d'Andronic II, le 7 avril 1307. Ce crime fut aussitôt vengé par les mercenaires dont les représailles désorganisèrent l'Etat byzantin dans la péninsule des Balkans (Laiou & Morrisson 2011b), créant ainsi une brèche pouvant permettre aux Turcs de se rendre dans cette région. A compter de cet évènement, on ne vit plus de forces byzantines ou envoyées par Byzance en Anatolie occidentale (Cahen 1988).

Ainsi, près d'une vingtaine de beylicats dont celui des Ottomans furent fondés à compter de la seconde moitié du XIII^{e} siècle sur des terres ravies à Byzance qu'elle ne pourra plus reprendre suite à cet échec avec les Almugavares (**carte 1.3**). Seules Philadelphie/Alaşehir et sa région alentour restèrent possessions byzantines jusqu'en 1390 (Vatin 1989a ; Laiou 2008).

Au début du XIV[e] siècle, le Sultanat des Seldjoukides de Roum avait quant à lui totalement disparu (Leiser 2011).

Certains historiens affirment que la création et l'expansion du Sultanat de Roum amena à une transformation importante de l'Anatolie et ce, en plusieurs termes. En terme territorial car le Sultanat de Roum repoussa les frontières de Byzance jusqu'en Anatolie occidentale ; en termes ethniques et sociaux puisqu'il apporta différents groupes turcs, ce qui créa notamment une société nouvelle ; et en termes religieux avec le Sultanat qui était le symbole de l'Islam, religion qui devint majoritaire dans la région (Ocak 2009).

1.2 L'Anatolie occidentale au XIV[e] siècle

Le XIV[e] siècle témoigne ainsi d'une Anatolie divisée en beylicats turcs qui n'eurent de cesse de guerroyer à la fois entre eux mais aussi contre les derniers états byzantins et les puissances latines notamment. Concernant sa partie occidentale, celle-ci vit s'installer cinq principaux beylicats qu'il semble important de présenter ici car c'est au sein de ceux-ci que furent issues les productions de céramiques étudiées dans le cadre de la présente recherche.

Dans un premier temps, seuls les quatre beylicats bordant l'Egée seront présentés. Il s'agit de définir leur identité et leur territoire ainsi que de traiter leur économie et de présenter le contexte socio-culturel que leur fondation a engendré dans la région. Le cinquième beylicat, celui des Ottomans, sera présenté à part dans la troisième partie de ce chapitre.

1.2.1 Les beylicats de l'Egée

Du nord au sud, l'Egée est bordée par les beylicats des Karasides (Karasi), des Saruhanides (Saruhan), des Aydinides (Aydın) et des Mentecheïdes (Menteche) (**carte 1.3**). Il est bien difficile de tracer des frontières précises à ces beylicats car celles-ci ont été modifiées sans cesse. Cela s'explique d'une part, par les conquêtes continues qu'ils menèrent et d'autre part, par le fait qu'il était fréquent qu'un beylicat puisse être dirigé par plusieurs membres d'une même famille régnant alors sur des zones distinctes (Lindner 2009). La fondation de ces quatre beylicats émergea de conquêtes menées par des leaders seldjoukides provenant d'un des premiers beylicats créés, celui des Germiyanides qui, comme nous l'avons évoqué

précédemment, étendait son territoire autour de sa capitale Kütahya en amont de la vallée du Méandre.

Le beylicat de Karasi fut fondé en Mysie au début du XIV^{e} siècle, avec Adramyttion comme capitale et comptant aussi comme autres principales cités Pergame et Abydos/Çanakkale. Du fait de sa position au bord de la mer de Marmara, du détroit des Dardanelles et de la mer Egée, ce beylicat aurait pu prétendre à de grandes ambitions navales mais il n'en fut rien. Il ne développa pas une importante puissance navale en Egée, ce qui explique le fait, par exemple, que les Karasides ne furent pas en mesure de prendre Mytilène/Lesbos aux mains des Latins. Les soldats de ce beylicat jouèrent davantage un rôle en tant que volontaires au sein des armées ottomanes lors des expéditions en Thrace qui entrainèrent l'installation turque définitive au-delà des Dardanelles (Lindner 2009).

Centré sur la Lydie, le second beylicat est celui de Saruhan fondé vers 1313 avec Magnésie/Manisa pour capitale. Souvent associé au beylicat d'Aydın, celui de Saruhan était impliqué dans des campagnes maritimes et dans des guerres, notamment face aux Génois à Chios et à Phocée/Foça. Manisa a surtout prospéré dans les années 1360 et 1370 mais malgré tout, le beylicat semble avoir été incapable d'établir une complète indépendance (Lindner 2009).

Le beylicat de la dynastie des Aydinides, d'abord allié avec les Germiyanides, fut fondé vers 1308 à partir de la cité de Birgi et se répandit rapidement sur la quasi-totalité du district de Smyrne, alors un centre économique et commercial du bassin égéen. Dans la première moitié du XIV^{e} siècle, notamment sous le règne de son leader Umur Beg, le beylicat d'Aydın devint une force maritime majeure qui fut impliquée dans des guerres contre les Génois, mais aussi dans des ententes économico-diplomatiques avec les Byzantins (Shaw 1976 ; Turan 2008).

Le beylicat s'est retrouvé affaibli par les attaques des croisés et dut trouver des arrangements avec les puissances européennes à partir de 1348. Cette situation paralysa la puissance navale d'Aydın qui lui permettait jusque-là d'acquérir une certaine richesse grâce à ses raids opportunistes. A la suite des traités avec les états latins, le beylicat ne présentait plus une menace en mer et son économie dépendait alors davantage du commerce (Lindner 2009).

Quant au quatrième beylicat situé davantage au sud, il s'agit de celui de Menteche fondé durant la seconde moitié du XIII^{e} siècle par un chef turcoman alors associé au combat avec les

Karamanides. Au début du XIV^e^ siècle, le beylicat de Menteche était basé en Carie comprenant notamment les cités de Milet/Balat et Mylasa/Milas (Cahen 1988). Durant le XIV^e^ siècle, l'économie fructueuse du beylicat de Menteche reposait principalement sur l'exportation de produits provenant de l'intérieur de la péninsule et qui transitaient ensuite par les ports qui bordaient l'Egée.

Avec ces beylicats ouest anatoliens, nous avons affaire à des entités politiques turques qui ont été fondées dans une région où la population locale n'avait pas encore connu de dirigeants musulmans. Ces derniers durent donc faire face à la fois au passé byzantin et à l'héritage marin des indigènes. En s'installant dans ces cités côtières, les nouveaux arrivants construisirent de nouveaux quartiers comme en témoigne le fait que les mosquées furent souvent situées à l'extérieur des anciennes occupations byzantines. Dans ces nouvelles cités, la langue turque était davantage parlée (Lindner 2009).

Lorsque nous nous penchons davantage sur ces trois derniers beylicats situés le long de la côte égéenne – Saruhan, Aydın et Menteche – nous pouvons mettre l'accent sur le fait qu'ils étaient surtout orientés vers la mer que vers les terres. Ils furent contraints d'être davantage portés sur le commerce que sur la conquête car malgré leurs forces navales, celles-ci ne pouvaient rivaliser face aux puissances maritimes européennes. Comme nous le verrons dans la partie suivante, le commerce de ces beylicats côtiers était principalement basé sur l'exportation de denrées issues des terres intérieures (Lindner 2009).

1.2.2 L'économie des beylicats

1.2.2.1 Le paiement de tributs

L'un des premiers facteurs qui permit aux beylicats de connaître une croissance économique au début du XIV^e^ siècle fut le paiement de tributs annuels que leur versaient certains états et cités latins et byzantins, en l'échange de l'arrêt de raids et de pillages continus. Ce fut le cas par exemple du duc de Naxos, Niccoló Sanudo, qui en 1332, fit un traité avec l'émirat d'Aydın tout comme avec l'émirat de Menteche, et commença à leur payer un tribut annuel (Zachariadou 2011).

La même année, la cité portuaire de Négroponte fut prise par des Turcs malgré la résistance d'une « Union Sacrée » (*Santa Unio*) qui s'était formée entre Vénitiens, le seigneur de Tinos et de Mykonos, le duc de Naxos et même l'empereur byzantin. Négroponte commença alors à

payer un tribut aux Aydinides et plus tard aux Mentecheïdes selon une clause signée en 1337. Durant cette même période, les Byzantins furent aussi contraints de payer un tribut annuel au beylicat d'Aydın après que leur émir, Umur Beg, fit plusieurs raids sur leurs territoires (Zachariadou 1983).

Cependant, cette période d'expansion turque en Egée, associée avec cette imposition de tributs ne dura pas longtemps car à la fin de l'année 1334, les forces maritimes de la *Santa Unio* commencèrent des opérations navales et militaires dont les premières victoires stoppèrent temporairement l'expansion turque en Egée et mirent fin au paiement de tributs. D'ailleurs, certains beylicats convinrent des traités avec les Byzantins, comme ce fut le cas par exemple entre l'empereur et le leader des Saruhanides en automne 1335 (Zachariadou 1983).

Cependant, à partir de 1339, les Turcs renouvelèrent leurs attaques et à la fin de 1340, ils occupaient toute la Romanie. Le beylicat des Aydinides s'imposa comme le plus puissant dans la région durant cette période, et conquit l'Egée avec sa flotte, comprenant la cité de Négroponte, la Morée, ainsi que les îles de Crète, de Rhodes et toute la côte de Thessalie jusqu'à Constantinople, d'où il prélevait de nouveaux tributs aux habitants. Une telle hégémonie fut notamment à l'origine de la croisade d'Izmir qui opposa principalement les Turcs d'Aydın aux croisés. Tout comme précédemment, le beylicat des Mentecheïdes ne prit pas part à la croisade du côté des Turcs et continuait toujours à garder des relations commerciales avec la Crète avant la croisade ainsi que quelques années après (Zachariadou 1983).

La croisade d'Izmir commença à la fin du printemps 1344 avec des batailles navales dans l'Egée entre flottes latines et turques. Ces batailles se terminèrent avec la prise du port d'Izmir le 28 octobre de la même année, que les Latins contrôlèrent alors jusqu'en 1402 et l'annexion des armées de Tamerlan dans la région. A partir de cette période, tout commerce avec le littoral occidental d'Asie Mineure était d'une manière générale interrompu. Quelque temps après la prise d'Izmir, Venise, la puissance majeure des croisés, abandonna la croisade afin d'engager des traités avec les Turcs dans le but principal de restaurer son commerce avec le Levant (Zachariadou 1983).

Cette période d'immobilité fut de courte durée car au milieu du XIV^{e} siècle, la peste atteignit la Méditerranée par la Crimée et se propagea entre 1347 et 1348 jusqu'en Italie et dans le reste de l'Europe. Les îles égéennes dominées par les Latins furent les plus touchées de la région et virent leur population être décimées rapidement. Cette situation inversa la tendance dans la

région et redonna l'avantage aux Turcs dans leur volonté de poursuivre leurs raids. Au printemps 1348, il devint évident pour les Vénitiens qu'une paix avec les Turcs était nécessaire (Zachariadou 1983).

En août 1348, un traité fut signé entre le beylicat des Aydinides et les autorités latines de la *Santa Unio*, mais cette dernière se dissocia en 1351. C'est à partir de cette période que, bien qu'ayant déjà existés au début du XIV^{e} siècle, davantage d'accords furent signés entre beylicats et états occidentaux.

1.2.2.2 Commerce entre beylicats et puissances maritimes italiennes

En parallèle aux paiements de tributs qui témoignent d'une position de force des beylicats vis-à-vis des tributaires, des accords commerciaux bilatéraux étaient déjà courants au début du XIV^{e} siècle entre les émirats ouest anatoliens et les puissances maritimes occidentales établies en Egée, notamment les Vénitiens et les Génois. Il est intéressant de noter que des relations commerciales officielles turco-européennes étaient déjà établies dès le début du XIII^{e} siècle, puisque Seldjoukides de Roum et Vénitiens avaient établi des traités permettant à ces derniers de mener leur commerce librement en Anatolie centrale (Zachariadou 1983).

Durant le XIV^{e} siècle, les deux beylicats qui commerçaient le plus avec les puissances occidentales étaient ceux des Mentecheïdes et des Aydinides. Ainsi, les ports de Balat dans l'émirat de Menteche et d'Ayasoluk dans l'émirat d'Aydın, devinrent d'importants marchés turcs et servaient comme ports majeurs d'import-export pour le commerce turco-européen (Fleet 2009 ; Lindner 2009). Malgré les conflits politiques, religieux et territoriaux qui pouvaient opposer ces états, ils signèrent régulièrement des traités dans le but de développer leur commerce (Lindner 2009). Par exemple, en 1311, après que les Hospitaliers aient conquis l'ile de Rhodes, près de 250 marchands provenant de cette île visitèrent les ports du beylicat de Menteche afin d'acheter des provisions et des animaux. Un telle présence de marchands suggère que les Hospitaliers avaient établi un accord commercial avec ce beylicat (Zachariadou 1983).

Après la dissolution de la *Santa Unio* en 1351, les Vénitiens rétablirent des relations avec le beylicat d'Aydın comme en témoigne la présence de la flotte vénitienne dans le port d'Ayasoluk aux hivers 1351-1352 ; et en 1353, ils signèrent officiellement un traité malgré les lourdes taxes que leur imposait le beylicat. Cet épisode mit définitivement fin à la mobilisation latine contre ce dernier et laissa place à une relation commerciale. Les Vénitiens sécurisèrent aussi un nouveau traité commercial avec le beylicat des Mentecheïdes qui, tout comme avec le

beylicat des Aydinides, sera renouvelé à de nombreuses reprises durant toute la seconde moitié du XIV^{e} siècle (Zachariadou 1983 ; Dalanay 2015).

Les principales matières premières que les émirats turcs échangeaient avec les marchands occidentaux étaient les métaux. Le plomb était exporté et le cuivre était apparemment vendus par des marchands turcs sur Chios. L'argent était vendu sur les marchés d'Antalya et d'Ayasoluk (Fleet 2009). Une autre ressource minérale qu'exportait abondamment les Turcs était l'alun que les Européens utilisaient comme fixateur pour teintures dans l'industrie textile (Çolak *et al.* 2005). Quant aux importations, les Génois vendaient à Balat du fer et de l'étain entre la fin du XIV^{e} et le début du XV^{e} siècle (Fleet 2009 ; Zachariadou 2011).

Les autres types de marchandises échangés étaient principalement des céréales (maïs, blé et orge principalement) et autres denrées agricoles que cultivaient les Turcs dans l'arrière-pays, ainsi que des animaux qu'ils élevaient tels des chevaux, des ânes et des moutons ; tandis que les Européens importaient surtout du savon et des tissus occidentaux (Zachariadou 1983, 2011 ; Balard 2008 ; Lindner 2009 ; Dalanay 2015). Les émirs percevaient des taxes élevées sur toute marchandise importée et exportée (Zachariadou 2011).

Ainsi, grâce à ces deux types de revenus principaux dont bénéficiaient les beylicats d'Anatolie occidentale – versement de tributs et commerce international – ceux-ci purent développer leur politique ainsi que leurs organisations sociale et culturelle de telle sorte qu'ils laissèrent une empreinte dans le paysage régional.

1.2.3 Aspects socio-culturels

Avec l'arrivée des Turcs, l'Anatolie occidentale vit s'installer des populations nomades de confession musulmane qui gardaient pour certaines leurs anciennes traditions shamaniques (Turan 2008 ; Zachariadou 2011). La région devint certes divisée entre émirats turcs, elle n'en restait pas moins très cosmopolite du fait de voir de nombreuses communautés de culture et religion différentes cohabiter. En effet, comme nous venons de l'évoquer, ces beylicats étaient très présents dans le commerce avec les diverses puissances maritimes occidentales, ce qui amena des représentants de ces dernières à voyager dans la région, voire même à venir s'installer dans les villes côtières.

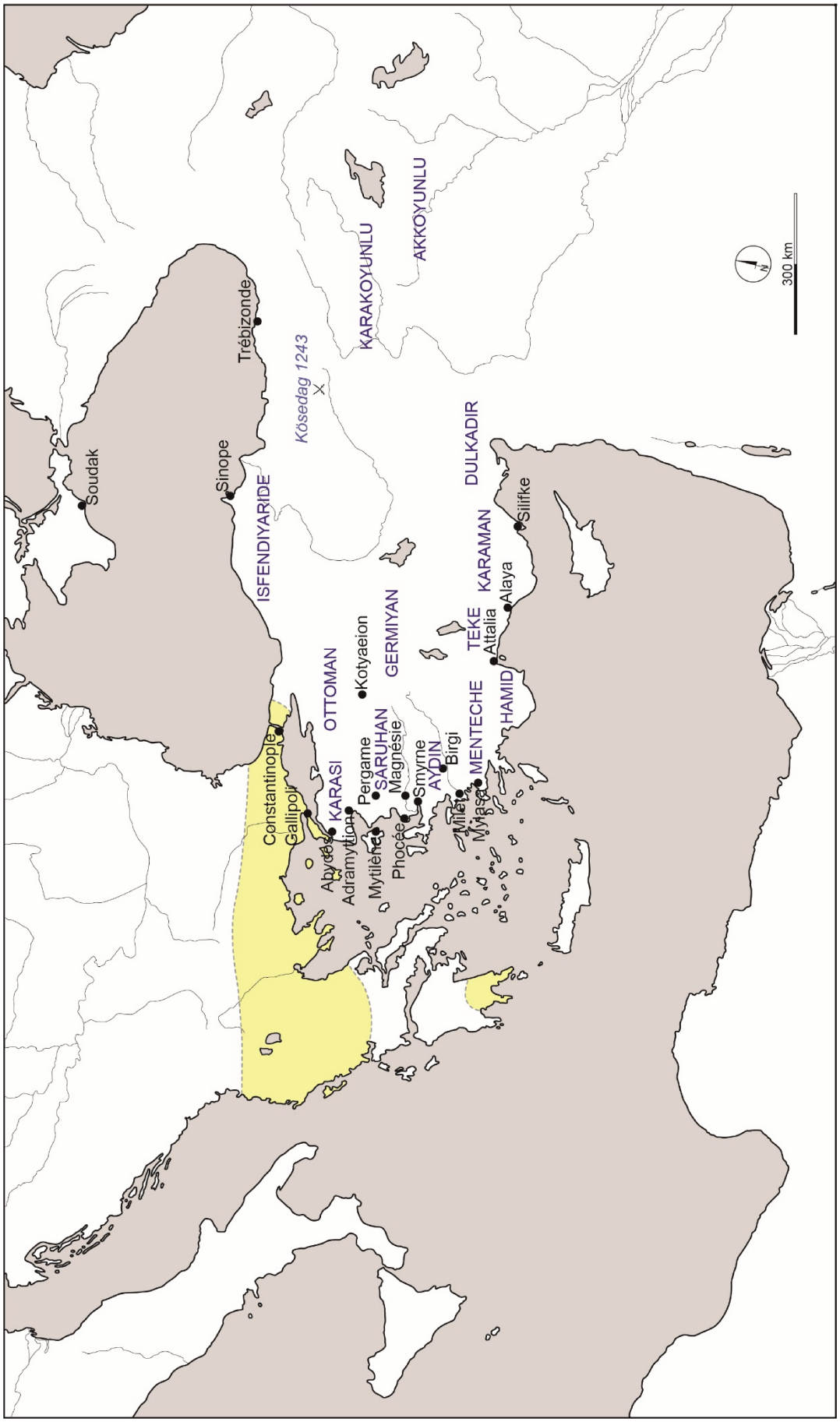
Par exemple, un consulat vénitien résidait à Balat avant 1331 et à Ayasoluk à compter de 1337. Des marchands vénitiens avaient leur propre quartier dans ces deux cités avec notamment

leur église. Tout comme les Vénitiens, Chypre et Rhodes semblent aussi avoir eu leur consulat à Ayasoluk (Zachariadou 1983), et la présence de commerçants espagnols, italiens, arméniens et juifs étaient aussi attestée (Ladstätter 2015). Concernant la population chrétienne byzantine qui vivait dans la région avant l'arrivée des Turcs, elle fut réduite en nombre durant les conquêtes, et bien qu'elle soit devenue minoritaire, elle occupait toujours certains quartiers dans les cités majeures.

Par ailleurs, des centres fleurirent aussi à l'extérieur de ces cités, dans des régions davantage rurales où naquirent des marchés permettant notamment aux anciennes population nomades turcomanes, maintenant majoritaires dans la région, d'y vendre leur produits agricoles et leurs animaux d'élevage (Zachariadou 1983). Ce changement dans l'organisation de l'arrière-pays signifiait que la production agricole n'était plus sous le seul domaine de paysans sédentaires, mais sous une part croissante de nomades qui devenaient un important vecteur économique des beylicats (Ladstätter 2015). Les connections qui existaient entre ces terres intérieures fertiles et les cités côtières permettaient à ces dernières d'être approvisionnées en matières à exporter, mais aussi en provisions prévues pour leur propre consommation ; un tel schéma permit aux beylicats de maintenir une stabilité interne et de développer leurs cités en de nouveaux centres politiques, commerciaux, mais aussi culturels, artistiques et religieux. Les chefs des beylicats faisaient en effet venir à leur cour de célèbres savants, théologiens, artistes, poètes et docteurs du monde islamique (Turan 2008 ; Ladstätter 2015).

Ces développements artistiques et religieux se matérialisèrent notamment par la construction d'édifices religieux dans un nouveau style architectural pour la région, avec l'émergence des mosquées, des écoles de théologie (*medreses*), des mausolées (*türbes*), ou bien encore des hôpitaux (Turan 2008). Parmi les édifices les plus impressionnants de cette période, nous pouvons citer les mosquées d'Isa Beg et d'Ilyas Beg respectivement construites à Ayasoluk et à Balat. Culturellement parlant, la langue turque originaire d'Asie centrale, bien que davantage propice à la composition littéraire, se perfectionna grandement au sein de ces beylicats (Turan 2008).

Tous ces éléments sont autant de preuves qui attestent bien d'une transformation socio-culturelle majeure qui s'est opérée en Anatolie occidentale avec l'émergence d'une identité turque. Cependant, outre ces nombreuses nouvelles traditions dans la région, l'influence indigène grecque, voire même latine pourra aussi être observée dans la culture turque (Turan 2008).



Carte 1.3 : L'Empire byzantin et les beylicats turcs vers 1330 (d'après Laiou & Morrisson 2011a, *carte 3* ; Fleet 2009, *map 2* ; DAO J. Burlot).

1.3 Les Ottomans et la chute de Byzance

1.3.1 La fondation du beylicat ottoman et ses premières conquêtes

La question de l'origine des Ottomans reste encore en suspens, ce qui peut notamment être expliqué par l'absence de sources contemporaines (Shaw 1976 ; Beldiceanu-Steinherr 1989 ; Fleet 2011). Il est donc encore difficile aujourd'hui de définir de façon exacte l'identité des fondateurs de ce beylicat (Melville 2009). Il semblerait que les descendants des Ottomans entrèrent en Anatolie durant la période précédant ou succédant juste aux invasions mongoles dans les années 1240 et 1250, sous la direction d'un certain Ertoğrul, fils d'un chef d'une tribu turcomane. Ils s'installèrent au nord-ouest de l'Anatolie à la frontière située entre le Sultanat seldjoukide et l'Empire byzantin (Fleet 2011). C'est sous le règne d'Osman, fils d'Ertoğrul, que commence l'histoire ottomane (Beldiceanu-Steinherr 2003 ; Lindner 2009).

Dès ce règne, Osman entreprit des conquêtes vers le nord-ouest de l'Anatolie à travers la Bithynie, motivé d'une part « par des buts spirituels et matériels, par l'idéologie *gazi* et par le butin » (Ocak 2009) et d'autre part, par la fuite des attaques du beylicat de Germiyan. Selon les premières chroniques ottomanes, le beylicat d'Osman commença à être indépendant des Seldjoukides vers 1299 et commença dès-lors à occuper les forts de Dorylée/Eskişehir et de Karacahisar/Karacaşehir situés entre le plateau central anatolien et les plaines de Bithynie (Beldiceanu-Steinherr 1989, 2003).

Toujours sous le commandement d'Osman, les Ottomans poursuivirent leur avancée et prirent le contrôle de la cité de Yenişehir qui devint alors leur capitale, ainsi que des terres situées dans la plaine de Brousse sans pour autant réussir à capturer l'une des deux cités majeures byzantines qu'étaient Brousse et Nicée (**carte 1.4**). Durant l'été 1302, l'armée d'Osman vainquit une armée de 2000 mercenaires envoyés par l'empereur byzantin à Bapheus/Koyunhisar (Beldiceanu-Steinherr 2000, 2003 ; Laiou & Morrisson 2011b). Après cette victoire, le beylicat des Ottomans s'établit définitivement dans la région (İnalcık 2000). Osman mourut en 1324, laissant derrière lui un territoire ne contrôlant aucune cité importante mais régnant sur quasiment toutes les terres autour de Nicée et de Brousse (Lindner 2009).

Son fils, Orhan, lui succéda et finit par prendre les cités de Brousse (6 avril 1326) et de Nicée (2 mars 1331) durant l'une de ses nombreuses conquêtes (Beldiceanu-Steinherr 1989). En 1328, ses armées commencèrent leurs raids en direction de la mer de Marmara durant

lesquels ils mirent en déroute une expédition byzantine menée par l'empereur Andronic III à Pélékanon, près de Nicomédie/Izmit. Ce dernier retourna à Constantinople et Byzance abandonna ainsi tout effort pour organiser une nouvelle résistance militaire dans cette région, voire même d'approvisionner les cités byzantines restantes. C'est pour cette raison que les Ottomans purent récupérer Nicée qui n'affichait alors plus aucune résistance. En 1337 et 1338, l'armée d'Orhan prit respectivement les cités de Nicomédie/Izmit et Scutari/Üsküdar, lui conférant une occupation totale du nord-ouest de l'Anatolie (Shaw 1976 ; Beldiceanu-Steinherr 1989).

En 1345, les Ottomans profitèrent d'une lutte interne au sein du beylicat de Karasi pour l'annexer, ce qui fut déterminant pour la suite des conquêtes ottomanes car dès lors, ils contrôlèrent toute la rive sud de la mer de Marmara (Beldiceanu-Steinherr 1989). Une telle position leur permettrait de traverser le détroit des Dardanelles pour poursuivre leur marche en Europe. A cette date, et avant leurs futures conquêtes vers l'Europe, le territoire des Ottomans comprenait ainsi quatre provinces : « (1) la principauté originale, incluant Söğüt et Eskişehir ; (2) la province de Bursa ; (3) la province d'Izmit qui inclut Iznik ; et (4) l'ancienne principauté de Karasi qui inclut Balıkesir et Bergama » (Shaw 1976).

1.3.2 Apparition des Ottomans en Europe

Un an plus tard, en 1346, Orhan conclut une alliance avec Jean V Paléologue, alors prétendant au trône byzantin. Cette alliance entraîna les Ottomans à intervenir dans les problèmes internes à Byzance et à participer à la guerre en Thrace. En 1352, Suleyman, fils d'Orhan, conduisit son armée à Andrinople (Edirne) en soutien à Jean V Paléologue face aux Serbes et Bulgares (Beldiceanu-Steinherr 1989 ; Laiou & Morrisson 2011c). Contre la volonté du basileus, l'armée de Suleyman profita de son arrivée dans la région pour prendre possession de Tzympè, une forteresse située sur la rive orientale de la presqu'île de Gallipoli. Suleyman commença à renforcer cette tête de pont avec de nouvelles troupes et assiégea ensuite la forteresse de Gallipoli (İnalcık 2000).

Profitant d'un grand tremblement de terre qui détruisit de nombreuses forteresses de la région durant la nuit du 1er au 2 mars 1354, l'armée ottomane s'empara immédiatement de ces places fortes stratégiques. Une fois ces forteresses réparées et reconstruites, des garnisons d'Anatolie vinrent les occuper. Dès lors, des nomades turcomans arrivèrent d'Anatolie et fondèrent ainsi des villages du côté de cette rive marquant le premier établissement des

Ottomans sur le sol européen (Beldiceanu-Steinherr 1989 ; İnalcık 2000 ; Laiou & Morrisson 2011c).

Suleyman meurt en 1357 et ce sera alors le plus jeune fils d'Orhan, Halil, qui prendra la tête de l'armée située dans la région de Thrace. Halil, avec comme objectif la prise d'Andrinople, commença à prendre de nouvelles forteresses situées le long de la vallée de Maritsa et de la route liant Constantinople à Andrinople. Les forces défendant Andrinople furent dès lors coupées de tout ravitaillement et durent ainsi se rendre en 1361 (İnalcık 2000). Orhan fit d'Andrinople la nouvelle capitale de son empire, témoignant son intention de concentrer ses conquêtes en Europe. La perte de cette cité est importante côté byzantin puisqu'elle constituait une forteresse majeure entre Constantinople et le Danube qui contrôlait notamment la route menant de la capitale byzantine aux montagnes des Balkans (Shaw 1976 ; Beldiceanu-Steinherr 1989).

1.3.3 Expansion ottomane

Du côté de l'Anatolie, les Ottomans devaient faire face à deux principaux adversaires durant la deuxième moitié du XIV^{e} siècle, avec le beylicat de Karaman et l'état mongol gouverné par Eretna. Orhan meurt en 1362 et ce fut le troisième fils, Murâd, qui devint sultan (Vatin 1989a ; İnalcık 2000).

Durant la période de règne de Murâd I^{er}, l'empire mongole en Anatolie était en déclin. Par ailleurs, à l'exception du beylicat de Karaman, aucun autre ne pouvait se défendre face aux attaques ottomanes à cause de leurs forces militaires moindres ou de leur manque de structure administrative pragmatique. Ces deux éléments – l'empire mongole affaibli et les beylicats voisins plus faibles – permirent aux Ottomans de conquérir de nouveaux territoires à partir de leurs frontières méridionale et orientale (Lindner 2009).

La première manœuvre militaire de Murâd I^{er} fut d'étendre la domination ottomane en Anatolie centrale. Dès 1362, il conquit Ancyre/Ankara, puis Krateia/Gerede ainsi que les territoires à l'est jusqu'à Tokat, et prit le port d'Héraclée du Pont/Karadeniz Ereğlisi, l'un des deux derniers ports byzantins donnant sur la mer Noire. Trébizonde/Trabzon resta alors la seule cité portuaire byzantine sur la mer Noire (Shaw 1976).

Du côté européen, l'armée de Murâd prit la cité de Philippopolis/Plovdiv en 1363, ce qui lui permit de gagner le contrôle de la vallée de Maritsa qui fournissait jusqu'alors Constantinople en céréales et en riz, tout comme en taxes. Affaibli de la sorte, l'empereur

byzantin dut accepter une certaine subordination aux Ottomans et signa un traité avec Murâd confirmant toutes les conquêtes ottomanes en Europe (Shaw 1976). Face à cette menace grandissante, la Serbie, la Bulgarie et la Bosnie s'unirent contre les armées de Murâd I^{er} qui, après avoir essuyé quelques revers, finirent par remporter une bataille importante dans la plaine du Kosovo bien que leur sultan y périsse. Cet évènement permit aux Ottomans d'assoir leur domination dans les Balkans (İnalcık 2000).

Enfin, durant la seconde moitié des années 1370, l'émirat ottoman vit son territoire s'accroître au sud. Murâd I^{er}, après avoir marié son fils avec la fille du chef des Germiyanides, se vit attribuer des terres situées au nord de ce beylicat comprenant la cité de Kütahya (Fleet 2011). Le territoire des Hamids, situé davantage au sud, aurait été acheté durant la même période par les Ottomans, ce qui menaça sérieusement Konya alors capitale du beylicat de Karaman (İnalcık 2000). Dans la décennie qui suivit, le beylicat de Karaman fit des raids sur ces nouvelles terres acquises par les Ottomans, ce qui contraignit Murâd I^{er} à stopper son avancée vers le sud (Lindner 2009).

A la mort de Murâd I^{er}, le territoire ottoman occupait une vaste région dans les Balkans et en Anatolie divisée en provinces directement administrées par le pouvoir central. Dans sa partie anatolienne, il formait une bande qui s'étendait d'est en ouest entre Ankara et Kütahya et se prolongeait au sud jusqu'à la côte méditerranéenne entre Antalya et Manavgat. A ce stade, tous les beylicats turcs situés à l'ouest de l'Anatolie, le long de la côte égéenne, se retrouvèrent frontaliers au beylicat des Ottomans (İnalcık 2000 ; Lindner 2009).

Bayezid I^{er} devint le nouveau sultan et dès le début de son règne, conduisit une armée à l'encontre du beylicat de Karaman. En 1390, il commença par vaincre les alliés des Karamanides situés le long de la côte égéenne que sont les beylicats de Saruhan, d'Aydın et de Menteche. Il continua sa marche vers l'Anatolie centrale et durant la même année, envahit quasiment tous les beylicats restants (Hamid, Teke et Germiyan) et prit les cités d'Akşehir, de Niğde, mais aussi de Konya et de Beyşehir aux mains des Karamanides. Un traité fut alors conclu entre Ottomans et Karamanides en 1391, reconnaissant la nouvelle frontière entre ces deux beylicats, matérialisée par la rivière Çarşamba Çayı situé dans la plaine de Konya (Shaw 1976 ; Vatin 1989a ; Fleet 2011).

Du côté des Balkans, Bayezid I^{er} affirma davantage le contrôle ottoman dans la région après sa victoire à Nicopolis/Nikopol face à une alliance principalement hongroise et vénitienne en 1396. Il s'assura aussi le contrôle en aval du Danube. Dès lors, Constantinople devint l'objectif

principal de Bayezid I[er], dont la prise en ferait la capitale centrale de son empire. Il intensifia ainsi un blocus sur la capitale byzantine (İnalcık 2000).

1.3.4 Tamerlan et l'arrêt de l'expansion ottomane

A cette même période, Tamerlan – alors chef des Timourides, une dynastie turco-mongole qu'il avait fondée – étendait son empire à partir de la Transoxiane, une région d'Asie centrale. Ses conquêtes le menèrent jusqu'à la frontière orientale de l'Empire ottoman où il reçut des demandes d'aide de la part de plusieurs anciens émirs turcs conquis par les Ottomans qui souhaitaient regagner leur position. Tamerlan accepta leur proposition à condition qu'ils reconnaissent par la suite sa suzeraineté (Shaw 1976).

C'est dans ce contexte que Tamerlan rentra en guerre contre Bayezid en 1402. Le 28 juillet, leurs armées s'affrontèrent à Ankara et Tamerlan ressortit vainqueur de la bataille (Vatin 1989a). Bayezid étant captif et mourant peu de temps après, la dynamique de l'Empire ottoman alors en pleine expansion s'effondra. Après la bataille, Tamerlan resta en Anatolie environ huit mois afin d'y établir son autorité et surtout, de restaurer les anciens beylicats qui se virent restituer à leurs souverains d'origine (Lindner 2009 ; Laiou & Morrisson 2011c). Cela fut notamment le cas avec les beylicats ouest anatoliens.

Durant les années qui suivirent, les Ottomans connurent une crise interne à cause des fils de Bayezid qui ne cessèrent de guerroyer entre eux pour l'accession au pouvoir. Malgré cette période de troubles, les puissances d'Europe ne purent tirer profit de la situation car les troupes ottomanes restées postées de ce côté de l'Empire étaient toujours bien garnies et leurs cités telles Edirne bien défendues (Shaw 1976).

C'est en 1413 que les Ottomans retrouvèrent un leader en la personne de Çelebi Mehmet (Mehmet 1[er]), le plus jeune fils de Bayezid qui avait commencé à asseoir son pouvoir sur le territoire anatolien anciennement conquis par son père (Fleet 2011). Les conquêtes ottomanes reprirent et l'emprise de l'Empire retrouva son apogée d'antan, notamment sous le règne du successeur de Mehmet 1[er], son fils Murâd II qui accéda au pouvoir en 1421.

1.3.5 La reprise des conquêtes

Après avoir eu à résoudre quelques problèmes internes et à restaurer une situation stable au sein de son Empire, Murâd II repris les conquêtes. Vers 1425, il annexa les beylicats

occidentaux d'Aydın, de Menteche et de Teke (Shaw 1976 ; Fleet 2011) et, après avoir rétabli ses frontières en Anatolie, se basa à Edirne où il prépara de nouveaux plans pour ses conquêtes. Il mena ainsi ses attaques dans les Balkans, ce qui amena en 1444 à la signature de traités de paix entre Ottomans, Hongrois et Bulgares ; traités dans lesquels les Hongrois s'étaient notamment engagés à ne plus franchir le Danube et les Ottomans à concéder le ré-établissement du despotat Serbe (İnalcık 2000 ; Fleet 2011).

Les Hongrois ne respectèrent pas ces traités puisqu'ils se sont entendus avec la République de Venise et le pape Eugène IV pour organiser une nouvelle croisade. Le 9 novembre 1944, Ottomans et croisés s'affrontèrent à Varna lors d'une bataille qui vit ressortir victorieuses les troupes ottomanes. Le pouvoir ottoman dans les Balkans était désormais solidement implanté (Vatin 1989a)

Murâd II mourut le 3 février 1451 laissant comme héritage un Empire qui avait totalement retrouvé son hégémonie de 1402. Pour faire face aux Vénitiens, la flotte ottomane s'était particulièrement accrue et renforcée, permettant aux Ottomans de contrecarrer certaines actions de cette puissance maritime. De plus, l'Empire ottoman connut un développement économique grâce à l'essor du commerce et à l'expansion importante de cités ottomanes telles que Bursa et Edirne. Surtout, l'Empire ottoman ainsi légué à Mehmet II était suffisamment puissant pour assouvir les objectifs ambitieux de ce nouveau sultan. Celui-ci souhaitait en effet unir sous une domination ottomane directe tous les territoires situés en Europe au sud du Danube et en Asie à l'ouest de l'Euphrate, avec pour but ultime, la prise de Constantinople (İnalcık 2000).

1.3.6 Prise de Constantinople et dissolution de l'Empire byzantin

A son accession au pouvoir le 18 février 1451, Mehmet II hérita d'un empire dans lequel il pouvait prendre des initiatives sans pression, aussi bien interne qu'externe (Shaw 1976). De manière à asseoir davantage cette stabilité, il devint alors nécessaire de conquérir Constantinople. Une telle conquête marquerait une victoire prestigieuse, mais signifierait surtout la chute définitive de Byzance permettant à l'Empire ottoman de s'unifier complètement.

Ainsi, dès 1451, Mehmet II et ses conseillers commencèrent les préparations pour la prise de Constantinople (Laiou & Morrisson 2011c). Face à cette menace, le basileus Constantin XI essaya d'obtenir des secours des Occidentaux mais ses ambassadeurs parcouraient encore l'Europe lorsque le siège de la capitale byzantine commença le 6 avril 1453. Après plusieurs

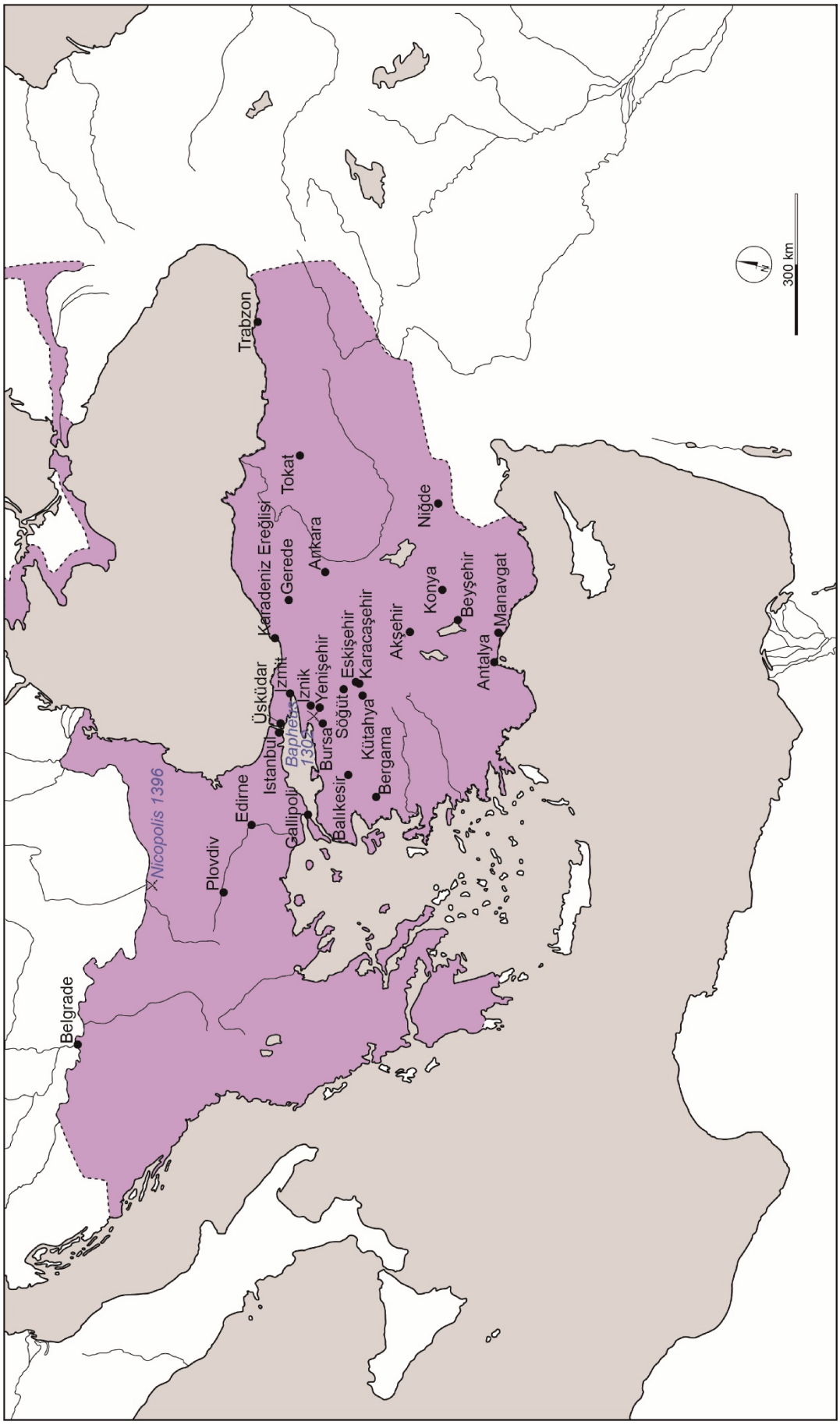
semaines de siège, l'assaut final fut donné durant la nuit du 28 au 29 mai et au matin, les forces ottomanes pénétrèrent dans la cité. Constantin XI semble avoir été tué durant la bataille en combattant aux côtés de ses soldats au pied des murailles (Shaw 1976 ; Vatin 1989b).

Par la conquête de Constantinople, Mehmet II avait mis fin à l'Empire byzantin, bien que deux centres byzantins survécussent encore avec le despotat de Morée et l'Empire de Trébizonde. Ces deux états survécurent encore quelques années avant que Mehmet II ne poursuive ses conquêtes. Après la prise de Constantinople, il continua d'étendre son Empire en Anatolie en annexant les beylicats de Karaman et de Isfendiyaride à la fin des années 1460, repoussant ainsi sa frontière orientale jusqu'à l'Euphrate. Dans les Balkans, sa frontière nord matérialisée par le Danube s'étendait de Belgrade à la Mer Noire (Vatin 1989b).

1.3.7 La conquête de la Crimée

A partir 1475, l'Empire de Mehmet II s'étendra même sur la rive nord de la mer Noire et plus précisément en Crimée. En effet, dans la région située au nord de la mer Noire, les différentes forces en présence créèrent une union afin de prévenir toute domination ottomane. Au sein de cette union étaient notamment présents les Tatars de Crimée. En réponse à cette union, Mehmet II envoya des troupes durant l'hiver 1475.

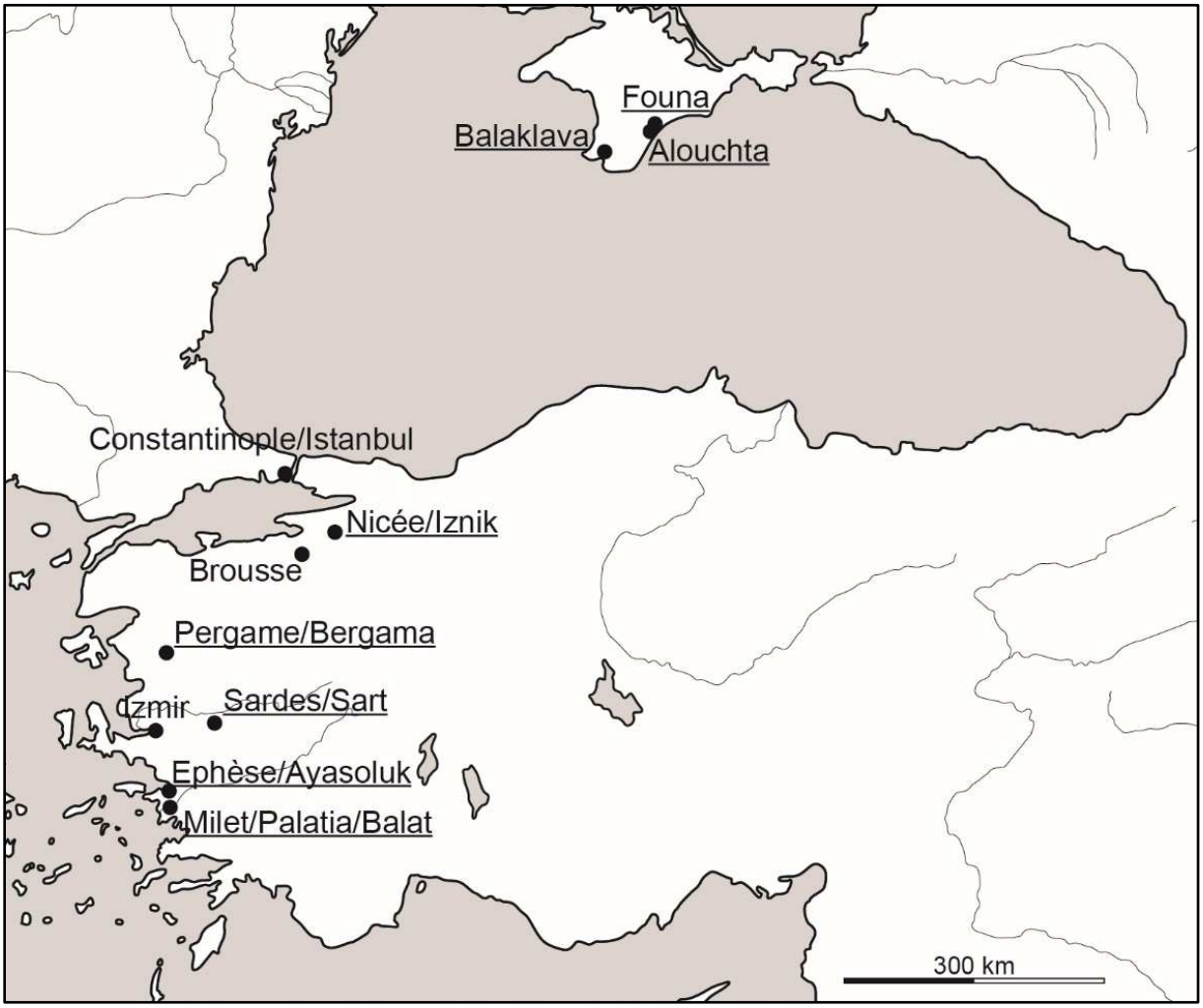
Après avoir essuyé une défaite en janvier, l'armée ottomane reprit ses conquêtes en Crimée où elle captura toutes les colonies génoises restantes sur le long du littoral de la mer Noire (juin 1475). Le contrôle ottoman sur les Tatars de Crimée fut ainsi établi et cela dura durant près de trois siècles (Shaw 1976). L'Empire ottoman régnait alors sur les « deux terres » – Roumélie et Anatolie – ainsi que sur les « deux mers » – mer Méditerranée et mer Noire (İnalcık 2000) (**carte 1.4**).



Carte 1.4 : L'Empire ottoman après les conquêtes de Mehmet II en 1481 (d'après İnalcık 2000 ; DAO J. Burlot).

2. Contextes archéologiques

Le corpus de la présente étude est constitué d'échantillons de céramiques provenant de niveaux médiévaux de cinq sites d'Anatolie occidentale (Ephèse, Milet, Sardes, Pergame et Iznik) et de trois sites situés au sud de la Crimée (forteresses d'Alouchta et de Cembalo à Balaklava, château de Founa) (**carte 2.1**). Comme cela a déjà été évoqué dans l'introduction, l'un des principaux objectifs de notre recherche est de contextualiser les productions correspondant à notre corpus, à savoir de les localiser dans l'espace et dans le temps. Il est en effet important de pouvoir répondre à ces questions de manière à mieux comprendre les échanges commerciaux mais aussi techniques qui ont pu s'opérer à cette période.



Carte 2.1 : Sites archéologiques de l'étude (soulignés sur la carte) (DAO J. Burlot).

Ce recadrage des productions dans l'espace repose sur deux facteurs : le site où les céramiques ont été mises au jour, qui correspond généralement à celui où elles ont été utilisées

pour la dernière fois ; et le site où elles ont été produites, ce second facteur ayant trouvé des réponses grâce aux études de provenance menées par S.Y. Waksman et qui sont présentées au chapitre 6. Quant à la datation d'une céramique, elle peut être obtenue à partir de sa typologie et de la comparaison de celle-ci avec des références déjà bien établies et datées, ou bien à partir de son contexte de découverte. Aucune réelle typo-chronologie n'ayant encore été établie pour les types céramiques de notre corpus, nous accordons donc une importance toute particulière à l'étude des contextes archéologiques pour tâcher de les dater.

Une telle étude a été accomplie d'une part, grâce à la collaboration avec les céramologues travaillant actuellement à Ephèse (J. Vroom), Milet (B. Böhlendorf-Arslan), Pergame (S. Japp) et en Crimée (I. Teslenko), et d'autre part, grâce à l'utilisation de différents documents, allant du cahier de terrain, rédigé par l'archéologue durant la fouille, à l'ouvrage de synthèse. La diversité et l'abondance de ces sources furent très variables selon le site archéologique auquel nous avions affaire.

D'une manière générale, pour les cinq sites turcs étudiés, tous les rapports annuels de fouilles et études céramologiques publiés ont pu être consultés. Certaines fouilles ont été l'objet d'ouvrages de synthèse telles celles des habitations byzantines de la ville moyenne de Pergame (Rheidt 1991) ou bien encore celles des fours de carreaux d'Iznik (Aslanapa *et al.* 1989), qui ont aussi été utilisés. Le cas de Sardes fut particulier, dans la mesure où nous avons pu avoir accès à toutes les archives de fouilles existantes depuis les campagnes de 1958, qui sont conservées dans leur maison de fouilles et sous forme numérique au centre de recherches « Achaeological Exploration of Sardis » (*Harvard University*, USA).

Quant aux sites de Crimée, nous avons pu nous appuyer sur un article de synthèse rédigé par I. Teslenko et publié en 2007 dans un des actes des colloques *European Meeting on Ancient Ceramics* (EMAC) (Teslenko 2007).

2.1 Nicée/Iznik

La cité de Nicée/Iznik est située au bord du lac portant aujourd'hui le même nom, à environ 75 km au nord-est de Brousse, dans l'ancienne région de Bithynie (**carte 2.1**). A l'époque byzantine, la cité se trouvait sur une voie de communication importante entre Constantinople et la partie orientale de l'Empire (Atasoy & Raby 1990).

Bien que nous n'ayons eu qu'un accès très limité et indirect à du matériel archéologique, le cas de Nicée/Iznik était particulièrement intéressant pour notre étude, pour plusieurs raisons.

La première est que, contrairement aux autres cités ouest anatoliennes étudiées, Iznik fut directement sous domination ottomane au moment de la fondation des beylicats. Elle en fut d'ailleurs la première capitale et devint très rapidement une citée majeure du territoire ottoman (Atasoy & Raby 1990). La seconde raison est une résultante de la première dans la mesure où, de par son influence, Iznik deviendra à compter du XVI^{e} siècle, l'un des principaux centres de production de céramiques ottomanes à pâte synthétique (dite aussi frittée, ou siliceuse).

De nombreux facteurs permettent d'expliquer la tradition potière qui s'est perpétuée dans cette cité, depuis la période byzantine (François 1997 ; Böhlendorf-Arslan 2004 ; Özkul Fındık 2014). En termes de matières premières tout d'abord, la région d'Iznik était pourvue en gisements d'argile, mais surtout en bois servant de combustible ainsi qu'en ressources hydrauliques (proximité du lac), à savoir deux ressources majeures consommées en grande quantité dans la fabrication de céramiques (Atasoy & Raby 1990 ; François 1996). De plus, la situation de la cité au carrefour de plusieurs routes importantes lui conférait une possibilité d'exportation sans égale (Atasoy & Raby 1990).

2.1.1 Nicée/Iznik : aperçu historique sur la période de notre étude

En 1081, quelques années après la bataille de Mantzikert, Nicée devint temporairement la capitale des Seldjoukides de Roum (Böhlendorf-Arslan 2004). Cette situation fut de courte durée car dès 1097, les Byzantins récupérèrent la cité qui tiendra une place exclusive après la quatrième croisade de 1204 puisqu'elle deviendra la capitale d'une des régions de l'Empire byzantin alors fragmenté (cf. chapitre 1). Durant cette période, la cité connut un nouvel essor et devint un centre culturel renommé. En 1261, lorsque les Byzantins reprirent Constantinople, Nicée perdit son statut de capitale de l'Empire. Ce fut notamment ce transfert du gouvernement sur la rive occidentale du Bosphore qui facilita la conquête de la région par les Ottomans (Atasoy & Raby 1990).

En 1331, après un siège de deux ans, les Ottomans entrèrent dans la ville sous le règne d'Orhan et « Nicée la byzantine devint Iznik l'ottomane » (Atasoy & Raby 1990). Iznik fut désignée capitale de l'empire ottoman en 1334, et de nombreux édifices publics y furent dès lors construits jusqu'en 1402, année durant laquelle la cité fut mise à sac par Tamerlan. Cet épisode marqua la fin de l'hégémonie d'Iznik au sein même de l'empire ottoman. Les habitants

quittèrent progressivement la ville, et bien qu'au XVI[e] siècle, elle connut son âge d'or en tant que centre de production de poterie, Iznik était délabrée et comptait une population fort réduite (Atasoy & Raby 1990 ; François 1997).

Bien que la grande période de production de céramiques à Iznik couvre principalement le XVI[e] siècle, de nombreuses découvertes archéologiques attestent aussi de productions ottomanes avant cette période.

2.1.2 Les ateliers de céramiques ottomanes à pâte argileuse d'Iznik

2.1.2.1 La première campagne de fouilles des années 1960

A Iznik, l'une des premières campagnes de fouilles importantes ayant permis de mettre au jour des vestiges de fours de potiers ottomans fut celle menée de 1963 à 1969 dans la zone de l'*imaret*[5] d'Orhan localisé au sud des remparts de la cité, ainsi qu'au cœur même de celle-ci dans le quartier de la basilique Sainte-Sophie (Aslanapa 1969 ; Kırmızı 2004) (**figure 2.1**). Ces fouilles, que nous nommons « première campagne », permirent de révéler plusieurs fours et leur matériel associé, tout comme des produits non finis, des surcuits et d'autres déchets de fabrication (Aslanapa 1969). La nature de ces découvertes confirma qu'Iznik était bien un centre potier majeur au début de l'ère ottomane.

Une partie de ces attestations de production qui nous intéresse davantage fut découverte en 1964 lors de la fouille effectuée dans la zone de l'ancien cinéma municipal qui permit de mettre au jour une imposante structure remplie de très nombreux tessons de céramiques. D'abord interprétée comme un grand four effondré avec sa fournée, cette structure semble plutôt avoir été une fosse de rejet. La quasi-totalité des céramiques qui y était associée correspond à la céramique dite « de Milet » (Aslanapa 1965, 1969 ; Aslanapa *et al.* 1989), un type étudié dans le cadre de notre étude et que nous nommerons selon son appellation anglaise *Miletus Ware* (voir chapitre 4).

[5] **Imaret** (i-ma-rè), s. m. Sorte d'hôtellerie turque où les élèves des différentes écoles vont prendre leurs repas ; les pauvres y trouvent aussi gratuitement des vivres. Dans LITTRE É., 1873-1874. *Dictionnaire de la langue française.... Tome 3*. Hachette, Paris.

Figure 2.1 : Plan d'Iznik avec la localisation de ses principaux monuments et des fours de céramiques. La zone rouge correspond au secteur d'où proviennent nos échantillons d'Iznik (d'après Atasoy & Raby 1990, *doc. 4*).

2.1.2.2 Les fouilles des fours de carreaux d'Iznik : deuxième campagne, 1981-1988

Dans les années 1980, de nouvelles recherches archéologiques furent conduites à Iznik dans le but d'étendre les fouilles dans les secteurs déjà étudiés durant les années 1960, ainsi que de sonder de nouvelles zones de la cité. Cette seconde campagne dirigée notamment par O. Aslanapa, commença à l'été 1981 à la suite de découvertes de fours de carreaux et d'importantes quantités de tessons de céramiques et de mobilier de four durant des travaux de réaménagement de la route menant au lac. De nombreux sondages furent alors réalisés dans plusieurs zones de la ville durant les premières saisons de fouilles, et ce jusqu'en 1983 et la découverte d'une très grande quantité de tessons de céramiques et d'éléments de four dans un sondage effectué au cœur de la cité.

Du fait de cette découverte, les fouilles se concentrèrent dorénavant dans cette zone jusqu'en 1988, et permirent de mettre au jour un important atelier de potier contenant notamment deux grands fours révélés dans leur intégralité ; dans lequel avaient par exemple été produits des carreaux mais aussi des *Miletus Wares* (Aslanapa *et al.* 1989). Ces nouvelles

découvertes confirmèrent les résultats des fouilles de la première campagne, à savoir que la *Miletus Ware* était bien produite en grandes quantités à Iznik au début de la période ottomane, avant même que ce centre potier ne devienne célèbre pour ses productions à pâte synthétique. De telles observations se virent enrichies grâce à d'autres fouilles réalisées à la même période dans le secteur de l'ancien théâtre romain d'Iznik.

2.1.2.3 Les fours de la zone du théâtre romain

Ce second secteur situé à l'emplacement de l'ancien théâtre romain se trouve au sud-est de la ville (**figure 2.1**). Les fouilles effectuées dans ce secteur furent conduites par B. Yalman à partir de 1980 et l'étude des céramiques byzantines et ottomanes qui y ont été découvertes fut menée par N. Özkul Fındık (Özkul Fındık 2001, 2014). C'est de ces fouilles que proviennent les échantillons de céramiques avec lesquels S.Y. Waksman a pu définir du point de vue chimique une production locale à Iznik (voir chapitre 6).

Tout comme les fouilles d'O. Aslanapa, celles menées dans les vestiges du théâtre romain ont permis de mettre au jour des niveaux de réoccupation médiévale attestant notamment d'une réorganisation du site en cimetière durant le XIII^{e} siècle. Dans d'autres zones, certaines découvertes permirent aussi de témoigner d'une activité potière à compter de cette période (Kırmızı 2004). Dès les premières saisons de fouilles, les sondages 18 et 19 permirent de mettre au jour sous un niveau de sol rubéfié, les vestiges d'un four associés à du mobilier d'enfournement et à de nombreux tessons de céramiques tardo-byzantines et ottomanes, parmi lesquels figuraient des fragments de *Miletus Ware* (Yalman 1983, 1984). Au total, près de six fours auront été identifiés, souvent associés avec de la céramique qualifiée de « proto-ottomane » (de l'anglais *Early Ottomane Ware* dans Kırmızı 2004).

2.1.3 Bilan sur les contextes archéologiques d'Iznik

En résumé, nous pouvons rappeler que deux principales périodes de fouilles ont eu lieu dans les années 1960 et 1980, mettant au jour des vestiges d'ateliers de potiers ottomans grâce à la découverte de fours, de mobilier de potiers et de déchets de fabrication. Ces découvertes ont permis d'attester d'une production locale de plusieurs types céramiques à pâte argileuse au début de la période ottomane, parmi lesquels figure celui de la *Miletus Ware* qui nous intéresse tout particulièrement puisqu'il s'agit d'un type que nous avons étudié (voir chapitre 4).

Bien que considéré comme ottoman, ce type céramique n'a pas pu être daté avec précision à partir des contextes d'Iznik car aucune étude stratigraphique rigoureuse n'a été mentionnée dans les rapports. Les différentes phases d'occupation ont été datées et hiérarchisées à partir des céramiques associées dont les datations relatives reposaient surtout sur leurs différences typologiques (pâte argileuse antérieure à pâte synthétique ; apparition du rouge d'Iznik dans la glaçure comme marqueur chronologique, etc.).

En somme, le cas d'Iznik nous intéresse davantage pour ses attestions claires d'une production locale de céramiques, importante dès la période byzantine (François 1997), que pour ses marqueurs chronologiques ; ce qui sera aussi le cas avec Ephèse/Ayasoluk.

2.2 Ephèse/Ayasoluk

Les vestiges médiévaux d'Ayasoluk se situent pour la plupart au niveau de la colline éponyme située dans l'actuelle ville de Selçuk qui se trouve à environ 70 km au sud d'Izmir et à une dizaine de kilomètres de la côte égéenne (**carte 2.1**).

Il est important de noter qu'à l'époque byzantine et jusqu'au XIX^{e} siècle, la zone située au pied de la colline était bordée par le fleuve Cayster (actuel *Küçük Menderes*) et par les rivières secondaires du Marnas et du Selinus (Kraft *et al.* 2007). De ce fait, les différents sites qui y ont été construits étaient fréquemment inondés durant les fortes pluies hivernales, entraînant une accumulation permanente de sédiments au moment où les cours d'eau retrouvaient leur niveau normal. Cette accumulation successive de sédiments fluviatiles associée au relief de la colline ne permettent pas aujourd'hui d'observer de nombreux contextes bien stratifiés (Stock & Brückner 2015).

2.2.1 Ephèse/Ayasoluk : aperçu historique sur la période de notre étude

C'est vers 1090 qu'Ephèse, alors cité byzantine depuis la fin du IV^{e} siècle, fut conquise pour la première fois par les Seldjoukides. L'occupation d'Ephèse par les Seldjoukides ne dura qu'une courte période puisque dès 1096, Jean Doukas, beau-frère de l'empereur byzantin, parvint à reconquérir la cité (Foss 1979). Le 24 octobre 1304, la cité fut de nouveau prise par une armée turque menée à cette époque par un certain Sasa Bey, un proche de la maison de

Menteche, qui agissait indépendamment et menait ses conquêtes le long de la vallée du Cayster. En 1307, un désaccord avec le chef des Aydinides mena finalement à la chute de Sasa Bey et Ephèse intégra dès-lors le beylicat d'Aydın où elle devint une importante place maritime sous le nom d'Ayasoluk (Foss 1979 ; Dalanay 2015).

Durant le XIV^{e} siècle, comme cela a été évoqué dans le chapitre 1, des traités furent conclus entre le beylicat d'Aydın et les puissances maritimes occidentales, grâce auxquels une zone de commerce libre put être établie entre Turcs et Occidentaux. Ayasoluk voyait ainsi toutes les exportations du beylicat transiter par son port (Pfeiffer-Taş 2011a), tout comme de nombreuses importations qui étaient pour la plupart des produits de luxe (textiles, soie) et des métaux (argent, cuivre, étain) (Dalanay 2015). Ce fut sous le règne d'Isa Bey (1360-1390) que la cité connut son âge d'or avec l'édification de nombreux monuments tels la grande mosquée en 1375 ou bien encore le hammam II (Pfeiffer-Taş 2011a ; Ladstätter 2015).

Le XIV^{e} siècle marque aussi un changement dans l'organisation urbaine de la cité. Les dernières zones d'occupation byzantine encore situées dans le secteur de la cité antique furent délaissées et tombèrent en ruines. Seule la colline d'Ayasoluk avec sa forteresse, ainsi que son versant ouest et sud-ouest étaient alors habités durant la période de règne des Aydinides puis des Ottomans (Ladstätter 2015) (**figure 2.2**). Ce transfert, qui s'amorça déjà vers la fin du XI^{e} siècle, peut probablement être lié avec l'ensablement continu de l'ancien port qui laissa progressivement Ephèse se retrouver complètement à l'intérieur des terres. Cela entraîna l'aménagement d'un nouveau port (Foss 1979), dont l'emplacement semble s'être trouvé au niveau de la côte méridionale de Pamuçak à environ quinze kilomètres au sud-ouest d'Ayasoluk (Pfeiffer-Taş 2014 ; Steskal 2014).

Au début de l'année 1390, Ayasoluk passe sous contrôle ottoman suite aux conquêtes de Bayezid I^{er}, mais sera de nouveau sous domination des Aydinides après la victoire de Tamerlan sur l'armée ottomane en 1402. Ça ne sera qu'en 1425 que les Ottomans assiégèrent de nouveau la cité et réussirent à éliminer le dernier chef *beylik*, Junayd, ainsi que tous les membres masculins de sa famille. Leur mort marqua la fin du beylicat d'Aydın, 120 ans après sa fondation (Dalanay 2015).

Suite à cette conquête, le sultan ottoman Murâd II se rendit à Ayasoluk et y reçut plusieurs émissaires d'états chrétiens. Il ordonna la mise en place de nouvelles taxes dans l'ancien beylicat et mis à la tête d'Ayasoluk un *kadı* ottoman chargé d'administrer le district éponyme qui restera sous le contrôle ottoman jusqu'au début du XX^{e} siècle (Dalanay 2015).

2.2.2 Les sites d'Ephèse/Ayasoluk

Bien que le site antique d'Ephèse ait fait l'objet de fouilles archéologiques depuis la deuxième moitié du XIX[e] siècle (Pfeiffer-Taş 2011a ; Ladstätter 2015 ; Parrer 2015), les périodes d'occupation tardives n'ont été prises en compte que récemment. Depuis 2009, un accord établi entre la Direction Générale des Fondations Religieuses turque (*T.C. Vakıflar Genel Müdürlüğü*) et l'Institut d'Archéologie Autrichien (ÖAI : *Österreichisches Archäologisches Institut*) a permis la réalisation de fouilles ainsi que la restauration de près de quatorze monuments turcs à Selçuk (Ladstätter 2015).

Ces différentes campagnes avaient notamment pour objectif d'apporter de nouvelles données concernant la période du beylicat des Aydinides. Les céramiques de notre étude sont issues de certaines des structures fouillées à Ayasoluk dans le cadre de ce projet. Elles proviennent des sites de l'Artémision (temple d'Artémis), de l'odéon romain (*tribune*), du mausolée (*türbe*) situé à proximité de l'Artémision, et du hammam d'Isa Bey (**figure 2.2b**).

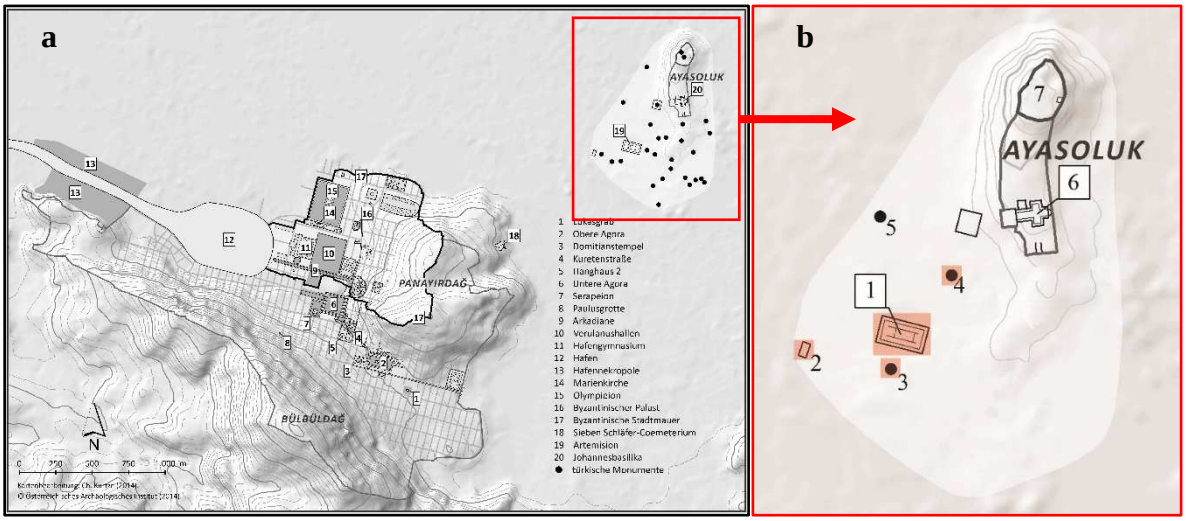


Figure 2.2 : a) Occupations byzantines et turques à Ephèse/Ayasoluk (© ÖAI) ; b) Localisation des sites mentionnés dans le texte (en rouge, ceux d'où proviennent des échantillons de notre corpus) : 1) Artémision ; 2) *Tribune* ; 3) *Türbe* ; 4) Hammam II (Hammam d'Isa Bey) ; 5) Hammam III ; 6) Basilique Saint-Jean ; 7) Forteresse d'Ayasoluk (© ÖAI ; DAO J. Burlot).

2.2.2.1 Niveaux médiévaux et postmédiévaux de l'Artémision

Le temple d'Artémis se trouve au pied de la colline d'Ayasoluk (**figure 2.2b**) et fut érigé durant le VII[e] siècle av. J.-C. Les recherches géomorphologiques ont déterminé qu'à cette période, le temple avait été construit au bord de l'ancien golfe d'Ephèse, sur une rive deltaïque

torrentielle du Selinus (Kraft *et al.* 2007, 2011 ; Delile *et al.* 2015). Du fait de cet emplacement, le site se retrouvait constamment immergé. Les siècles passant, le littoral s'éloignait davantage vers l'ouest, et en conséquence, les vestiges abandonnés du temple furent recouverts par d'importantes alluvions des fleuves environnants ainsi que par les colluvions provenant des pentes de la colline d'Ayasoluk. Au moment de leur découverte, ceux-ci reposaient sous près de six mètres de sédiments ; la localisation de l'Artémision étant restée inconnue jusqu'au milieu du XIX^{e} siècle (Kraft *et al.* 2007, 2011).

Ce fut en effet dans les années 1860 que l'ingénieur ferroviaire britannique J. Turtle Wood découvrit le temple d'Artémis. Dès lors, des fouilles archéologiques majeures commencèrent à cet endroit, d'abord sous la direction des Britanniques entre 1863 et 1874, puis sous la direction de chercheurs de l'ÖAI et de leurs collègues turcs depuis 1895 (Kraft *et al.* 2011).

Les fouilles n'ont révélé que peu d'éléments architecturaux du temple abandonné après 400 ap. J.-C. En effet, les marbres furent réemployés à l'époque byzantine puis turque, dans la construction de la basilique de Saint-Jean sur la colline ou bien encore dans celle de la mosquée d'Isa Bey quelques siècles plus tard (Kraft *et al.* 2011). Elles permirent cependant de mettre au jour des vestiges d'occupations médiévale et moderne sur plusieurs niveaux. Aujourd'hui, il n'est toutefois pas possible de dater ou d'interpréter ces contextes car la documentation de ces anciennes fouilles était trop superficielle (Ladstätter 2015).

Le matériel de notre étude est issu de fouilles menées par A. Bammer sur le site du temple d'Artémis dans les années 1960 (Vroom 2005 ; 2009). Malheureusement, la stratigraphie de la période médiévale avait été complètement perturbée par les fouilles des vestiges antiques menées à la fin du XIX^{e} et durant le début du XX^{e} siècle, au cours desquelles les céramiques médiévales n'avaient été ni inventoriées, ni préservées. Selon l'ensemble céramique provenant des fouilles d'A. Bammer, l'occupation médiévale sur l'Artémision aurait eu lieu entre le XII^{e} et le XV^{e} siècle (Weiβl 2005).

Malgré tout, à défaut d'avoir de bons contextes stratifiés pour ce site, celui-ci a tout de même mis en évidence la présence d'un atelier de potier dans les environs grâce à la découverte d'outils de potier tels des fragments de moules[6] et des trépieds[7] témoignant d'une telle activité,

[6] Les moules de potier évoqués ici font référence aux ustensiles en terre cuite que ces derniers utilisaient pour imprimer un décor en relief (appelé aussi moulé) sur la surface de leurs céramiques, avant cuisson.

[7] Les trépieds sont un type de colifichet, à savoir de support en argile qu'utilisaient les potiers pour séparer leurs céramiques glaçurées dans le four au moment de la cuisson.

même si l'emplacement du four n'a pu être localisé. De plus, il a livré des pièces typologiquement complètes aidant à l'étude céramologique menée par J. Vroom (Vroom 2005).

2.2.2.2 Tribune, *l'ancien odéon romain*

Au sud-ouest du temple d'Artémis, à environ 180 m, se trouvent les vestiges d'un bâtiment appelé « tribune », correspondant à un odéon romain (Zabrana 2011 ; 2012) (**figures 2.2b** et **2.3**). Il a été l'objet durant les campagnes de 2009 à 2011 de plusieurs sondages. Certains de ces sondages, avec notamment le sondage 2 fouillé en 2010, ont confirmé l'occupation de ce site à une période plus tardive qui, d'après les découvertes (monnaies et céramiques associées dans des strates non perturbées), daterait des XIV^{e} et XV^{e} siècles. A cette période, l'ancien monument romain aurait été modifié, comme l'attestent ses espaces originaux réadaptés en espaces d'habitats (Zabrana 2011).

Malheureusement, les résultats de ces fouilles sont toujours en cours d'étude d'où le fait qu'il ne soit actuellement pas possible d'avoir davantage d'informations sur les contextes archéologiques. Ces informations seront d'une aide bien précieuse car d'une part, la stratigraphie est bien en place dans certains des sondages et d'autre part, les céramiques de table découvertes sont d'une bonne qualité et présentent un bon état de conservation. De plus, la campagne de 2010 a permis de mettre au jour des trépieds et des ratés de cuisson, ce qui indique que des céramiques devaient être produites dans le secteur.

2.2.2.3 Le türbe *proche de l'Artémision*

Toujours dans la zone périphérique de l'Artémision, un autre site situé au sud-est du temple a été fouillé de 2009 à 2012. Il s'agit d'un *türbe* (« türbe 6 » dans **figure 2.3**), un monument funéraire anonyme car aucune inscription n'est présente sur une de ses façades, que ce soit le nom du donateur ou de la personne à qui il est rendu hommage. D'un point de vue architectural, ce monument au plan carré de 6,5 x 6,5 m s'élève en une structure octogonale faite de briques et supportée par des dômes semi-circulaires (Ladstätter 2015).

Après une première phase de nettoyage et une fouille de l'intérieur du monument jusqu'à son sol original, près de onze sondages ont été effectués autour du bâtiment (Parrer 2015). Comme mentionné précédemment, la sédimentation fluviatile de la zone n'a permis d'enregistrer que peu de niveaux archéologiques clairement identifiables, qui permettront tout de même d'obtenir quelques jalons chronologiques (Ladstätter 2015). Au total, ce sont près de

sept phases d'occupation qui ont été définies (Parrer 2015). Nous ne traiterons ici que des phases I et III.

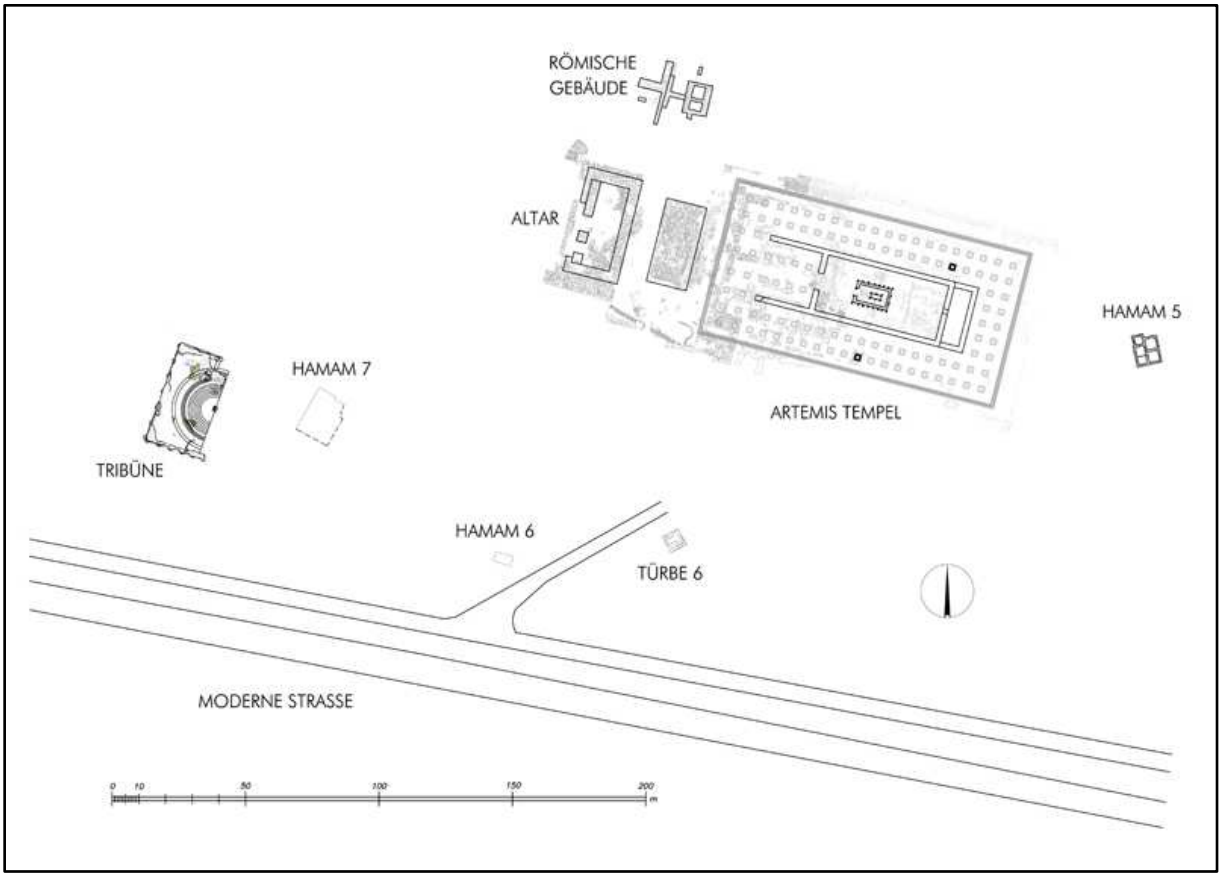


Figure 2.3 : Vestiges archéologiques découverts dans le secteur de l'Artémision (© ÖAI).

La phase I est antérieure à la construction du *türbe*. Elle correspond à la phase pour laquelle la présence de débris d'un four de potier est attestée. Ces débris se matérialisent par des sols rubéfiés associés à des éléments de four de potier et des trépieds ainsi que quelques surcuits (ratés de cuisson). La majorité de ces indices de production provient des couches 71 et 78 du sondage 5 situé au sud-est du *türbe* (Parrer 2015), dans lesquelles l'importante quantité de céramiques découverte peut être principalement datée entre la deuxième moitié du XIII^{e} siècle et le début du XIV^{e} siècle d'après la typologie (Vroom & Fındık 2015). Il semble par ailleurs que ce four aurait été détruit au moment de l'installation d'un cimetière dont les premières inhumations, d'après des résultats de datation par le radiocarbone de restes humains, dateraient du début du XV^{e} siècle (Parrer 2015).

La phase III correspond à la construction du *türbe* dont les fondations reposent sur ce que l'archéologue G. Parrer appelle dans son rapport l'*Errichtungshorizont*, qui se caractérise

par une couche compacte mixte irrégulière composée de sédiment fluviatile et de blocs d'argile (Parrer 2015). Dans cette couche, deux monnaies identiques aux *mangır* en cuivre locaux ont été découvertes, datant de 1449/1450, ce qui correspondrait au *terminus post quem* de la fondation du *türbe* (Parrer 2015 ; Schachinger & Schindel 2015). Par ailleurs, aucun mobilier datable du XVI^{e} n'a été découvert dans cette couche, ce qui permet de dater la fondation du *türbe* durant la deuxième moitié du XV^{e} siècle (Parrer 2015 ; Vroom & Fındık 2015).

2.2.2.4 Le hammam d'Isa Bey

Le dernier site concerné par notre étude est celui du hammam II, vraisemblablement celui construit sous le règne d'Isa Bey dont l'étude post-fouille est en cours. Ce hammam se situe au sud-ouest de la mosquée d'Isa Bey et est l'un des bains le mieux conservés de cette période. Une inscription datée de 1364 présentée au Musée de Selçuk mentionne bien la construction d'un hammam sous le règne d'Isa Bey, mais le fait que celle-ci ait été découverte dans un jardin à proximité du hammam et non *in situ* ne permet pas de confirmer avec certitude qu'elle est en rapport avec ce hammam (Pfeiffer-Taş 2001 ; 2011a ; Krickl & Pfeiffer-Taş 2002).

Cependant, l'identification du hammam II comme étant celui d'Isa Bey reste fort probable du fait qu'en 1999, un trésor y a été découvert, comprenant 930 monnaies frappées à l'effigie d'Isa Bey sur les 936 qu'il comptait au total (Pfeiffer-Taş 2001 ; 2011b). S'il semble donc que ce hammam ait bien été construit dans les années 1360 (début du règne d'Isa Bey), son utilisation ne semble pas, toujours d'après les monnaies qui y ont été découvertes, aller au-delà du règne du sultan ottoman Murâd II, à savoir le milieu du XV^{e} siècle (Krickl & Pfeiffer-Taş 2002).

2.2.3 Autre site *beylik* d'Ayasoluk attestant d'une production potière : le hammam III

La présentation des résultats des fouilles effectuées au sein du hammam III semble ici pertinente car dans l'un des sondages effectués en 2006 (sondage 11), des vestiges de four de potier ont été découverts.

Ces vestiges se définissent par la présence de quelques fragments de parois en briques, mais aussi d'un bon nombre de biscuits[8], de ratés de cuisson, ou bien encore de trépieds. Ces vestiges ont été mis au jour dans le niveau B du sondage 11, dont la configuration et la stratigraphie ont montré que ces restes furent détruits au moment de la construction d'une canalisation et de piliers lors de l'édification du hammam. Etant donné que des sources historiques et autres indices archéologiques attestent de la construction de ce hammam durant le règne de Bayezid I^{er} (1389-1402) ou peu de temps après, il est possible de dater la destruction du four vers la fin du XIV^{e} ou le début du XV^{e} siècle (Pfeiffer-Taş 2011b).

Par ailleurs, une grande concentration de cendres tout comme des morceaux de charbons sous ces parois en briques confirment qu'il s'agit ici de la découverte du four durant sa période d'utilisation. Le mobilier céramique et surtout les monnaies qui y ont été découverts peuvent attester d'une période d'utilisation de l'atelier durant la période de règne d'Isa Bey, à savoir la deuxième moitié du XIV^{e} siècle (Pfeiffer-Taş 2011b).

2.2.4 Bilan sur les contextes archéologiques d'Ayasoluk

Dans le cas d'Ephèse/Ayasoluk, nous pouvons dire que les niveaux médiévaux et postmédiévaux ne sont pas encore tout à fait bien contextualisés, aussi bien dans l'espace que dans le temps. La stratigraphie des sites est en grande partie perturbée pour des raisons géomorphologiques et dans certains cas, à cause d'anciennes fouilles qui se focalisaient uniquement sur les niveaux antiques. Quelques exemples relativement bien stratifiés et datés peuvent cependant servir de premiers jalons chronologiques tels le four découvert dans le hammam III ou bien encore la période de fondation du *türbe* situé à proximité de l'Artémision.

Quant à l'activité potière présente à Ayasoluk durant la période des Aydinides, celle-ci est bien attestée archéologiquement sur plusieurs sites par la découverte de vestiges de fours dans le *türbe* et le hammam III, ou bien encore d'ustensiles de potiers tels des trépieds et moules dans la plupart des sites mentionnés ici. A cette époque, un quartier artisanal important et notamment potier devait se trouver dans la zone du temple d'Artémis, tout comme dans la plaine alluviale au nord-ouest dans le secteur des hammams III et d'Isa Bey (Weiβl 2005 ; Pfeiffer-Taş 2011b ; Ladstätter 2015).

[8] Dans notre discours, un biscuit correspond à une céramique qui a été cuite une fois, et qui doit être cuite une seconde fois. De ce fait, la découverte de biscuits atteste d'une ancienne production de céramiques dans la zone de découverte puisqu'il s'agit de produits non finis, donc non exportés.

2.3 Milet/Palatia/Balat

Le site de Milet (nom byzantin Palatia et turc Balat) se trouve à environ 75 km au sud d'Ephèse, dans l'ancienne région de Carie, à proximité de l'embouchure du fleuve du Méandre (**carte 2.1**). Ce site qui était par le passé un port d'escale important se retrouve aujourd'hui à près de 9 km de la côte à cause de l'atterrissement du fleuve qui a comblé la baie bordant autrefois la cité (Böhlendorf-Arslan 2004). Tout comme à Ephèse/Ayasoluk, des découvertes archéologiques témoignèrent d'une activité potière dans un quartier de Milet/Balat à la même période.

2.3.1 Milet/Palatia/Balat : aperçu historique sur la période de notre étude

La première apparition des Seldjoukides à proximité de Milet se produisit au XI^{e} siècle lorsque ces derniers tentèrent de conquérir la vallée du Méandre (Wittek 1934). A cette période, la population byzantine locale rénova les fortifications entourant l'ancien théâtre antique et la forteresse, construites sur la colline principale de la cité. Après le XI^{e} siècle, la région sera toujours menacée par les tribus nomades turcomanes et Milet finit par tomber une première fois aux mains des Turcs en 1261 lors d'une conquête des Mentecheïdes (Wittek 1934, 1935). En 1295, une armée byzantine reprit la ville, mais cette reconquête ne fut pas effective, car très rapidement les Mentecheïdes la récupérèrent et lui donnèrent le nom turc de Balat (Böhlendorf-Arslan 2004).

Tout comme Ayasoluk, Balat était une cité commerciale importante durant le XIV^{e} siècle qui sut bénéficier de traités avec les puissances commerciales occidentales pour développer son économie. Et de la même façon qu'Ayasoluk, Balat fut conquis par Bayezid vers 1390, qui confirma aussitôt, en tant que nouveau gouverneur, les privilèges qui avaient été accordés aux Vénitiens lors de traités signés avec les anciens beys (Wittek 1935).

En 1402, après la défaite des Ottomans face aux armées de Tamerlan, la dynastie des Mentecheïdes retrouva son territoire après la restitution du beylicat à Ilyas Bey qui, le 24 juillet 1403, conclut un nouveau traité avec les Vénitiens, proposant de nouveaux accords concernant les importations et exportations (Wittek 1935). En 1424, l'armée de Murâd II conquit le beylicat de Menteche et la domination ottomane sur Balat devint définitive en 1425 (Wittek 1934, 1935 ; Böhlendorf-Arslan 2004).

2.3.2 Les contextes médiévaux et postmédiévaux de Milet/Palatia/Balat

Contrairement au cas d'Ephèse, les céramiques de notre corpus provenant de Milet sont toutes issues de fouilles anciennes, effectuées dans la zone autour du théâtre-château[9] et du palais de l'évêque, dont l'étude céramologique pour les périodes byzantine, *beylik* et ottomane a été publiée par B. Böhlendorf-Arslan (Böhlendorf-Arslan 2004, 2008). En ce qui concerne ce secteur, les informations relatives aux contextes de découvertes pour ces périodes sont assez maigres lorsque nous nous penchons sur les rapports annuels des fouilles menées par les archéologues de l'Institut Allemand d'Archéologie (DAI : *Deutsches Archäologisches Institut*), et publiés dans les revues *Istanbuler Mitteilungen* et *Archäologischer Anzeiger*.

Comme le soulignait K. Wulzinger en 1935, « aucune trace d'installation massive islamique ne se trouvait au sein du bourg byzantin » (Wulzinger 1935) (**figure 2.4**). Les sites de ce secteur n'ont été que partiellement réoccupés à cette période, bien que de nombreux indices attestant qu'une production potière y aient été découverts. Les données en termes de stratigraphie et de structure architecturale sont ainsi quasi absentes à Milet/Balat pour notre étude.

2.3.2.1 Secteurs de découverte des céramiques du corpus

Certaines des céramiques échantillonnées à Milet proviennent du nettoyage de surface du théâtre-château ou bien encore des travaux de restauration du théâtre. Les fouilles des niveaux supérieurs menées dans le secteur du temple d'Athéna, ainsi que dans le secteur de l'église Saint-Michel, ont aussi fourni une partie des céramiques de notre étude (**figure 2.5**).

Enfin, lors de l'aménagement d'un chemin pour piétons dans les années 1990, des tas de déblais qui s'étaient accumulés lors des fouilles des années 1930 de T. Wiegand ont été retirés, dans lesquels ont pu être « retrouvés » un bon nombre de biscuits, de ratés de cuisson ou bien encore de trépieds, autant d'attestations d'une production à Milet de céramiques tardo-byzantines et/ou turques (Waksman *et al.* sous presse).

[9] Dans les rapports de fouilles de Milet qui sont écrits en allemand, le mot employé pour décrire ce type de bâtiment est *Theaterkastell*.

Figure 2.4 : Emplacement des monuments *beyliks* de Balat (Wulzinger *et al.* 1935, *pl. 48*).

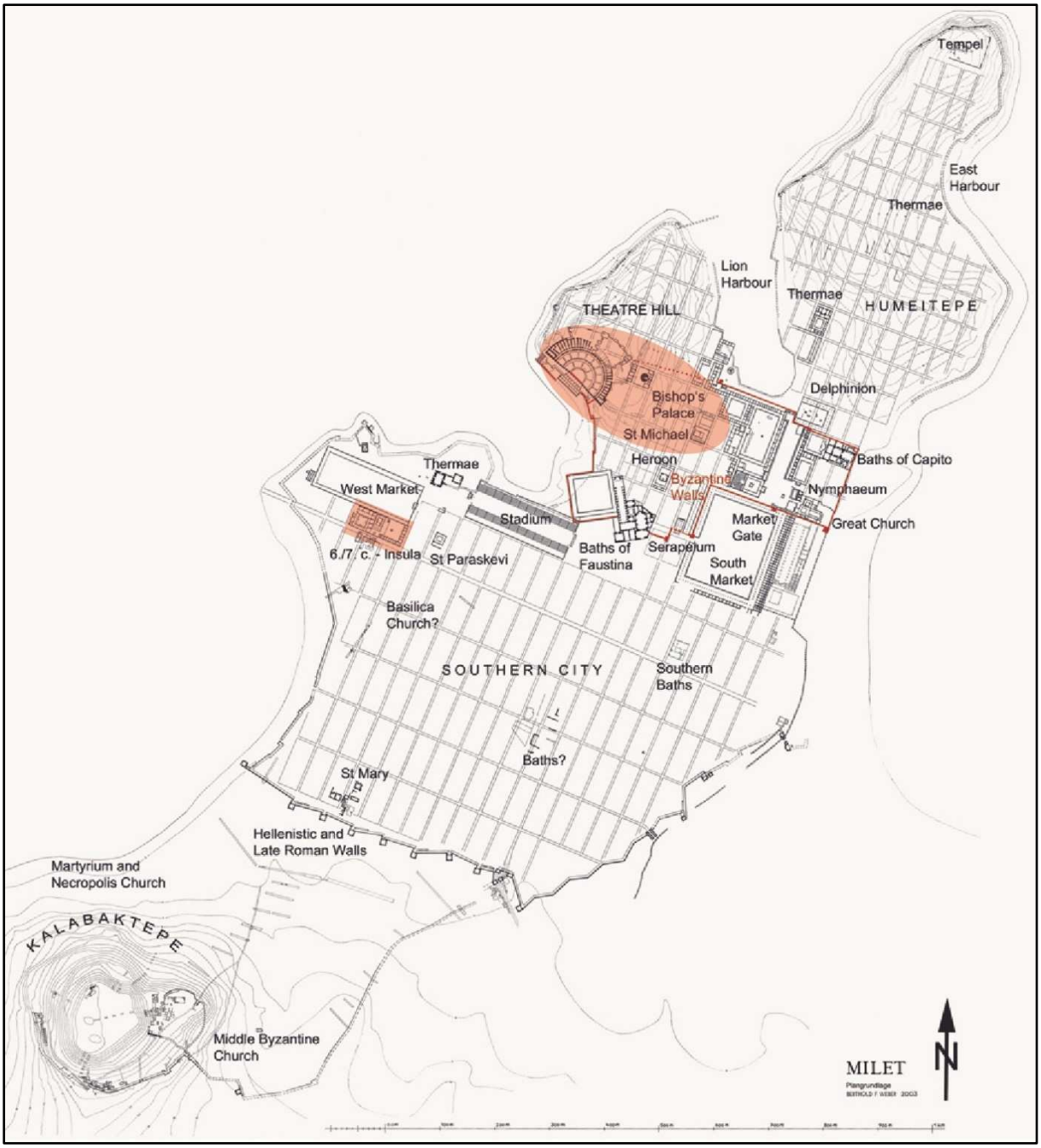


Figure 2.5 : Localisation des principaux vestiges protobyzantins fouillés à Milet ; les zones rouges correspondant aux secteurs d'où sont issus certains de nos échantillons (d'après Niewöhner 2016, *fig. 5*).

2.3.2.2 Attestations d'une production locale

Dès les fouilles des années 1930 menées par T. Wiegand, des éléments mis au jour ont permis d'attester d'une production locale de céramique à l'époque tardo-byzantine et *beylik*. A l'est de l'antique héroon au niveau de la voie menant à la Baie des lions, furent découverts dans les niveaux dits « islamiques », une centaine de trépieds ainsi que des moules (Sarre 1935). Il

n'y a pas davantage d'information communiquée quant à la datation de ces niveaux dans lesquels furent mis au jour ces indices de production.

Dans un autre secteur, situé cette fois-ci au nord de l'ancien palais de l'évêque (« Bishop's Palace » sur la **figure 2.5**), une couche de remplissage de restes d'atelier de potier a aussi été mise au jour sous près d'1,5 m de remblais, lors des fouilles de 1977. Cette couche d'un mètre d'épaisseur comprenait d'importantes quantités de cendres, de débris d'atelier et de ratés de cuisson tout comme de nombreux trépieds et plusieurs moules ; autant de vestiges d'un atelier de potier qui, selon les fouilleurs, daterait des XIV^{e} et XV^{e} siècles (Müller-Wiener *et al.* 1979, 1982). Il faut prendre cette datation avec précaution car les archéologues ne fournissent pas d'éléments permettant de la justifier (Böhlendorf-Arslan 2008).

Cependant, la découverte de moules ou bien encore de ratés de cuisson et de biscuits de céramiques à décor de sgraffito de types tardo-byzantin et *beylik* corrobore l'hypothèse d'une production de céramiques à Milet durant ces périodes (Böhlendorf-Arslan 2004, 2008), bien qu'aucun four n'ait été fouillé jusqu'à présent. Il semblerait qu'il y en aurait eu un situé un peu plus à l'ouest de cette zone, car W. Müller-Wiener mentionne que, durant les fouilles de 1909, des vestiges d'un four ont été complètement détruits (Müller-Wiener *et al.* 1979).

Sur le site de Milet/Palatia/Balat, nous n'avons pas de contextes stratifiés pour notre période, mais certains d'entre eux restent tout de même d'un intérêt particulier puisqu'ils témoignent d'une production locale de céramiques (Waksman *et al.* sous presse), ce qui ne fut pas clairement le cas à Sardes/Sart.

2.4 Sardes/Sart

Le site de Sardes se situe à environ 80 km à l'est d'Izmir dans l'ancienne région de Lydie, au pied du mont Tmole et face à la plaine de l'Hermos (Foss 1976) (**carte 2.1**). Aujourd'hui, une bonne partie des vestiges reposent sous l'actuel village de Sart, situé le long de la route menant d'Izmir à Salihli (Böhlendorf-Arslan 2004).

2.4.1 Sardes : aperçu historique sur la période de notre étude

En 1071, la bataille de Mantzikert et la victoire des Seldjoukides entraîna l'arrivée de tribus turcomanes jusqu'à Sardes, mais la cité sera rapidement reconquise par les Byzantins sous le

commandement du général Jean Doukas en 1098. Ce ne sera que vers la fin du XIII[e] siècle, après les attaques mongoles, que les Seldjoukides, dans leur quête de fondation des beylicats, réoccupèrent la Lydie, ne laissant seulement que quelques forteresses comme Sardes ou bien encore Philadelphie toujours occupées par les Byzantins (Buttrey *et al.* 1981).

Sardes tomba finalement aux mains des Turcs entre 1313 et 1316, sous la gouverne du beylicat de Saruhan qui venait d'établir son indépendance en Lydie avec Manisa comme capitale (Foss 1976 ; Buttrey *et al.* 1981). Durant le XIV[e] siècle, et avant que Sardes ne tombe cette fois-ci sous la domination ottomane, la cité était encore habitée par des chrétiens comme l'atteste notamment la présence d'un évêque jusqu'en 1369 (Böhlendorf-Arslan 2004).

C'est vers 1390 que l'armée ottomane conquit Sardes sous le règne de Bayezid, mais comme pour la plupart des cités ouest anatoliennes, Sardes sera de nouveau restituée aux mains de l'ancien bey après la victoire de Tamerlan en 1402 (Crane 1987). Sardes resta cependant très peu de temps sous le joug des Saruhanides car vers 1405, ce fut le beylicat d'Aydın qui, sous le règne de Junayd, conquit toute la région. Cette nouvelle situation dura près d'une vingtaine d'années, jusqu'en 1425 lorsque le beylicat d'Aydın devint une province de l'empire ottoman suite aux conquêtes de Murâd II (Foss 1976).

2.4.2 Contextes archéologiques de Sardes

Les deux secteurs de Sardes d'où proviennent les céramiques de l'étude sont l'acropole et le quartier appelé *Pactolus North* (en référence à la rivière Pactole qui afflue de la rive gauche de l'Hermos) situé au pied de la colline, qui correspondent aux deux principales zones ayant été occupées durant la période des beylicats (Crane 1987) (**figure 2.6**). Les céramiques ont été mises au jour lors des fouilles du début des années 1960 menées par des archéologues américains à l'origine du projet *Archaeological Exploration of Sardis*[10] ; et les études céramologiques pour les périodes byzantines et turques ont été effectuées respectivement par H. Crane (Crane dans Crawford 1977 ; Crane 1987) et B. Böhlendorf-Arslan (Böhlendorf-Arslan 2004).

[10] Plus d'informations sur cette mission archéologique américaine à Sardes peuvent être obtenues grâce à son site Internet http://www.sardisexpedition.org/ (consulté le 02/05/17).

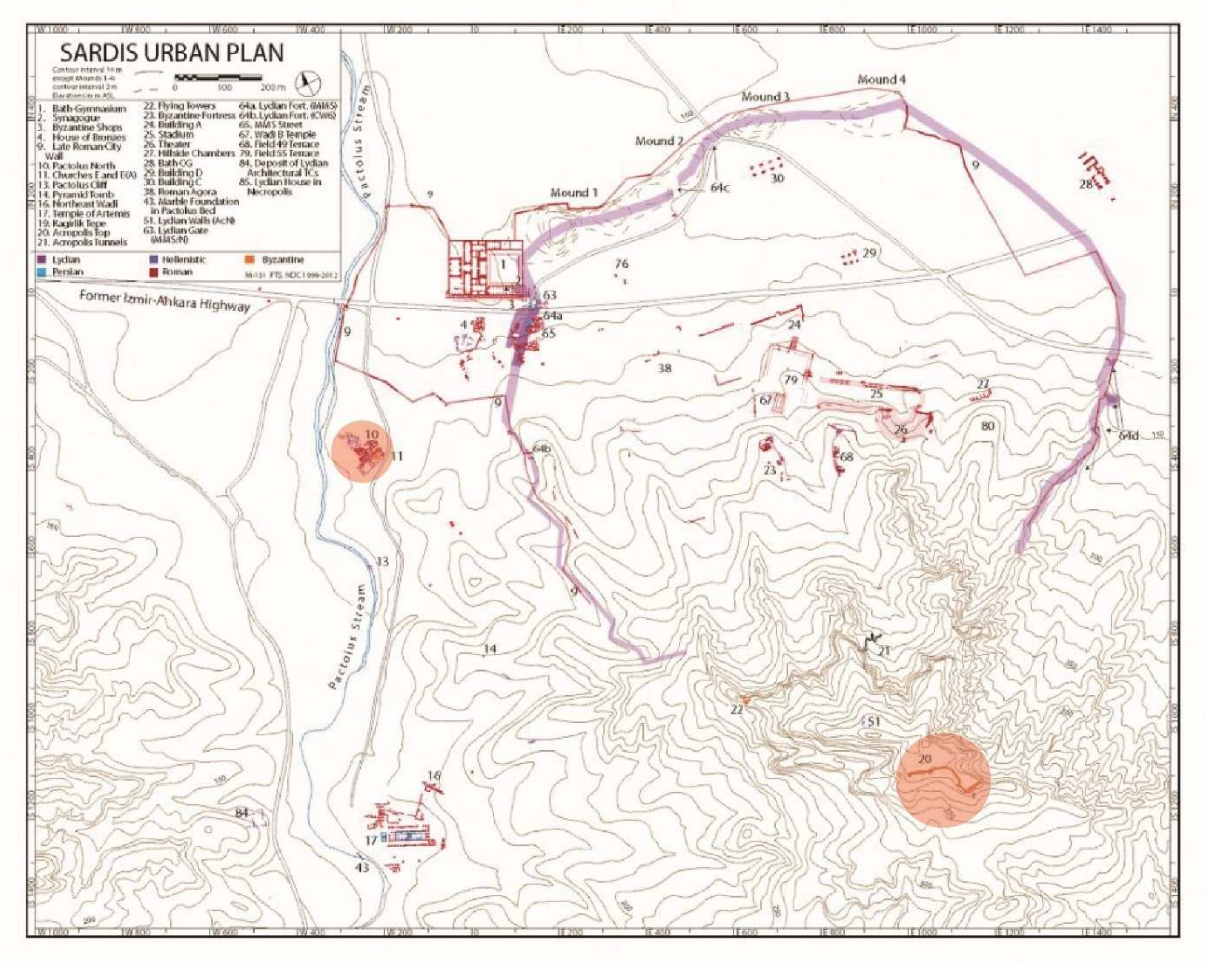


Figure 2.6 : Plan urbain des vestiges archéologiques de Sardes. Les cercles rouges correspondent aux zones concernées par notre étude (© Archaeological Exploration of Sardis/President and Fellows of Harvard College).

2.4.2.1 L'acropole

Les fortifications sur l'acropole étaient toujours en usage, et l'enceinte située à l'intérieur de celles-ci continua d'être habitée jusqu'au début de la période ottomane (Crane 1987). En effet, un ensemble de monnaies trouvées sur l'acropole, présentant conjointement Junayd et Mehmet Çelebi (1413-1415), suggèrent que cette zone était toujours occupée au début du XV^{e} siècle (Miles dans Hanfmann 1963 ; Buttrey *et al.* 1981). Ces monnaies sont les éléments datés les plus récents provenant de l'acropole qui n'était à l'évidence plus utilisée comme une fortification après le rétablissement de l'autorité ottomane, et que les voyageurs de l'époque décrivirent d'ailleurs comme étant abandonnée (Foss 1976 ; Buttrey *et al.* 1981).

2.4.2.2 *Le secteur du* Pactolus North

C'est dans le secteur du *Pactolus North* que furent menées les fouilles les plus extensives et informatives concernant les niveaux turcs à Sardes (Foss 1976). Bien que dans ce secteur, les niveaux turcs étaient très perturbés et qu'il fut souvent difficile de reconstituer en détail aussi bien les unités architecturales individuelles que le plan d'ensemble du village turc, les informations archéologiques obtenues donnent une idée générale de l'évolution de ce quartier (Crane 1987).

Dans le quartier du *Pactolus North*, une église fut construite durant le XIII^{e} siècle (*church E*), autour de laquelle un quartier émergea sous le beylicat de Saruhan. A cette période, l'église fut transformée et réaménagée en habitations, mais aussi en ateliers comme l'atteste la découverte de scories de verre dans sa partie nord (Hanfmann 1964).

Comme l'ont révélé les fouilles archéologiques, ce quartier fut totalement détruit suite à une catastrophe liée à un incendie à la fin du XVI^{e} siècle (Hanfmann 1964, 1965, 1966 ; Foss 1976 ; Böhlendorf-Arslan 2004). Il a été suggéré que l'incendie était le résultat soit de l'important tremblement de terre de 1595, soit de révoltes répandues en Anatolie occidentale en 1604-1608 (Buttrey *et al.* 1981). D'après notamment les monnaies découvertes dans ces contextes, ce premier village turc dans le quartier du *Pactolus North* pourrait être daté de la fin du XIV^{e} jusque vers le tout début du XVII^{e} siècle (Hanfmann 1966 ; Foss 1976). Suite à cet incendie, un nouveau village fut reconstruit immédiatement sur les vestiges du précédent, semblant avoir été occupé jusqu'au XIX^{e} siècle (Hanfmann 1966).

Ainsi, des deux secteurs de Sardes présentés ici, il est intéressant de noter que c'est l'association des faits historiques et des contextes archéologiques qui permet de placer des échelons chronologiques. En effet, l'abandon de l'acropole semble coïncider avec le moment où les Ottomans contrôlèrent définitivement la région. A cette même période, un village se développa dans le secteur du *Pactolus North*, dont nous savons qu'il a été détruit vers le tout début du XVII^{e} siècle.

2.5 Pergame/Bergama

Le cinquième et dernier site de Turquie que nous traitons ici est celui de Pergame, localisé sur la colline surplombant l'actuelle ville de Bergama, à environ 200 km au nord d'Izmir et à une trentaine de kilomètres de la côte égéenne (**carte 2.1**). Sur son piton rocheux haut de 300 mètres, le site domine la vallée du Kaikos (actuel Bakır) et est cerné à l'ouest par la vallée du Selinous et à l'est par la vallée du Kestios ou du Kestel (Waksman 1995 ; Böhlendorf-Arslan 2004).

2.5.1 Pergame/Bergama : aperçu historique sur la période de notre étude

Après la bataille de Mantzikert et la défaite de l'armée byzantine, une large partie de l'Anatolie se trouva sous domination du sultan Süleyman ibn Qutulmush durant le dernier quart du XI^{e} siècle. Cet épisode entraîna le réaménagement et l'agrandissement de la cité fortifiée byzantine de Pergame (*Kastron*), qui resta une ville de l'Empire byzantin jusqu'au début du XIV^{e} siècle, notamment au sein de l'empire de Nicée après la quatrième croisade (Böhlendorf-Arslan 2004). Il semble que c'est vers 1315 que Pergame fut conquise par l'émirat de Karası qui posséda la cité durant une vingtaine d'années seulement, avant de tomber à son tour sous domination ottomane dans les années 1334-1335 (Rheidt 1991).

2.5.2 Sites pergaméniens

Le corpus céramique de l'étude comporte des échantillons qui proviennent de deux secteurs de Pergame. Le premier est celui de la ville moyenne située sur un des versants de la colline et dont les habitats byzantins ont été fouillés par W. Radt (Rheidt 1991), et le second marque une réoccupation tardive au sein des vestiges de la Basilique Rouge (*Rote Halle*) fouillée par U. Mania (Mania 2006) (**figure 2.7**). Pour la période tardo-byzantine à Pergame, la principale étude céramologique a été menée par J.-M. Spieser avec le mobilier provenant des fouilles de la ville moyenne (Spieser 1996).

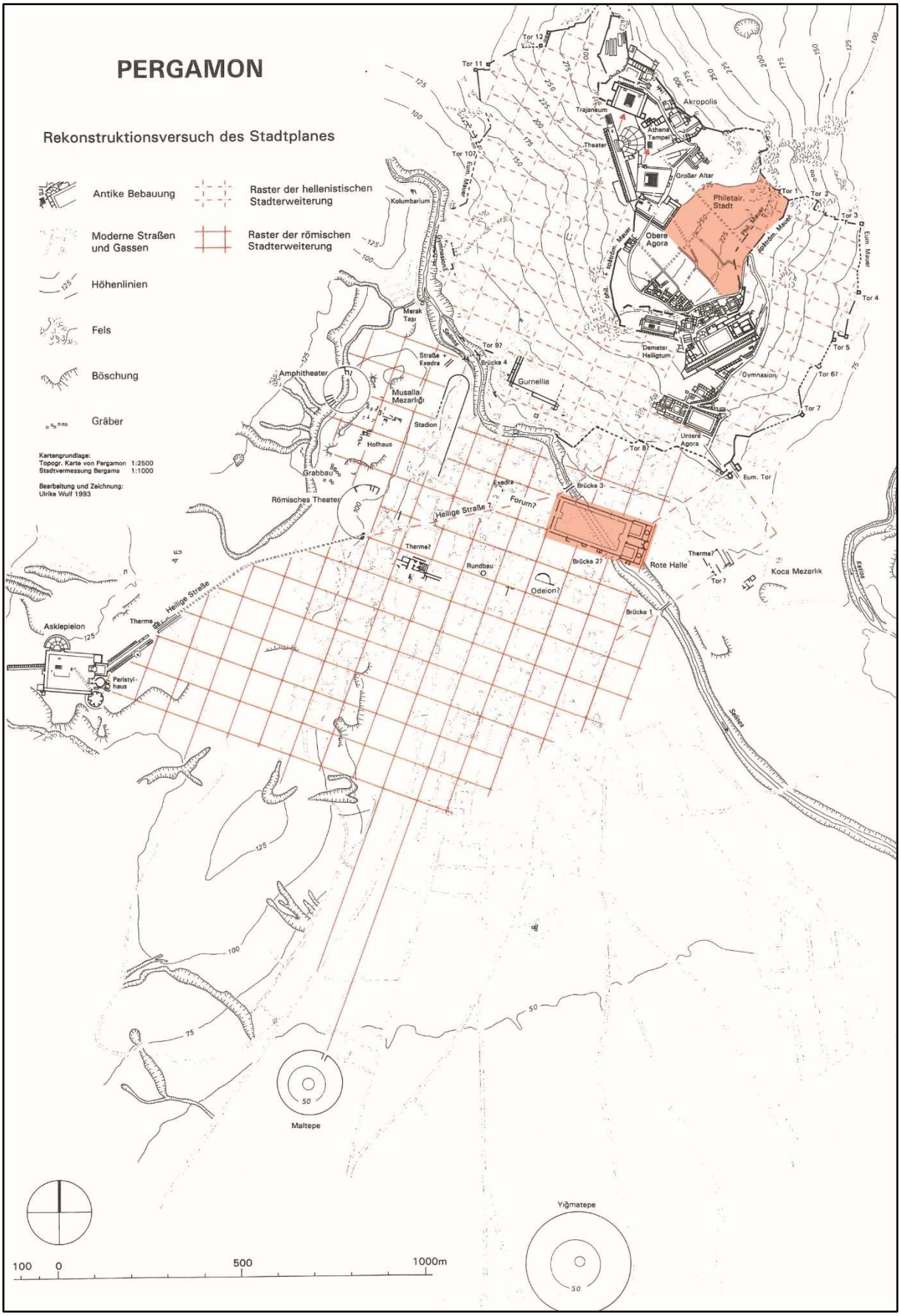


Figure 2.7 : Reconstruction du plan urbain de Pergame. Les zones rouges correspondent aux secteurs d'où proviennent les échantillons étudiés (d'après Wulf 1994).

2.5.2.1 La ville moyenne

Les habitats byzantins de la ville moyenne marquent une réoccupation des habitations en terrasses antiques situées principalement sur le versant sud de la cité fortifiée (Rheidt 1991) (**figure 2.7**). Ce fut durant la première moitié du XIII^{e} siècle que l'occupation de cette zone devint systématique. Les habitats continuèrent de se densifier dans ce secteur malgré la destruction de certains suite à deux séismes que connut la région au XIII^{e} siècle. En dépit de la pente raide et de la faible épaisseur des niveaux d'aménagement, trois phases de constructions/rénovations furent observées dans la ville moyenne durant les fouilles rouvertes en 1973 sous la direction de W. Radt. Ces phases témoignèrent, pour leurs derniers niveaux, d'une occupation toujours présente au début de la période turque (Rheidt 1991).

Durant leur fouille, les habitations byzantines de la ville moyenne furent numérotées selon leur ordre de mise au jour, et celle qui nous intéresse plus particulièrement porte le numéro 19. En effet, grâce au travail mené par B. Böhlendorf-Arslan dans le cadre de sa thèse de doctorat qu'elle a effectué en reprenant notamment les carnets et rapports de fouilles originaux, un contexte clos a pu être décelé au sein de cet habitat 19 (Böhlendorf-Arslan 2004). Dans la cour de cette maison repose une citerne antique qui fut comblée durant la période tardo-byzantine (**figure 2.8**).

B. Böhlendorf-Arslan décrit le comblement de la façon suivante : « sur le fond de la citerne repose une couche de terre compacte d'environ 1,60 m mélangée avec de la céramique en abondance. Au-dessus de cette couche se trouve (…) un lit de tuiles qui est ensuite recouvert par une couche de pierres épaisse d'un mètre (…). Une nouvelle couche de pierres épaisse d'environ 40 cm séparait cette phase de l'horizon supérieur. La couche de pierre était recouverte avec un remplissage de terre (…), sur lequel reposait une nouvelle couche de pierres importante de 0,75 m, qui était de nouveau recouverte d'une couche de terre. Dans ces couches supérieures a été mise au jour une grande quantité de céramiques, notamment de nouveaux types, qui étaient éparpillés sur l'ensemble du remplissage supérieur (…). Le comblement de la citerne était recouvert avec une couche très compacte de terre épaisse de 0,25 m, dans laquelle de nombreux fragments de céramiques hellénistiques ont été découverts, et qui ont très certainement été déchargés à partir d'un autre endroit au moment de la fermeture de la citerne. » (traduit de Böhlendorf-Arslan 2004).

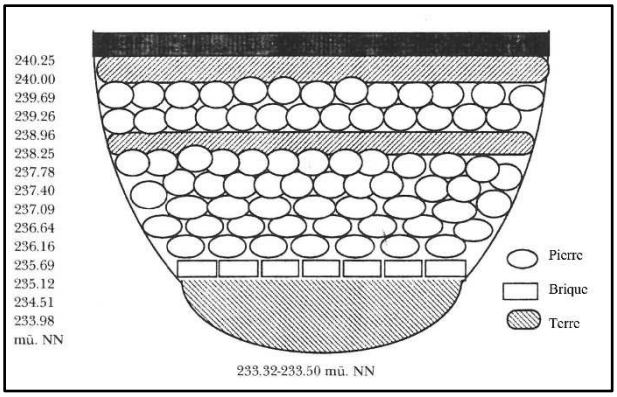


Figure 2.8 : Profil schématique du remplissage de la citerne située dans la cour de l'habitation 19 (Böhlendorf-Arslan 2004).

Dans l'horizon supérieur du remplissage de cette citerne, plusieurs monnaies majoritairement datées du troisième quart du XIV^{e} siècle ont été découvertes, associées à des tessons de céramiques d'un type considéré comme *beylik* et qui sera présenté dans le chapitre 4 (Böhlendorf-Arslan 2004). Ce remplissage supérieur donne une datation pour certaines de nos céramiques d'environ 1350-1375.

Des attestations de production de céramiques (trépieds, biscuits) ont été retrouvées dans la ville moyenne, dans des niveaux considérés comme des remblais d'époque byzantine tardive (Spieser 1996). Elles ont été l'objet de précédentes études archéométriques, portant sur un corpus principalement byzantin (Waksman 1995, Waksman & Spieser 1997), dont une partie est reprise ici pour en étudier les revêtements.

2.5.2.2 Atelier de la Basilique Rouge

Le second site pergaménien se trouve parmi les vestiges de la Basilique Rouge (*Rote Halle*) située au pied de la colline, dans la ville basse. Fondé à l'époque romaine sous le règne d'Hadrien, ce temple dédié à l'origine aux dieux égyptiens, sera réaménagé en basilique suite à un incendie durant la deuxième moitié du V^{e} siècle ap. J.-C. Un second incendie lié vraisemblablement aux incursions arabes du milieu du VI^{e} siècle détruisit définitivement le bâtiment. Il semble d'ailleurs que la ville basse fut abandonnée au début du VIII^{e} siècle. Les découvertes archéologiques attestent d'une activité renaissant dans le secteur à partir du règne des Lascarides au XIII^{e} siècle. Dans ces niveaux de réoccupation, des vestiges attestant d'un artisanat potier furent découverts (Mania 2006).

Ces restes d'atelier furent mis au jour dans un espace souterrain situé entre la Basilique Rouge et un bâtiment circulaire situé plus au sud. Un sondage effectué dans cet espace témoigne d'une stratigraphie se divisant en deux phases principales, une phase correspondant à l'effondrement de structures modernes reposant sur les niveaux de la phase byzantine. Ces

niveaux byzantins sont identifiés comme tels d'après le mobilier céramique, aucun autre élément datant n'ayant été découvert (Mania 2006).

Au-dessus de cet horizon byzantin, aucune structure d'atelier ou de four de potier n'a été fouillée à proprement parler, mais de nombreux éléments attestent d'une production potière dans cette zone. En effet, parmi le matériel découvert figuraient des fragments de briques (parois de four ?), des restes d'argile brute tournée, des trépieds, et aussi des biscuits et des ratés de cuisson. Plusieurs de ces déchets de fabrication témoignent de la production locale d'un type céramique particulier qui a été sélectionné pour la présente étude, celui de la *Miletus Ware*. Quant à l'atelier, il devait se trouver à un niveau supérieur, mais aurait été détruit par les constructions modernes (Mania 2006).

Ainsi, à Pergame, nous travaillons à partir de deux sites qui, de par leur nature et/ou leur configuration, nous apportent deux types d'information primordiaux dans notre démarche. Dans un premier temps, nous avons un contexte clos et daté, avec la citerne comblée localisée dans l'une des habitations de la ville moyenne. Dans un second temps, nous avons des vestiges archéologiques dans la ville moyenne et parmi les ruines de la Basilique Rouge qui témoignent d'une production locale de céramiques pour notre période d'intérêt.

2.6 Sites de Crimée

Pour terminer avec les contextes archéologiques de l'étude, nous pouvons nous pencher sur le cas de la Crimée et plus particulièrement sur les fouilles qui ont été effectuées dans les forteresses d'Alouchta et de Cembalo (située à Balaklava), ainsi que dans le château de Founa (**carte 2.1**). Les fouilles d'Alouchta et de Founa ont été menées sous la direction de V.L. Mytz, de l'Académie des Sciences d'Ukraine (filiale de Crimée) ; celles de Cembalo par S.B. Asksina, lors de l'Expédition Archéologique du sud de la Crimée, et par une équipe de la Réserve Nationale de Chersonèse taurique.

De ces trois sites provient une partie du corpus étudié avec des échantillons de *Miletus Wares*, dont les études céramologiques ont été menées par N. Ginkut pour le mobilier découvert dans la forteresse de Cembalo, et par I. Teslenko pour celui découvert à Alouchta et Founa.

2.6.1 Les contextes criméens de l'étude

2.6.1.1 La forteresse d'Alouchta

De la même façon qu'avec le château de Founa que nous évoquerons par la suite, les contextes archéologiques issus de la forteresse d'Alouchta sont intrinsèquement liés avec sa dernière période d'utilisation par les Génois, qui prit fin avec la conquête ottomane dans la région en 1475, causant la destruction des fortifications.

Les contextes qui sont évoqués dans l'article d'I. Teslenko sont ceux dans lesquels ont été découverts des tessons de *Miletus Ware,* dont le plus ancien correspond à une maçonnerie d'un mur de façade construit dans les années 1460. Suite à la construction de ce mur, un niveau d'occupation est observé jusqu'à la destruction de la forteresse en 1475. D'ailleurs, plusieurs couches de cendres résultant de cet épisode ont été découvertes durant les fouilles, tout comme des déblais de destruction dont certains, situés dans l'une des tours, purent être datés grâce à des monnaies du dernier quart du XV^{e} siècle. Des niveaux de réoccupation postérieurs au siège de 1475 ont aussi été mis au jour, qui comprenaient des monnaies des XVI^{e}-XVIII^{e} siècles ; certaines fosses de déchets purent même être datées plus précisément du XVI^{e} siècle (**tableau 2.1**).

2.6.1.2 Le château de Founa

Concernant le château de Founa, I. Teslenko rappelle dans son article qu'une chronologie détaillée des périodes de construction de la fortification a été définie grâce au travail de V.P. Kirilko publié en 2005[11], qui distingue trois phases. La première phase correspond à l'occupation des premières fortifications qui seront détruites à cause d'un puissant tremblement de terre en 1423. La seconde phase est datée de 1425 à 1434, voire jusqu'au milieu du XV^{e} siècle et est liée à la restauration de la fortification ainsi qu'à la destruction de certains bâtiments situés aux avant-postes durant un incendie. Quant à la troisième et dernière phase comprise entre 1459 et 1475, il s'agit de l'entière transformation des fortifications en un château qui sera complètement dévasté durant la conquête ottomane.

[11] L'ouvrage de V.P. Kirilko auquel I. Teslenko fait référence est le suivant : KIRILKO V.P., 2005. *Krepostnoi ansambl' Funy 1423-1475*. Stilos, Kiev.

Les céramiques de notre étude ont été découvertes dans des niveaux de cendres et de destruction des bâtiments ayant été incendiés durant la seconde phase, soit durant le second quart et le début du troisième quart du XV^{e} siècle. Certaines furent aussi découvertes dans des contextes datés de la troisième phase de construction (1459-1475), dans des niveaux rubéfiés résultant du siège de 1475, ainsi que dans des dépôts de périodes plus tardives (**tableau 2.1**).

Enfin, concernant les contextes fouillés dans la forteresse de Cembalo à Balaklava, nous ne disposons malheureusement pas d'informations concernant les contextes dans lesquels les échantillons de l'étude ont été mis au jour, si ce n'est la mention de contextes datés entre 1434 et 1463 dans le tableau récapitulatif de l'article d'I. Teslenko (**tableau 2.1**). Cependant, à défaut d'avoir pu fournir des contextes datés pour notre étude, le site de Cembalo a permis d'attester archéologiquement la présence d'une production locale de céramiques à la fin du XIV^{e} – début XV^{e} siècle.

Dates	Contextes*	Alouchta	Founa	Cembalo
1434-1459	1			
	2		✓	
	3			
	4			
1434-1463	1			
	2			
	3			✓
	4			✓
1450/1460-1475	1	✓		
	2			
	3	✓	✓	
	4			
1475	1			
	2	✓	✓	
	3			
	4			
XV^{e}-XVI^{e} siècles	1			
	2	✓		
	3	✓	✓	
	4			

Tableau 2.1 : Dates des contextes des trois sites de Crimée. *1 : substructure architecturale ; 2 : complexes clos ; 3 : stratification d'une formation à long terme ; 4 : sédiments déplacés artificiellement (d'après Teslenko 2007, *tableau 1*).

2.6.2 Les attestations archéologiques de productions de céramiques

2.6.2.1 La production de Cembalo

Parmi le mobilier archéologique mis au jour lors des fouilles de la forteresse de Cembalo, figurent 26 fragments de trépieds, mais aussi des ratés de cuisson et des biscuits (Ginkut 2012). La grande majorité de ces indices de production fut découverte dans les parties centrales et inférieures de la forteresse, et notamment dans des niveaux associés à une des tours construites dans les années 1380.

Cette date de construction ainsi que la typologie des céramiques et des ratés de fabrication découverts dans les mêmes contextes, ont permis de proposer une datation pour la production locale de Cembalo, qui serait comprise entre la seconde moitié du XIV^{e} et le début du XV^{e} siècle (Ginkut 2012).

2.6.2.2 La production d'Alouchta

Dans la forteresse d'Alouchta, des attestations d'une production locale de céramiques ont aussi été découvertes, dans la partie nord-est de l'occupation. En effet, de nombreux trépieds y ont été découverts, ainsi que des biscuits, des déchets de fabrication, et des scories vitreuses, témoignant de la présence d'un atelier de production de céramiques glaçurées à une période comprise entre environ le troisième tiers du XIV^{e} siècle et le tout début du XV^{e} siècle (Teslenko & Waksman 2016).

Bien que des productions locales aient été attestées à Cembalo et à Alouchta, les échantillons que nous avons sélectionnés sur ces sites n'en sont pas issus puisque nous avons choisi un type céramique – la *Miletus Ware* – dont les tessons furent découverts dans des contextes plus tardifs à ceux des productions. Dans le chapitre 6, nous verrons que ces *Miletus Wares* étaient importées d'un centre de potiers d'Anatolie.

2.7 Bilan sur les contextes archéologiques de l'étude

Avant d'établir le bilan sur les contextes archéologiques qui viennent d'être présentés, rappelons l'objectif qui nous a amené à réaliser une telle étude, à savoir contextualiser les céramiques. Pour ce faire, nous souhaitons nous appuyer en grande partie sur les contextes archéologiques d'où proviennent les échantillons, et notamment sur ceux qui fournissent un jalon chronologique et/ou une attestation de production. C'est pour cette raison que dans le bilan qui suit, nous allons diviser nos contextes « marqueurs » en deux catégories avec les contextes datés et les contextes attestant d'une production de céramiques.

2.7.1 Les contextes datés

Parmi les sites qui ont été échantillonnés, trois ont fournis des contextes clos datés, dans lesquels certaines des céramiques de l'études ont été découvertes (**carte 2.2**). A Pergame tout d'abord, le comblement supérieur de la citerne de l'habitat 19 put être daté du troisième quart du XIV^{e} siècle grâce à de nombreuses monnaies qui y ont été découvertes. En Crimée, ce sont des niveaux rubéfiés et de cendres témoignant des incendies liés aux attaques ottomanes dans la forteresse d'Alouchta et le château de Founa qui peuvent être datés de 1475. Ces deux derniers sites de Crimée ont fourni d'autres contextes de type substructure notamment, qui peuvent être datés sur de courtes périodes situées de part et d'autre de 1475.

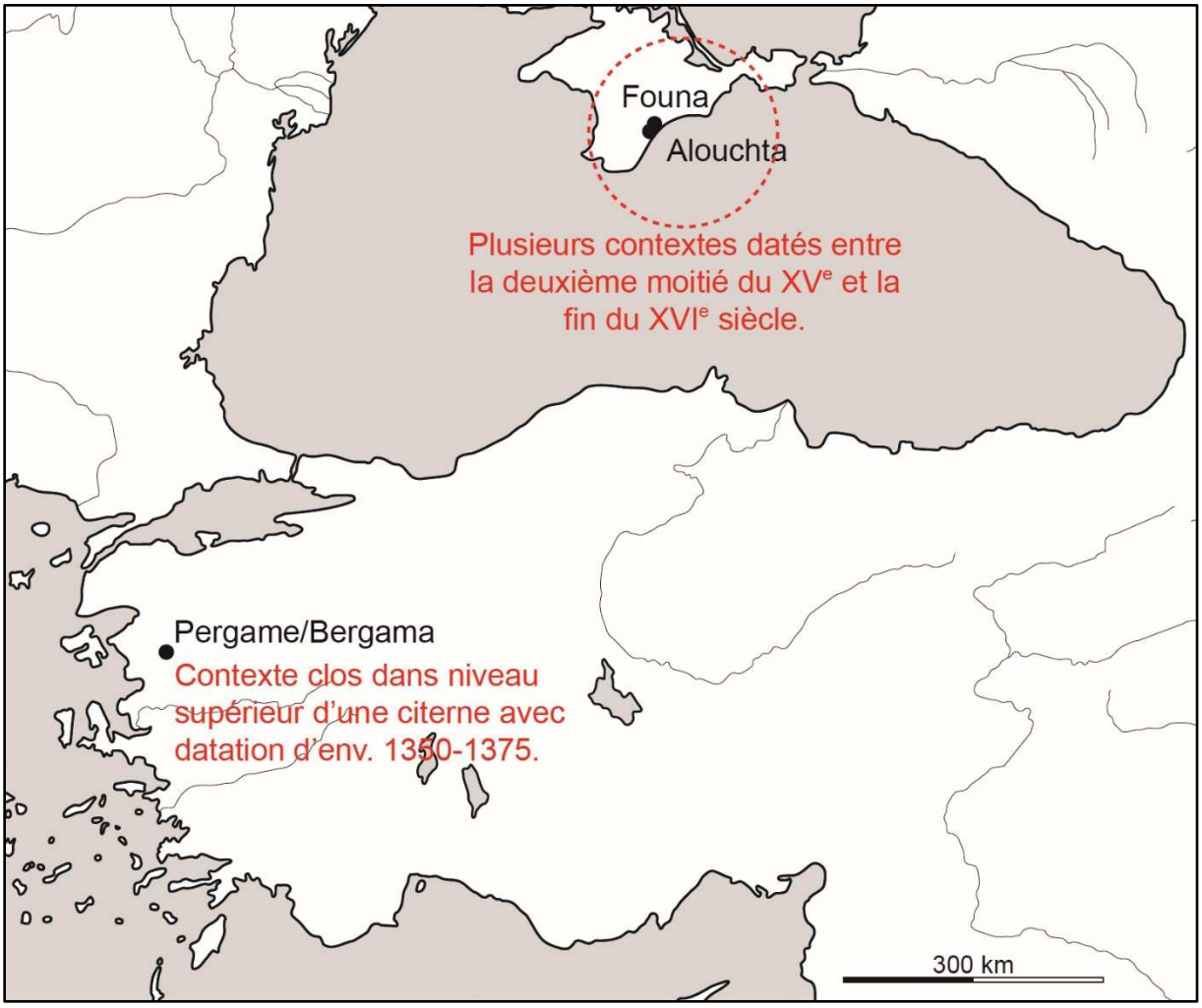
Concernant les divers sites d'Ephèse, bien que certains contextes semblent témoigner d'une datation solide avec par exemple le niveau de fondation du *türbe* (*Errichtungshorizont*) daté du milieu du XV^{e} siècle ou bien encore la période d'utilisation du hammam II (hammam d'Isa Bey) comprise entre 1360 environ et le milieu du XV^{e} siècle, il n'est pas possible, dans notre cas, d'attribuer une datation aux échantillons qui y ont été découverts. Cela peut en partie s'expliquer de par le fait que nos échantillons ne proviennent pas directement de ces contextes *stricto sensu*.

Par ailleurs, à cause des conditions géomorphologiques, la majorité de ces contextes à Ephèse ont été fortement perturbés. Malgré tout, certaines hypothèses, voire datations relatives, pourraient être tentées en s'ancrant sur les quelques jalons chronologiques fiables, mais pour cela, nous devrons attendre de connaître les résultats des études post-fouilles encore en cours pour les sites de *tribune* et du hammam d'Isa Bey.

Pour Sardes, comme cela a été évoqué, ce sont surtout des grandes phases d'occupation qui ont pu être définies. L'acropole par exemple, ne semble plus avoir été occupée à partir de l'installation définitive des Ottomans, soit vers le début du XV^{e} siècle. Quant au secteur du *Pactolus North*, certes deux phases d'occupation bien distinctes ont été repérées, mais sur des périodes relativement larges. La première phase, qui est celle qui nous intéresse davantage, est datée de la fin du XIV^{e} jusque vers le tout début du XVII^{e} siècle.

Quant à Milet, aucune stratigraphie n'a été enregistrée sur les différents sites considérés. Cela s'explique surtout par le fait que les niveaux turcs fouillés étaient très fréquemment arasés, mais aussi qu'une partie du mobilier obtenu provenait de travaux de nettoyage de surface ou bien encore de restauration, à savoir de niveaux hors contexte.

En somme, les contextes datés sont relativement peu nombreux dans notre cas, contrairement aux contextes qui attestent d'une production potière.



Carte 2.2 : Sites archéologiques de l'étude présentant des contextes datés (DAO J. Burlot).

2.7.2 Les contextes attestant d'une production de céramiques

Cette seconde catégorie de contextes est plus dense puisqu'à l'exception de Sardes, les quatre autres sites turcs attestent de productions de céramiques aux périodes tardo-byzantine et turque, tout comme deux sites de Crimée (**carte 2.3**). A Iznik, de nombreux fours associés à du mobilier de potiers tels des colifichets (trépieds notamment), ou bien encore à des ratés de cuisson et autres déchets de fabrication témoignent d'une production locale, comprenant entre autres un des types de céramiques que nous étudions dans le cadre de la présente étude, la *Miletus Ware*. Dans notre cas, le mobilier céramique analysé provient des ateliers situés dans le secteur de l'ancien théâtre romain.

A Ephèse, deux fours de potier médiévaux ou postmédiévaux ont été découverts, sous le niveau de fondation du *türbe* proche de l'Artémision ainsi que sous les vestiges de fondation du hammam III. Quelques-uns de nos échantillons correspondant à des céramiques tardo-byzantines proviennent du contexte d'atelier du *türbe*. En ce qui concerne hammam III, dont les céramiques ont été étudiées par Ş. Pfeiffer-Taş (Pfeiffer-Taş 2011a), des analyses ont été réalisées par F. Okyar et collaborateurs (Okyar *et al.* 2011). En plus de ces niveaux archéologiques présentant des restes de four, il est important de noter que dans les niveaux médiévaux de deux des trois autres sites éphésiens étudiés – temple d'Artémis et *tribune* – des attestations de production potière ont aussi été découvertes avec notamment des trépieds.

Concernant Milet, bien qu'aucun four médiéval ou postmédiéval n'ait été fouillé jusqu'à présent, de nombreux indices témoignent d'anciennes activités potières pour cette période dans le secteur de l'antique héroon et dans celui du palais de l'évêque byzantin. Ces indices se traduisent par plusieurs dizaines de trépieds, tout comme par des déchets de fabrication (biscuits ou bien encore ratés de cuisson).

A Pergame, les fouilles des habitats tardo-byzantins et *beyliks* de la ville moyenne permirent de constater une éventuelle production potière dans ce secteur, de même que celles menées dans les vestiges de la Basilique Rouge située au pied de la colline.

A Sardes, un trépied à bien été découvert dans le secteur du *Pactolus North* mais il constitue actuellement notre seul indice de production. Dans l'état actuel des recherches, aucune production rattachée à Sardes n'a pu être définie pour les périodes que nous étudions dans le cadre des études de provenance menées par S.Y. Waksman (cf. chapitre 6).

Enfin, pour terminer sur ces contextes archéologiques, il nous semblait important de rappeler que les trois sites de Crimée, si leurs productions ne relèvent pas des types de céramiques étudiés ici, sont d'une importance capitale pour notre étude car ils apportent de très solides cadres chronologiques.

Carte 2.3 : Sites archéologiques de l'étude présentant des attestations de productions potières pour notre période. Les symboles * mentionnent la découverte de four(s) (DAO J. Burlot).

DEUXIEME PARTIE

CERAMIQUES MEDIEVALES ET POSTMEDIEVALES D'ANATOLIE OCCIDENTALE

Dans cette deuxième partie, nous nous intéressons au corpus de l'étude qui est constitué d'échantillons de céramiques issues de productions ouest anatoliennes tardo-byzantines, *beyliks* et ottomanes. Ces productions présentent généralement plusieurs types céramiques qui se distinguent selon leur forme et leur décor, et qui peuvent être caractéristiques d'une période, voire d'une tradition (cf. chapitre 4). L'objectif est ici d'étudier ces différents types afin d'observer si des changements se sont opérés d'une période à l'autre, en termes de centre de production, de techniques, et aussi de choix des matériaux.

Pour mener une telle étude, des analyses en laboratoire en été privilégiées selon des méthodes adaptées aux matériaux analysés ainsi qu'aux problématiques. Les résultats obtenus ont été comparés intrinsèquement, mais aussi avec des données issues d'études similaires portées sur d'autres productions byzantines et ottomanes présentées au chapitre 5.

L'intérêt de la présente étude repose sur le fait que nous ayons affaire à des échantillons archéologiques issus de productions pouvant être datées et localisées. La définition de ces productions s'appuie sur les travaux archéologiques, les études céramologiques et sur les analyses archéométriques lors d'études de provenance. Ces dernières analyses, effectuées par S.Y. Waksman au sein du laboratoire de céramologie de Lyon (ArAr – UMR 5138), permirent de définir les productions de notre étude sur la base des compositions chimiques des pâtes céramiques (chapitre 6).

Si l'étude de provenance s'effectue par l'analyse des pâtes céramiques, celle des techniques de production fut menée grâce aux analyses des éléments de décor que nous présentons dans le chapitre 3.

3. Introduction aux matériaux et aux techniques de fabrication

Quels que soient le type céramique et la production auxquels nous avons affaire, tous les échantillons de notre corpus présentent la succession de couches suivante : pâte argileuse, engobe et glaçure (**figure 3.1**).

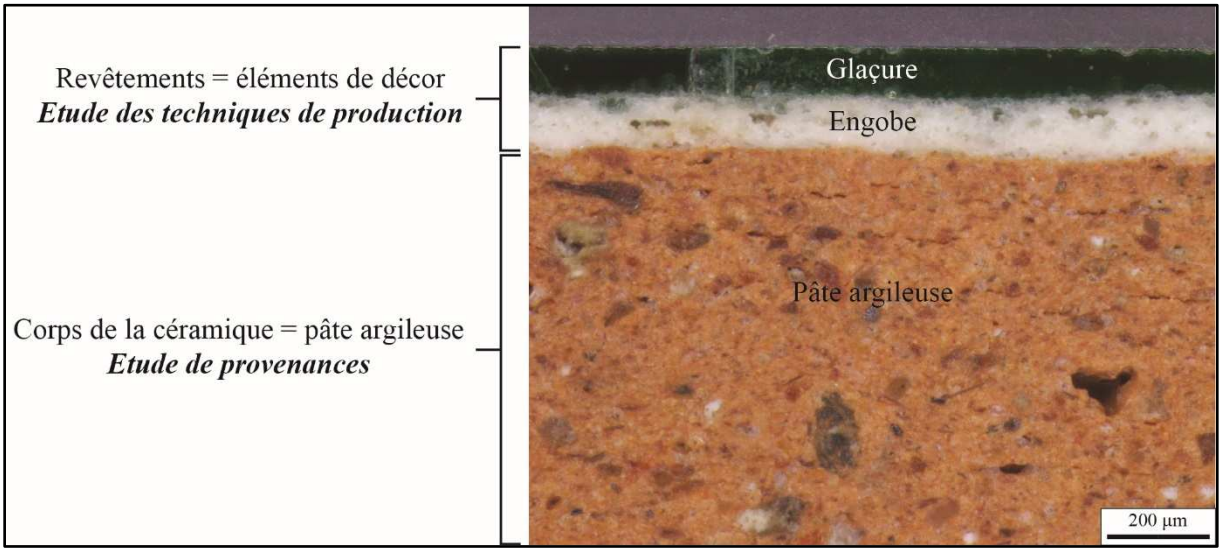


Figure 3.1 : Présentation des différentes couches constituant les échantillons étudiés et des études qui y ont été effectuées (dimensions réelles du cadre photo : 1,36 x 1.07 mm) (Photo : J. Bulot).

3.1 Les matériaux

Etant donné que la présente étude se porte essentiellement sur les revêtements, nous apporterons davantage de détails aux définitions de l'engobe et surtout de la glaçure. Pour une définition plus approfondie de la pâte argileuse et notamment de ses composants, nous recommandons le récent ouvrage de R.B. Heimann et M. Maggetti (Heimann & Maggetti 2014).

3.1.1 La pâte argileuse

La pâte argileuse, en général de couleur rouge-orangé, ou grise dans quelques cas, constitue le corps de toutes les céramiques de notre corpus. La définition que nous présentons reprend celle proposée par S.Y. Waksman (Waksman 2014a) dans un chapitre d'ouvrage consacré à la circulation et à la provenance des matériaux archéologiques (Dillmann & Bellot-Gurlet 2014).

La pâte argileuse résulte de la cuisson d'un matériau composite utilisé par les potiers pour fabriquer les céramiques. Ce matériau contient des minéraux argileux – phyllosilicates d'alumine hydratés pouvant être de différentes familles minéralogiques – qui confèrent notamment la plasticité au matériau cru. Les composantes non argileuses peuvent être d'autres minéraux, mais aussi des fragments de roches, de céramiques (chamotte), ou bien encore des matières organiques. Les potiers peuvent utiliser un matériau brut tel qu'il est obtenu après son extraction dans sa zone de dépôt ; ou bien modifié après que celui-ci se soit vu ajouter ou enlever certains ingrédients, dans ce dernier cas par décantation.

Après la cuisson de ce matériau composite, nous obtenons la pâte céramique qui, dans le cadre de notre étude, est définie comme une pâte argileuse par opposition notamment aux pâtes synthétiques dont la composition témoigne d'une préparation bien différente (cf. 3.1.2 L'engobe). Dans des productions standardisées où les potiers utilisent les mêmes ressources, les compositions minéralogiques et chimiques des pâtes argileuses présentent de fortes similitudes, et peuvent ainsi se distinguer d'une production à l'autre. C'est sur ce postulat que reposent les études de provenance menées par S.Y. Waksman, qui ont permis de définir les productions à partir desquelles s'est basée la présente étude (chapitre 6).

Sur les pâtes argileuses des céramiques de notre corpus, nous observons systématiquement une fine couche blanchâtre correspondant à l'engobe.

3.1.2 L'engobe

3.1.2.1 Engobe argileux

Pour la grande majorité des céramiques étudiées, l'engobe utilisé est argileux et se présente comme un revêtement fin recouvrant la surface des pâtes argileuses. Ce type d'engobe peut être une couche d'argile délayée dans l'eau qui est par la suite séchée puis tamisée, ou bien un mélange de divers constituants dont des minéraux argileux (Blondel 2001). Contrairement aux pâtes sur lesquelles ils reposent, les engobes que nous étudions ne sont pas rouge-orangé, voire gris, mais présentent des couleurs proches du blanc, ce qui témoigne de l'utilisation d'argiles différentes entre les pâtes argileuses et les engobes.

3.1.2.2 Engobe synthétique

Sur certaines céramiques que nous étudions, l'engobe appliqué n'est pas argileux, mais synthétique (chapitre 8). Nous définissons un engobe synthétique de la même façon que sont généralement décrites les pâtes synthétiques dans la littérature, aussi appelées *stonepaste*, *fritware*, *artificial paste* ou bien encore pâte siliceuse.

Selon le paragraphe 23 du traité d'Abu'l Qasim, membre d'une famille de potiers persans aux XIII^{e}-XIV^{e} siècles[12] (Allan 1973), et d'après les études ethnographiques consacrées à des artisans iraniens des années 1960 (Wulff 1966 ; Centlivres-Demont 1971), une pâte synthétique est globalement constituée de trois principaux ingrédients : 70-80 % de quartz réduit en poudre (*shukar-i sang* dans le traité d'Abu'l Qasim), environ 10 % de poudre de verre (aussi appelée fritte) et 10-20 % d'argile blanche fine délayée dans de l'eau.

Dans ce mélange, la poudre de quartz donne la blancheur à la pâte, tandis que l'argile va servir à lier les matériaux ensemble durant son application, et va réagir avec les fragments vitreux durant la cuisson pour cimenter ensemble les grains de quartz (Mason & Tite 1994).

Concernant la fritte, il s'agit d'un composant vitrifié résultant d'un mélange d'un fondant (cf. *3.1.1.3 Fondants*) et de silice, « fondu à sec, c'est-à-dire fritté dans un creuset ou dans un four spécial pour former un silicate insoluble » (Centlivres-Demont 1971, p. 25 : C. Fritte *rang-e sefid*). Une fois refroidie, la fritte est concassée puis réduite en poudre. Cette poudre est alors introduite dans la préparation pour pâte synthétique, mais peut aussi être utilisée pour la production de glaçure, ou bien encore de colorants (Wulff 1966 ; Centlivres-Demont 1971).

3.1.2.3 Application et fonction de l'engobe

L'engobe, qu'il soit argileux ou synthétique, peut être appliqué en plongeant la pièce dans un récipient le contenant, ou bien en versant ou en essuyant l'engobe sur la surface de la pièce (Henderson 2001).

Quel que soit le type d'engobe, son utilisation permet de dissimuler la couleur naturelle des pâtes argileuses sur lesquelles il repose, ainsi que de fournir une surface lisse sur laquelle des

[12] Le traité d'Abu'l Qasim fut rédigé vers 1300 et porte sur les matériaux et les techniques utilisés pour la production de céramiques persanes de cette époque. Il fut traduit et commenté en anglais par J.W. Allan en 1973 (Allan 1973 ; Allan *et al.* 1973).

motifs peuvent être peints (Henderson 2001). Dans les productions de notre étude, les engobes utilisés sont en effet le plus blanc possible, ce qui permettait aux potiers d'obtenir un fond permettant de rehausser les couleurs peintes sur leur surface. Par ailleurs, avec certains types céramiques que nous présenterons au chapitre 4, un autre moyen de produire un décor était d'inciser des motifs dans l'engobe qui ressortaient par contraste entre le blanc de l'engobe et l'orange de la pâte argileuse alors apparente.

Dans les trois cas – décor peint sur engobe, décor incisé dans engobe, absence de décor peint et/ou incisé – une glaçure était systématiquement appliquée sur l'engobe des céramiques que nous étudions.

3.1.3 La glaçure

3.1.3.1 Définition

La glaçure peut être définie comme un revêtement vitrifié de composition calculée afin d'adhérer, lorsqu'il est fondu, à la surface de la céramique pour rendre imperméable la pâte poreuse et/ou pour servir de décor (Parmelee 1951 ; Blondel 2001).

A quelques différences près, la glaçure peut s'apparenter à du verre. Ce qui les distingue est principalement le fait que les glaçures sont spécifiquement produites pour adhérer à la surface de céramiques, tandis que les verres sont façonnés en des objets indépendants de tout support (Henderson 2001 ; Goffer 2007). D'autres différences peuvent être citées concernant leurs caractéristiques intrinsèques. Par exemple, lors de la cuisson, la glaçure doit être visqueuse afin de ne pas couler hors des surfaces des céramiques lorsqu'elle est en fusion, tandis que le verre fondu doit être aussi fluide que l'eau (Matthes 2010).

3.1.3.2 La silice : oxyde formateur du réseau vitreux

Concernant les constituants de la glaçure (**figure 3.2**), celle-ci se compose tout d'abord d'oxydes formateurs qui vont rentrer en fusion à de hautes températures et qui, lors du refroidissement, vont se vitrifier et créer la glaçure lorsqu'ils sont apposés sur la surface d'une céramique. L'oxyde formateur du réseau vitreux par excellence est la silice (Kiefer 1985), qui peut être obtenue à partir de sable broyé constitué de grains de quartz, mais aussi de silex broyé,

de roches ou galets quartzeux préalablement calcinés, voire d'argiles (Vittel 1982 ; Goffer 2007 ; Moretti & Hreglich 2013).

Cependant, utiliser de la silice pure afin de produire une glaçure n'était pas possible avec l'utilisation des fours de la période étudiée dans la mesure où celle-ci ne fond qu'à partir d'environ 1710°C (Goffer 2007). Par ailleurs, lorsqu'elle est en fusion, la silice devient trop liquide pour pouvoir adhérer sur les surfaces des céramiques. C'est pour cette raison que d'autres éléments doivent être ajoutés à la silice de manière à abaisser son point de fusion ou bien encore à la rendre plus visqueuse. Ces éléments sont les modificateurs (Goffer 2007) (**figure 3.2**).

3.1.3.3 Fondants

Parmi les modificateurs figurent les éléments qui permettent d'abaisser le point de fusion de la silice et qui facilitent ainsi la fabrication de la glaçure à des températures plus basses. Il s'agit des fondants dont les principaux utilisés durant la période de notre étude sont à base de plomb, de sodium et de potassium.

Le plomb peut être employé sans préparation préalable sous forme métallique (grenaille de plomb) ou de sulfure de plomb (galène (PbS)), saupoudré sur l'engobe et qui se transforme en oxydes au cours des premières phases de cuisson. Les oxydes de plomb réagissent alors directement avec la silice et autres constituants de l'engobe pour former la glaçure durant la cuisson (Picon *et al.* 1995).

L'autre moyen d'employer le plomb pour la production de la glaçure est de le griller au préalable dans un four afin d'en produire des oxydes qui sont par la suite ajoutés à du sable siliceux que l'on transforme en fritte par réaction à haute température sans fusion complète (Picon *et al.* 1995 ; Heimann & Maggetti 2014). Cette transformation se fait dans la partie la plus chaude du four ou, plus rarement, dans un four spécial réservé à cet usage. Une fois la fritte obtenue après refroidissement, celle-ci est réduite en poudre et est mise en suspension dans de l'eau afin de constituer un liquide plus ou moins épais qui servira à recouvrir les pièces à glaçurer (Picon *et al.* 1995).

Le sodium peut, quant à lui, être introduit dans le mélange glaçurant via la soude provenant « soit de dépôts d'évaporation de certains lacs (natron), soit de cendres résultant de la combustion de quelques végétaux (salicorne, saponaire…) » (Picon *et al.* 1995, p. 43). Le

potassium est généralement introduit sous forme de potasse issue aussi de cendres végétales, voire de salpêtre, un minéral composé de nitrate de potassium (Goffer 2007).

3.1.3.4 Stabilisants

Quant aux autres modificateurs, il s'agit des stabilisants parmi lesquels figurent notamment la chaux et l'oxyde de magnésium qui permettent d'améliorer la durabilité chimique de la glaçure (Moretti & Hreglich 2013).

L'alumine est également un stabilisant qui va apporter une viscosité au mélange glaçurant au moment de sa fusion, de manière à ce que celui-ci ne coule pas pendant la cuisson (Kiefer 1985 ; Heimann & Maggetti 2014). L'alumine peut être introduite par l'ajout d'argiles dans le mélange glaçurant ou peut provenir également de la dissolution superficielle de l'engobe sur lequel est posée la glaçure (Kiefer 1985).

3.1.3.5 Pigments et colorants

Selon les définitions issues du *Glossaire des matériaux de la couleur et des termes techniques employés dans les recettes de couleurs anciennes* de B. Guineau, le colorant est un composé soluble utilisable, par exemple, pour la teinture de toutes sortes de matériaux. Il peut aussi être un oxyde métallique ou un ion métallique en solution solide dans un composé minéral, capable même en très faible quantité, de colorer l'ensemble de ce composé minéral dans lequel il est dispersé. Quant au pigment, il désigne un matériau colorant de nature minérale ou organique, solide, insoluble dans les milieux de suspension usuels, et capable de communiquer sa couleur au milieu qui l'entoure (Guineau 2005).

En pratique, la terminologie est plus souple et par exemple le terme de pigment est parfois aussi utilisé, notamment dans la littérature anglo-saxonne, au sens large d'un matériau qui peut également être soluble. Nous l'utiliserons dans ce sens plus large.

Lorsqu'une glaçure doit être teintée dans la masse (couleur transparente selon P. Colomban (Colomban 2005, 2013)), les colorants utilisés se présentent généralement sous forme d'oxydes métalliques dérivant de minéraux qui se dissolvent dans la glaçure (Kiefer 1985 ; Goffer 2007 ; Matthes 2010). Ils peuvent être ajoutés à la suspension aqueuse du mélange glaçurant, ou sont directement mélangés aux oxydes de plomb et de silicium lors de la production d'une fritte (Picon *et al.* 1995 ; Maggetti 2012).

Ces oxydes apportent une teinte caractéristique, préexistante ou qui se développe pendant la cuisson sous l'action d'autres oxydes présents dans l'engobe ou dans la glaçure (Blondel 2001). Parmi les principaux oxydes métalliques utilisés, nous pouvons citer ceux du fer, du cobalt, du manganèse, ou bien encore du cuivre (Moretti & Hreglich 2013 ; Heimann & Maggetti 2014). Ces derniers, par exemple, génèrent, sous atmosphère oxydante, du vert avec une glaçure plombifère ou du bleu turquoise avec une glaçure présentant des teneurs importantes en alcalins.

Une autre façon de colorer la glaçure est de peindre un décor sur l'engobe, recouvert ensuite du mélange glaçurant incolore ou déjà coloré (Picon *et al.* 1995). C. Kiefer parle de coloration par pigmentation (Kiefer 1985). Le pigment utilisé (minerai naturel ou pigment synthétique type fritte) est généralement réduit en poudre et produit en suspension avec de l'eau, une argile fine et un liant (Henderson 2001 ; Maggetti 2012). Lors de la cuisson, le pigment utilisé pour le décor peint se disperse dans la matrice vitreuse et la colore (Colomban 2005, 2013). La production de décors peints sous glaçure nécessite l'utilisation de glaçures transparentes permettant justement de faire apparaître les motifs peints.

3.1.3.6 Opacifiants

Les glaçures peuvent en effet être transparentes, mais peuvent aussi être opacifiées par la présence de composés cristallins empêchant la propagation de la lumière et créant l'opacité (Blondel 2001 ; Henderson 2001). Ces composés sont des opacifiants, dont le plus fréquemment utilisé durant la période que nous étudions est la cassitérite (SnO_2) qui était généralement obtenue en oxydant par fusion un mélange de plomb et d'étain métalliques, pour obtenir une calcine ensuite ajoutée au mélange glaçurant (Blondel 2001).

L'opacification peut également être obtenue du fait de la présence dans la glaçure d'inclusions non dissoutes de quartz et de feldspaths, ou bien encore de cristaux secondaires qui se développent durant la cuisson tels que la wollastonite et le diopside (Mason & Tite 1997).

Dans la littérature, nous pouvons retrouver le terme d'émail pour nommer une glaçure opacifiée incolore ou colorée (Parmelee 1951). Dans notre cas, nous gardons le terme de glaçure et nous préciserons, selon les cas, si elle est transparente ou opaque.

3.1.3.7 Méthodes d'application du mélange glaçurant

Nous observons globalement deux moyens d'appliquer le mélange glaçurant sur la céramique. Le premier moyen est de mélanger et de broyer tous les constituants issus de matériaux bruts non fondus, et de les appliquer ensuite sur la surface des céramiques (Picon *et al.* 1995 ; Tite *et al.* 1998). W.E. Matthes parle de glaçure brute dans laquelle, lors de la cuisson, les éléments ayant le plus bas point de fusion fondent les premiers, puis réagissent avec les particules de matière moins fusibles qui les environnent (Matthes 2010).

Dans le deuxième cas, les constituants sont mélangés après avoir été pour certains oxydés, et sont ensuite transformés en fritte. La fritte est ensuite réduite en poudre et est mise en suspension pour être alors appliquée sur l'engobe. Des produits organiques comme de la colle de farine, de la gomme ou du miel, peuvent être ajoutés au mélange glaçurant de manière à faciliter sa suspension dans l'eau (Picon *et al.* 1995).

L'avantage d'utiliser une telle fritte en suspension est d'obtenir des particules de verres de composition identique qui, durant la cuisson, fondent en même temps jusqu'à créer une couche fluide continue. Au cours de cette liquéfaction, tous les composants ayant été rajoutés à la fritte se dissolvent (ex. des argiles) ou se répartissent sans se dissoudre dans le liquide comme c'est le cas pour certains opacifiants (Matthes 2010).

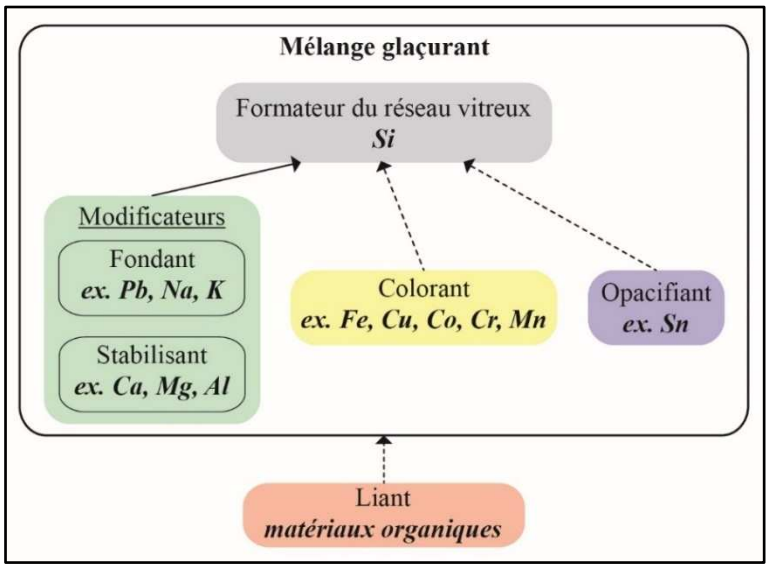


Figure 3.2 : Schéma présentant les différents constituants pouvant être utilisés dans le mélange glaçurant. Nous avons simplifié le schéma en donnant la formule des éléments seuls, mais ce sont bien les oxydes des éléments qui jouent les rôles de fondant, stabilisant, etc. (flèche en trait plein pour constituants systématiquement présents ; flèche en trait pointillé pour constituants pouvant être rajoutés par les potiers).

3.2 Les techniques de fabrication

3.2.1 Etapes d'application des revêtements

D'après les découvertes archéologiques au sein de certains contextes de l'étude, et notamment la mise au jour de biscuits[13] similaires à certains types étudiés (**figure 3.3**), nous pouvons présenter les étapes de production de la plupart des céramiques étudiées de la façon suivante.

Dans un premier temps, les potiers façonnent au tour une pièce qu'ils souhaitent obtenir à partir d'un matériau composite argileux préalablement préparé. La pièce, une fois formée, est mise à sécher. Après séchage, elle est recouverte d'un engobe argileux ou synthétique qui peut ensuite être incisé selon des motifs décoratifs (cf. 3.2.2.3 Décor incisé). Les potiers procèdent alors à une première cuisson permettant d'obtenir un biscuit.

Suite à la première cuisson, des motifs peuvent être peints sur la surface de l'engobe. Dans ce cas, un mélange glaçurant transparent est appliqué sur le biscuit. Pour les cas ne présentant pas de décor peint, le mélange glaçurant appliqué peut être transparent ou opacifié. Après la pose du mélange glaçurant, les potiers procèdent à une seconde cuisson.

Figure 3.3 : Photographies d'un échantillon étudié (BZN 54) et d'un biscuit semblable (BZN 56), découverts tous les deux à Milet (Photos : S.Y. Waksman).

[13] Nous appelons biscuit une céramique ayant subi une première cuisson, et destinée à en subir une seconde après application d'une préparation glaçurante par exemple. La découverte de biscuits sur un site atteste d'une production locale puisqu'il s'agit de produits non finis.

3.2.2 Techniques de décoration

En présentant les matériaux qui constituent les revêtements des céramiques étudiées, nous avons mentionné brièvement certaines méthodes employées par les potiers pour produire les décors. Parmi les types céramiques du corpus présentés dans le chapitre 4, nous recensons quatre principales techniques de décoration.

3.2.2.1 Glaçure monochrome

La première technique de décoration que nous présentons est la plus répandue du fait d'être vraisemblablement l'une des plus simples à réaliser. Il s'agit de l'utilisation seule d'une glaçure monochrome pouvant être transparente ou opaque, appliquée sur l'engobe. Dans les glaçures monochromes, les colorants sont dissous dans la masse vitreuse après avoir été ajoutés au mélange glaçurant avant la cuisson.

Pour les céramiques du corpus présentant uniquement une glaçure monochrome, il ne nous est pas possible, sur la base d'indices archéologiques, d'affirmer avoir affaire à des biscuits ou bien à des céramiques ayant été cuites une seule fois. Nous tâcherons d'apporter des éléments de réponse au chapitre 8.

3.2.2.2 Décor peint sous glaçure

Une autre technique de décoration que nous observons est celle du décor peint sous glaçure dont les motifs sont réalisés par application de pigments ou oxydes métalliques sur la surface du biscuit. Avec les céramiques étudiées, ce type de décor est ensuite recouvert d'une glaçure transparente incolore assurant sa mise en valeur ; et les potiers procèdent à une seconde cuisson (Picon *et al.* 1995 ; Çeken 2008 ; Heimann & Maggetti 2014). Dans la plupart des cas, les colorants des pigments se dissolvent dans la glaçure et les motifs peints présentent alors des limites floues (Henderson 2001).

Avec les céramiques à décor peint sous glaçure, tout comme avec les céramiques à glaçure monochrome, une autre technique de fabrication peut leur être associée. Il s'agit du décor incisé dans l'engobe.

3.2.2.3 Décor incisé dans l'engobe : technique du sgraffito

Certains engobes observés sur des céramiques de l'étude présentent des motifs incisés. L'incision du décor se fait dans l'engobe cru à partir d'une pointe fine, laissant apparaitre la pâte argileuse sous-jacente. La régularité autant que la profondeur du tracé détermine la qualité de la pièce (Gayraud 2003). Après cuisson du biscuit, les motifs incisés ressortent par contraste entre la pâte argileuse orange et l'engobe blanc (voir le biscuit de la **figure 3.3**).

Par la suite, une glaçure monochrome transparente peut directement être appliquée sur le biscuit ; ou bien un décor peint peut être réalisé, couvert ensuite d'une glaçure incolore transparente. Une seconde cuisson est enfin effectuée. Les céramiques obtenues dans le premier cas sont appelées sgraffito monochromes, et celles obtenues avec utilisation du décor peint sont des sgraffito polychromes.

3.2.2.4 Décor moulé

Enfin, la quatrième et dernière technique de décoration que nous observons chez certaines céramiques étudiées est celle du décor moulé. Ce décor est produit par pression du matériau composite argileux dans un moule en argile cuite (**figure 3.4**), dans lequel la forme de la pièce ainsi que son décor de surface ont été tracés (Waksman *et al.* sous presse). Après séchage, la pièce connaît un léger retrait et peut ainsi être enlevée du moule, se présentant alors sous la forme désirée par le potier et montrant un décor en relief sur sa surface (Hill 2006).

Avec les céramiques à décor moulé de notre corpus, seule la panse est moulée ; les autres parties étant rajoutées par la suite au tour (cf. chapitre 4). Par ailleurs, ces céramiques sont soit sans revêtements engobe-glaçure, soit recouvertes d'une glaçure monochrome sur engobe.

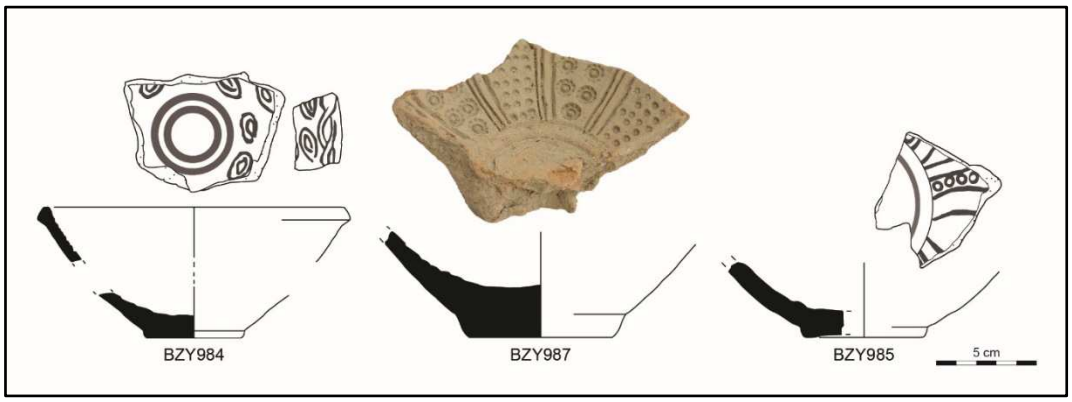


Figure 3.4 : Exemples de moules découverts à Milet (Photo : S.Y. Waksman ; dessins : équipe de B. Böhlendorf-Arslan ; DAO : J. Burlot).

Ainsi, les techniques de décoration que nous rencontrons avec les céramiques de la présente étude se comptent au nombre de quatre, mais peuvent se combiner de manière à ce que nous obtenons six variantes : céramiques à glaçure monochrome, céramiques à décor peint sous glaçure, sgraffito monochromes, sgraffito polychromes, céramiques à décor moulé non glaçurées, et céramiques à décor moulé glaçurées. Certaines de ces variantes sont caractéristiques d'une tradition et peuvent ainsi témoigner de l'introduction de nouvelles techniques dans les productions de céramiques d'Anatolie occidentale avec l'arrivée des populations turques.

4. Corpus

Les céramiques analysées dans le cadre de notre étude représentent des types produits en Anatolie occidentale durant les périodes tardo-byzantine et *beylik*, ainsi qu'au début de la période ottomane. L'attribution d'un type céramique à une période s'appuie sur la combinaison des données typologiques, stylistiques et contextuelles. Certains décors, de par leur nature ou bien encore leur couleur de glaçure, reflètent des modèles d'inspiration islamique qui apparaissent dans les productions ouest anatoliennes avec l'installation des populations turques.

L'un des principaux objectifs de l'étude est de pouvoir définir la transition byzantino-ottomane en termes de techniques de production céramiques, tout en accordant une importance particulière aux productions *beyliks* qui sont encore très peu connues du fait de ne pas avoir été l'objet d'études approfondies (cf. introduction).

De manière à obtenir un corpus représentatif de cette transition, nous avons donc sélectionné des échantillons tardo-byzantins représentant plusieurs types et issus de deux productions localisées à Ephèse et à Pergame. Concernant les productions *beyliks*, nous avons choisi trois types avec des sgraffito polychromes, des céramiques à décor moulé et des céramiques à glaçure monochrome turquoise. Enfin, un dernier type céramique a été sélectionné car considéré parmi les premiers produits par les Ottomans. Il s'agit de la céramique dite « de Milet » que nous nommerons sous son appellation anglaise *Miletus Ware*.

4.1 Echantillonnage

4.1.1 Echantillonnage pour l'étude des provenances

La grande majorité des échantillons du corpus a été obtenue lors de deux campagnes d'échantillonnage effectuées dans le cadre du projet POMEDOR durant les étés 2014 et 2015 ; ainsi que lors de précédentes campagnes menées par S.Y. Waksman en Turquie et en Crimée. La campagne en Crimée fut effectuée dans le cadre du projet franco-ukrainien DNIPRO, en collaboration avec les archéologues I. Teslenko et N. Ginkut. Comme présenté dans le chapitre 2, les cinq sites turcs d'où proviennent les échantillons sont Ephèse/Ayasoluk, Milet/Balat,

Sardes/Sart, Pergame/Bergama et Nicée/Iznik, tandis que les trois sites de Crimée sont Balaklava, Alouchta et Founa.

Il est important de noter que nous avons étudié du matériel qui provient de fouilles archéologiques et qui, grâce aux études de provenance, a pu être rattaché dans certains cas à des productions localisées (cf. chapitre 6). D'ailleurs, lors de campagnes d'échantillonnage, le choix des échantillons repose tout d'abord sur celui d'éléments attestant d'une production locale, ainsi que d'échantillons ayant probablement été produits localement. Ces indices de productions peuvent être des produits défectueux tels des biscuits et ratés de cuisson, ou bien encore du mobilier de four susceptible d'avoir été fabriqué avec les mêmes matériaux que les céramiques tels que les trépieds d'enfournement (Waksman 2014a). L'association de ces échantillons de référence à une production permet de la localiser.

Dans un second temps, nous opérons la sélection des produits finis selon des critères typologiques et contextuels. Le choix des types céramiques dépend des problématiques archéologiques et des données archéométriques (analyses comparatives disponibles au laboratoire) (Waksman 2014a). Une fois que ce choix est établi, alors nous privilégions, dans la mesure du possible, les échantillons des types sélectionnés qui proviennent de bons contextes archéologiques. La détermination des bons contextes résulte soit de discussions avec les archéologues et céramologues comme ce fut le cas à Ephèse par exemple, soit d'études au préalable des rapports de fouilles et autres publications, comme nous avons procédé pour Sardes.

Pour les échantillons tardo-byzantins et *beyliks* de notre corpus, nous avons fait le choix de céramiques de table représentatives de ces périodes, pour lesquelles des productions avaient déjà été définies grâce à de précédentes études (Waksman *et al.* 1994, 1996, sous presse ; Waksman 1995, 2014b, 2015 ; Waksman & Spieser 1997 ; Sauer & Waksman 2005). Quant à la *Miletus Ware*, sa sélection résulte tout d'abord du fait que nous ayons affaire à une céramique qui semble caractéristique des premières productions ottomanes. Par ailleurs, une production avait déjà été définie avec du matériel d'Iznik (Waksman & François 2004-2005), et des contextes de découverte à Pergame et en Crimée attestent respectivement d'une production locale et de niveaux bien datés (voir chapitre 2).

Ainsi, lors d'une campagne d'échantillonnage sur un site, la priorité est de sélectionner d'une part, des céramiques et autres matériaux qui sont des indices de production en vue d'effectuer des études de provenance et d'autre part, de sélectionner des tessons de céramiques

correspondant aux types pour lesquelles des problématiques se posent, et qui proviennent, dans la mesure du possible, de contextes archéologiques pouvant être datés.

4.1.2 Echantillonnage pour l'étude des techniques

La phase d'échantillonnage que nous venons de décrire correspond à la sélection d'échantillons en vue de mener des études de provenance ; et de définir ainsi des productions comme nous le présenterons dans le chapitre 6. Concernant notre étude sur les techniques de fabrication, l'intérêt réside dans le fait que nous ayons affaire à des échantillons issus de productions bien définies, dont certaines purent être localisées. De ce fait, la sélection des échantillons de notre corpus a été conduite suite aux analyses chimiques des pâtes argileuses dont les résultats permirent de définir ces productions et d'identifier le répertoire typologique correspondant.

L'objectif de notre sélection était de choisir des échantillons représentatifs de chaque type étudié, issus des différentes productions ouest anatoliennes définies au laboratoire de céramologie de Lyon. Lorsque que pour un type céramique donné et pour une production donnée, de nombreux échantillons étaient disponibles, alors nous en sélectionnions une dizaine. Dans les cas où le nombre d'échantillons était inférieur à dix, alors nous les sélectionnions tous.

La présentation du corpus qui suit procède selon deux façons. Dans un premier temps, nous traiterons les échantillons byzantins par « lots » correspondants à des productions, pour lesquels les types ne sont pas toujours bien définis. Dans un deuxième temps, nous présenterons les céramiques *beyliks* et ottomanes qui seront quant à elles classifiées selon des types.

4.2 Les céramiques tardo-byzantines

Les céramiques tardo-byzantines de l'étude proviennent des sites d'Ephèse et de Pergame. Parmi ces céramiques, plusieurs types caractéristiques de la période tardo-byzantine sont représentés de manière à constituer un référentiel byzantin en ce qui concerne les productions céramiques de l'Anatolie occidentale. Nous partons ici du postulat selon lequel les techniques de production de ces céramiques sont représentatives de celles utilisées par les Byzantins dans la région. Ce sera ce référentiel qui, par comparaison avec les céramiques plus tardives, nous

permettra d'observer l'introduction de nouvelles méthodes et matériaux utilisés dans les premières productions turques.

4.2.1 Les échantillons tardo-byzantins d'Ephèse

Nous avons pu sélectionner cinq échantillons tardo-byzantins découverts à Ephèse qui proviennent tous du contexte d'atelier situé sous les fondations du *türbe* proche de l'Artémision (cf. chapitre 2), et qui ont été étudiés par J. Vroom et E. Fındık (Vroom & Fındık 2015). Les fragments de céramiques découverts dans ce contexte sont globalement datés de la fin du XIII^{e} et de la première moitié du XIV^{e} siècle, car certains sont considérés comme des variantes de la *Zeuxippus Ware* (Vroom & Fındık 2015) (cf. chapitre 5).

Les cinq échantillons présentent, sur leur surface interne, un décor incisé dans l'engobe recouvert d'une glaçure. Leurs surfaces externes sont aussi recouvertes d'un engobe et d'une glaçure, mais un décor incisé n'est pas toujours observé. Parmi ces cinq tessons, nous avons deux sgraffito monochromes jaunes, dont les incisions présentent des motifs de cercles concentriques sur le fond pour l'échantillon BZY291, et des motifs de traits parallèles sous le bord pour BZY298 (**planche A.2.1** en annexes).

Les trois autres échantillons sont des sgraffito polychromes dont les motifs incisés dessinent des lignes parallèles au bord. Ces échantillons sont si fragmentés qu'il est difficile de leur assimiler une forme. Cependant, en les comparant aux autres tessons découverts dans les mêmes contextes et présentant les mêmes éléments de décoration, nous aurions affaire à de petits bols (Vroom & Fındık 2015).

4.2.2 Les échantillons tardo-byzantins de Pergame

Neuf échantillons tardo-byzantins découverts à Pergame ont été sélectionnés. Ils proviennent tous du secteur des habitations byzantines de la ville moyenne qui, d'après les données archéologiques, aurait vu son occupation s'intensifier à partir du XIII^{e} siècle et ce, jusqu'à la moitié du XIV^{e} siècle (Rheidt 1991). Aucune structure en place correspondant à un atelier de potier n'a été mis au jour dans ce quartier de Pergame, mais de nombreuses attestations de productions tels des trépieds d'enfournement y ont été découverts. Ces éléments attestant d'une production potière permirent à S.Y. Waksman de définir une production tardo-byzantine à Pergame qui sera présentée au chapitre 6.

L'étude céramologique des tessons découverts dans ce secteur a été menée par J.-M. Spieser en 1996, puis a été reprise et complétée par B. Böhlendorf-Arslan en 2004 (Spieser 1996 ; Böhlendorf-Arslan 2004). De plus, un important lot de céramiques provenant de ce secteur a aussi été le fruit d'analyses élémentaires par les méthodes PIXE et INAA, ainsi que d'observations pétrographiques durant la thèse de S.Y. Waksman (Waksman *et al.* 1994, 1996 ; Waksman 1995).

Deux des neufs échantillons tardo-byzantins découverts à Pergame sont des dérivés de la *Zeuxippus Ware* (BY-27 et BY-37), présentant un décor de lignes parallèles incisées sous le bord, ainsi que de stries et autres lignes courbes (**planche 4.1a** ; **planche A.1.1** dans annexes). Ces échantillons sont couverts d'une glaçure incolore à jaune clair rehaussée de coulures jaune vif. Les sept autres échantillons de Pergame sont des céramiques recouvertes d'un engobe et d'une glaçure monochrome de couleurs jaune pâle (CY-92, CY-95 et CY-150), orange (DY-24 et DY-46) et vert (EY-118 et EY-119). Trois de ces échantillons présentent un décor incisé dans l'engobe au niveau de la surface interne (**planche 4.1a** ; **planche A.1.1** dans annexes).

Ainsi, les différents échantillons tardo-byzantins découverts à Ephèse et à Pergame, et sélectionnés pour notre étude, témoignent de plusieurs types céramiques très répandus dans la région ouest anatolienne, et plus globalement en Méditerranée orientale et jusqu'en mer Noire, à l'époque tardo-byzantine. Avec les prochains types céramiques présentés dans ce chapitre, nous observons un répertoire de décor nouvellement introduit, voire réintroduit en Anatolie occidentale avec l'arrivée des populations turques et la fondation des beylicats.

4.3 Les sgraffito polychromes à motif de pétales incisé et de points peints violets

4.3.1 Caractéristiques typologiques

Parmi les céramiques de notre corpus qui apparaissent en Anatolie occidentale durant la période des beylicats figure un type qui reprend des techniques de décoration déjà en usage à l'époque byzantine, celle du sgraffito, mais qui présente un nouveau motif d'inspiration islamique. Ce type concerne les sgraffito polychromes dont le décor présente un motif de pétales incisé dans l'engobe et rehaussé par des bandes peintes vertes et brunes ainsi que par des points violets (**planche 4.1b**). Ce motif de pétales est très répandu dans le monde islamique,

puisqu'on en retrouve sur des céramiques iraniennes des XIII^e^-XIV^e^ siècles, ou bien encore sur des céramiques syriennes et égyptiennes de la même période[14].

De grandes dimensions (diamètre au niveau des bords compris entre 23 et 25 cm) et de formes ouvertes (plats et bols), ces sgraffito polychromes présentent généralement ce motif de pétales incisés et de points peints sur leur surface interne ; leur surface externe étant quant à elle recouverte sur la moitié supérieure d'une glaçure monochrome verte appliquée sur un engobe blanc.

Nous avons aussi sélectionné un échantillon que nous intégrons dans ce type, bien qu'il ne présente pas de polychromie. Il s'agit de l'échantillon BZY370, pour lequel nous retrouvons bien le décor incisé en motif de pétales sur la surface interne, mais qui est entièrement recouvert d'une glaçure monochrome verte (**planche A.2.1** en annexes).

4.3.2 Sites de découverte

Pour notre étude, nous avons pu sélectionner au total 23 échantillons de ce type provenant de quatre sites. Dix échantillons ont été mis au jour à Ephèse parmi les vestiges de l'Artémision, de l'ancien odéon romain (*tribune*) et du hammam d'Isa Bey. L'étude céramologique des découvertes de ces sites est conduite par J. Vroom, et celle sur l'Artémision a déjà été publiée en 2005 (Vroom 2005).

Six échantillons ont été découverts dans le quartier d'habitat de la ville moyenne de Pergame, dont deux dans le niveau daté par B. Böhlendorf-Arslan du troisième quart du XIV^e^ siècle (BZY433 et BZY436) (**tableau A.1** en annexes). Deux principales études céramologiques ont été effectuées sur les céramiques découvertes dans ces contextes avec celles de J.-M. Spieser (Spieser 1996) et de B. Böhlendorf-Arslan (Böhlendorf-Arslan 2004).

Quatre échantillons proviennent de Sardes (deux du secteur de l'acropole et deux du quartier du *Pactolus North*) et ont été étudiés par H. Crane (Crane 1977, 1987) ; et trois échantillons proviennent du secteur de l'église Saint-Michel à Milet, étudiés par B. Böhlendorf-Arslan (Böhlendorf-Arslan 2008).

La présence de ce nouveau type de sgraffito polychromes se généralise dans la région ouest anatolienne puisque nous en retrouvons sur deux nombreux autres sites. En effet, outre les sites mentionnés pour notre échantillonnage, des sgraffito polychromes similaires ont été découverts

[14] Grube 1976 : n° 198 ; Soustiel 1985 : p. 265, n° 295 ; Fehérvári 2000 : n° 310 ; Watson 2006 : p. 377, Cat. Q.4.

sur la colline d'Ayasoluk[15], dans le secteur de la mosquée d'Ilyas Bey à Milet/Balat[16], ou bien encore sur des sites à Illyon/Troie, Metropolis[17], Aphrodisias[18], Beçin[19], et Manisa[20]. Pour ce dernier site, des céramiques semblables ont été découvertes dans un contexte clos bien daté situé sur le hammam *Gülgün Hatun* et sur lequel nous reviendrons dans le prochain paragraphe.

Des sites localisés davantage vers le centre-ouest de l'Anatolie ont aussi permis de mettre au jour ce type de sgraffito polychromes, tels Amorium[21] ou bien encore la forteresse de Karacahisar située à 7 km au sud-ouest d'Eskişehir[22]. Des sgraffito similaires ont aussi été découverts jusqu'en Syrie, où ils sont présents dans des niveaux de la période mamelouke (fin XIII^{e} – XIV^{e} siècle) du site fortifié de Qal'at Ja'bar situé sur l'Euphrate[23]. En Crimée, et plus précisément sur le site de Founa, des céramiques présentant des décors similaires ont été découvertes dans des contextes antérieures à la construction de la forteresse des Théodoros datée du début du XV^{e} siècle[24].

4.3.3 Datation

Outre les découvertes sur les sites de Qal'at Ja'bar et de Founa qui permettent de dater ces sgraffito polychromes de la fin du XIII^{e} et du XIV^{e} siècle pour ces régions plus orientales, deux contextes archéologiques permettent d'obtenir une bonne datation pour ces céramiques découvertes en Anatolie occidentale.

A Pergame, le niveau supérieur d'une citerne située dans la cour de l'habitation 19 du quartier de la ville moyenne, a pu être daté par des monnaies du troisième quart du XIV^{e} siècle (Böhlendorf-Arslan 2004). Dans ce niveau ont été découverts de nombreux tessons de sgraffito polychromes, dont deux ont pu être analysés pour notre étude. A Manisa, des fragments de cette céramique ont aussi été découverts dans une couche servant d'isolant, située entre deux coupoles sur le hammam de *Gülgün Hatun* (Gök Gürhan 2008). Du fait de sa fonction, cette

[15] Yilmaz 2014 : p. 870, fig.5b.
[16] Gök Gürhan 2010a : p. 300, tab.6 : 4a-4b, p. 305, pl.11 : 7a-7b ; Gök Gürhan 2011b : p. 309, pl.4.
[17] Böhlendorf-Arslan 2004 : Teil III, pl.53.
[18] François 2001 : p. 176, pl.7 : 173-175, p.177, fig.3 : 173 ; Öztaşkın 2017 : p. 177, pl.6 : 4-5.
[19] Gök Gürhan 2009a : p. 57, pl.7.
[20] Gök Gürhan 2008 : p.76, pl.3 : 21.
[21] Böhlendorf-Arslan 1998 : fig.F : 6-7, fig.G : 8-9 ; Böhlendorf-Arslan 2002 : p. 156, fig.8.
[22] Bursali 2007 : pl.26-33 ; Öztaşkın 2010 : p. 534, pl.3.
[23] Tonghini 1998 : p.606, fig.1 : c ; Tonghini 2003 : fig.84 : a, fig.86 : k.
[24] Teslenko 2016b : p. 100, pl.4.

couche daterait donc de la période de la construction du hammam, à savoir le milieu du XIV^{e} siècle.

Avec ces deux datations, nous avons l'attestation de l'utilisation de ces sgraffito polychromes au moins durant dans la seconde moitié du XIV^{e} siècle en Anatolie occidentale, confirmant l'hypothèse selon laquelle nous avons bien affaire à une céramique utilisée durant la période des beylicats. Il est par ailleurs intéressant d'observer le fait que le contexte de Manisa a aussi permis de mettre au jour des tessons de céramiques à décor moulé et de céramiques à glaçure monochrome turquoise.

4.4 Les céramiques à décor moulé

Un autre type de céramiques qui apparaît dans les productions ouest anatoliennes avec l'arrivée des Turcs est celui des céramiques à décor moulé. En effet, bien que ce type de décor ait déjà été produit dans la région durant les périodes antiques, il n'apparaît de nouveau que bien plus tard, associé à d'autres céramiques comme celles à glaçure turquoise (Waksman *et al.* sous presse). Les céramiques à décor moulé sont communes dans le monde islamique, et ont été découvertes sur de nombreux sites médiévaux au Moyen-Orient, en Iran et en Asie Centrale où ils sont datés des VIII^{e}-XVI^{e} siècles (Mulder 2014).

4.4.1 Caractéristiques typologiques

Les céramiques à décor moulé découvertes sur les sites de notre étude peuvent être glaçurées ou non. Les modèles non glaçurés sont les plus fréquents ; certains d'entre eux présentant tout de même un enduit micacé sur leur surface, leur conférant un revêtement doré et brillant (Vroom 2005 ; Waksman *et al.* sous presse). Qu'elles soient glaçurées ou non, la forme typique des céramiques à décor moulé de notre corpus est celle d'une cruche à panse globulaire reposant sur un pied circulaire plein ou effilé, et rehaussée par un haut col cylindrique (**planche 4.1c**).

La panse globulaire est produite par l'assemblage de deux demi-sphères préalablement moulées (**figure 4.1**). C'est lors de ce moulage qu'est obtenu le décor en relief des panses, du fait que les moules présentent des motifs en négatif. Ensuite, le pied est rajouté au tour sur la demi-sphère inférieure, tandis que le col est rajouté sur la demi-sphère supérieure après que celle-ci ait été percée soit en un trou unique, soit en plusieurs petits trous permettant ainsi de

créer un filtre. Dans certains cas, le filtre est intégré au niveau du col. Enfin, une à deux anses sont rajoutées. Les décors en relief des panses globulaires présentent principalement des compositions symétriques de motifs géométriques (cercles, triangles) et végétaux (fleurs, palmettes).

Les glaçures appliquées sur certaines de ces céramiques à décor moulé sont monochromes vertes ou jaunes, et reposent sur un engobe.

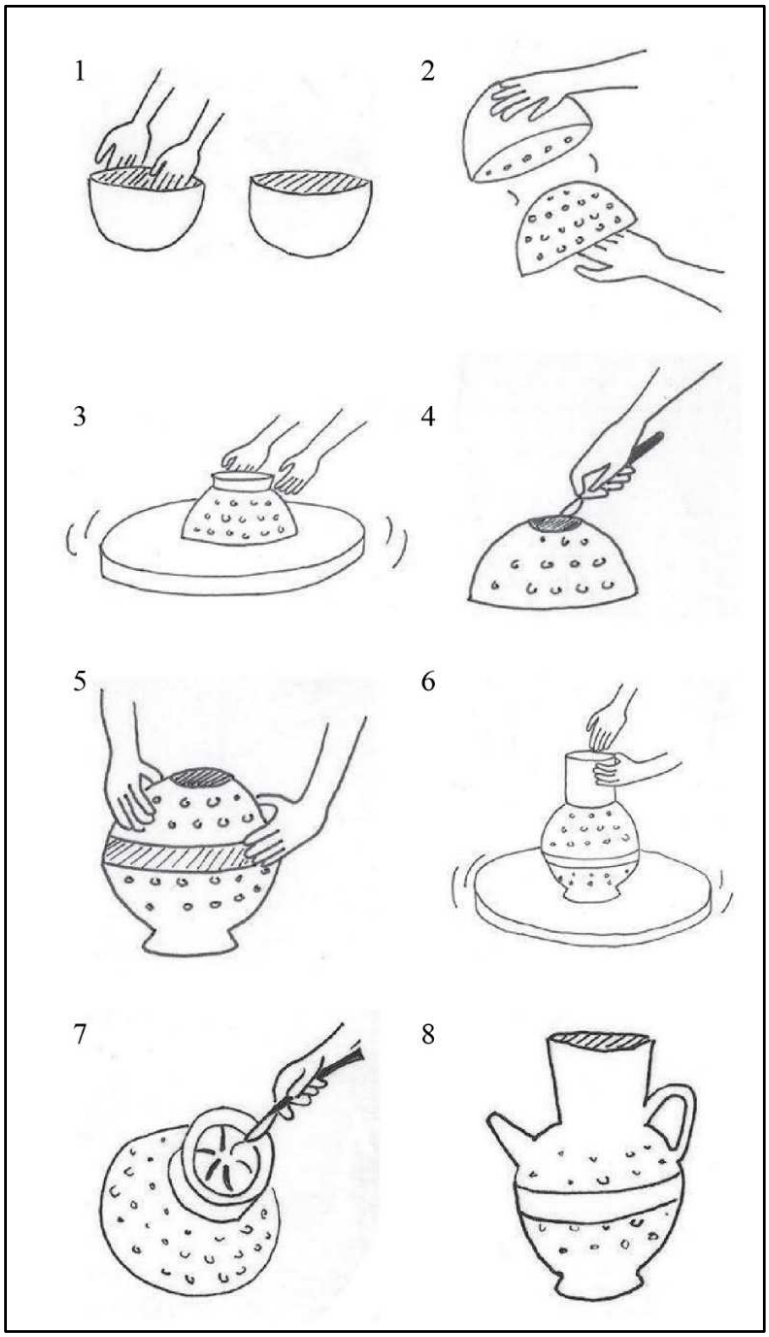


Figure 4.1 : Reconstitution des étapes de la fabrication d'une cruche globulaire à décor moulé (Mulder 2014, *fig.11*).

4.4.2 Sites de découverte

Du fait que les céramiques à décor moulé découvertes sur les sites étudiés sont majoritairement non glaçurées, nous n'avons pu échantillonner que sept tessons avec des glaçures. Cinq tessons proviennent d'Ephèse (un du site du *türbe* et quatre de celui de *tribune*), un tesson provient de Sardes (secteur de l'acropole) et un de Milet, dont les études céramologiques ont respectivement été menées par J. Vroom et E. Fındık (Vroom & Fındık 2015), H. Crane (Crane 1977, 1987) et B. Böhlendorf-Arslan (Böhlendorf-Arslan 2008).

A Ephèse, de telles céramiques à décor moulé ont aussi été mises au jour dans les contextes médiévaux et postmédiévaux de l'Artémision[25], ainsi que sur la colline d'Ayasoluk[26]. A Milet/Balat, les fouilles menées dans le secteur du palais de l'évêque ont continuellement fournis des tessons de céramiques à décor moulé[27], tout comme celles effectuées au niveau de la mosquée d'Ilyas Bey[28].

En Anatolie occidentale, des céramiques similaires ont été découvertes sur de nombreux autres sites dont certains ont déjà été mentionnés avec les sgraffito polychromes tels que Beçin[29], Aphrodisias[30], ou bien encore le contexte clos du hammam *Gülgün Hatun* de Manisa[31]. Parmi les autres sites ouest anatoliens ayant permis de mettre au jour ce type de céramique, nous pouvons citer la forteresse d'Anaia[32], ou bien encore Iznik[33].

Des sites situés plus au centre-ouest de l'Anatolie tels Sivas[34] et Akşehir[35] permirent de mettre au jour des céramiques similaires, tout comme Hasankeyf, un site situé à l'est de l'Anatolie et où de telles céramiques ont été produites localement[36].

[25] Vroom 2005 : p. 34-35, n^{os} 33-36, p. 42, pl.4 : 33-35, p. 43, pl.5 : 36.
[26] Ture 2014 : p.186-195, n^{os} 18-22 ; Yılmaz 2014 : p. 869, fig.2.
[27] Sarre 1935 : p. 73, fig.2 ; Durukan 1982 : pl.11 : 3-6 ; Fındık 2015 : p. 257 : figs.116-118
[28] Gök Gürhan 2010a : p. 297, pl.2 : 5-6, pl.7 : 1-7 ; Gök Gürhan 2011b : p. 310, fig.8 pl.5 ; Gök Gürhan 2013 : p. 371, fig.4.
[29] Gök Gürhan 2009a : p. 51, pl.3, p. 53, pl.4.
[30] Öztaşkın 2017 : semble avoir été produite localement car découverte d'un moule (p.178, pl.7 : 10).
[31] Gök Gürhan 2010b : p. 209, pl.2, figs. 5-11 ; Gök Gürhan 2011a : p. 29, fig.15-2, p. 48-59, figs.30-39, pl.6-7, p. 147-163 cat. 51-67, Gök Gürhan 2013 : p. 371, fig.3.
[32] Doğer 2008b : p. 60, pl.9 : L ; Mercangöz & Doğer 2009 : p. 101, pl.VIII : l.
[33] Özkul Fındık 2001 : p. 161, figs.162-164 ; Altun 2007 : p. 313-314, figs.6-7.
[34] Özkul Fındık 2011 : p. 201, fig.1.
[35] Gök Gürhan 2007b : p. 164, pls.1-2 ; Gök Gürhan 2009b : p. 292, fig.2.
[36] Özkul Fındık 2013b : p. 569, figs.9-10 ; Özkul Fındık *et al.* 2014 : p. 263, fig.2.

4.4.3 Datation

Concernant la période d'usage des céramiques à décor moulé en Anatolie occidentale, seul le site du hammam *Gülgün Hatun* déjà mentionné pour le cas des sgraffito polychromes nous permet d'avoir une information précise. Ce contexte de découverte atteste de l'utilisation de ce type de céramiques à Manisa vers le milieu du XIV^{e} siècle. D'une manière plus globale, le début de la production de la céramique à décor moulé en Anatolie occidentale semble concorder avec la fondation des beylicats dans la région, ce qui permet de proposer comme datation le début du XIV^{e} siècle. C'est avec ces mêmes arguments que nous proposons la datation des productions de céramiques à glaçure turquoise dans la région.

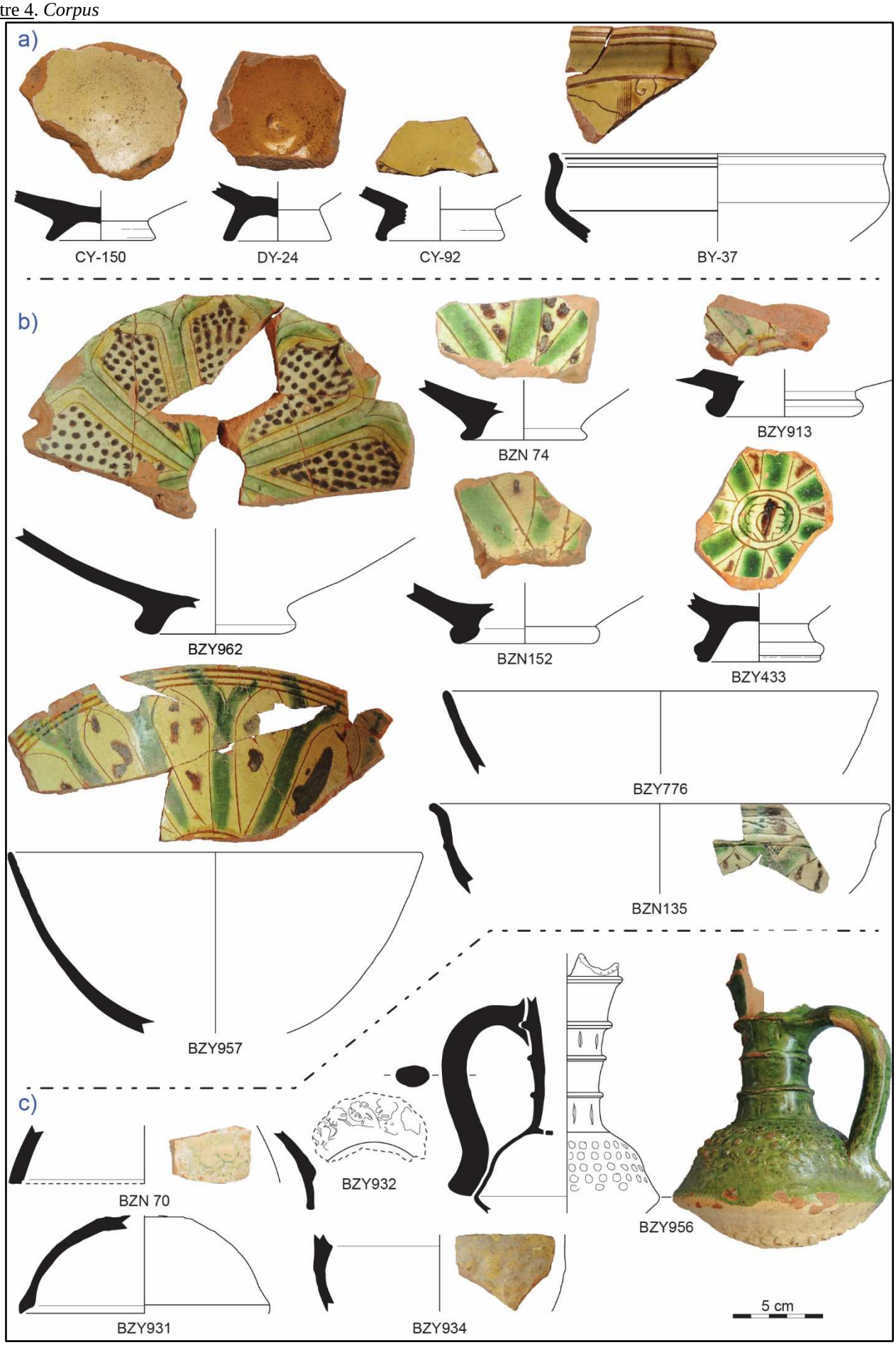


Planche 4.1 : Exemples d'échantillons représentatifs des céramiques tardo-byzantines (a), des sgraffito polychrome à motifs de pétales et de points (b), et des céramiques à décor moulé (c). (Photos : S.Y. Waksman ; Dessins : S.Y. Waksman, J. Burlot, C. Brun et équipes de fouilles ; DAO : J. Burlot).

4.5 La céramique à glaçure monochrome turquoise

Le quatrième type céramique de notre étude concerne celui à glaçure monochrome turquoise qui, de la même manière que les céramiques à décor moulé, semble être produit en Anatolie occidentale avec l'arrivée des premières populations turques. Dans cette région, la couleur turquoise de la glaçure témoigne à elle seule d'une nouvelle tradition puisque qu'elle n'est pas observée dans les décors des céramiques byzantines. A l'inverse, cette couleur turquoise est très présente dans les céramiques islamiques depuis son introduction aux XI^{e}-XII^{e} siècles dans des régions plus orientales ; cette couleur ayant une valeur symbolique forte puisqu'elle rappelle la pierre turquoise semi-précieuse considérée comme porte-bonheur (Allan 1991).

Dans la région ouest anatolienne, la production de cette céramique à glaçure monochrome turquoise détonne car, comme le remarque S.Y. Waksman (Waksman 2015), on la retrouve produite avec une pâte argileuse non calcaire alors qu'elle est généralement associée à des céramiques à pâte argileuse calcaire, voire synthétique (Mason & Tite 1994 ; Tite *et al.* 1998).

4.5.1 Caractéristiques typologiques

Les céramiques à glaçure monochrome turquoise de notre corpus sont de grands plats avec un diamètre à l'ouverture compris entre 25 et 37 cm (**planche 4.2**). Ces plats présentent des bords plats ou ondulés en « *pie-crust* », pouvant aussi être à marli. Sur la base de leur glaçure, nous distinguons deux types avec les céramiques qui ont une glaçure monochrome turquoise sur leurs deux faces et celles qui ont une glaçure monochrome turquoise sur la face interne et une glaçure monochrome jaune, ou verte, sur la face externe. Toutes les céramiques de notre corpus présentant cette bichromie ont été découvertes à Ephèse et correspondent à une même production (**planche A.3.1** dans annexes).

4.5.2 Sites de découverte

Pour les analyses de notre étude, nous avons pu sélectionner onze céramiques à glaçure monochrome turquoise rattachées à des productions. Sept tessons proviennent des fouilles d'Ephèse (deux de l'Artémision, trois du site de *tribune*, un du *türbe* et un du hammam d'Isa Bey), un tesson provient de Pergame (ville moyenne), un de Milet (théâtre) et deux de Sardes (secteur de l'acropole).

Nous avons évoqué le fait que cette céramique à glaçure turquoise est souvent retrouvée dans les mêmes contextes que les céramiques à décor moulé. Cela se confirme avec les céramiques de notre corpus, mais aussi avec celles découvertes sur d'autres sites d'Anatolie occidentale.

Comme les céramiques à décor moulé, celles à glaçure monochrome turquoise ont été découvertes sur les sites d'Aphrodisias[37], d'Iznik[38], ou bien encore dans le complexe de la mosquée d'Ilyas Bey à Milet[39] et dans le contexte clos de Manisa[40]. A Akköy, au nord-ouest de l'Anatolie, des céramiques à glaçure turquoise similaires ont été découvertes[41], associées cette fois-ci à de la *Miletus Ware*, l'un des premiers types céramiques ottomans que nous avons aussi étudié.

[37] François 2001 : p. 166, pl.10 : 99-100 ; Öztaşkın 2017 : p. 178, pl.7 : 6.
[38] Özkul Fındık 2001 : p. 128, fig.108, p.131-132, figs.124-128.
[39] Gök Gürhan 2011b : p. 307, cat.7.
[40] Gök Gürhan 2008 : p.79, pl.6 : 11.
[41] Uysal 2013 : p. 838, fig.6.

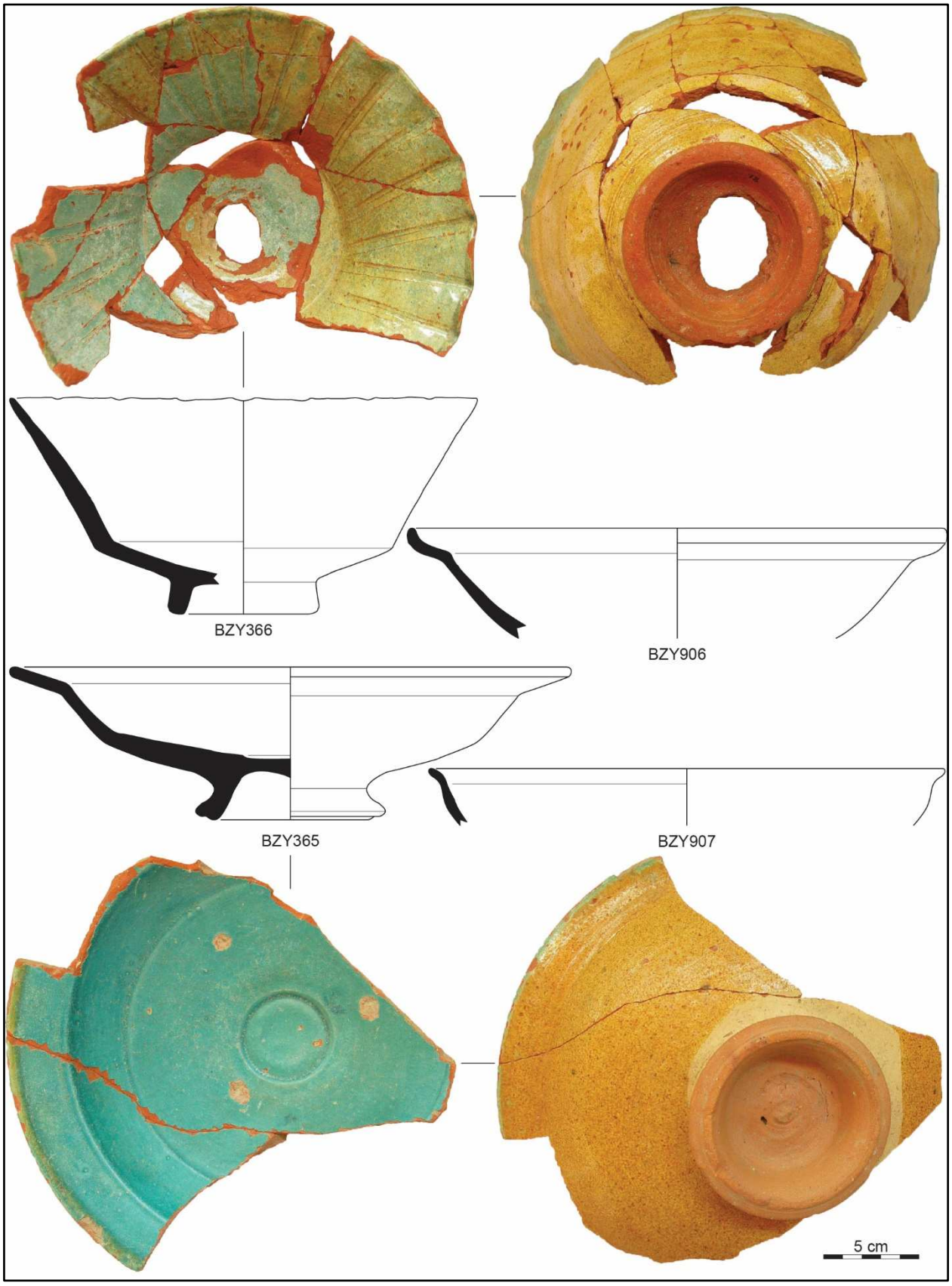


Planche 4.2 : Exemples d'échantillons représentatifs des céramiques à glaçure turquoise. (Photos : S.Y. Waksman ; Dessins : S.Y. Waksman, J. Burlot et équipes de fouilles ; DAO : J. Burlot).

4.6 La *Miletus Ware*

La *Miletus Ware* est considérée comme l'une des premières céramiques produites par les Ottomans (Lane 1957 ; Erdmann 1963 ; Aslanapa *et al.* 1989) ; et comme nous le verrons dans le chapitre 6, sa diffusion coïncide bien avec les conquêtes ottomanes. Elle doit son nom à F. Sarre qui l'a étudiée en très grandes quantités sur le site de Milet et qui en supposait une production locale (Sarre 1930-1931, 1933, 1935).

Avant de prendre cette appellation de *Miletus Ware*, cette céramique fut déjà publiée sous le nom d'*Island Ware* par D. Talbot Rice en 1930 (Talbot Rice 1930, *p. 99-100, pls.XX-XXI*). Dans son ouvrage, l'auteur émet l'hypothèse selon laquelle cette céramique aurait été produite sur des îles grecques durant la période tardo-byzantine, voire au début de la période ottomane.

4.6.1 Caractéristiques typologiques

La *Miletus Ware* de notre étude se présente selon deux formes principales, avec des grands plats d'un diamètre de 26-31 cm au niveau du bord supérieur, et des grands bols présentant une ouverture de 19-20 cm (**planche 4.3**).

Concernant son décor, elle peut être définie comme une céramique à pâte argileuse recouverte d'un engobe blanc sur toute sa surface interne ainsi que sur la partie supérieure de sa surface externe. Sur sa surface interne, elle présente un décor peint de couleurs bleu, turquoise, violet ou bien encore noir, sous glaçure incolore. Les principaux motifs observés sur cette céramique sont des bandes rayonnantes au niveau de la panse, des motifs floraux et géométriques (notamment triangulaires) sur le fond ; et une frise est souvent peinte sur le bord selon divers motifs. Les traits fins dessinant certains de ces motifs sont systématiquement réalisés avec le pigment noir. Sur certains échantillons, des motifs d'entrelacs sont incisés dans l'engobe selon la technique du sgraffito.

Ce décor peint sous glaçure se retrouve aussi sur la surface externe de certaines céramiques, mais est cependant de moins bonne facture. Dans les cas où les surfaces externes ne présentent pas de décors peints, elles sont alors uniquement recouvertes d'une glaçure monochrome verte appliquée sur un engobe.

Planche 4.3 : Exemples d'échantillons représentatifs de la *Miletus Ware*. (Photos : S.Y. Waksman, I. Teslenko ; Dessins : S.Y. Waksman, J. Burlot, I. Teslenko et équipes de fouilles ; DAO : J. Burlot).

4.6.2 Sites de découverte

Pour la *Miletus Ware*, nous avons pu prélever 30 échantillons provenant de sites localisés en Turquie, mais aussi en Crimée. Concernant les sites turcs, les échantillons de l'étude proviennent du *türbe* fouillé à Ephèse (2 échantillons) (Vroom & Fındık 2015), du quartier du *Pactolus North* de Sardes (5) (Crane 1977, 1987), des secteurs du temple d'Athéna et de l'antique bouleutérion de Milet (7) (Böhlendorf-Arslan 2008), mais aussi des vestiges de l'atelier de la *Rote Halle* à Pergame (3) (Mania 2006) et de l'atelier découvert dans les niveaux turcs de la zone de l'ancien théâtre romain à Iznik (1) (Özkul Fındık 1999, 2001, 2007).

Les échantillons de Crimée ont été découverts dans les forteresses d'Alouchta (4) et de Cembalo (située à Balaklava) (5), ainsi que dans le château de Founa (3) (Teslenko 2007 ; Alyadinova & Teslenko 2015). Les échantillons d'Alouchta et de Founa proviennent de contextes bien datés de la seconde moitié du XV^{e} siècle et notamment de la phase de destruction de ces forteresses causée par la conquête ottomane de 1475. Certains contextes postérieurs à cette conquête, et présentant de la *Miletus Ware*, purent être datés jusqu'à la deuxième moitié du XVI^{e} siècle (Teslenko 2007) (**tableau A.1** en annexes).

En Anatolie occidentale, la *Miletus Ware* fut découverte dans d'autres secteurs à Ephèse[42], à Milet[43], ou bien encore à Iznik[44] où de nombreux fours attestant d'une production locale ont été découverts (cf. chapitre 2). Cette céramique fut aussi découverte sur d'autres sites de la région tels qu'Aphrodisias[45], Beçin[46], Altınova[47], Akköy[48], ou bien encore Brousse, Yalova et Antalya[49]. A Küthaya et Akcaalan près d'Ezine, des déchets de fabrication de *Miletus Wares* furent découverts[50].

[42] Artémision : Vroom 2005 : p. 25-26, n^{os} 9-15, p. 45-46, pls.7-8 ; hammam III : Pfeiffer-Taş 2010 : p.49, pl.VI : 59 ; colline d'Ayasoluk : Ture 2014 : p. 224-225, cat.37, fig.57 ; Yilmaz 2015 : p. 774, cat.4.1-4.2.
[43] Complexe d'Ilyas Bey : Gök Gürhan 2010a : p. 297-298, pl.2 : 1-2, pl.3 : 1-3 ; Gök Gürhan 2011b : p.303, figs.2-3, p.305, pl.2 ; quartier du palais de l'évêque : Fındık 2015 : p.253, fig.104.
[44] Ateliers situés au cœur de la cité dans le quartier de la basilique Sainte-Sophie, ainsi qu'à l'extérieur des remparts au niveau de la porte sud : Aslanapa 1965 : figs.4-58 ; Aslanapa 1969 : p.146, figs.5-7 ; Aslanapa 1971 : p.215 ; Aslanapa *et al.* 1989 ; Altun 2007 : p. 316-317, figs.13-14.
[45] François 2001 : p.180, fig.4 : 190, 196 ; Öztaşkın 2017 : p. 182, pl.10.
[46] Gök Gürhan 2009a : p. 60, pl.8.
[47] Gök Gürhan 2007a : p. 114-121, figs.38-44, pls.38-55.
[48] Uysal 2013 : p. 839, fig.8.
[49] Erdmann 1963 : p. 206-207.
[50] Paker 1964-1965 ; Atasoy & Raby 1989 : p.82-83

En Egée, des fragments de cette céramiques furent mis au jour lors des fouilles du château d'Andros[51]. Des tessons de *Miletus Wares* furent aussi découverts dans des régions situées davantage dans les terres ; au centre-ouest de l'Anatolie avec les sites d'Afyon, Seyitgazi, Silifke[52], de Karacahisar, Bilecik, Kanlıtaş[53], ou bien encore d'Amorium[54].

Du côté européen, de nombreuses *Miletus Wares* ont été découvertes en très bon état de conservation à Edirne[55], ainsi que dans les fouilles de Saraçhane à Istanbul, dans des contextes ayant permis d'obtenir de bons éléments de datation[56]. La distribution de la *Miletus Ware* suit les conquêtes ottomanes jusqu'en Bulgarie où elle y a été découverte sur plusieurs sites[57]. Il en est de même au nord de la mer Noire, comme en témoigne les découvertes de cette céramique sur les sites d'Azov[58], d'Anapa[59], ainsi que sur ceux du sud de la Crimée que nous avons pu échantillonner.

4.6.3 Datation

Concernant la datation de la *Miletus Ware*, il est communément admis dans la littérature que celle-ci ait été largement diffusée à partir de la seconde moitié du XIV^{e} siècle, et ce, jusque vers le milieu du XV^{e} siècle. Ces dates renvoient aux travaux d'O. Aslanapa qui a fouillé les fours d'Iznik (Aslanapa 1965, 1969, 1971 ; Aslanapa *et al.* 1989). Cependant, les raisons pour lesquelles il propose une telle datation restent floues du fait, par exemple, qu'il ne fait pas mention de contextes archéologiques bien datés dans lesquels cette céramique aurait été découverte.

D'autres auteurs proposent la seconde moitié du XV^{e} siècle comme période faste de la production de la *Miletus Ware*, sur la base de comparaisons stylistiques avec des *Kubacha Wares* d'Iran ou bien encore des céramiques florentines à décor bleu, datées de cette période (Atasoy & Raby 1989 ; Yenişehirlioğlu 2004, 2014).

[51] Kontogiannis & Arvaniti 2007a : p. 358, fig.9a ; Kontogiannis & Arvaniti 2007b : p.630, fig.5a.
[52] Erdmann 1963 : p. 206-207.
[53] Dikkaya 2015
[54] Özkul Fındık 2003 : p. 110-111, cat.10-19, p. 166, fig.VII/3.
[55] Yilmaz 2009 : cat.1-18 ; Yilmaz 2010 : cat.1-18 ; Yilmaz 2012.
[56] Harrison & Firatli 1966 : fig.22 ; Harrison & Firatli 1967 : fig.26 ; Hayes 1992
[57] Guionova 2005 ; Guionova 2015 : p. 618, fig.1 : 5, 7-8, p. 620, fig.2.
[58] Gusach 2006
[59] Narozhny 2017 : p. 526, pl.9 : 2.

D'un point de vue archéologique, seuls deux sites ou régions pour lesquels les travaux ont été publiés attestent de bons contextes permettant de dater l'utilisation de la *Miletus Ware*. Il s'agit des fouilles menées à Saraçhane (Istanbul) dont l'étude des céramiques a été publiée par J.W. Hayes en 1992 ; et de celles menées en Crimée présentées au chapitre 2.

A Saraçhane, la présence de *Miletus Ware* est attestée, sur la base de contextes archéologiques et de monnaies associées, à partir des années 1460-1470, et ce jusque vers 1520. En Crimée, cette céramique est utilisée à partir du deuxième quart du XV^{e} siècle, et son utilisation s'intensifie avec la conquête ottomane de 1475, et perdure jusque vers la fin du troisième quart du XVI^{e} siècle.

Le premier constat que permettent d'apporter ces deux contextes est que la diffusion et l'utilisation de la *Miletus Ware* sont corrélées avec les conquêtes ottomanes et que c'est sur cet argument qu'il est possible de se baser pour confirmer la nature ottomane de cette céramique. Cela semble se confirmer pour les productions datées de la deuxième moitié XV^{e} – fin XVI^{e} siècle, mais la question se pose pour la production de *Miletus Ware* à ses débuts.

A-t-elle bien été produite à partir du milieu du XIV^{e} siècle ? Jusqu'à maintenant, aucune preuve archéologique n'a encore été publiée, mais il semblerait tout de même que ce soit le cas d'après de récentes découvertes sur les fouilles d'Assos (communication personnelle de B. Böhlendorf-Arslan). Les données relatives aux origines de la production de la *Miletus Ware* sont donc encore très fragmentaires, mais il est cependant possible d'affirmer que son introduction en Anatolie occidentale coïncide avec l'installation des populations turques dans une région anciennement byzantine.

4.7 Récapitulatif sur les types céramiques du corpus

Ainsi, pour la présente étude, nous avons sélectionné 87 échantillons à partir desquels 107 prélèvements ont été analysés. Ces échantillons, provenant de cinq sites turcs et de trois sites de Crimée, se distinguent selon huit groupes typologiques (**tableau 4.1**).

Type	Provenance	Echantillon(s)
Céramique à glaçure monochrome tardo-byzantine	Pergame	EY-119
Sgraffito polychrome tardo-byzantin	Ephèse	BZY287 ; BZY288 ; BZY293
Sgraffito monochrome tardo-byzantin	Pergame	CY-92 ; CY-95 ; CY-150 ; DY-24 ; DY-46 ; EY-118
Dérivés de la *Zeuxippus Ware*	Ephèse	BZY291; BZY298
	Pergame	BY-27 ; BY-37
Sgraffito polychrome à points violets	Ephèse	BYZ430 ; BZY363 ; BZY364 ; BZY370 ; BZY386 ; BZY387 ; BZY388 ; BZY913 ; BZY957 ; BZY962
	Pergame	BYZ506 ; BYZ507 ; BZN135 ; BZN152 ; BZY433 ; BZY436
	Sardes	BZN 74 ; BZN 75 ; BZN 76 ; BZN 77
	Milet	BZN 54 ; BZN 60 ; BZN 61
Céramique à décor moulé	Ephèse	BZY373 ; BZY931 ; BZY932 ; BZY934 ; BZY956
	Sardes	BZN 70
	Milet	BZY997
Céramique à glaçure monochrome turquoise	Ephèse	BYZ428 ; BZY365 ; BZY366 ; BZY371 ; BZY384 ; BZY906 ; BZY907
	Pergame	BZY431
	Sardes	BZN 33
	Milet	BZN103 ; BZN105
Miletus Ware	Ephèse	BZN288 ; BZN289
	Pergame	BZN124 ; BZN125 ; BZY443
	Sardes	BZN118 ; BZN119 ; BZN285 ; BZN286 ; BZN287
	Milet	BZN 43 ; BZN 44 ; BZN 45 ; BZN 46 ; BZN 47 ; BZN 49 ; BZN 50
	Iznik	BYZ284
	Alouchta	BZN205 ; BZN206 ; BZN209 ; BZN210
	Founa	BZN221 ; BZN222 ; BZN223
	Balaklava	BZN228 ; BZN229 ; BZN231 ; BZN232 ; BZN233
Biscuits de sgraffito ottomans	Pergame	BZY450 ; BZY451

Tableau 4.1 : Récapitulatif des échantillons sélectionnés pour l'étude, classés par type et par site de découverte.

Les échantillons tardo-byzantins se distinguent selon quatre types avec notamment les dérivés de la *Zeuxippus Ware*, définis comme tels à partir de leurs décors incisés

caractéristiques tels celui à motifs de cercles concentriques. Les trois autres types correspondent à des sgraffito monochromes et polychromes, ainsi que par des céramiques à glaçure monochrome communs en Méditerranée orientale à cette période.

Avec les premières céramiques turques, nous avons choisi quatre types qui attestent tous d'éléments de décor d'inspiration islamique. Trois de ces types sont considérés comme *beyliks* : les sgraffito polychromes décorés par des motifs de pétales incisés et de points peints en violet, les céramiques à décor moulé, ainsi que les céramiques à glaçure monochrome turquoise.

Les *Miletus Wares* semblent, quant à elles, correspondre à des productions ottomanes. Avec ces céramiques turques, nous observons une grande majorité de vaisselles de relativement grandes dimensions et de formes ouvertes avec essentiellement des bols et des plats. Les céramiques à décor moulé sont des exceptions puisqu'elles correspondent à des cruches globulaires.

Bien que ces céramiques aient été découvertes sur de nombreux sites d'Anatolie occidentale, elles restent cependant minoritaires au sein des corpus céramiques de cette période. En prenant l'exemple de l'étude céramologique du *türbe*, situé proche de l'Artémision à Ephèse/Ayasuluk, nous observons que la céramique de table représente environ 32 % de l'ensemble du mobilier céramique découvert, sachant que cette dernière est dominée par la céramique à glaçure monochrome verte (Vroom & Fındık 2015).

5. Provenances et techniques de fabrication de céramiques byzantines et turques : état de l'art

Ce chapitre 5 est consacré aux études archéométriques menées sur les céramiques byzantines et turques, qui répondent à deux objectifs : déterminer des provenances et définir des techniques de production. A travers notre recherche bibliographique, nous avons pu constater que la grande majorité des études portent sur les questions de provenance et de distribution par le biais d'analyses des pâtes céramiques, notamment avec les productions byzantines. Les analyses des éléments de décor sont quant à elles plus abondantes lorsque nous avons affaire aux productions seldjoukides et ottomanes, s'inscrivant ainsi dans le large spectre des études techniques des céramiques islamiques.

Pour cet état de l'art, nous avons fait le choix de présenter les productions céramiques et leurs caractéristiques techniques selon leur ordre chronologique, en distinguant cependant les productions byzantines des productions turques. L'objectif n'était pas de distinguer les études de provenances des études des techniques, mais au contraire de les combiner lorsque celles-ci relevaient d'une même production. De cette façon, il est plus aisé d'observer des tendances pouvant se dessiner selon une période et/ou une production.

Etant donné que notre étude est axée sur l'Anatolie occidentale à la transition entre périodes byzantine et ottomane, nous nous sommes essentiellement concentré sur les productions byzantines du pourtour de la mer Egée, de Constantinople et du sud des Balkans ; ainsi que sur les productions turques – seldjoukides, *beyliks* et ottomanes – d'Anatolie. Cependant, les études portées sur les céramiques *beyliks* seront traitées ultérieurement car certaines d'entre elles permirent de définir les productions de notre corpus que nous présenterons au chapitre 6.

Nous avons fait le choix de ne pas présenter ici les études portées sur l'ensemble des productions du monde de l'Islam, bien que certaines des céramiques sur lesquelles nous travaillons témoignent de techniques de décoration d'inspiration islamique. Certaines de ces études seront tout de même évoquées à titre comparatif lorsque nous présenterons nos résultats d'analyses (cf. chapitre 8).

Nous tenons à rappeler que les résultats présentés dans ce chapitre sont issus de publications archéométriques et que les références d'autres natures, permettant notamment d'apporter des compléments sur les datations ou bien encore sur les descriptions typologiques, ne seront pas

systématiquement citées. Dans ces cas, cela signifie que ces informations sont soit directement traitées dans les publications que nous mentionnons, soit issues d'autres références mentionnées dans ces mêmes publications.

5.1 Les productions byzantines

5.1.1 Les productions à pâte blanche : VII^{e} – début XII^{e} siècle

La particularité des premières productions de céramiques byzantines glaçurées est l'utilisation d'une pâte argileuse blanche, utilisée aussi bien pour la production de céramiques de table, que pour celle de plaques murales. Des céramiques de table à pâte blanche furent découvertes en grandes quantités lors des fouilles de Saraçhane à Istanbul, et purent être classées selon deux périodes distinctes, avec la *Glazed White Ware I* (GWW I) datée à Constantinople des VII^{e}-VIII^{e} siècles et la *Glazed White Ware II* plus tardive, datée du IX^{e} au XI^{e} siècle (GWW II) (Hayes 1992). Quant aux plaques murales qui ont pu être étudiées, elles datent de la deuxième moitié du IX^{e} au XI^{e} siècle.

5.1.1.1 Glazed White Ware I

D'après des découvertes archéologiques, la production de GWW I était supposée à Constantinople et/ou dans ses environs. Les analyses par WD-XRF menées par S.Y. Waksman et collaborateurs (Waksman *et al*. 2007) ne permettent actuellement pas de confirmer cette hypothèse, faute de références. Mais elles montrent qu'elle peut être distinguée d'une production de céramique glaçurée quasi contemporaine, supposée locale à Caričin Grad (Serbie), une cité fondée par l'Empereur Justinien au VI^{e} siècle.

Bien qu'utilisant comme principal composant une argile kaolinitique, ces deux productions se distinguent bien chimiquement, notamment du fait que la production de GWWI présente les plus faibles teneurs en Ca, Mg et Mn, tandis que celle de Caričin Grad montre les plus fortes teneurs en Mn, Sr et Ba (Waksman *et al.* 2007, 2008a).

Des tessons de GWW I ont aussi été analysés au MEB-EDS dans le but de définir les recettes des glaçures. Celles-ci sont directement appliquées sur les pâtes kaolinitiques, sans l'utilisation d'engobe intermédiaire. Que ce soit pour la production supposée constantinopolitaine ou bien pour celle supposée de Caričin Grad, toutes les glaçures sont transparentes et plombifères,

présentant de très faibles teneurs en alcalins (< 1% Na_2O+K_2O). Elles furent colorées en vert ou en orange-brun par l'adjonction respectivement d'oxydes de cuivre et de fer. Leur application résulte de l'utilisation d'un composé de plomb (ou bien mélangé avec une argile similaire à celle de la pâte) et non d'un mélange plomb-silice (Waksman *et al.* 2007, 2008a).

Concernant la présence probable d'un centre de production à Caričin Grad au VI^{e} siècle, celle-ci semble être confirmée grâce à une étude archéométrique portée sur trente échantillons de céramiques provenant de contextes bien datés de ce site (Damjanović *et al.* 2014). Ces tessons de céramiques, ainsi qu'un échantillon d'argile, ont été analysés par MEB-EDS, XRD, microspectrométrie Raman et spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR, de l'anglais *Fourier Transform InfraRed spectroscopy*) ; et les résultats obtenus permettent de définir une production majeure dont les compositions chimiques et minéralogiques montrent de bonnes similitudes celles de l'argile locale (Damjanović *et al.* 2014).

Les glaçures utilisées sur certaines de ces céramiques sont transparentes et plombifères, et furent produites, selon les auteurs, par application directe d'oxydes de plomb sur la surface de la pâte argileuse (Damjanović *et al.* 2014) ; comme cela a déjà été observé avec l'étude de S.Y. Waksman et collaborateurs (Waksman *et al.* 2007, 2008a).

5.1.1.2 Glazed White Ware II

En 1983, A.H.S. Megaw et R.E. Jones publient les résultats d'une étude de provenance de céramiques byzantines. Considérée comme la première vaste étude de ce genre pour ces céramiques, elle a permis de définir certaines productions byzantines sur la base de quatorze corpus dont sept localisés archéologiquement et ayant donc servis de références locales. Parmi ces corpus figure celui de GWW II découvertes à Corinthe dans des contextes datés du X^{e} – début XII^{e} siècle (Megaw & Jones 1983, *batch D*).

Les analyses spectroscopiques permirent d'observer des correspondances entres les compositions des pâtes kaolinitiques de GWW II et des argiles blanches extraites à Anavatköy sur le Bosphore. Sur ces résultats, Constantinople et ses environs fut proposée comme origine de la GWW II (Megaw & Jones 1983). Des observations pétrographiques, ainsi que des analyses par ICP-AES d'un autre corpus céramiques, aussi découvertes à Corinthe, semblent confirmer cette hypothèse (White 2009).

Dans cette seconde étude, l'auteur présente les résultats d'analyses effectuées au MEB-EDS sur certaines glaçures de GWW II de son corpus. Contrairement aux glaçures des GWW I qui sont toutes plombifères, celles des GWW II témoignent de deux recettes. Nous retrouvons toujours certaines glaçures plombifères avec moins d'un pourcent de fondants alcalins, mais d'autres glaçures sont au contraire plus alcalines avec des teneurs cumulées en K et Na comprises entre 4 et 9% K_2O+Na_2O ; les teneurs en Pb étant aussi importantes (29-47% PbO) (White 2009).

Avec ces glaçures alcalino-plombifères, une nouvelle couleur est observée par rapport aux GWW I. Il s'agit de la couleur turquoise résultante de la présence d'oxydes de Cu dans une glaçure à composantes alcalines. En 2016, une nouvelle étude portant sur l'analyse de glaçures de GWW II est publiée, dans laquelle seule des glaçures plombifères furent observées (Palamara *et al.* 2016).

5.1.1.3 Les plaques murales

Le troisième type de céramiques à pâte blanche concerne les plaques murales glaçurées utilisées pour décorer les murs intérieurs de riches monuments byzantins entre la deuxième moitié du IX^{e} et le XI^{e} siècle. Plusieurs études effectuées à la fin des années 1990 permirent de définir les techniques de productions de ces plaques murales et d'en proposer deux centres (Vogt & Bouquillon 1996 ; Vogt *et al.* 1997 ; Lauffenburger *et al.* 2001).

Le corpus de ces études était notamment constitué de fragments de plaques glaçurées provenant de plusieurs églises de Constantinople et de Bulgarie, dans la région de Preslav où un centre de production était attesté grâce à des découvertes archéologiques. Des observations pétrographiques ainsi que des analyses des pâtes par ICP-MS (Vogt *et al.* 1997) et par NAA (Lauffenburger *et al.* 2001) attestèrent de l'usage d'argiles kaolinitiques pour la production de ces plaques murales, se distinguant selon deux groupes.

Bien que similaires en de nombreux points, un des deux groupes présente tout de même des teneurs plus élevées en K, de l'ordre de 3%. Il s'agit de celui caractéristique de la production de Preslav. L'autre groupe, quant à lui, se distingue par de très basses teneurs en alcalins, ainsi qu'en Fe et Mg et par des teneurs plutôt élevées en Ti (Vogt & Bouquillon 1996 ; Vogt *et al.* 1997). D'après les auteurs, ces compositions sont compatibles avec celles d'argiles abondamment présentes en périphérie de Constantinople et analysées par A.H.S. Megaw et R.E. Jones (Megaw & Jones1983).

Des analyses des glaçures reposant directement sur les pâtes kaolinitiques ont aussi été effectuées sur des représentants de ces deux productions. Toutes les glaçures analysées sur les plaques murales produites à Preslav sont plombifères, tandis que celles de Constantinople peuvent être plombifères (PbO > 35%), mais aussi alcalino-plombifères (PbO > 15%) ou alcalines (PbO >10%) (Vogt & Bouquillon 1996 ; Lauffenburger *et al.* 2001). Pour les glaçures plombifères, les couleurs observées sont dans les teintes jaune-ocre (apport des oxydes de Fe), vertes (Cu) et violette-aubergine (Mn). Dans l'étude de C. Vogt et collaborateurs, « deux tessons se distinguent par une feuille d'or et par l'occurrence d'une glaçure bleu foncé colorée avec l'oxyde de cobalt » (Vogt *et al.* 1997).

Etant donné que la production de plaques murales à glaçure plombifère de Preslav semble avoir duré sur une période relativement courte au début du X^{e} siècle, une hypothèse proposée concernant la production de Constantinople est qu'elle serait postérieure ; les glaçures plus alcalines apparaissant vraisemblablement après les plombifères. Quant aux plaques issues de Constantinople, l'utilisation de plusieurs recettes de glaçures pourrait résulter du fait d'avoir affaire à des productions issues de périodes ou d'ateliers différents, voire les deux (Vogt & Bouquillon 1996).

A la fin du XI^{e} – début du XII^{e} siècle, des changements s'opèrent concernant les productions de céramiques byzantines. De nouveaux centres majeurs font leur apparition au détriment, semble-t-il, des productions constantinopolitaines. Cela se traduit par une multiplication de productions à pâte argileuse rouge voyant apparaître l'application sur leur surface d'engobes blancs comme substitut (Papanikola-Bakirtzis 1999).

5.1.2 Les productions méso- et tardo-byzantines à pâte rouge : XII^{e} – XIV^{e} siècle

5.1.2.1 Middle Byzantine Production (MBP)

Du XII^{e} au milieu du XIII^{e}, voire tout début du XIV^{e} siècle, un centre potier a produit et a exporté en très grande quantité des céramiques sur tout le pourtour méditerranéen et jusqu'en mer Noire. Ce centre a produit plus d'une dizaine de types céramiques définis selon différentes techniques de décoration, et caractéristiques stylistiques et morphologiques (Waksman *et al.* 2014 ; Waksman à paraître). Dans la littérature, et notamment d'après les typologies de C. Morgan et de A.H.S. Megaw (Morgan 1942 ; Megaw 1975), ces types correspondent aux : *Fine Sgraffito Ware*, *Painted Fine Sgraffito Ware*, *Incised Sgraffito Ware*, *Painted Incised Sgraffito*

Ware, *Aegean Ware*, *Champlevé Ware*, *Green and Brown Painted Ware*, *Slip-Painted Ware* et *Plain Glazed Wares* (Waksman à paraître).

Certains de ces types céramiques furent découverts à Chypre et dans l'ancien Royaume Latin de Jérusalem (Boas 1994) ou bien encore sur le site de Kinet Höyük situé dans la région du golfe d'Alexandrette (Blackman & Redford 2005, groupe 1), tels que l'*Incised Sgraffito Ware* ou bien encore l'*Aegean Ware*. Des analyses par activation neutronique réalisées sur des échantillons provenant de ces sites apportèrent des résultats permettant de suggérer Chypre comme région de production, sans pouvoir l'affirmer avec certitude (Boas 1994 ; Blackman & Redford 2005).

En 2006, S.Y. Waksman et M.-L. von Wartburg publient une étude réalisée sur un corpus de 27 échantillons attribués à sept types céramiques différents, provenant principalement de deux sites chypriotes, mais aussi de Chersonèse (Crimée), d'une épave échouée en mer de Marmara (Çamalti Burnu), et de Tell Arqa (Liban). Analysées par WD-XRF, les pâtes argileuses de tous ces échantillons, à l'exception de trois dont celui de l'épave turque, présentent des compositions chimiques semblables, permettant ainsi de définir un groupe principal (Waksman & von Wartburg 2006).

Ce groupe principal montrait de bonnes similitudes chimiques avec des échantillons de même typologies, issus des groupes antérieurement définis par A. Boas (Boas 1994) et M.J. Blackman et S. Redford (Blackman & Redford 2005). Une production méso-byzantine majeure – se voyant par la suite attribuer l'appellation *Middle Byzantine Production* (MBP) – semble se dessiner, mais n'est pas encore localisée (Waksman & von Wartburg 2006).

La MBP, jusqu'alors définie à partir de céramiques découvertes à Chypre, au Levant et en Crimée, voit sa distribution s'étendre avec la découverte de céramiques caractéristiques dans la forteresse d'Anaia en Anatolie occidentale, dont les analyses par WD-XRF permettent de les y intégrer (Waksman 2013).

Des analyses au MEB-EDS ont été effectuées sur un autre corpus de céramiques similaires, aussi découvertes à Anaia (Budak-Ünaler 2013). Les données obtenues furent comparées avec celles de S.Y. Waksman et M.-L. von Wartburg (Waksman & von Wartburg 2006) et, bien que présentant des similarités chimiques, elles ne permettaient pas, selon l'auteur, de les associer clairement à la MBP car la classification ascendante hiérarchique alors utilisée séparait ces deux corpus (Budak-Ünaler 2013). Cette distinction des deux corpus par l'analyse statistique peut

notamment s'expliquer du fait que nous ayons affaire à des données issues de méthodes d'analyse différentes et qui n'ont pas été inter-calibrées. Il ne semble ainsi pas possible, sur la base de ces données, d'affirmer avoir affaire à deux productions distinctes ou non.

Il semblerait que de la MBP ait aussi été distribuée en Serbie, dans la forteresse de Ras (Damjanović *et al.* 2011). Des céramiques similaires à celles de la MBP ont été découvertes dans des niveaux datés de la fin du XII^{e} siècle. Seize tessons de ces contextes ont été observés au microscope polarisant et ont été analysés par XRD et spectroscopie FTIR. D'après les résultats, les auteurs émettent l'hypothèse selon laquelle ces céramiques aient été importées de Grèce du Nord ou de la région égéenne (Damjanović *et al.* 2011).

En 2014, S.Y. Waksman et collaborateurs publient les résultats issus d'une étude de provenance de céramiques découvertes à Thèbes en Béotie et à Chalcis en Eubée (Grèce), incluant des attestations de production locale pour ces deux sites. De cette étude, deux productions furent définies, localisées respectivement à Thèbes et à Chalcis. Cette production de Chalcis intègre des échantillons de Thèbes et de Chalcis de types similaires à ceux de la MBP, ainsi que les échantillons déjà attestés de MBP (Waksman *et al.* 2014).

Grâce à cette étude, le centre de production de la MBP peut maintenant être localisé dans la région de Chalcis, qui était le « port de la cité importante de Thèbes durant la période byzantine, et plus tard, d'une plaque tournante vénitienne connue sous le nom de Négroponte » (traduit d'après Waksman à paraître).

De nouvelles études permirent d'attester la distribution de la MBP à Ephèse (Waksman 2015, groupe 1) ou bien encore à Corinthe (Palamara *et al.* 2016, groupe A). Dans sa thèse écrite, H.E. White mentionne déjà l'importation à Corinthe de céramiques des types de la MBP (*Phyllite Class*), mais qui n'était à l'époque pas encore reconnue comme telle (White 2009).

Ces deux travaux de recherches menés sur du mobilier céramique découvert dans les niveaux médiévaux de Corinthe et apparenté à la MBP, font partie des rares à pouvoir fournir des données relatives aux techniques de production de la MBP. Parmi les autres études que nous avons recensées, nous pouvons aussi citer celle menée sur un corpus de céramiques découvertes dans la forteresse d'Anaia (Budak-Ünaler *et al.* 2012, 2013 ; Budak-Ünaler 2013), ainsi que celle de P. Armstrong et collaborateurs visant à définir des techniques de fabrication

de la glaçure de céramiques byzantines issues de collections de musées, dont deux échantillons sont similaires à la MBP (Armstrong *et al.* 1997).

Toutes les glaçures analysées au MEB-EDS témoignent d'une recette similaire, à savoir une glaçure plombifère transparente colorée dans les teintes jaunes, vertes et violettes, par adjonction respective d'oxydes de Fe, de Cu et de Mn (Armstrong *et al.* 1997 ; Budak-Ünaler *et al.* 2012, 2013 ; Budak-Ünaler 2013 ; White 2009 ; Palamara *et al.* 2016).

En ce qui concerne l'étude des engobes, nous pouvons citer les recherches de C. Capelli et R. Cabella effectuées sur des échantillons apparentés à la MBP découverts en Provence (Capelli & Cabella 2007). Les engobes de ces échantillons y sont décrits comme étant d'une bonne qualité, compact et présentant une texture homogène et fine. Les très fines inclusions minérales observées sont peu abondantes, laissant suggérer que ce type d'engobe fut obtenu à partir d'une argile affinée par décantation (Capelli & Cabella 2007).

5.1.2.2 Zeuxippus Ware

A l'inverse de la MBP qui définit une production principale de laquelle est issue une typologie très variée de céramiques, la *Zeuxippus Ware* (ZW) désigne une classe typologique avec ses variantes qui furent produites par de nombreux centres à compter de la fin du XII^{e}, et ce, jusqu'au début du XIV^{e} siècle pour certains d'entre eux. Une synthèse sur les premières études archéométriques sur la *Zeuxippus Ware* ainsi qu'une redéfinition de cette classe céramique sont proposées par S.Y Waksman et V. François (Waksman & François 2004-2005).

La *Zeuxippus Ware*, ainsi nommée par A.H.S. Megaw du fait que de grandes quantités ont été découvertes dans le secteur des thermes de Zeuxippe à Istanbul (Megaw 1968), est définie à cette époque selon deux classes principales (IA et II), qui seront par la suite déclinées selon onze formes et redéfinies en termes de production (Waksman & François 2004-2005). Les céramiques du type de la ZW sont soit couvertes d'une glaçure monochrome et présentent des décors incisés dans l'engobe formant des cercles concentriques fins voire parfois plus épais (au champlevé), ainsi que des bandes de hachures imprimées à la roulette dans certains cas ; soit couvertes d'une glaçure rehaussée de coulures de pigments colorés, avec toujours des décors incisés dans l'engobe formant des cercles concentriques qui peuvent présenter en leur centre des palmettes, des trèfles ou des fleurettes incisés (Waksman & François 2004-2005).

Cette ZW *stricto sensu* (ZWss), répandue dans toute la Méditerranée et en mer Noire, est datée de la fin du XII^{e} – courant XIII^{e} siècle (Hayes 1992 ; Sanders 1989, 2000, 2003 ; Waksman

& François 2004-2005). Cependant, il existe des variantes à la ZWss, qui peuvent être des imitations issues d'autres productions, ou bien encore des dérivés qui partagent quelques caractéristiques communes avec la ZWss, dont les datations peuvent être repoussées jusque vers la fin du XIII^{e} siècle, voire le début du XIV^{e} (Waksman & François 2004-2005). Bien que le centre de production de la ZWss n'ait pas encore été localisé, certains centres produisant des imitations et/ou dérivés purent être identifiés avec certitude.

Parmi ces centres, nous pouvons citer Pergame que nous avons déjà évoqué au chapitre 4, et qui fut défini grâce aux analyses PIXE et NAA effectués sur les pâtes céramiques d'échantillons découverts dans les vestiges des habitats byzantins de la ville moyenne de Pergame (Waksman *et al.* 1994, 1996 ; Waksman 1995 ; Waksman & Spieser 1997 ; Waksman 2014a). Cette production semble avoir connu une distribution interrégionale d'après la découverte d'imitations de ZW sur des sites assez proches situés en Troade – à Troie, à Beşiktepe et à Gülpınar – et en Eolide, à Kyme ; dans des contextes datés pour certains jusqu'au début du XIV^{e} siècle. Cependant, aucune analyse physico-chimique ne permet aujourd'hui de valider cette distribution (Waksman & François 2004-2005).

Sur la base d'analyses WD-XRF effectuées par S.Y. Waksman au laboratoire de céramologie de Lyon, d'autres centres de production de céramiques de la famille de la ZW purent être localisés en Anatolie – Nicée (Waksman & François 2004-2005) et Kadıkalesi/Anaia ; cette dernière production ayant été exportée jusqu'à Acre (Stern & Waksman 2003 ; Waksman *et al.* 2008b ; Waksman 2013, 2015) – mais aussi à Constantinople dans l'atelier de Sirkeci (Waksman & Girgin 2008 ; Waksman 2012), en Grèce avec le site de Thèbes (Waksman *et al.* 2014), à Chypre dans la région de Paphos (Waksman *et al.* 2008b ; Waksman 2014b : origine déjà supposée par les analyses d'A. Boas (Boas 1994)), ou bien encore dans la région de Venise (Waksman & François 2004-2005 ; Waksman *et al.* 2008b : dont les compositions sont similaires à celles des productions vénitiennes établies par Calogero et Lazzarini (Calogero & Lazzarini 1983 ; Lazzarini & Calogero 1989 : sous l'appellation de *Spirale-Cerchio*)).

En 2003, A.H.S. Megaw et collaborateurs eurent à définir les productions de Thessalonique et de Serres en termes de compositions chimiques (analyses par ICP-AES) – en se basant sur des références locales découvertes lors de fouilles archéologiques – afin de vérifier la provenance de ZW découverte à Saranda Kolones (Paphos, Chypre) (Megaw *et al.* 2003).

D'autres productions, au contraire, ont pu être bien définies sur la base de caractéristiques chimiques et typologiques, mais dont l'origine est toujours à déterminer. C'est notamment le cas de la *Novy Svet Ware*, une production de dérivés de la ZW tirant son nom de l'épave échouée en mer Noire durant la seconde moitié du XIII^{e} siècle, dans laquelle elle a été retrouvée en grandes quantités (Waksman & François 2004-2005 ; Waksman *et al.* 2009 ; Waksman & Teslenko 2010). Des céramiques appartenant à cette production furent découverts en Crimée, mais aussi à Acre, Nicée, Constantinople (niveaux latins et paléologues), et Thessalonique (Waksman & François 2004-2005).

Concernant les analyses des glaçures ou bien encore des engobes de la ZW, celles-ci sont bien plus rares que celles s'inscrivant dans le cadre d'études de provenance. Pour l'analyse des glaçures, nous pouvons citer les travaux de Kırmızı menés sur des céramiques de type ZW découvertes à Kadıkalesi/Anaia, que l'auteur définit comme locale par comparaison typologique entre produits finis et déchets de fabrication découverts sur le site (biscuits et ratés de cuisson) (Kırmızı 2012 ; Kırmızı *et al.* 2015). Toutes les glaçures analysées au MEB-EDS et en spectrométrie Raman, sont transparentes et plombifères avec des teneurs en plomb supérieures à 40% PbO, et en alcalins inférieures à 2% Na_2O+K_2O. H.E. White, avec quelques glaçures de ZW découvertes à Corinthe et analysées au MEB-EDS, obtient des résultats similaires (White 2009).

Quant aux engobes, seuls quelques-uns appliqués sur des exemplaires de ZW découverts en Ligurie furent observés et analysés par C. Capelli et R. Cabella (Capelli & Cabella 2007). D'après leurs résultats, ces engobes sont similaires à ceux des exemplaires assimilés à la MBP présentés dans le paragraphe *5.1.2.1 Middle Byzantine Production*. Il s'agit d'engobes argileux fins, caractérisés par une texture homogène pauvre en inclusions cristallines, de couleur blanc vif.

Les analyses en laboratoire ont permis d'attester la production de ZW et imitations/dérivés sur plusieurs centres localisés en Méditerranée orientale, mais aussi plus à l'ouest avec le cas de Venise. Ce phénomène s'observe avec la *Thessaloniki Ware*, mais vraisemblablement à une moindre échelle.

5.1.2.3 Thessaloniki Ware

Sous la période des Paléologues, Thessalonique a été un centre de production de céramiques, comme l'atteste la découverte de trépieds ou bien encore de déchets de fabrication associés à un grand nombre de céramiques découvertes sur le site présentant des formes et des décors caractéristiques (Papanikola-Bakirtzi & Bakirtzis 1981).

D'après la description reprise dans Papanikola-Bakirtzi & Waksman 2015, cette production de Thessalonique présente principalement des bols de petites et moyennes tailles, à pied circulaire bas et à bord simple. Les décors qui y sont appliqués correspondent à des motifs incisés dans l'engobe selon plusieurs épaisseurs, rehaussés par des bandes peintes en vert et jaune-brun pour les exemplaires les plus tardifs (fin XIV^{e} siècle), recouverts ensuite d'une glaçure monochrome transparente. Les motifs incisés se répartissent en quatre groupes dont le plus caractéristique est celui représentant un oiseau encadré de part et d'autre de motifs végétaux ; si bien qu'il en a pris le nom d'« oiseau de Thessalonique ».

Dès 1983, une caractérisation chimique de la production de Thessalonique est proposée par A.H.S. Megaw et Jones lors de leur étude de provenances de céramiques byzantines (Megaw & Jones 1983). En 1997, S. Wisseman et collaborateurs publient leurs résultats obtenus suite à des analyses par activation neutronique sur des céramiques produites à Thessalonique et sur d'autres découvertes à Serres et Philippi, présentant des similarités typologiques mais avec quelques variations bien distinctes. Deux productions sont alors définies avec celle de Thessalonique et une nouvelle, localisée à Serres et datée principalement de la fin du XIII^{e} et du XIV^{e} siècle (Wisseman *et al.* 1997). De la même manière qu'avec la ZW, la *Thessaloniki Ware* est produite par plusieurs centres selon des typologies et des décors présentant des similitudes, mais aussi des caractéristiques distinctives.

Dans les années 2000, des fouilles de sauvetage menées à Istanbul ont permis de mettre au jour les vestiges d'un atelier de potier dans le quartier de Sirkeci, daté de la période Paléologue (deuxième moitié XIII^{e} – première moitié XV^{e} siècle) (Waksman 2012). Les travaux de S.Y. Waksman et collaborateurs menés sur les céramiques découvertes dans cet atelier ont permis de définir pour la première fois, sur la base d'une caractérisation chimique, des productions tardo-byzantines constantinopolitaines (Waksman & Girgin 2008 ; Waksman *et al.* 2009, 2010 ; Waksman 2012 : productions sous appellations S1, S2 et S3). Une des productions (S2) comprend des échantillons semblables à la *Thessaloniki Ware*, faisant de Constantinople un centre supplémentaire de cette céramique.

Parmi les céramiques de type *Thessaloniki Ware* ou assimilé, seuls deux tessons de Serres ont été analysés par MEB-EDS et XRD, attestant de l'utilisation de glaçures plombifères sur engobe argileux (Wisseman *et al.* 1997).

5.1.3 Les productions tardo-byzantines (et ottomanes ?) de Sirkeci (Constantinople) : deuxième moitié XIII^{e} – XV^{e} siècle

Nous venons de l'évoquer dans le paragraphe précédent, de l'atelier de Sirkeci furent issues au moins trois productions, se différenciant par leur pâte argileuse, mais aussi par les types céramiques qu'elles représentent (Waksman 2012).

La production la plus importante et la mieux datée est la S2 qui présente une pâte non calcaire dans les teintes rouges (Waksman & Girgin 2008 ; Waksman 2012). De cette production sont issues des céramiques apparentées à la ZW et à la *Thessaloniki Ware*, mais aussi d'autre céramiques dont plusieurs sont décorées d'un monogramme incisé dans l'engobe au centre de la surface interne. Certains de ces monogrammes sont attribués aux empereurs Paléologues et avaient déjà été reconnus sur des céramiques découvertes à Varna en Bulgarie, dont la provenance supposée d'après des études archéométriques était Constantinople (Kuleff *et al.* 1987 ; Kuleff & Djingova 1998, 2001). Les découvertes de Sirkeci semblent bien confirmer cette hypothèse.

Les deux autres productions de Sirkeci (S1 et S3) sont différentes du fait d'avoir utilisé comme principal composant des argiles kaolinitiques (Waksman *et al.* 2010 ; Waksman 2012). La définition de la production S1 est encore à l'état embryonnaire car peu d'échantillons y sont actuellement associés, ce qui est moins le cas avec la production S3. Cette dernière reste malgré tout difficilement datable, et S.Y. Waksman pose la question de sa diffusion à la période tardo-byzantine ou bien au début de la période ottomane (Waksman 2012). Parmi les céramiques qui en sont issues figurent des échantillons présentant des décors comparables à ceux de la *Westliche Ware*, un type céramique reconnu par B. Böhlendorf-Arslan (Böhlendorf-Arslan 2004 : p. 136-137) sur des sites turcs à Istanbul, Iznik, Pitane et Pergame, mais aussi sur d'autres sites en Grèce et en Bulgarie où il est considéré comme post-byzantin (Waksman *et al.* 2010).

5.1.4 Productions des Balkans

Pour terminer sur les études archéométriques de céramiques byzantines, nous souhaiterions évoquer celles menées ces dernières années dans la région des Balkans, et portant plus précisément sur des corpus datés de la transition entre période byzantine et période ottomane.

En 2010, A. Raskovska et collaborateurs publient une étude portée sur des céramiques découvertes dans des contextes bien stratifiés de la forteresse de Skopje (Macédoine) (Raskovska *et al.* 2010). Treize échantillons byzantins (XIII^{e}-XIV^{e} siècles) et quatorze ottomans (XVII^{e}-XIX^{e} siècles) sont sélectionnés pour être analysés par spectroscopie FTIR et spectrométrie Raman. D'après les compositions minéralogiques obtenues suite à ces analyses, il a été possible de définir et de différencier la production byzantine de la production ottomane. Celles-ci furent produites à partir d'argiles différentes extraites dans différents sites (Raskovska *et al.* 2010).

Cependant, bien que ces productions byzantine et ottomane attestent de l'utilisation de matières premières différentes pour leur pâte argileuse, il n'a pas été possible cependant de les différencier en termes de techniques de fabrication ; que cela concerne les températures de cuisson estimées aussi bien que la glaçure utilisée. En effet, pour ces deux productions, la glaçure est décrite comme étant à base de plomb, et les indices de polymérisation calculés grâce aux analyses par spectrométrie Raman laissent supposer que ces glaçures aient toutes été cuites à des températures inférieures à 700°C (Raskovska *et al.* 2010).

Avec les céramiques utilisées dans la forteresse de Skopje, nous observons une différence entre productions byzantine et ottoman concernant le choix des matériaux argileux pour la fabrication de la pâte, tandis que les glaçures sont globalement de même nature.

En Serbie, sur le site de Novo Brdo, une étude a récemment été effectuée sur des céramiques datées des XIV^{e}-XVI^{e} siècles ; ce qui correspond, pour ce site, à la fin de la période byzantine et au début de la période ottomane à compter du milieu du XV^{e} siècle (Damjanović *et al.* 2016). Vingt-sept échantillons témoignant de cette transition ont été analysés par ICP-OES, XRD, spectroscopie FTIR, et spectrométrie Raman.

Contrairement à ce qui a été observé avec les céramiques de la forteresse de Skopje (Raskovska *et al.* 2010), aucune distinction majeure n'est ici attestée entre céramiques byzantines et ottomanes concernant la composition de leur pâte argileuse. Ces céramiques proviennent toutes d'une même production qui semble d'ailleurs être locale car ses

compositions minéralogiques et chimiques concordent avec celles d'argiles locales (Damjanović *et al.* 2016).

Cette similarité s'observe aussi au niveau des techniques. D'après les compositions minéralogiques des pâtes céramiques, et par comparaison avec celles des argiles locales traitées puis chauffées à différentes températures, les températures de cuisson ont pu être estimées pour toutes les céramiques entre 850°C et 950°C. Quant aux glaçures utilisées, elles sont toutes transparentes et riches en plomb comme l'attestent leurs faibles indices de polymérisation calculés à partir des spectres Raman (Damjanović *et al.* 2016). Que ce soit pour les céramiques byzantines, comme ottomanes, deux couleurs furent analysées dans ces glaçures – le jaune et le vert – respectivement produites par l'ajout d'oxydes de fer et de cuivre (Damjanović *et al.* 2016).

Des glaçures transparentes plombifères sont aussi observées sur des céramiques datées des X^{e}-XVIII^{e} siècles, découvertes sur le site de Drastar (actuelle Silistra) en Bulgarie, mais dont leur origine n'a pu être déterminée (Lyubomirova *et al.* 2017). Bien que témoignant cependant de productions différentes, ces céramiques présentent toutes une glaçure transparente plombifère, pauvre en alcalins ($Na_2O+K_2O < 3\%$ massique, analyses PIXE-PIGE). D'après les auteurs, leur « couleur jaune est due à la présence de Fe^{3+}, la couleur brune est due à Fe^{3+} en plus forte concentration ou à l'association Fe^{3+} et Mn^{3+}, et la couleur verte est due à Cu^{2+} » (traduit de Lyubomirova *et al.* 2017, p. 81).

5.1.5 Bilan sur les études archéométriques des productions de céramiques byzantines

Ainsi, depuis le début des années 1980 et la première grande étude de provenance menée par A.H.S. Megaw et R.E. Jones (Megaw & Jones 1983), de nombreuses études ont pu être effectuées à partir de mobilier archéologique attestant pour certain d'une production locale. Grâce à ces études, il est possible aujourd'hui de proposer des tendances générales sur la production et la circulation des céramiques byzantines, mais aussi sur leur technique de fabrication.

Toutes les céramiques de table byzantines analysées furent produites à partir d'une pâte argileuse suivant deux tendances principales. Parmi les premières productions byzantines analysées des VII^{e}-XI^{e} siècles, figurent majoritairement des céramiques à pâte blanche kaolinitique semblant être originaires de Constantinople. A partir de la fin du XI^{e} – début du

XII^{e} siècle, des centres de production de céramiques à pâte rouge sont attestés sur le pourtour de la mer Egée et se multiplient à partir du XIII^{e} siècle.

Au XII^{e} siècle, Chalcis, une plateforme commerciale importante de la Méditerranée à cette époque, devient le centre majeur de production de céramiques byzantines d'où sera exportée une multitude de types – la MBP – sur tout le pourtour méditerranéen ainsi qu'en mer Noire, et ce, jusque vers le tout début du XIV^{e} siècle. Les études archéométriques permirent aussi de définir les productions d'autres centres de moindre envergure, apparaissant au XIII^{e} siècle, et produisant de nouvelles céramiques telles la ZW ou bien encore la *Thessaloniki Ware*. Parmi ces centres, certains sont situés en Anatolie occidentale tels ceux de Pergame et d'Ephèse que nous présenterons au chapitre 6.

En termes de techniques de décoration, et en ce qui concerne notamment la fabrication de la glaçure, une tendance globale se dessine avec l'utilisation d'une glaçure plombifère transparente, aussi bien appliquée sur des céramiques à pâte blanche que sur des céramiques à pâte rouge utilisant un engobe intermédiaire. Cependant, cette tendance n'est pas singulière et unique, contrairement à ce qu'avaient publié P. Armstrong et collaborateurs (Armstrong *et al.* 1997).

En effet, les productions de plaques murales et des céramiques *Glazed White Ware II* de Constantinople témoignent de l'utilisation de plusieurs recettes de glaçures avec certes, des glaçures plombifères, mais aussi des glaçures plus alcalines permettant de diversifier davantage les couleurs avec par exemple le turquoise que nous n'observons dans aucune autre production byzantine (Waksman 2015).

Quant aux engobes, très peu de travaux s'y sont vraiment consacrés, si ce n'est les études de C. Capelli et R. Cabella sur des céramiques découvertes en Italie et dans le sud de la France. Ces études témoignent de l'utilisation d'engobes argileux fins pour quelques tessons de MBP et de ZW.

Les récentes études menées dans les Balkans confirment l'usage de la glaçure transparente plombifère dans les productions byzantines de la région, mais aussi dans des productions ottomanes à pâte argileuse.

5.2 Les productions turques

Dans cette partie consacrée aux productions de céramiques turques, nous traiterons uniquement des études archéométriques ayant porté sur les céramiques seldjoukides et ottomanes. Les études menées sur les productions *beyliks*, ainsi que sur la production ottomane de *Miletus Ware*, seront l'objet d'un chapitre à part entière, puisque ce sont certaines de ces études qui permirent de définir les productions à partir desquelles le corpus de la présente étude a pu être constitué (cf. chapitre 5).

5.2.1 Les céramiques des Seldjoukides de Roum : le cas des carreaux glaçurés

Les céramiques seldjoukides anatoliennes les plus étudiées sont les carreaux glaçurés utilisés pour orner les murs de monuments importants tels les mosquées, les *medreses*, les *imarets*, les *türbes*, ou bien encore les palais.

La première étude de carreaux seldjoukides que nous avons pu recenser fut celle conduite par C. Kiefer et publiée notamment dans deux numéros du *Bulletin de la Société Française de Céramique* en 1956 (Kiefer 1956a, 1956b). Les fragments analysés proviennent soit d'une campagne d'échantillonnage menée par l'auteur sur des monuments dont les circonstances et périodes de construction étaient connues, soit de collections privées et dont la production fut définie selon la typologie et les décors (Kiefer 1956a). Parmi son échantillonnage, nous retrouvons des carreaux des XII^{e} et XIII^{e} siècles, provenant de monuments de Konya alors capitale du sultanat de Roum.

Avec ces carreaux seldjoukides, nous avons affaire à l'utilisation d'une pâte synthétique et non argileuse comme cela fut le cas avec les productions byzantines. Les pâtes synthétiques des carreaux de Konya sont composées à près de 90% de grains de quartz cimentés par un liant vitreux produit par l'apport d'argile et de fritte. La fritte utilisée, dans ces productions seldjoukides, est de type alcalino-calcique (Kiefer 1956a).

Une glaçure repose directement sur ces pâtes, sans engobe intermédiaire, dont les analyses chimiques permirent à C. Kiefer de les identifier comme étant alcalino-calcique, sans présence de Pb. Des telles compositions, selon l'auteur, permettent à ces glaçures d'être « parfaitement adaptée à la pâte dont le coefficient de dilatation est très élevé » (Kiefer 1956a). Les couleurs observées parmi les glaçures analysées sont le turquoise, le violet-aubergine et le bleu, pour lesquelles des teneurs plus élevées en cuivre, manganèse et cobalt furent respectivement

observées. C. Kiefer mentionne la présence de carreaux à glaçure verte sur des monuments sur lesquels il a procédé à son échantillonnage, mais ne les a pas analysés (Kiefer 1956a, 1956c). Il est envisageable que ces glaçures soient de type plombifère, dont la couleur verte résulte de l'adjonction d'oxydes de cuivre.

En 1989, J. Henderson et J. Raby publient les résultats de leur étude visant à définir l'origine de la technologie de production des carreaux ottomans d'Iznik fabriqués à compter de la fin du XV^{e} siècle. Des carreaux provenant d'une *mendrese* seldjoukide de Sivas datée du XIII^{e} siècle furent analysés au MEB-EDS. Les résultats obtenus concordent avec ceux publiés par C. Kiefer, puisque ces carreaux de Sivas sont produits à partir d'une pâte synthétique à fritte sodo-calcique, sans trace de plomb, sur laquelle repose une glaçure alcaline (Henderson & Raby 1989). Cette technique de production est, selon ces chercheurs, comparable à celle employée en Iran à la même époque.

Plus récemment, une étude conduite par D.T. Smith fut publiée en 2006, pour laquelle l'objectif était de comparer les techniques de production de céramiques de Raqqa du XIII^{e} siècle avec d'autres pièces islamiques (Smith 2006). Cette étude comparative, effectuée par analyses par activation neutronique et XRF, fut réalisée sur des pièces de musées dont dix-sept échantillons seldjoukides provenant de monuments datés du début du XIII^{e} localisés à Konya et Kubad-Âbâd. Ces carreaux seldjoukides furent aussi produits à partir d'une pâte synthétique que l'auteur arrive à distinguer de la production de Raqqa sur la base des compositions chimiques.

La nature de la fritte et/ou de l'argile employée pour ces pâtes synthétiques seldjoukides n'est pas précisée, mais il est cependant noté que ces pâtes seldjoukides sont « assez hétérogènes, utilisant très certainement une variété de recettes de pâtes synthétiques et d'argiles distinctes » (traduit de Smith 2006, p. 232). Cela souligne vraisemblablement le fait que nous ayons affaire à plusieurs productions.

Ce constat put être confirmé quelques années plus tard, grâce aux travaux menés par I.C. Freestone et collaborateurs sur des carreaux issus du palais de Kubad-Âbâd situé à proximité du lac de Beyşehir (Yenğingil & Freestone 2008 ; Freestone *et al.* 2009). Ces carreaux sont datés de la première moitié du XIII^{e} siècle du fait que le palais d'où ils sont issus fut construit sous le règne du sultan Alaeddin Kaykobad (r. 1220-37).

Pour cette étude, les carreaux furent dans un premier temps classés selon leur forme, la nature des décors et la technique employée. Par la suite, des représentants (une cinquantaine d'échantillons) de chaque groupe alors constitué furent observés en pétrographie, puis analysés par ICP-MS. Les résultats obtenus attestèrent d'une corrélation entre les compositions élémentaires des pâtes synthétiques et les groupes typo-techniques. D'après les auteurs, ces différents groupes définissent plusieurs productions issues d'ateliers différents. Chacun de ces groupes représente une commande individuelle pour la décoration d'une pièce spécifique du palais (Freestone *et al.* 2009).

En se basant sur des indices archéologiques, il semblerait que ces ateliers de potiers aient exercé leur activité dans la région de Kubad-Âbâd, à l'exception d'une production pour laquelle l'argile employée comme liant est calcaire, et non kaolinitique comme le sont les argiles des productions de la région (Freestone *et al.* 2009).

Les glaçures, analysée au MEB-EDS, reposent directement sur les pâtes synthétiques, et sont pour la majorité transparentes et de type sodo-calcique. Des décors peints en noir sous glaçure furent observés et le pigment employé fut identifié comme de la chromite concassée. Les couleurs turquoise ou bleu foncé attestées dans la plupart des glaçures furent respectivement produites par les oxydes de Cu et de Co présents dans le mélange glaçurant. Certains carreaux témoignent de l'emploi du décor de lustre métallique appliqué sur des glaçures qui sont alors de type alcalino-plombifère opacifiée à l'étain (Yenğingil & Freestone 2008 ; Freestone *et al.* 2009).

Ces dernières glaçures, alcalino-plombifère avec de fortes teneurs en étain, seront aussi utilisées avec les productions ottomanes d'Iznik.

5.2.2 La céramique d'Iznik

D'après M.S. Tite (1989), « le terme poterie d'Iznik se réfère à la poterie produite en Turquie ottomane à partir de la fin du XV^{e} siècle, fabriquée avec une pâte quartz-fritte et décorée avec un panel varié de couleurs peintes sous glaçure. Initialement produite comme substitut de la porcelaine bleue et blanche importée de Chine, la séquence généralement acceptée pour le développement de la poterie d'Iznik commença aux environs de 1480 avec la céramique *Abraham of Kütahya* et continua avec les céramiques *Golden Horn* et *Damascus*, ainsi qu'avec les céramiques à décor *bole red* (appelée aussi *Rhodian Ware*), dont leur production commença dans les années 1550 et continua jusqu'au XVII^{e} siècle. Le décor des

céramiques *Golden Horn* et *Abraham of Kütahya* est principalement bleu, tandis que celui des céramiques *Damascus* et à décor *bole red* est polychrome » (traduit de Tite 1989, p. 115). Bien que portant le nom d'Iznik, cette céramique fut aussi produite à Kütahya (Tite 1989).

Cette céramique ottomane d'Iznik fut exportée sur tout le pourtour méditerranéen, aussi bien les carreaux retrouvés sur de nombreux monuments religieux de l'empire ottoman, que les céramiques de table. De par leur luxe et leur technicité, de nombreuses pièces issues de ces productions se retrouvent aujourd'hui exposées dans les musées et furent l'objet de plusieurs études dont nous présentons les principaux résultats dans ce chapitre.

Dans son étude – déjà mentionnée avec les céramiques seldjoukides – C. Kiefer analyse des carreaux d'Iznik provenant de monuments datés entre la fin du XIV^{e} à la fin du XVII^{e} siècle (Kiefer 1956a ; 1956b). L'observation et l'analyse des différents composants de ces carreaux (pâte, engobe et glaçure) permet à l'auteur de proposer quatre périodes de production des céramiques d'Iznik définies comme suit :

- Fin XIV^{e} – début XV^{e} siècle : production d'une pâte synthétique utilisant un liant à fritte alcalino-calcique. Les glaçures, reposant directement sur ces pâtes, sont alcalino-plombifères et colorées principalement en turquoise au cuivre et au bleu foncé de cobalt.

- XV^{e} – début XVI^{e} siècle : bien que certains carreaux présentent toujours une pâte synthétique à fritte alcalino-calcique, cette période marque une étape de transition dans les fabrications d'Iznik car nous voyons apparaître des pâtes synthétiques à liant à fritte alcalino-plombifère caractéristiques des époques suivantes. Les glaçures sont alcalino-plombifères à plombifères, et colorées principalement en turquoise et vert au cuivre ainsi qu'en bleu de cobalt.

- Début XVI^{e} siècle : période qui marque le début de l'utilisation d'un engobe, aussi synthétique, entre la pâte synthétique à liant à fritte alcalino-plombifère et la glaçure.

- XVI^{e} – début XVII^{e} siècle : la pâte est restée identique à celle des pièces fabriquées durant la troisième période et les glaçures sont toujours alcalino-plombifères, reposant sur un engobe, le plus souvent blanc. Cette période marque une standardisation de la production caractérisée par une décoration sous glaçure incolore, comprenant très souvent du rouge vif en relief, faisant sa renommée. Ce rouge, semble être produit à

> partir d'un sable ou quartz ferrugineux, ayant subi une « calcination ménagée » en atmosphère oxydante (Kiefer 1956a, p. 18). Les autres couleurs utilisées sont le bleu turquoise de cuivre associé à une glaçure très alcaline, le vert au cuivre, le bleu foncé de cobalt et un noir verdâtre, vraisemblablement à base de chromite. Le noir sert à tracer sur le fond d'engobe le canevas du décor, les couleurs étant ensuite déposées en remplissage sur le canevas. La glaçure incolore recouvre le tout, le décor apparaissant par transparence à travers la glaçure (Kiefer 1956a).

Il faudra attendre près de trente années pour voir publiées de nouvelles études archéométriques portant sur les productions d'Iznik, avec notamment celles menées par J. Henderson (Henderson 1989, Henderson & Raby 1989) et M.S. Tite (Tite 1988, 1989). Ces études, contrairement à celle de C. Kiefer, portent davantage sur la vaisselle de table.

Concernant la nature de la pâte synthétique produite par les potiers d'Iznik, ces études confirment la chronologie de C. Kiefer, à savoir que le passage de l'utilisation d'une fritte sodo-calcique à une fritte alcalino-plombifère s'effectue à la toute fin XV^{e} – début du XVI^{e} siècle (Henderson & Raby 1989). Les analyses au MEB-EDS permirent d'obtenir les compositions de ces nouvelles frittes constituées notamment à 5-7 % massiques d'oxydes d'aluminium, de sodium et de plomb ; et 2-3 % massiques d'oxydes de potassium, de calcium, de magnésium et de fer (Tite 1989).

L'utilisation d'une telle fritte alcalino-plombifère utilisée dans les productions des XVI^{e} et XVII^{e} siècles est propre à Iznik, devenant ainsi une caractéristique discriminante de sa production (Tite 1989 ; Paynter *et al.* 2004). Cependant, les raisons de son introduction remplaçant la fritte sodo-calcique usuellement utilisée dans le monde islamique, restent encore inconnues (Henderson & Raby 1989 ; Tite 1989).

Grâce à l'utilisation de techniques d'analyses plus performantes, les compositions des engobes utilisés à compter du XVI^{e} siècle sont mieux connues. D'une épaisseur de 300 µm à un maximum de 1 mm, ces engobes sont aussi de type synthétique, mais diffèrent des pâtes sur plusieurs aspects. Ils sont préparés à partir de grains de quartz plus fins (environ 25 µm), contiennent moins de verre interstitiel, et ont une teneur en fer bien plus faible (environ 0,5 % FeO dans la phase vitreuse de l'engobe, contre 3 % dans celle des pâtes) (Tite 1989).

Les glaçures sont elles aussi mieux caractérisées et les analyses au MEB-EDS permirent d'obtenir des compositions élémentaires, grâce auxquelles il a été possible de constater que les

ratios PbO/Na_2O variaient de 2/1 à 4/1, étant donc plus élevés que le ratio 1/1 mesurer dans les phases vitreuses des pâtes. D'après M.S. Tite, cela atteste le fait que les frittes utilisées pour les glaçures et les pâtes étaient de compositions différentes (Tite 1989).

Par ailleurs, l'analyse des glaçures a permis de relever la présence d'étain (4-7% SnO_2) dans les productions du XVI^{e} – début XVI^{e} siècle, ce qui n'avait pas été observé par C. Kiefer (Kiefer 1956a, 1956c). L'étain, majoritairement en solution dans les glaçures, n'avait pas le rôle d'opacifiant et les glaçures restèrent essentiellement transparente (Tite 1989). A compter du milieu XVII^{e} siècle – phase de déclin de la production d'Iznik – les glaçures ne contiennent plus d'étain (Henderson 1989).

Il a aussi été possible d'approfondir l'identification des pigments utilisés pour la coloration des glaçures et notamment ceux à base de cobalt pour le bleu foncé. En effet, J. Henderson a pu constater, pour les glaçures datées de la fin du XV^{e} et du début du XVI^{e} siècle, la présence systématique des éléments fer, nickel et cuivre associés au cobalt. Du fait de ne pas avoir détecté d'arsenic, l'auteur suggère qu'une source de cobalt manganifère ait probablement été utilisée. Cependant, il rappelle que le bleu de *zaffre* était produit à l'époque médiévale en grillant du minerai à base d'arséniure et de sulfure de cobalt, résultant en une volatilisation de l'arsenic. Ainsi, le fait de ne pas observer d'arsenic n'est pas nécessairement propre à la nature du minerai utilisé, mais peut aussi résulter d'une préparation de ce dernier par grillage. Dans ce cas, la détermination de la provenance du minerai devient compliquée (Henderson 1989).

A l'inverse, avec des céramiques datées d'environ 1530 à 1560, de l'arsenic est détecté dans les glaçures bleu cobalt, tandis que les teneurs en manganèse sont très faibles, ce qui semble indiquer l'exploitation d'une source différente. J. Henderson propose la région de la Forêt Noire en Allemagne comme source potentielle, ou bien encore la mine de Qamsar en Iran (Henderson 1989).

Les céramiques analysées lors de ces études menées à la fin des années 1980 provenaient de fouilles d'Istanbul et de Küthaya pour les échantillons de M.S. Tite, et d'Iznik et d'autres cités ottomanes pour les échantillons de J. Henderson, sans que les contextes ne soient davantage précisés. Or, nous avons mentionné dans le chapitre 2 les fours de carreaux ottomans fouillés dans les années 1980 sous la direction d'O. Aslanapa (Aslanapa *et al.* 1989).

Des fragments de carreaux ottomans issus de ces contextes de production furent analysés par F. Okyar (Okyar 2002), dont les résultats attestent des mêmes tendances que celles observées par J. Henderson et M.S. Tite à partir d'analyses de céramiques dont l'attribution à

Iznik n'avait pas encore été attestée d'un point de vue archéologique. Quelques différences furent tout de même observées, et seront reprises lors d'une étude comparative par S. Paynter et collaborateurs (Paynter *et al.* 2004).

Dans cette étude, les données publiées dans des publications antérieures, dont celles que nous venons de citer, sont comparées avec de nouvelles données acquises par analyses ICP-AES et MEB-WDS de nouveaux échantillons provenant des fours ottomans d'Iznik. Ces échantillons nouvellement analysés comprennent des tessons de céramiques et de carreaux, mais aussi des biscuits et des scories de verre. Les quatre types de la céramique d'Iznik sont représentés dans cet échantillonnage.

L'analyse au MEB-WDS de fragments de verre observés dans les pâtes synthétiques des deux biscuits attestent la présence de fragments de verre sodo-calcique et de verre plombifère. Une telle observation fut aussi faite avec un échantillon de *Rhodian Ware*, ce qui suggère que des fragments de verres sodo-calciques et plombifères étaient ajoutés dans la préparation des pâtes synthétiques d'Iznik (Paynter *et al.* 2004). Les analyses des précédentes études ne permettaient pas d'observer cette méthode de production car les compositions obtenues correspondaient à celles du verre interstitiel résultant de la fusion des différents composants fondants (fragments de verre et portions d'argile) (Paynter *et al.* 2004).

Une des autres problématiques développées dans cette étude comparative concernait la provenance des alcalins employés pour la fabrication des glaçures d'Iznik. Il a en effet été constaté que ces glaçures présentaient des ratios Na_2O/K_2O, Na_2O/MgO et Na_2O/CaO élevés, ce qui laissa suggérer, comme source d'alcalins, l'utilisation de cendres purifiées de plantes désertiques ou côtières, ou bien encore d'un minéral sodique jusqu'alors non identifié.

Cette question trouvera une réponse grâce à l'étude de M.S. Tite et collaborateurs publiée en 2016 (Tite *et al.* 2016). Dans leur étude, les auteurs cherchaient à identifier la nature des fondants alcalins utilisés dans la production des glaçures ottomanes d'Iznik ainsi que de verres byzantins ouest anatoliens. Ces glaçures et ces verres furent analysées par MEB-EDS et par LA-ICP-MS. Les compositions obtenues témoignèrent toujours de ratios Na_2O/K_2O, Na_2O/MgO et Na_2O/CaO élevés. De plus, les analyses par LA-ICP-MS permirent de mesurer des teneurs à plus de 500 ppm de bore et à plus de 49 ppm de lithium. De telles données ont permis aux auteurs de proposer comme source de fondant alcalin des minéraux évaporites de type $Na\text{-}HCO_3$, issus des sources chaudes ouest-anatoliennes (Tite *et al.* 2016).

5.2.3 Bilan sur les études archéométriques des productions turques

Ainsi, dans cette partie consacrée aux productions de céramiques turques, nous constatons qu'une majorité des études archéométriques qui y ont été menées portent exclusivement sur des productions luxueuses et cherchent principalement à définir des techniques de fabrication. Dans les cas que nous venons de présenter, la grande majorité des céramiques analysées est à pâte synthétique et ne reflète guère les productions en usage quotidien à l'époque.

Dans les contextes postmédiévaux des sites sur lesquels nous avons travaillé dans le cadre de cette étude, la majorité des céramiques découvertes présentaient une pâte argileuse, et étaient notamment décorées d'une glaçure monochrome verte reposant sur un engobe. Les études menées dans les Balkans, tout comme le cas de la *Miletus Ware*, témoignent de productions ottomanes à pâte argileuse. A Iznik, la production de céramiques à pâte argileuse contemporaine à celle des pâtes synthétiques a pu aussi être attestée et a fait l'objet d'une étude céramologique (François 1996). Il en est de même avec les céramiques seldjoukides (Bakirer 1974 ; François 2003).

Néanmoins, il est tout de même intéressant de pouvoir observer une nette différence entre les recettes de fabrication des pâtes synthétiques seldjoukides et ottomanes. Avec les productions seldjoukides, nous observons l'introduction d'une fritte alcalino-calcaire dans les pâtes synthétiques, selon les traditions iraniennes ; tandis qu'avec les productions d'Iznik, les fondants ajoutés dans la pâte se présentent sous la forme de fragments de verre sodo-calciques et plombifères. Cela confère à la pâte synthétique d'Iznik une composition qui permet de la distinguer des autres productions islamiques à pâte synthétique (Tite *et al.* 2008, 2011).

Des différences sont aussi constatées entre les glaçures seldjoukides et ottomanes. Les études menées sur les carreaux du palais de Kubad-Âbâd attestent de l'utilisation d'une glaçure sodo-calcique transparente reposant directement sur la pâte ; tandis que les glaçures ottomanes d'Iznik reposent sur un engobe à compter du XVI^{e} siècle et sont de type alcalino-plombifère très légèrement opacifié à l'étain.

Cependant, avec les décors de ces productions turques – seldjoukide et ottomane –, nous observons l'utilisation de pigments à base de chrome et de cobalt, que nous n'observons pas avec les productions byzantines, à l'exception de deux tessons de plaques murales constantinopolitaines (Vogt *et al.* 1997).

Nous constatons ainsi des différences, mais aussi des similitudes entre les productions seldjoukides et ottomanes, séparées par une période de plus d'un siècle et demi. Cette période est celle des beylicats qui occuperont une grande partie de l'Anatolie du XIV^{e} au début du XV^{e} siècle ; et dont les productions de céramiques ouest anatoliennes sont l'objet de la présente étude.

6. Productions médiévales et postmédiévales ouest-anatoliennes de l'étude

Ce chapitre 6 est consacré aux productions à partir desquelles le corpus étudié a pu être constitué. Nous évoquerons dans un premier temps la méthode qui a été utilisée pour pouvoir définir la majorité d'entre elles, puis nous présenterons ensuite ces productions. Enfin, nous terminerons ce chapitre en présentant certaines études archéométriques qui ont déjà été menées sur des céramiques similaires à celles de l'étude.

La définition des productions étudiées a été établie grâce aux travaux de S.Y. Waksman menés depuis les années 1990 et son étude par analyses PIXE, INAA et pétrographie de la céramique byzantine découverte à Pergame (Waksman *et al.* 1994, 1996 ; Waksman 1995, 2015 ; Waksman & Spieser 1997). Deux des productions que nous allons traiter furent constituées dès cette étude, et l'une d'entre elles put être enrichie suite aux campagnes d'échantillonnage que nous avons menées en 2014 et 2015 (cf. chapitre 2).

Quant aux six autres productions sur lesquelles nous travaillons, elles furent définies à compter des années 2000, grâce aux études de provenance effectuées au laboratoire de céramologie de Lyon (ArAr – UMR5138) (Waksman & Francois 2004-2005 ; Sauer & Waksman 2005 ; Waksman 2014b, 2015 ; Waksman *et al.* sous presse ; Burlot *et al.* à paraître a, à paraître b).

6.1 Etudes de provenance au laboratoire de céramologie de Lyon (ArAr – UMR5138)

6.1.1 Etudes de provenance

Les études de provenance de céramiques ont pour principal objectif de définir des productions qui puissent être localisées à l'échelle d'une région, d'un site, voire d'un atelier ; afin d'avoir des référentiels à partir desquels il est alors possible de tracer des aires de distribution.

En reprenant la définition présentée dans le chapitre 3, nous rappelons que nous considérons la production comme étant un groupe de céramiques dont les pâtes argileuses présentent des

caractéristiques minéralogiques et chimiques similaires (Waksman 2014a). A partir de cette définition, nous pouvons présenter l'étude de provenance selon un processus s'effectuant en deux temps. Dans un premier temps, il s'agit de constituer un groupe de céramiques présentant les mêmes compositions chimiques afin de définir une production, et dans un second temps, de pouvoir lui attribuer une localisation.

Bien entendu, ce processus en deux temps correspond à l'aboutissement de l'étude. Il est important de rappeler que celle-ci repose sur plusieurs étapes opérées en amont, à commencer par la définition des problématiques, dont dépendent les étapes suivantes que sont l'échantillonnage, le choix de la méthode d'analyse, le prélèvement et la préparation des échantillons.

6.1.2 Protocole analytique

La méthode d'analyse élémentaire utilisée au laboratoire de céramologie de Lyon est la spectrométrie de fluorescence X à dispersion en longueur d'onde (WD-XRF). Une présentation de cette méthode, rédigée par V. Thirion-Merle, responsable de la plateforme technologique de Céramologie de l'UMR5138, fut publiée en 2014 (Thirion-Merle 2014). Quant à la description du protocole analytique qui suit, nous reprenons celui décrit dans la publication de Waksman et collaborateurs, portée sur l'étude des céramiques à décor moulé *beyliks* d'Ephèse et de Milet (Waksman *et al.* sous presse).

6.1.2.1 Préparation des échantillons pour analyses par WD-XRF

Avant d'être analysés par WD-XRF, les échantillons de céramiques subissent une préparation spécifique. Dans un premier temps, leurs surfaces sont décapées à l'aide d'une scie diamantée, de manière à supprimer tout revêtement, mais aussi impuretés et produits d'altération de surface liés aux conditions d'enfouissement. L'objectif de ce décapage est d'obtenir le cœur non pollué de la pâte argileuse qui est par la suite chauffé à 950°C afin d'éliminer eau résiduelle et matières organiques.

A l'aide d'un broyeur à disques et anneaux oscillants, l'échantillon est ensuite réduit en poudre. 800 mg de cette poudre céramique sont alors mélangés avec 3200 mg d'un fondant constitué de métaborate et tétraborate de lithium. Ce mélange est ensuite chauffé, fondu et réduit en perle de verre après refroidissement accélérée dans une coupelle en alliage or-platine. C'est cette perle de verre homogène qui est ensuite analysée par WD-XRF.

6.1.2.2 Analyse par spectrométrie WD-XRF et traitement statistique

Au laboratoire de céramologie de Lyon, l'analyse élémentaire s'effectue en utilisant un spectromètre WD-XRF, de modèle *Bruker S8 Tiger* (**figure 6.1**), calibré par l'utilisation de 40 standards géologiques, permettant de quantifier les 24 éléments suivants : Ca, Fe, Ti, K, Si, Al, Mg, Mn, Na, P (éléments majeurs et mineurs mesurés en % massique d'oxydes) ; Zr, Sr, Rb, Zn, Cr, Ni, Ba, Cu, V, La, Ce, Y, Pb, Th (éléments traces mesurés en ppm).

Figure 6.1 : Spectromètre WD-XRF *Bruker S8 Tiger* utilisé au laboratoire de céramologie de Lyon, ArAr – UMR5138 (Photo : J. Burlot).

Certains éléments mesurés peuvent être écartés pour les traitements statistiques puisque leur présence dans la pâte argileuse peut résulter de la diffusion de la glaçure par exemple (Pb) ou bien encore de phénomènes d'altération (P). D'autres éléments peuvent ne pas être pris en compte car leur analyse peut être sujette à des imprécisions importantes (La). Ainsi, des 24 éléments quantifiés, 17 sont généralement utilisés comme variables dans les traitements statistiques multivariés afin de classer les échantillons en groupe de composition chimique similaire. Au laboratoire ArAr – UMR5138, cette classification est faite, entre autres, grâce à l'analyse hiérarchique ascendante utilisant la distance euclidienne (Picon 1984 ; Waksman 2014a).

Une telle classification peut être illustrée par un dendrogramme qui va, en plusieurs opérations de regroupements successifs, associer les échantillons analysés selon leurs similitudes chimiques (Waksman 2014a). Sur le dendrogramme résultant d'une classification hiérarchique ascendante présenté en **figure 6.2**, « chaque échantillon y est initialement représenté par une barre verticale à la base du graphique. Les deux échantillons les plus semblables du point de vue de leurs compositions sont reliés par une barre horizontale, positionnée à une hauteur d'autant plus faible que leur ressemblance est forte. Ils sont alors fusionnés en un « pseudo-échantillon » de composition moyenne. Le même procédé est répété, la liaison s'opérant à hauteur croissante, jusqu'à ce que tous les échantillons soient reliés entre eux. Le dendrogramme se présente ainsi sous la forme de « grappes » d'échantillons de compositions semblables reliés à bas niveau, qui sont rattachées entre elles au sommet de la figure. Les échantillons rattachés à une hauteur relativement élevée à l'un ou l'autre des groupes auront une probabilité d'autant plus faible d'en faire partie » (Waksman 2014a, p. 207).

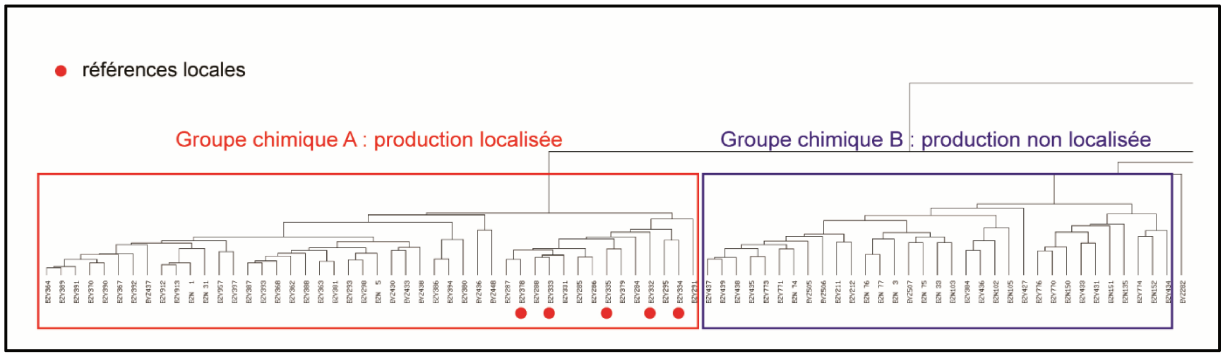


Figure 6.2 : Exemple d'un dendrogramme résultant d'une classification hiérarchique ascendante, ayant permis de distinguer deux principaux groupes chimiques (A et B).

6.1.3 Définition d'une production

Afin de rattacher un groupe ainsi constitué à une région, voir à un centre de production, il faut vérifier si celui-ci inclut ou non des éléments attestant d'une production locale (**figure 6.2** : groupe chimique A). Ces références locales peuvent être des ratés de cuissons, des biscuits ou bien encore des trépieds qui sont des éléments servant à séparer les céramiques glaçurées les unes des autres lors de la cuisson (**figure 6.3**), ou à défaut des argiles (Waksman 2014a).

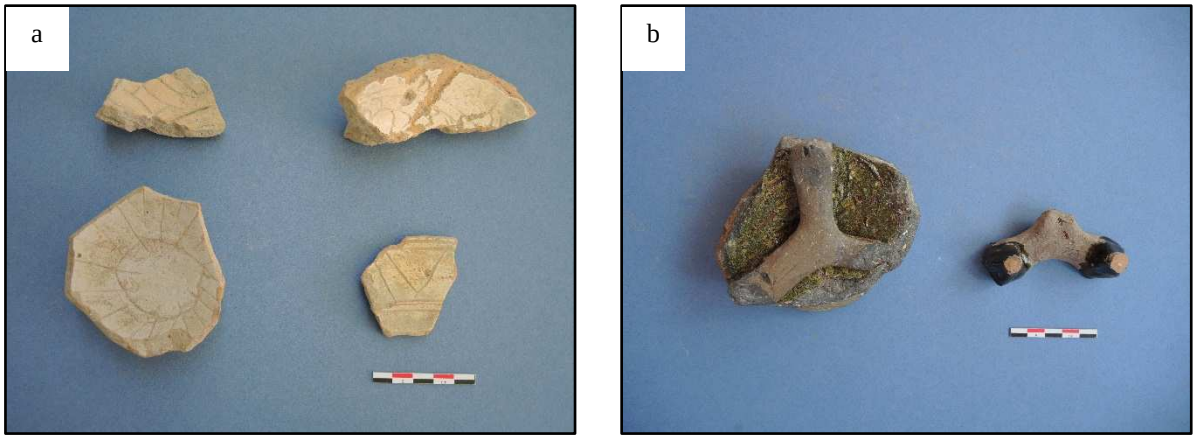


Figure 6.3 : Exemples de références locales : a) biscuits de sgraffito ; b) raté de cuisson avec trépied collé et fragment d'un trépied (Photos : S.Y. Waksman).

Il est important de noter que la définition de productions, localisées ou non, n'est pas uniquement le fruit d'analyses statistiques. En effet, chaque groupe est systématiquement étudié afin de vérifier sa cohérence chimique en comparant chaque échantillon le constituant élément par élément ; ainsi que sa cohérence « archéologique » (Waksman 2014a). C'est à la suite d'un tel protocole analytique que les productions de la présente étude purent être définies.

6.2 Les productions de l'étude

Les productions que nous avons sélectionnées pour notre étude se comptent au nombre de huit, dont sept sont représentées dans les dendrogrammes des **figures 6.4** et **6.5**. La huitième production correspond à celle vraisemblablement localisée à proximité du quartier d'habitat byzantin de Pergame. Cette production, que nous nommerons « Pergame tardo-byzantin », fut définie à partir de données obtenues par analyses PIXE et INAA (Waksman *et al.* 1994, 1996 ; Waksman 1995, 2005 ; Waksman & Spieser 1997 : « groupe 1 » ou aussi « groupe local principal »), ce qui explique pourquoi nous ne l'avons pas intégrée au dendrogramme.

Parmi ces huit productions, six sont localisées – cinq à l'échelle du site voire de l'atelier, une à l'échelle régionale – et deux ne le sont pas encore. A Ephèse, une production a pu être localisée (Ephèse local (c/4)) et une seconde production semble avoir été en activité dans la région (Ephèse régional (b/2)). Deux des productions de l'étude sont localisées à Pergame, une proche du quartier d'habitat byzantin (Pergame tardo-byzantin) et la seconde correspond à celle de l'atelier découvert parmi les vestiges de la *Rote Halle* (Pergame *Rote Halle*). Les deux dernières productions localisées proviennent de Milet (Milet local) et d'Iznik (Iznik local).

Quant aux deux productions non localisées, il s'agit de « Pergame F » et « *Miletus Ware* non localisée » (**figures 6.4** et **6.5**). Précisons que sur la **figure 6.5**, seuls les échantillons de *Miletus Ware* ont été intégrés ; la définition des groupes d'Iznik et de Pergame *Rote Halle* portant sur un nombre d'échantillons plus important (Waksman & François 2004-2005 ; Waksman 2014b).

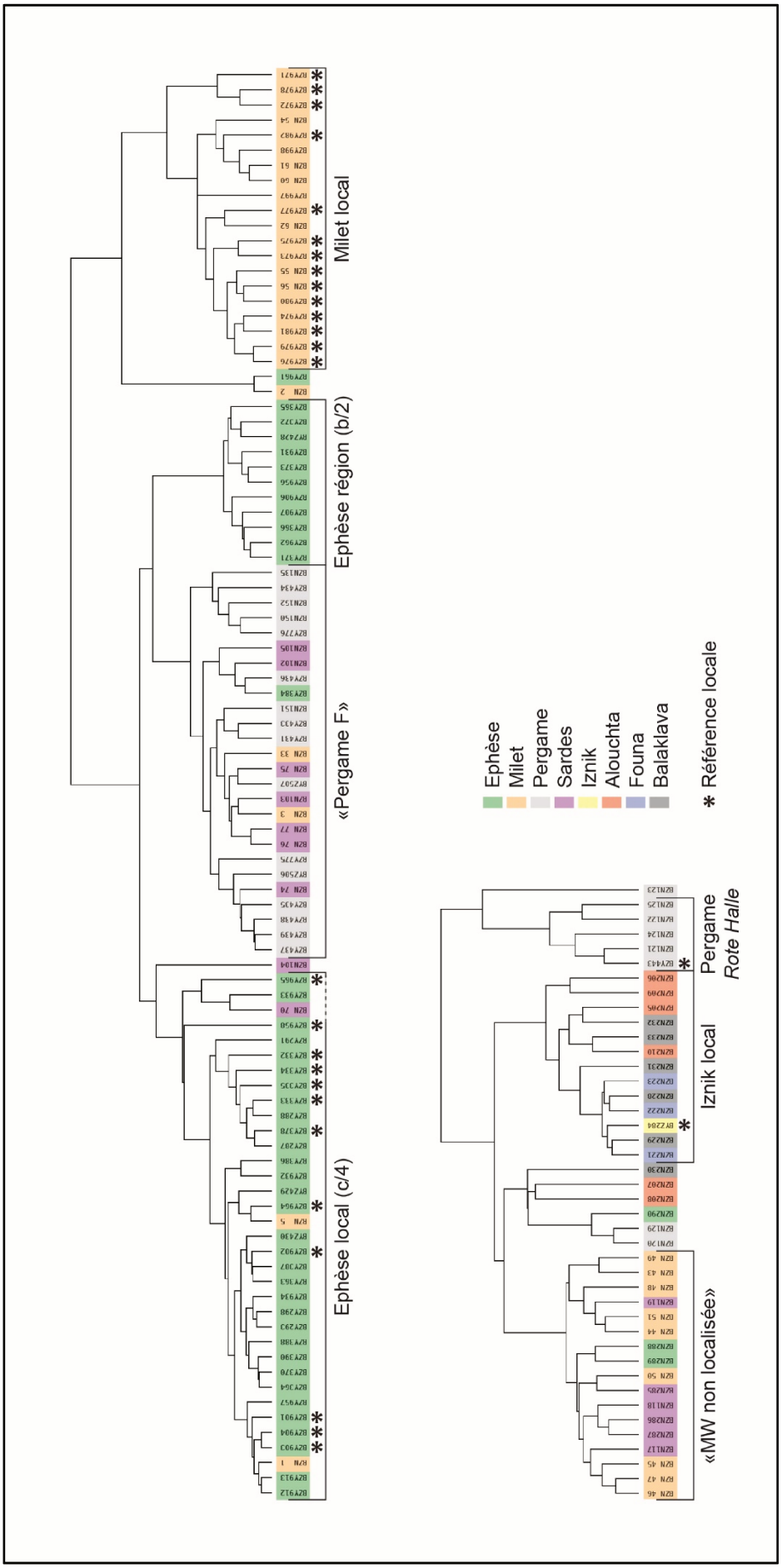


Figure 6.4 : Classification des échantillons de l'étude, selon les compositions chimiques de leur pâte argileuse, basée sur les concentrations de 17 éléments. Les encadrés colorés correspondent aux sites de provenance. Les productions sont soulignées et leur nom sont repris de précédentes études (Waksman 1995, 2014b, 2015 ; Waksman *et al.* sous presse).

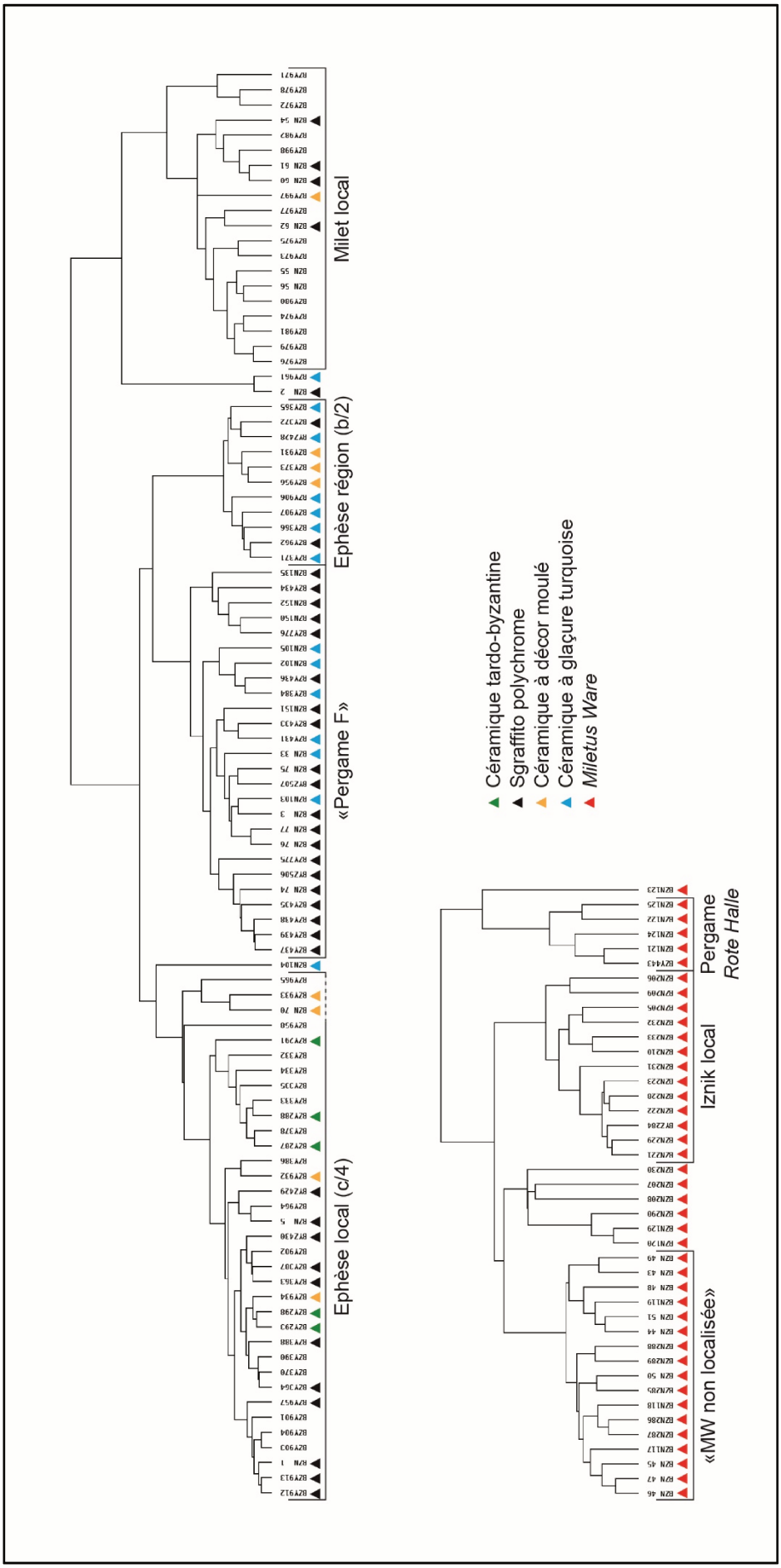


Figure 6.5 : Classification des échantillons de l'étude, selon les compositions chimiques de leur pâte argileuse, basée sur les concentrations de 17 éléments. Les triangles colorés correspondent aux types céramiques. Les productions sont soulignées et leur nom sont repris de précédentes études (Waksman 1995, 2014b, 2015 ; Waksman *et al.* sous presse).

6.2.1 Les productions éphésiennes

6.2.1.1 Ephèse local (groupe chimique c/4)

La production locale médiévale d'Ephèse a été constituée pour la première fois par observations pétrographiques et analyses élémentaires sur des échantillons découverts dans les niveaux médiévaux de l'Artémision d'Ephèse (Sauer & Waksman 2005). Depuis, la définition de cette production pu être élargie à des échantillons découverts sur d'autres secteurs d'Ephèse, ainsi qu'à quelques échantillons découverts à Milet, voire éventuellement à Sardes avec l'échantillon BZN 70 (Waksman 2014b, 2015 ; Waksman *et al.* sous presse ; Burlot *et al.* à paraître a, à paraître b). Dans l'état actuel de l'étude, ce dernier échantillon est en marge du groupe principal de la production locale d'Ephèse, si bien que son rattachement ne peut être assurément confirmé (**figure 6.4**).

Du point de vue chimique, la pâte argileuse de cette production se différencie des autres pâtes du corpus par ses plus fortes teneurs en Fe (> 10 % Fe_2O_3), mais aussi en K et Al. A l'inverse, il s'agit de la pâte la moins calcaire avec une teneur moyenne de 1,49 % CaO (**tableau 6.1**).

Concernant les types du corpus représentés dans cette production, nous retrouvons les céramiques tardo-byzantines issues du contexte d'atelier situé sous le *türbe* d'Ephèse, ainsi que deux types *beyliks* avec les sgraffito polychromes et les céramiques à décor moulé. Aucune céramique à glaçure monochrome turquoise, ni de *Miletus Ware* n'a pu être rattachée à la production locale d'Ephèse jusqu'à maintenant.

6.2.1.2 Ephèse régional (groupe chimique b/2)

La production « Ephèse régional (b/2) » ne peut être actuellement considérée comme éphésienne au sens strict du fait qu'aucune référence locale n'y soit associée (**figure 6.4**). Cette production s'est vue attribuée l'appellation « régionale » car les analyses pétrographiques et de minéraux lourds effectuées par R. Sauer suggèrent que les matériaux argileux utilisés furent exploités dans la région d'Ephèse (Sauer & Waksman 2005). Elle semble donc correspondre à une autre production de la région, bien que pas nécessairement localisée à Ephèse (Waksman *et al.* sous presse). Sur la base de l'échantillonnage effectué jusqu'à maintenant, et concernant les céramiques correspondant aux types de notre étude, seuls des échantillons découverts à Ephèse intègrent cette production.

Les compositions chimiques des pâtes de cette production se différencient de celles des pâtes argileuses d'« Ephèse local (c/4) » par des teneurs plus faibles en Fe, K et Al, mais qui restent toujours plus élevées par rapport à celles des autres productions étudiées. La teneur moyenne en Ca est d'environ 4 % CaO, ce qui fait de cette production, la plus faiblement calcaire du corpus après « Ephèse local (c/4) » (**tableau 6.1**).

Trois des types céramiques étudiés sont attestés dans cette production régionale d'Ephèse. Il s'agit des trois types *beyliks*, à savoir les sgraffito polychromes, les céramiques à décor moulé et les céramiques à glaçure monochrome turquoise dont toutes celles qui présentent une bichromie (cf. chapitre 4) (**figure 6.5**). Aucune *Miletus Ware* ne provient de cette production, tandis que des céramiques tardo-byzantines ont pu y être rattachées (Sauer & Waksman 2005 ; Waksman 2014b, 2015). Pour notre étude, nous n'avons pas sélectionné de céramiques tardo-byzantines de cette production car nous avons fait le choix d'analyser uniquement des céramiques tardo-byzantines issues des deux productions jusqu'alors bien localisées dans la région : « Ephèse local (c/4) » et « Pergame tardo-byzantin ».

6.2.2 Les productions pergaméniennes

6.2.2.1 Pergame tardo-byzantin

L'une des deux productions localisées à Pergame correspond à la principale production byzantine qui fut initialement définie par analyses PIXE et INAA (Waksman *et al.* 1994, 1996 ; Waksman 1995 ; Waksman & Spieser 1997 : groupe 1). Les échantillons du corpus issus de cette production ont été découverts dans les contextes d'habitat de la ville moyenne de Pergame.

Leur pâte argileuse légèrement calcaire (7 % CaO), présente les plus faibles teneurs en Fe du corpus (env. 6 % Fe_2O_3), ainsi qu'en Cr et Ni ; mais les plus élevées en Ba. De plus, ces pâtes sont parmi les plus siliceuses de l'étude avec une teneur moyenne d'environ 62 % SiO_2 (**tableau 6.1**). Cette production semble correspondre uniquement à des céramiques tardo-byzantines (Waksman 2014b, fig.5 : Byzantine quarters, local group B).

6.2.2.2 *Pergame* Rote Halle

La seconde production pergaménienne correspond à celle issue de l'atelier découvert parmi les vestiges de la Basilique Rouge de Pergame (*Rote Halle*), constituée uniquement d'échantillons découverts dans ce même contexte, en ce qui concerne les céramiques étudiées

(**figure 6.4**). Celles-ci se différencient chimiquement de l'autre production pergaménienne du fait d'être moins calcaires (moyenne de 4,6 % CaO contre env. 7 %), et plus riches en Fe (**tableau 6.1**). Elles présentent cependant la particularité, avec l'autre production pergaménienne, d'être composées des teneurs les plus élevées en Sr de toutes les productions étudiées.

Bien que cette production corresponde aussi à des céramiques byzantines (Waksman 2014b, fig.5 : *Rote Halle*, local group A), nous n'avons retenu que les céramiques de type *Miletus Ware*. Quant aux trois types *beyliks* étudiés, il ne semble pas que cet atelier en ait produits (**figure 6.5**).

6.2.3 Milet local

Concernant la production locale de Milet, seuls des échantillons découverts à Milet ont pu y être rattachés jusqu'à maintenant. Il s'agit de la production la plus calcaire de l'étude avec une teneur moyenne de 10,7 % CaO. Elle se différencie aussi des autres productions par la plus forte teneur moyenne en Mg et des teneurs significativement plus importantes en Cr et Ni, caractéristiques de sources ultrabasiques (Waksman *et al.* sous presse). A l'inverse, ses teneurs en Al et Ti sont les plus faibles (**tableau 6.1**).

Les types céramiques représentés dans cette production sont les sgraffito polychromes et les céramiques à décor moulé. Il est intéressant de noter que la *Miletus Ware*, bien que supposée produite à Milet (cf. chapitre 4), n'est pas associée à cette production. Cela ne signifie pas pour autant qu'aucune *Miletus Ware* n'ait été produite à Milet. Comme nous venons de le voir avec Pergame, plusieurs productions peuvent être issues d'une même cité et présenter des caractéristiques géochimiques distinctives. Il serait intéressant d'échantillonner dans d'autres secteurs de Milet, et notamment dans celui de la mosquée d'Ilyas Bey, afin d'avoir un aperçu plus large concernant ce site.

6.2.4 Iznik local

La production d'Iznik est intéressante dans le cadre de notre étude puisqu'elle correspond à celle de la plupart des *Miletus Wares* découvertes sur les trois sites de Crimée. Seuls trois échantillons de Crimée ne sont pas rattachés à cette production, mais ne sont pas rattachés non plus à une autre production définie (**figure 6.4**). Ils sont actuellement des échantillons marginaux de notre corpus.

La pâte argileuse de cette production est faiblement calcaire (moyenne d'env. 6 % CaO), et présente les teneurs les plus faibles en V et Ce (**tableau 6.1**). Avec les productions « Ephèse local (c/4) » et « Pergame F », les pâtes d'Iznik sont parmi les seules à avoir des teneurs en Ti de l'ordre du pourcent.

Bien que des céramiques aient été produites à Iznik/Nicée durant la période byzantine (François 1997 ; Waksman & François 2004-2005), et qu'il est probable que des céramiques de type *beylik* y aient aussi été produites (Özkül-Fındık 2001), nous avons sélectionné uniquement les *Miletus Wares* de cette production, dont les échantillons de Crimée provenant des contextes bien datés de la fin du XV^{e} au troisième quart du XVI^{e} siècle.

Parmi les productions de notre corpus, celle d'Iznik est l'une des rares pour laquelle des échantillons bien datés ont pu être rattachés. Une autre production étudiée présente cette particularité, il s'agit de « Pergame F ».

6.2.5 Productions non localisées

6.2.5.1 « Pergame F »

La production « Pergame F » fut nommée comme telle suite aux études de J.-M. Spieser et de S.Y. Waksman sur le mobilier byzantin de Pergame, durant lesquelles S.Y. Waksman a pu définir une production contenant majoritairement des échantillons issus du groupe typologique F proposé par J.-M. Spieser (Waksman 1995 ; Waksman *et al.* 1996, Waksman & Spieser 1997). Ce groupe typologique correspond à celui des sgraffito polychromes que nous étudions, dont certains échantillons furent découverts dans le contexte clos de Pergame daté par B. Böhlendorf-Arslan du troisième quart du XIV^{e} siècle (Böhlendorf-Arslan 2004, cf. chapitre 2).

D'origine encore inconnue, la production « Pergame F » comprend des échantillons découverts à Pergame, mais aussi à Sardes, Ephèse et Milet (**figure 6.4**). Cette production est parmi les plus calcaires de l'étude avec une moyenne de 8,3 % CaO. Elle présente aussi les plus fortes teneurs en Ti, Mn et Zr (**tableau 6.1**).

Parmi les céramiques étudiées, seuls des sgraffito polychromes *beyliks* et des céramiques à glaçure monochrome turquoise sont attestés dans cette production. Concernant les céramiques à glaçure monochrome turquoise, nous n'en retrouvons aucune présentant une bichromie (cf. chapitre 4).

6.2.5.2 « Miletus Ware non localisée ».

La dernière production avec laquelle nous travaillons correspond à celle que nous nommons « *Miletus Ware* non localisée » du fait qu'elle représente la grande majorité des *Miletus Wares* découvertes à Ephèse, Milet et Sardes, mais qu'elle n'est actuellement pas encore localisée.

La définition actuelle de cette production est uniquement basée sur des échantillons de *Miletus Wares*.

Publication		CaO %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %	K_2O %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	MgO %	MnO %	(Na_2O) %	(P_2O_5) %	Zr ppm	Sr ppm	Rb ppm	Zn ppm	Cr ppm	Ni ppm	(La) ppm	Ba ppm	V ppm	Ce ppm
Ephèse local c/4																					
Burlot *et al.* à paraître	**m (n=61)**	1.49	11.29	1.023	4.22	52.63	23.59	3.65	0.1366	1.32	0.29	229	162	166	154	185	114	70	811	200	144
	σ	*0.33*	*0.58*	*0.019*	*0.21*	*1.06*	*0.67*	*0.32*	*0.0168*	*0.17*	*0.04*	*19*	*10*	*14*	*8*	*26*	*26*	*11*	*63*	*8*	*13*
Ephèse régional b/2																					
Burlot *et al.* à paraître	**m (n=31)**	3.98	8.48	0.964	3.96	56.03	20.75	3.88	0.0996	1.30	0.26	179	266	176	124	204	250	58	723	137	121
	σ	*0.79*	*0.29*	*0.036*	*0.16*	*1.10*	*0.76*	*0.36*	*0.0052*	*0.13*	*0.08*	*12*	*24*	*12*	*7*	*23*	*49*	*11*	*41*	*7*	*8*
Pergame tardo-byzantin																					
Waksman 2014	**m (n=12)**	6.93	5.91	0.723	2.84	62.40	17.09	2.49	0.1174	1.48	0.22	193	340	134	86	96	65	48	1017	113	107
	σ	*1.10*	*0.18*	*0.025*	*0.11*	*1.00*	*0.40*	*0.18*	*0.0113*	*0.14*	*0.03*	*18*	*22*	*5*	*4*	*5*	*6*	*7*	*89*	*10*	*15*
Pergame tardo-byzantin																					
Waksman 2014 (données recalibrées de Waksman 1995)	**m (n=57)**	7.04	5.79	0.757	2.90	61.10	17.18		0.1158	1.68		174	328	127		90	76	42	1021		84
	σ	*1.50*	*0.42*	*0.057*	*0.23*	*1.33*	*0.58*		*0.0085*	*0.17*		*49*	*30*	*11*		*10*	*17*	*2*	*123*		*4*
Pergame *Rote Halle*																					
Waksman 2014	**m (n=16)**	4.60	7.11	0.936	3.49	59.69	18.86	3.23	0.1155	1.46	0.25	214	343	147	95	127	82	51	880	153	116
	σ	*1.01*	*0.44*	*0.057*	*0.27*	*1.27*	*0.86*	*0.26*	*0.0043*	*0.21*	*0.05*	*11*	*58*	*12*	*6*	*12*	*10*	*8*	*59*	*14*	*10*
Milet local																					
Burlot *et al.* à paraître	**m (n=29)**	10.73	7.31	0.705	2.73	54.96	15.22	5.95	0.1043	1.62	0.34	193	284	121	92	379	413	42	541	109	86
	σ	*1.48*	*0.50*	*0.042*	*0.40*	*2.36*	*0.63*	*0.84*	*0.0115*	*0.38*	*0.12*	*22*	*30*	*8*	*8*	*25*	*45*	*6*	*66*	*8*	*6*
Iznik local																					
Waksman & François 2004-2005	**m (n=29)**	5.90	7.63	1.017	2.90	59.96	17.04	3.78	0.1276	1.10	0.24	181	208	111	102	238	196	38	431	144	74
	σ	*1.18*	*0.48*	*0.069*	*0.18*	*2.03*	*0.78*	*0.43*	*0.0050*	*0.08*	*0.11*	*9*	*26*	*11*	*8*	*18*	*15*	*4*	*25*	*11*	*4*
« Pergame F »																					
Burlot *et al.* à paraître	**m (n=26)**	8.34	7.83	1.124	3.58	53.85	20.21	3.03	0.1340	1.25	0.33	248	227	153	110	171	103	44	745	148	106
	σ	*1.83*	*0.26*	*0.054*	*0.20*	*1.77*	*0.76*	*0.23*	*0.0071*	*0.11*	*0.12*	*14*	*27*	*11*	*5*	*10*	*11*	*9*	*135*	*16*	*14*
« Miletus Ware non localisée »																					
	m (n=17)	6.27	7.65	0.914	2.23	61.95	16.46	3.33	0.1277	0.58	0.25	237	221	106	131	177	151	40	580	126	91
	σ	*0.57*	*0.13*	*0.013*	*0.07*	*0.78*	*0.45*	*0.23*	*0.0039*	*0.07*	*0.07*	*7*	*20*	*6*	*5*	*6*	*7*	*4*	*56*	*9*	*7*

Tableau 6.1 : Moyennes des compositions chimiques des pâtes argileuses des céramiques de chaque production. n : nombre d'échantillons, m : moyenne, σ : écart-type.

6.2.6 Bilan sur les productions

6.2.6.1 Les productions tardo-byzantines

Deux des huit productions de l'étude ont été sélectionnées afin de représenter le corpus tardo-byzantin de l'étude. Il s'agit de la production « Pergame tardo-byzantin », vraisemblablement localisée à proximité du quartier d'habitat byzantin situé sur l'un des versants de la colline de Pergame (Waksman 2014b) ; et de la production « Ephèse locale (c/4) » dont les échantillons sélectionnés proviennent du contexte d'atelier situé sous le *türbe* (Waksman 2015). Ces deux centres potiers ont produit plusieurs types de céramiques tardo-byzantines, dont des dérivés de la *Zeuxippus Ware* avec la production de Pergame (Waksman & François 2004-2005).

6.2.6.2 Les productions beyliks

A Ephèse, des céramiques *beyliks* ont aussi été produites localement, à partir du même matériau argileux que celui déjà utilisé à l'époque tardo-byzantine. En effet, des sgraffito polychromes de type *beylik* ainsi que des céramiques à décor moulé sont aussi issus de la production « Ephèse locale (c/4) » (Sauer & Waksman 2005 ; Waksman 2015 ; Waksman *et al.* sous presse ; Burlot *et al.* à paraître a, à paraître b). Cependant, pour la suite de l'étude, il nous semble plus judicieux de distinguer la production tardo-byzantine de la production *beylik*. C'est pour cette raison que nous utiliserons les appellations « Ephèse tardo byzantin » et « Ephèse local (c/4) » pour évoquer respectivement les productions tardo-byzantine et *beylik* d'Ephèse.

Trois autres productions de céramiques *beyliks* ont pu être définies avec « Ephèse régional (b/2) », « Milet local » et « Pergame F », cette dernière n'ayant pas encore pu être localisée. De la même manière qu'avec les céramiques tardo-byzantines, nous constatons que ces productions *beyliks* fabriquaient aussi plusieurs types céramiques sur une même période (Sauer & Waksman 2005 ; Waksman 2014b, 2015 ; Burlot *et al.* à paraître b). En effet, des sgraffito polychromes et des céramiques à décor moulé furent produits à Ephèse et à Milet ; des sgraffito polychromes et des céramiques à glaçure monochrome turquoise correspondent à « Pergame F », et un centre vraisemblablement situé dans la région d'Ephèse produisait les trois types, avec une particularité pour les céramiques à glaçure turquoise qui présentaient pour certaines une glaçure monochrome verte ou jaune sur leur surface externe.

Par ailleurs, sur la base de notre échantillonnage, il semble que la distribution des productions *beyliks* se soit effectuée à l'échelle régionale, voire locale. En effet, pour trois des quatre productions – « Ephèse local (c/4) », « Ephèse régional (b/2) » et « Milet local » – les échantillons qui les constituent ont été découverts localement ou sur un site situé à proximité (**figure 6.4** : la distance en Ephèse et Milet est d'environ 80 km).

A l'inverse, des céramiques de la production « Pergame F » ont été découvertes sur quatre sites de l'étude que sont Pergame, Sardes, Ephèse et Milet. Ce centre potier, non encore localisé, semble avoir exporté ses céramiques sur tout l'ouest anatolien durant la période des beylicats (XIV^{e} – début XV^{e} siècle) (Burlot *et al.* à paraître b). Par ailleurs, il est intéressant de constater que les échantillons *beyliks* découverts à Sardes et à Pergame, et ayant pu être rattachés avec certitude à une production, correspondent tous à « Pergame F » (**figure 6.4**).

Ces observations concernant la distribution des productions *beyliks* rappellent la tendance mentionnée au chapitre 5 concernant les productions tardo-byzantines. En effet, nous constatons qu'en Anatolie occidentale, pour la période *beyliks*, nous avons aussi affaire à de multiples centres distribuant à l'échelle régionale avec vraisemblablement un centre plus important (« Pergame F »). Cette multiplication des centres dans cette région pourrait s'expliquer par le fait que celle-ci était à cette période divisée en plusieurs principautés qui possédaient alors leur propre centre potier.

6.2.6.3 *Les productions ottomanes de* Miletus Ware

Enfin, en ce qui concerne les productions ottomanes du corpus, que nous définissons comme telles du fait d'avoir fabriqué des *Miletus Wares*, elles se comptent au nombre de trois, dont deux purent être localisées à Iznik et à Pergame *Rote Halle*. Ces deux productions localisées ne sont pas exclusivement ottomanes car des échantillons byzantins ont aussi pu y être rattachés (Waksman & François 2004-2005 ; Waksman 2014b), mais nous n'en avons pas sélectionnés pour la présente étude. Quant à la production « *Miletus Ware* non localisée », elle n'est actuellement définie qu'avec des échantillons de *Miletus Wares*.

Sur la base de notre échantillonnage, nous constatons qu'en Anatolie occidentale, la *Miletus Ware* a été produite par au moins deux grands centres dont les productions ont été commercialisées sur de vastes régions. En effet, les *Miletus Wares* produites dans les ateliers d'Iznik ont été exportées jusqu'en Crimée, où leur utilisation est attestée jusque dans la

deuxième moitié du XVI[e] siècle, tandis que dans la région située plus au sud d'Iznik, une aire de diffusion semble se dessiner entre les sites de Sardes, d'Ephèse et de Milet, émanant d'un centre qui reste encore à localiser.

Quant à l'atelier de Pergame découvert dans les vestiges de la *Rote Halle*, les données dont nous disposons actuellement ne permettent pas d'affirmer si sa production a été largement diffusée car seuls des échantillons découverts à Pergame sont attestés dans ce groupe. Un tel cas de figure nous laisse plutôt émettre l'hypothèse d'une petite production qui n'était diffusée que localement.

Ainsi, afin d'observer de potentielles transitions en termes de techniques de fabrication, nous avons sélectionné un corpus d'échantillons représentant huit productions se répartissant sur les trois périodes : tardo-byzantine, *beylik* et début ottomane. La majorité de ces productions a pu être localisée sur les sites d'Ephèse, Pergame, Milet et Iznik, tandis que deux n'ont pu être localisées, mais dont l'aire de distribution inclut au moins l'Anatolie occidentale.

Concernant les productions de céramiques *beyliks* et du début de la période ottomane, peu de données issues d'études archéométriques ont été publiées jusqu'à maintenant, mais nous tenions à les présenter dans ce chapitre afin de pouvoir directement comparer les résultats de ces études avec les productions du corpus que nous venons de présenter. Par ailleurs, les données relatives aux revêtements – engobe et glaçure – pourront par la suite être comparées avec les résultats de notre étude présentés au chapitre 8.

6.3 Etudes archéométriques des céramiques turques à pâte argileuse

6.3.1 Les céramiques de l'époque des beylicats

L'une des premières études archéométriques ayant porté sur des céramiques similaires à celles de notre étude fut menée par J.A. Scott et D. Kamilli avec des échantillons découverts à Sardes (Scott & Kamilli 1981). Sur la base de seize tessons découverts dans les secteurs similaires à ceux où nous avons échantillonné, l'objectif de leur étude était de définir la production locale tardo-byzantine et turque par observations pétrographiques, et analyses à la microsonde de Castaing et XRD.

Sur les seize échantillons analysés, dix sont considérés comme locaux car ils présentent des similarités minéralogiques avec les roches locales. Quatre autres échantillons pourraient être

conformes à la production locale, se différenciant surtout par la présence de calcite primaire dans les porosités (Scott & Kamilli 1981). Parmi ces quatre échantillons figurent deux sgraffito polychromes similaires à ceux que nous considérons comme *beylik*.

Or, parmi les productions que nous avons sélectionnées, seule « Pergame F », non localisée, présente des sgraffito polychromes découverts à Sardes. Il pourrait alors être envisageable que « Pergame F » puisse être originaire de Sardes, mais les compositions chimiques de cette production diffèrent de celles des références locales de Sardes analysées à Lyon (un trépied et un surcuit) ; ce qui, pour l'instant, ne permet pas d'affirmer cette hypothèse. Quant à comparer les compositions avec les données de J.A. Scott et D. Kamilli, cela n'est pas possible car elles ne sont pas de même nature.

Dans leur étude, J.A. Scott et D. Kamilli ont aussi observé et analysé les engobes et glaçures de ces échantillons. Leurs résultats, concernant les sgraffito polychromes, témoignent de l'utilisation d'une glaçure plombifère colorée en vert ou en violet par l'ajout respectif d'oxydes de cuivre et de manganèse dans le mélange glaçurant. Un autre échantillon a retenu notre attention car il s'agissait d'une céramique à glaçure monochrome turquoise. Seuls l'engobe et la glaçure ont été analysés, et les résultats obtenus attestent de l'application d'une glaçure alcalino-plombifère avec de l'étain sur un engobe argileux riche en inclusions siliceuses (Scott & Kamilli 1981).

D'autres sgraffito polychromes que nous considérons de type *beylik* ont été analysés au MEB-EDS afin de déterminer la nature de leur glaçure. Il s'agit d'échantillons de la production « Pergame F » dont les glaçures analysées étaient toutes plombifères et pauvres en alcalins, avec des teneurs respectives de 50-70 % PbO et 1-2 % Na_2O+K_2O (Waksman 2005). Trois teintes furent analysées dans ces glaçures avec les bandes vertes et brunes, ainsi que les points violets. Les données obtenues sont similaires à celles des échantillons découverts à Sardes. Le vert résulte de l'adjonction d'oxydes de cuivre, le violet d'oxydes de manganèse et le brun d'oxydes de fer (Waksman 2005).

En 2014, M. Özçatal et collaborateurs publient une étude menée sur un corpus de céramiques découvertes dans la région d'Ayasuluk (Özçatal *et al.* 2014a, 2014b). Les auteurs datent ces échantillons des XV^{e}-XVII^{e} siècles, sans préciser les critères ayant permis de fournir une telle datation, d'autant plus que nous ne connaissons pas non plus la provenance exacte de ces échantillons. D'après les photographies de tessons, nous reconnaissons un sgraffito de type *beylik*, une céramique à glaçure monochrome turquoise avec un verso monochrome vert et

vraisemblablement une *Miletus Ware* (Özçatal *et al.* 2014a : échantillons respectifs G6, K4 et K5). La présence du sgraffito polychrome laisserait davantage envisager une datation courant XIV^{e}, ou début XV^{e} siècle.

Concernant les analyses effectuées durant cette étude, les pâtes céramiques ont été analysées par WD-XRF et les glaçures et engobes par MEB-EDS et spectrométrie Raman. Les résultats obtenus permirent aux chercheurs de définir un groupe chimique principal concernant les pâtes argileuses, avec deux échantillons marginaux que sont la céramique à glaçure turquoise et celle identifiée comme une *Miletus Ware* (Özçatal *et al.* 2014b).

La composition chimique de ce groupe principal présente de bonnes similitudes avec la production « Ephèse local (c/4) » de notre étude, avec notamment sa forte teneur en Fe (12,14 % Fe_2O_3 contre 11,29 %) et sa très faible teneur en CaO (1,51 % contre 1,49 %). Cette similarité s'accorde d'autant plus que ce groupe principal intègre le sgraffito polychrome, mais pas la céramique à glaçure turquoise, ni la supposée *Miletus Ware* ; ce que nous observons aussi avec « Ephèse local (c/4) ». Malheureusement, cette comparaison s'arrête à ce stade car nous n'avons aucune autre information, notamment relative aux contextes d'où sont issus les échantillons de leur étude.

Quant aux analyses des revêtements, elles confirment aussi la nature plombifère de la glaçure couvrant les sgraffito polychromes de type *beylik*, ainsi que la nature alcalino-plombifère opacifiée à l'étain de la glaçure monochrome turquoise. La glaçure verte appliquée au verso de cette même céramique est quant à elle plombifère. La glaçure utilisée sur la supposée *Miletus Ware* est alcalino-plombifère sans opacifiant à base d'étain, la teneur en sodium est la plus élevée, de l'ordre de 8-9 % Na_2O (Özçatal *et al.* 2014a).

Enfin, parmi les études archéométriques de céramiques *beyliks*, nous pouvons citer les travaux de F. Okyar et collaborateurs menés sur du mobilier issu de contextes d'Ephèse datés des XIV^{e} et XV^{e} siècles, dont un correspond au four de céramiques découvert parmi les vestiges du hammam III (cf. chapitre 2) (Okyar 2010 ; Okyar *et al.* 2011). Malgré les descriptions et les photographies proposées dans ces deux publications, il est tout de même difficile d'avoir une idée précise des types céramiques qui ont été analysés.

D'après les données obtenues principalement par analyses au MEB-EDS, les auteurs définissent deux productions dont la principale est directement liée au four puisqu'elle inclut des surcuits qui y ont été découverts (Okyar *et al.* 2011 : groupe 1). En comparant les teneurs en Fe et Ca des productions de leur étude avec celles des productions éphésiennes (« Ephèse local (c/4) » et « Ephèse régional (b/2) ») publiées par R. Sauer et S.Y. Waksman (Sauer &

Waksman 2005), les auteurs associent leur production principale avec « Ephèse local (c/4) » et leur production secondaire avec « Ephèse régional (b/2) » (Okyar 2010 ; Okyar *et al.* 2011).

De telles comparaisons sont à prendre avec précaution puisque les données résultent de méthodes d'analyses différentes dont les limites de détection et précisions sont significativement différentes, et dont la justesse n'est pas évaluée. Nous ne réfutons cependant pas l'hypothèse selon laquelle la production « Ephèse local c/4 » puisse être associée au four découvert sous hammam III, d'autant plus que celui-ci se trouve dans le secteur considéré comme ayant été un quartier de potiers sous le règne des Aydinides (Ladstätter 2015). Ce four pourrait bien avoir été utilisé pour la cuisson de certaines céramiques éphésiennes que nous étudions. Une nouvelle campagne d'échantillonnage serait à envisager afin de pouvoir vérifier cette hypothèse.

Ainsi, les études archéométriques menées depuis le début des années 1980 sur des corpus de céramiques *beyliks* issus d'Anatolie occidentale, ont permis de définir deux productions principales localisées à Sardes et à Ephèse. Il ne nous est pas possible aujourd'hui d'associer ces productions avec celles de notre étude. En effet, concernant la production de Sardes, aucune des productions que nous étudions n'y est localisée et les données publiées ne sont pas comparables. Quant à la production d'Ephèse associée au four découvert sous le hammam III, elle pourrait correspondre à la production « Ephèse local (c/4) », mais nous n'avons pas eu accès à ce corpus afin de vérifier cette hypothèse.

Par ailleurs, certaines glaçures ont été analysées sur des céramiques *beyliks*, montrant l'utilisation d'une glaçure transparente plombifère pour les sgraffito polychromes et d'une glaçure alcalino-plombifère opacifiée à l'étain pour les céramiques à glaçure monochrome turquoise.

6.3.2 *Les études sur la* Miletus Ware

D'après notre recherche bibliographique, il ne semble pas qu'il y ait eu d'étude archéométrique portant exclusivement sur la *Miletus Ware*. En effet, parmi les études que nous avons pu consulter, celles évoquant la *Miletus Ware* se consacraient surtout à la céramique ottomane à pâte synthétique et utilisaient la *Miletus Ware* comme élément de comparaison dans le but de définir l'origine de la production de la pâte synthétique (Henderson 1989 ; Tite 1989 ; Okyar 2002). Dans ces études, seul un ou deux échantillons de *Miletus Ware* étaient analysées.

Les résultats des analyses permirent de constater que les glaçures utilisées sur ces *Miletus Wares* étaient alcalino-plombifère, sans opacification à l'étain contrairement aux productions ottomanes plus tardives (Tite 1989 ; Okyar 2002). Les couleurs analysées furent le turquoise, le violet, le noir et le bleu foncé, respectivement produites par des colorants à base de cuivre, de manganèse, de chrome et de cobalt. Pour ce dernier, les éléments Fe, Ni et Cu y étaient associés (Okyar 2002). Nous retrouvons aussi l'association du Co-Fe-Ni avec une glaçure bleue d'un tesson de céramique similaire à la *Miletus Ware*, découvert à Prilep (Macédoine) (Tanevska *et al.* 2009 : échantillon MK 19). Du Cr est aussi détecté dans cette glaçure de nature alcalino-plombifère.

Ces glaçures alcalino-plombifères reposent sur un engobe synthétique (Henderson 1989 ; Tite 1989), ce qui pourrait laisser envisager la *Miletus Ware* comme un précurseur de la production à pâte synthétique d'Iznik. Cette hypothèse est réfutée par M.S. Tite car, contrairement à la fritte présente dans les pâtes synthétiques plus tardives d'Iznik, celle utilisée dans l'engobe synthétique de la *Miletus Ware* ne contient pas d'oxyde de plomb (Tite 1989) ; nous verrons dans les chapitres suivants que les résultats de notre étude ne concordent pas avec les conclusions de M.S. Tite sur ce point.

TROISIEME PARTIE

ANALYSES ET RESULTATS

7. Méthodes d'analyses

L'un des principaux objectifs de l'étude est de définir les techniques de production, et notamment celles liées à la fabrication des décors. Ces derniers, comme évoqués au chapitre 3, se présentent selon plusieurs couches et matériaux tels que l'engobe, la glaçure, ou bien encore les pigments par exemple. Afin de pouvoir observer et analyser ces éléments de décor, tous les échantillons ont été préparés de manière à obtenir une coupe transversale permettant de distinguer les différentes couches : pâte céramique, engobe et glaçure.

Après préparation, dans le cadre de notre étude, les échantillons ont été observés dans un premier temps à la loupe binoculaire puis, dans un second temps, au microscope électronique à balayage (MEB). Le MEB a aussi été utilisé pour effectuer des analyses chimiques. L'association de l'imagerie MEB et de l'analyse élémentaire nous a permis de définir la nature des glaçures et des engobes à partir de leur microstructure et de leur composition chimique. Cela nous a aussi permis, entre autres, d'identifier la présence de cristaux et autres microstructures pouvant être liés à des pigments. Ces derniers, pour les cas les plus représentatifs, furent analysés par spectrométrie Raman.

7.1 Préparation des échantillons

Les échantillons, avant d'être préparés pour les différentes analyses, ont été prélevés sur des tessons à l'aide d'un outil *Dremel* équipé d'un disque diamanté. Lorsqu'un échantillon présentait plusieurs couleurs de glaçure, alors nous essayions de les obtenir avec un seul prélèvement. Dans certains cas, plusieurs prélèvements ont été tout de même nécessaires. Pour certains échantillons, des prélèvements ont été effectués sur les deux surfaces, interne et externe. Une fois prélevés, ces échantillons mesurant quelques mm de longueur, ont ensuite été enrobés.

7.1.1 Enrobage

L'enrobage à froid se pratique en deux étapes. Dans un premier temps, un fond de résine est coulé dans des moules en silicone de dimensions 1x2x1 cm. La résine utilisée est un mélange

de résine polyester de marque *ESCIL – Sody 33*, avec un catalyseur *ESCIL – Sody 33C* d'une quantité correspondant à 3% de celle de la résine polyester. Avant d'être utilisée, la résine doit être homogénéisée par mélange à l'aide d'une spatule afin de devenir incolore et de faire évacuer les bulles. Une fois prête, le coulage peut être opéré de manière à remplir environ la moitié des moules. Afin de laisser ce fond de résine durcir, nous attendions au minimum 24 heures avant de passer à la seconde étape.

La seconde phase consiste à l'enrobage de l'échantillon à proprement parler. Celui-ci est placé sur le fond de résine préparé dans les moules, de manière à présenter la glaçure vers la surface. Une fois les échantillons positionnés, une seconde couche de résine, identique à la première, est coulée dans les moules pour les couvrir et les enrober. Suite à l'enrobage, nous attendions généralement 24 à 48 heures avant de procéder aux étapes suivantes.

7.1.2 Sciage et polissage

7.1.2.1 Sciage

Après l'enrobage, l'échantillon doit être scié en deux afin d'obtenir une coupe transversale présentant les différentes couches le constituant. Le sciage s'effectue à l'aide d'une scie diamantée et d'une plateforme mobile sur laquelle repose l'échantillon (**figure 7.1**). Au fur-et-à-mesure du sciage, la plateforme est progressivement avancée ce qui permet d'obtenir une coupure rectiligne. Une fois scindé en deux, l'une des parties de l'échantillon est sélectionnée pour être polie, avant de passer aux observations et analyses.

Figure 7.1 : Scie diamantée utilisée pour la coupe transversale des échantillons enrobés (photo : J. Burlot).

7.1.2.2 Polissage

Le polissage s'effectue à l'aide d'une polisseuse que nous réglons à 300 trs/min, sur laquelle sont fixés des disques et autres supports de polissage. Au total, nous pratiquons cinq phases de polissage (**figure 7.2**).

Les trois premières phases sont effectuées à l'aide de disques abrasifs de marque *Struers*, de granulométries égales à 15, 10 et 5 µm. Sous un filet d'eau, l'échantillon est placé vers le bord du disque en rotation, en y exerçant une pression bien répartie. L'échantillon est poli pour chaque disque durant deux périodes de 30 secondes, avec une rotation de 45° entre les deux. Ces trois premières phases de polissage permettent d'aplanir la surface de l'échantillon et d'effacer toute trace de sciage. Afin de vérifier que ces traces et autres rayures disparaissent bien, une observation des échantillons est effectuée à la loupe binoculaire entre chaque phase.

La quatrième phase de polissage s'effectue avec l'utilisation d'une suspension diamantée de 3 µm et d'un lubrifiant, appliqués sur un support satin. Cette phase est la plus longue puisque nous polissons l'échantillon durant près de 2 min en le faisant se déplacer sur le satin pour rendre uniforme les effets du polissage. Après cette phase, quasiment aucune rayure n'est alors visible à la loupe binoculaire. Cependant, quelques fibres peuvent s'être ancrées dans les pores de l'échantillon. Celui-ci est alors systématiquement passé à la cuve à ultrason, puis est poli une dernière fois avec une suspension diamantée d'¼ µm appliquée sur un feutre. Cette dernière phase permet de donner un effet « miroir » à l'échantillon, et de supprimer les dernières rayures sur la coupe. Suite à cette étape de polissage, nous passions à l'observation des échantillons à la loupe binoculaire.

Figure 7.2 : Equipements utilisés durant le polissage des échantillons. De gauche à droite : cuve à ultrason, loupe binoculaire avec système d'éclairage, polisseuse *ESCIL 300 GT* (Photo : J. Burlot).

7.2 Observation à la loupe binoculaire

L'utilisation de la loupe binoculaire répond à deux objectifs que sont l'observation des différentes couches (pâte/engobe/glaçure) et la mesure de l'épaisseur des éléments du décor. La loupe binoculaire utilisée au laboratoire de céramologie de Lyon (ArAr – UMR5138) est un modèle *Olympus SZX16* présentant une gamme d'agrandissement de x0,7 à x11,5 (**figure 7.3**). La source lumineuse utilisée correspond un système de LED fixé au niveau de l'objectif, qui est contrôlé grâce à un boitier *SCHOTT MC1500*. Une caméra digitale *Olympus DP27* de 5 mégapixels fixée sur la loupe binoculaire permet d'observer l'échantillon en simultané sur un ordinateur, en utilisant le logiciel *Stream Essentials*.

Figure 7.3 : Dispositif d'observation à la loupe binoculaire et de traitement d'image utilisé au laboratoire de céramologie de Lyon (ArAr – UMR5138) (Photo : J. Burlot).

7.2.1 Observation des échantillons

Dans le cadre de notre étude, nous avons surtout utilisé la loupe binoculaire pour observer les coupes transversales des échantillons afin d'attribuer de premières caractéristiques aux glaçures et aux engobes. Ces caractéristiques concernent surtout la couleur, l'homogénéité, ou bien encore la transparence pour les glaçures.

Dans ces dernières, il a été possible de distinguer des inclusions en utilisant notamment la fonction HDR (*High Dynamic Range*) du logiciel *Stream Essentials*. Cette fonction permet de trouver un temps d'exposition approprié pour toutes les couches des échantillons, bien que celles-ci puissent présenter des différences de luminosité. Avec cette fonction, il est ainsi

possible de faire davantage « ressortir » les potentielles inclusions présentes dans les glaçures (**figures 7.4a, b**), ou bien encore de rehausser le contraste entre deux couleurs de glaçure présentes sur un même échantillon (**figures 7.4c, d**).

Il est important de pouvoir faire cette distinction afin de savoir à quelle couleur nous avons affaire au moment de l'analyse au MEB. L'intérêt de l'acquisition de ces images à la loupe binoculaire est donc de pouvoir documenter nos échantillons, mais aussi d'acquérir de telles photos qui peuvent être utilisées durant les analyses MEB afin de se repérer plus facilement dans l'échantillon.

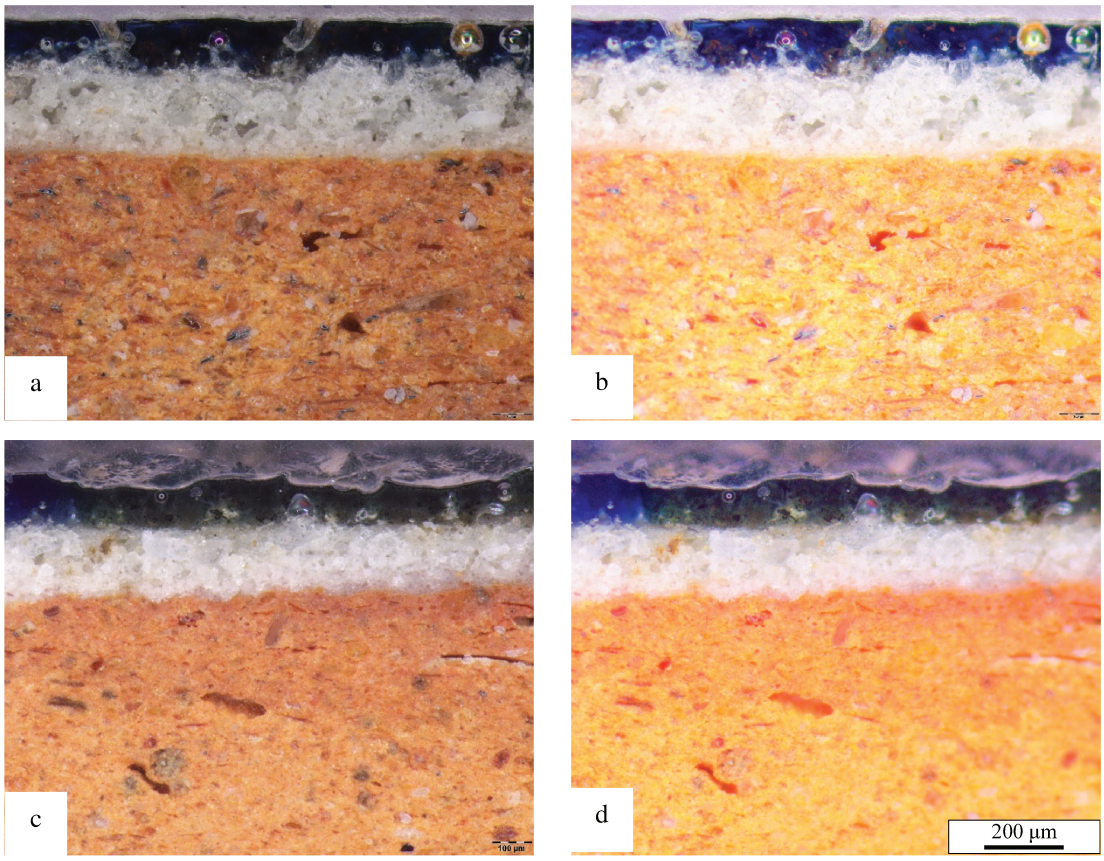


Figure 7.4 : Photographies prises à la loupe binoculaire (dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm), de coupes transversales des échantillons : BZN 45 (« Miletus Ware non localisée ») : a) mode normal, b) mode HDR permettant de faire ressortir les inclusions rouges ; BZN223 (Iznik) : c) mode normal, d) mode HDR permettant de mieux distinguer la glaçure bleue de la glaçure noire.

7.2.2 Mesure des épaisseurs

Une autre caractéristique qu'il est possible de mesurer à partir de la loupe binoculaire et notamment du logiciel *Essential Streams*, est l'épaisseur de la glaçure et de l'engobe. Il est

intéressant de pouvoir mesurer ces épaisseurs car, comme nous le verrons dans le chapitre 8, des tendances se dessinent, permettant de distinguer des productions, des types d'engobes ou bien encore de glaçures.

Cette mesure des épaisseurs s'effectue après avoir tracé, sur la photo de l'échantillon, les limites de la glaçure et de l'engobe (**figure 7.5** : lignes bleues), que nous lions de manière à définir deux couches (glaçure et engobe). Une fois ces deux couches définies, le logiciel calcule leur épaisseur moyenne à partir d'une centaine de mesures effectuées à intervalle régulier sur toute la longueur de chacune de ces couches (**figure 7.5** : segments jaunes dans la glaçure).

Figure 7.5 : Capture d'écran montrant le logiciel *Stream Essentials* au moment de la mesure de l'épaisseur de la glaçure et de l'engobe d'un échantillon.

Il est important de consacrer du temps à cette phase d'observation à la loupe binoculaire car elle permet de définir des premières tendances, de confirmer ou de corriger les premières observations effectuées à l'œil nu et notamment en ce qui concerne la couleur des glaçures ; ou bien encore de documenter les échantillons. Ce dernier aspect est primordial puisque de tels documents constituent un support indispensable pour la suite des analyses, et nous permettent de garder une trace de l'état de l'échantillon avant que celui-ci ne soit métallisé au carbone avant d'être analysé au MEB (**figure 7.6**).

Figure 7.6 : Photographies d'échantillons enrobés, polis, voire métallisés pour quelques-uns.

7.3 Microscopie Electronique à Balayage

Le choix d'analyser tous les échantillons du corpus à l'aide d'un microscope électronique à balayage peut s'expliquer selon plusieurs raisons. Tout d'abord, cet outil est capable de générer des images par contraste chimique et topographique à très fort grossissement, permettant d'observer les microstructures constituant les différents revêtements des échantillons. De plus, à l'aide d'un spectromètre EDS ou WDS couplé au MEB, il est possible d'obtenir les compositions chimiques des zones ou autres microstructures préalablement sélectionnées (Frahm 2014). Ces principales fonctions font du MEB un instrument privilégié pour des analyses de coupes céramiques comme l'attestent les nombreuses études utilisant cet instrument.

Du fait que l'analyse au MEB constitue le cœur de notre étude puisqu'elle concerne tous les échantillons du corpus, nous allons davantage présenter cette méthode en évoquant notamment les deux fonctions que nous avons principalement utilisées. Il ne s'agit cependant pas de présenter toute la théorie liée à cette méthode, ni d'avancer dans les explications les plus poussées. Pour cela, nous renvoyons aux ouvrages de P.J. Goodhew et collaborateurs (Goodhew *et al.* 2001) et de J.I. Goldstein et collaborateurs (Goldstein *et al.* 2003).

7.3.1 Principe

L'analyse au MEB repose sur le phénomène d'interaction rayonnement/matière avec comme rayonnement un faisceau d'électrons dits primaires, et comme matière, notre échantillon céramique poli qui aura été au préalable métallisé au carbone. Le faisceau d'électrons incident, de quelques dizaines de nm de diamètre, est généré par chauffage d'un filament de tungstène à des températures d'environ 2425°C et est ensuite accéléré est focalisé par une série de diaphragmes et de lentilles électromagnétiques (Goodhew *et al.* 2001 ; Goldstein *et al.* 2013 ; Frahm 2014).

Le bombardement du faisceau d'électrons primaires à la surface de l'échantillon génère un certain nombre d'interactions entrainant notamment des émissions telles celles d'électrons secondaires, d'électrons rétrodiffusés, d'électrons Auger, de rayonnement X ou bien encore de photons d'énergie variée (Le Blanc 1984) (**figure 7.7**). Ces émissions peuvent être enregistrées grâce à la présence dans le MEB de plusieurs détecteurs. Dans le cadre de notre étude, nous avons essentiellement travaillé à partir de la détection de trois types d'émissions, celles des électrons secondaires et rétrodiffusés, ainsi que des rayons X.

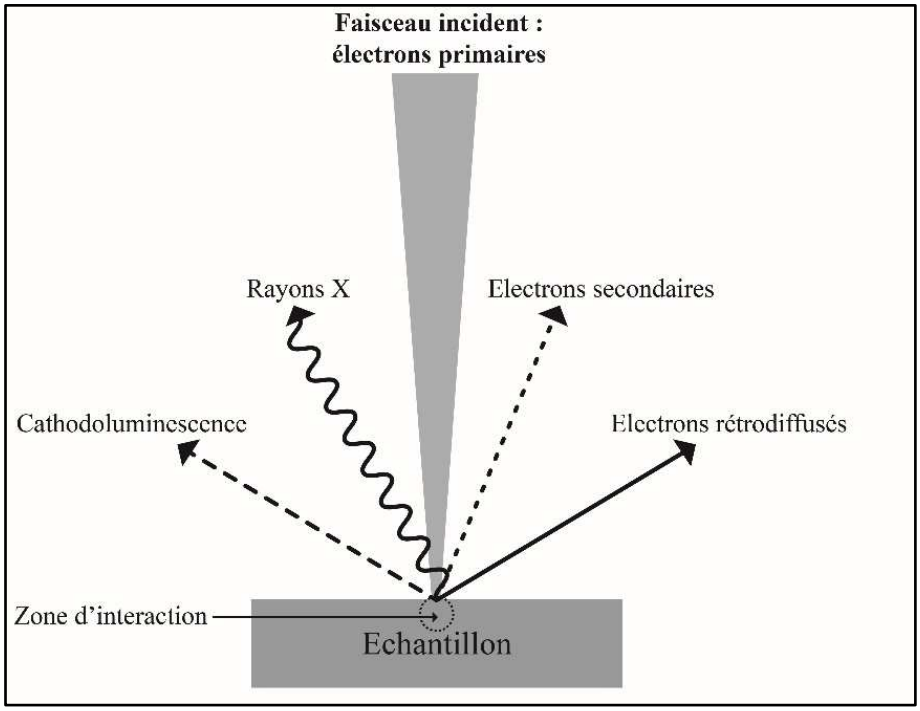


Figure 7.7 : Schéma présentant certains des signaux pouvant être enregistrés dans un MEB (d'après Goodhew *et al.* 2001, *fig.5.5*).

7.3.1.1 Imagerie par détection des électrons secondaires

Chargés d'une énergie inférieure à 50 eV, les électrons secondaires proviennent donc des atomes situés à la surface de l'échantillon, jusqu'à une profondeur d'environ 10 nm. Ces électrons sont éjectés par un transfert d'énergie cédée par des électrons primaires du faisceau lors de leur interaction avec l'échantillon. Détectés grâce à un système scintillateur-photomultiplicateur de type détecteur Everhart-Thornley, les signaux de ces électrons secondaires permettent d'obtenir des images présentant la topographie et autres détails de surface de la zone observée. Pour ces images, nous parlons d'images ETD (de l'anglais *Everhart-Thornley Detector*).

7.3.1.2 Imagerie par détection des électrons rétrodiffusés

Les électrons rétrodiffusés sont des électrons du faisceau incident ayant été déviés par collisions élastiques ou quasi-élastiques des atomes constitutifs de l'échantillon, de telle sorte qu'ils sont réémis dans une direction proche de leur direction d'origine avec une faible perte d'énergie. Ces électrons, d'une énergie plus importante que celles des électrons secondaires, proviennent d'une profondeur dans l'échantillon de l'ordre de 10 à 100 nm. Leur émission est moins affectée par la topographie de l'échantillon, mais davantage par le numéro atomique des éléments qui constituent l'échantillon. En effet, plus l'élément rencontré par le faisceau incident est lourd (numéro atomique élevé), plus le nombre d'électrons rétrodiffusés est important.

La détection des électrons rétrodiffusés permet donc d'obtenir une image de l'échantillon en contraste chimique, que nous appellerons image BSE (de l'anglais *Back-Scattered Electrons*) (**figure 7.8**). Sur une image BSE, les zones sont brillantes (claires) lorsque nous sommes en présence d'éléments comportant un numéro atomique élevé. Au contraire, elles sont sombres lorsque les éléments ont des numéros atomiques plus faibles. Par exemple, avec les échantillons de l'étude observés en coupe en imagerie BSE, les glaçures sont toujours les zones les plus claires car, comme nous allons le voir, elles présentent de fortes teneurs en plomb, un élément lourd. La mesure de ces teneurs a été effectuée par détection des rayons X émis par les échantillons.

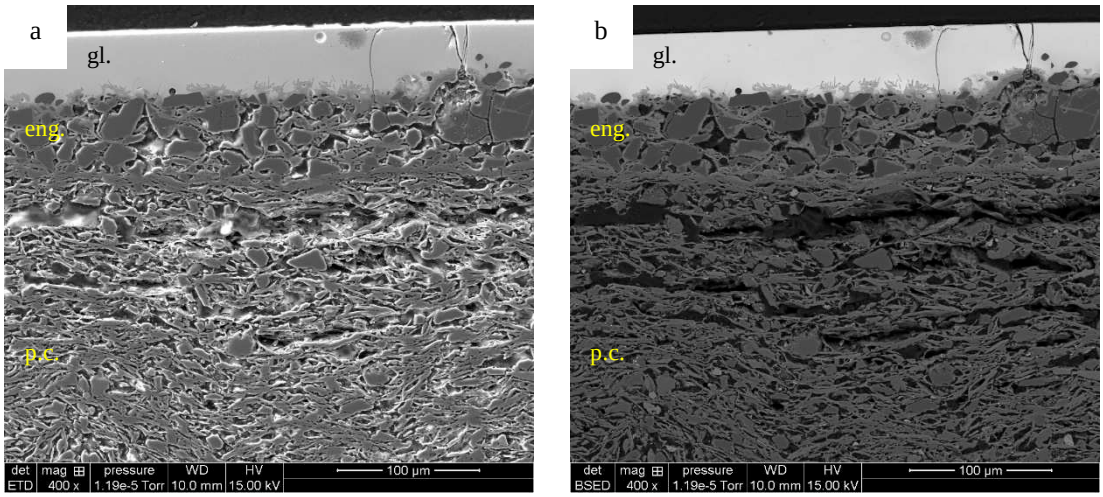


Figure 7.8 : Images d'une coupe transversale de l'échantillon BZY298 (Ephèse tardo-byzantine), obtenues en mode : a) électrons secondaires (ETD) ; b) électrons rétrodiffusés (BSE). (Dimensions réelles du cadre : 370 x 340 µm) ; p.c. : pâte céramique ; eng. : engobe ; gl. : glaçure.

7.3.1.3 Caractérisation par détection des rayons X

Les rayons X émis par les atomes de l'échantillon après ionisation présentent des longueurs d'onde et des énergies caractéristiques des éléments constituant ce dernier. Ces rayons X sont détectés grâce à des spectromètres à rayons X dans le but de déterminer, qualitativement et quantitativement, la composition élémentaire de l'échantillon. Le spectromètre le plus fréquemment couplé au MEB est celui à dispersion d'énergie (EDS).

Les données enregistrées par utilisation de ce spectromètre se présentent sous la forme de spectres associant l'intensité mesurée à l'énergie des rayons X détectés (**figure 7.9**). Chaque pic observé sur un spectre est caractéristique d'un rayonnement X propre à un élément présent dans l'échantillon analysé (Ponting 2004). Cependant, sur les spectres EDS, il est parfois difficile de distinguer des pics qui se superposent pour certains éléments, et le système n'est généralement pas suffisamment sensible pour mesurer les faibles signaux des éléments traces (Frahm 2014).

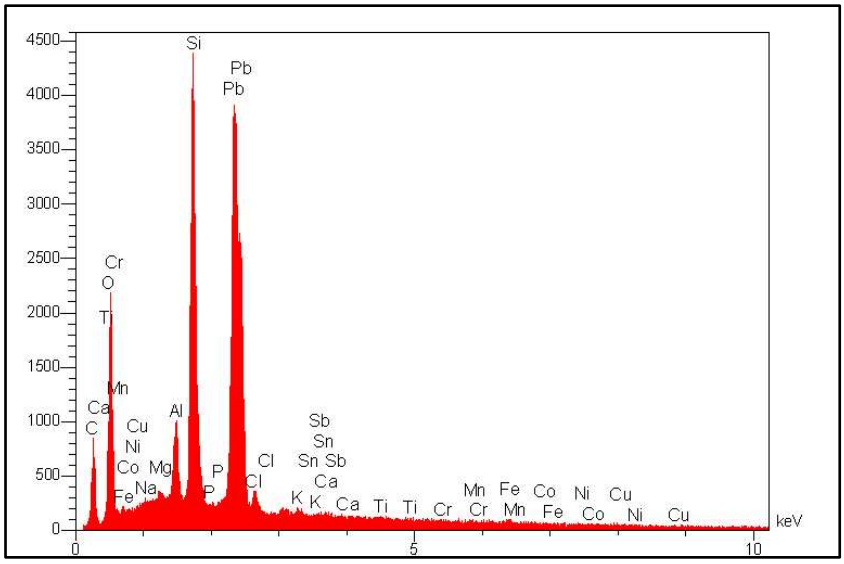


Figure 7.9 : Spectre EDS obtenu après analyse de la glaçure de l'échantillon BZY298 (Ephèse tardo-byzantine).

7.3.2 Les analyses au MEB de l'étude

7.3.2.1 Instruments

Toutes les analyses MEB de l'étude ont été effectuées au Centre Technologique des Microstructures (CTμ) de Lyon. Le microscope électronique utilisé était un *FEI Quanta FEG 250*, auquel était couplé un spectromètre EDS utilisant un détecteur *silicon drift SAMx* de 30mm² (**figure 7.10**). L'acquisition et l'évaluation des données furent effectuées avec le logiciel *IDFix*.

Figure 7.10 : Photographie du MEB *FEI Quanta FEG 250* utilisé au CTμ de Lyon (photo : CTμ).

7.3.2.2 Protocole analytique

Que ce soit pour l'observation en imageries ETD et BSE, ou bien pour l'analyse élémentaire, nous avons mené les analyses avec une distance de travail de 10 mm, et chaque mesure EDS a été opérée à 15 kV pendant 60 s. La quantification des éléments fut faite en utilisant la méthode de correction PAP pour les intensités. Afin de vérifier la fiabilité des résultats, des standards de référence géologique (Diorite DR-N) et de verre (Corning Brill B, C et D) furent analysés en début et en fin de chaque séance (**tableau A.3** en annexes).

Les glaçures furent analysées en deux étapes. Dans un premier temps, nous analysions l'ensemble de la glaçure en intégrant la phase vitreuse, les bulles et microstructures, tout en évitant la surface et l'interface avec l'engobe. Dans la suite de cette présentation, c'est ce que nous désignons sous l'appellation « glaçure totale ». Selon l'hétérogénéité de la glaçure, trois à six analyses ont été opérées sur toute la longueur de l'échantillon et ce, pour chaque échantillon. Dans un deuxième temps, nous analysions la glaçure sur des zones plus réduites ne comprenant que la phase vitreuse, toujours selon trois à six analyses.

Lorsque les glaçures présentaient des microstructures, celles-ci ont aussi été analysées, soit selon une zone, soit en ponctuel. Pour certaines inclusions, les analyses ont été réalisées avec une tension du faisceau plus faible (10kV, au lieu de 15), de manière à réduire la zone d'interaction et donc à réduire l'influence de la glaçure alentour. Certaines microstructures observées dans plusieurs glaçures présentaient des caractéristiques similaires, aussi bien morphologiques que chimiques. Dans les cas où elles représentaient une tendance et où elles pouvaient être des indices, par exemple, de pigments utilisés par les potiers, alors elles ont ensuite été analysées au spectromètre Raman afin d'en approfondir l'identification.

Concernant les engobes, ils furent aussi analysés sur leur globalité à partir de plus de mesures (cinq à huit) du fait de leur plus forte hétérogénéité. Des microstructures particulières présentes à l'interface engobe/glaçure et dans les engobes, ainsi que les matrices inter-particules des engobes ont aussi été analysées selon le même protocole utilisé pour les microstructures des glaçures. Pour les matrices inter-particules, nous avons effectué chaque mesure en nous éloignant progressivement de la glaçure afin d'observer d'éventuels gradients.

Ainsi, les différents types d'images obtenus au MEB et les analyses élémentaires effectuées sur les éléments de décor des céramiques de l'étude, constituent notre principal corpus de

données avec lequel nous avons travaillé, et avec lequel nous avons pu obtenir les principaux résultats présentés dans le chapitre 8. Cependant, nous avons conduit d'autres analyses afin d'approfondir certaines observations, nécessitant l'utilisation d'un spectromètre Raman.

7.4 Spectrométrie Raman

7.4.1 Objectifs de l'analyse par spectrométrie Raman

Les analyses par spectrométrie Raman n'ont pas été effectuées avec tous les échantillons de notre corpus, mais uniquement sur des lots qui présentaient des caractéristiques similaires, notamment au niveau de leur glaçure. Les échantillons qui présentaient des microstructures singulières dans leur glaçure n'ont pas été retenus car nous souhaitions travailler, dans un premier temps, sur des d'échantillons semblant suivre une tendance.

L'un des principaux objectifs était d'analyser des inclusions observées dans les glaçures que nous supposions être liées à des pigments ou colorants. Nous connaissions, grâce au MEB, la microstructure et la composition chimique de ces inclusions, et l'utilisation du spectromètre Raman devait nous permettre de les identifier avec plus de précision.

Avant d'analyser ces échantillons au spectromètre Raman, nous avons dû les préparer de nouveau. En effet, les échantillons métallisés durent être polis une seconde fois de manière à enlever la couche de carbone sur leur surface. Cette phase de polissage s'est uniquement opérée avec les suspensions diamantées de 3 et ¼ de µm pour ne pas trop abraser les surfaces des coupes. Par la suite, en utilisant la loupe binoculaire et en s'aidant d'images BSE, nous avons pu noter des repères sur les échantillons de manière à retrouver les inclusions au moment de leur analyse au spectromètre Raman.

7.4.2 Analyses par spectrométrie Raman au laboratoire MONARIS – UMR2133

Les analyses par spectrométrie Raman ont été réalisées au laboratoire MONARIS – UMR2133 avec la collaboration de Ludovic Bellot-Gurlet. Le spectromètre Raman utilisé est un modèle *HR800 Jobin-Yvon Horiba* (**figure 7.11**), avec lequel nous avons utilisé l'émission à 514 nm d'un Laser Argon ionisé *Coherent (I-90C-6)*, modulé à une puissance de 600 mW. La détection du laser diffusé était réalisée à l'aide d'un détecteur CCD (*Charge Coupled*

Device) refroidi par effet Peltier. Un réseau 600 traits/mm était utilisé, ce qui nous permettait d'obtenir une large fenêtre spectrale pour chaque acquisition, d'une résolution d'environ 2 cm^{-1}. Les acquisitions, de 60 s, étaient pilotées grâce au logiciel *Labspec* (Jobin-Yvon Horiba).

Le spectromètre est couplé à un microscope *Olympus* équipé notamment d'objectifs x50 et x100 qui permettaient d'observer, à l'échelle micrométrique, les zones à analyser dans les échantillons. Le diamètre d'analyse avec les objectifs x50 et x100 était respectivement d'environ 2 et 1 µm.

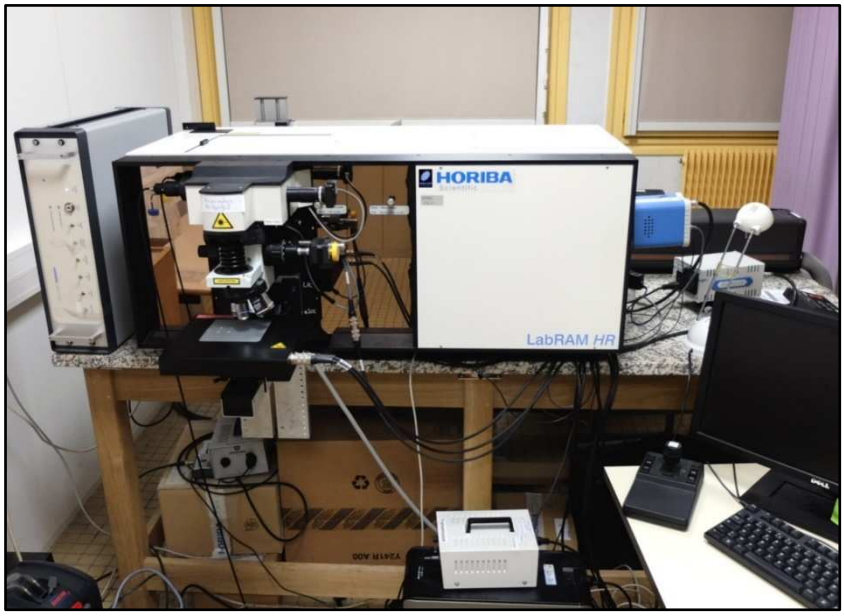


Figure 7.11 : Spectromètre Raman *HR800 Jobin-Yvon Horiba* utilisé au laboratoire MONARIS – UMR2133 (Photo : L. Bellot-Gurlet).

8. Analyses des éléments de décoration

Dans ce chapitre 8, nous allons présenter les résultats obtenus grâce aux observations à la loupe binoculaire, aux observations et analyses au microscope électronique à balayage, ainsi qu'aux analyses par spectrométrie Raman. Ici, l'objectif est d'associer les données selon des « recettes » de fabrication dans le but de définir certaines pratiques et traditions techniques. Nous proposons une classification sur la base de catégories techniques, tout en tenant compte des classification préalables, basées sur l'origine des échantillons (les productions définies par les analyses de pâtes) et sur leur type. Suite à cette présentation, les résultats seront intégrés dans une perspective plus globale dans le chapitre 9.

Les céramiques de notre corpus peuvent être réparties en quatre catégories techniques selon la recette de la glaçure et le type de l'engobe. Par recette de glaçure nous comprenons notamment la nature des fondants ainsi que des éventuels opacifiants utilisés. Les différentes analyses et observations faites durant l'étude nous ont permis de distinguer trois principales recettes de glaçures : très plombifères et transparentes, alcalino-plombifères et opacifiées à l'étain, et alcalino-plombifères et transparentes.

Quant aux engobes, ils se différencient en premier lieu selon leur nature, argileuse ou synthétique. Nous avons pu classer les engobes argileux en trois groupes à partir de leurs caractéristiques macroscopiques, microstructurales et, dans une moindre mesure, chimiques. Nous définirons ces trois groupes d'engobes argileux lorsque nous présenterons la première catégorie technique.

Dans le cadre de notre étude, nous comptons ainsi quatre catégories techniques définies par leur association glaçure-engobe (**tableau 8.1**). La première catégorie concerne les échantillons décorés avec une glaçure plombifère sur un engobe argileux. La deuxième catégorie renvoie aux céramiques présentant une glaçure alcalino-plombifère opacifiée à l'étain toujours appliquée sur un engobe argileux. Les troisième et quatrième catégories comprennent les céramiques ayant une glaçure alcalino-plombifère transparente. Ce qui différencie ces deux catégories est le type d'engobe sur lequel repose cette dernière. Dans la troisième catégorie, nous sommes toujours en présence d'engobes argileux, tandis qu'ils sont synthétiques dans la quatrième.

Catégories techniques	Nature de la glaçure*	Type d'engobe**
Catégorie technique 1	Plombifère, transparente	Argileux 1
		Argileux 2
		Argileux 3
Catégorie technique 2	Alcalino-plombifère 1, opacifiée à l'étain	Argileux 1
		Argileux 3
Catégorie technique 3	Alcalino-plombifère 2, transparente	Argileux 1
		Argileux 2
Catégorie technique 4	Alcalino-plombifère 2, transparente	Synthétique

Tableau 8.1 : Catégories techniques représentées dans notre corpus, définies selon la nature de la glaçure et de l'engobe. *Les glaçures alcalino-plombifères se différencient entre autres selon leurs teneurs en alcalins ; **Les engobes argileux se répartissent selon trois groupes.

Avant de présenter les résultats, il semble important d'introduire et de rappeler les notions et la terminologie que nous avons employées. Ces notions sont ***catégorie technique***, ***type***, et ***production***. Comme nous venons de le voir, les ***catégories techniques*** sont définies à partir des associations glaçure-engobe-pâte, qui sont ramenées ici aux associations glaçure-engobe. En effet, nous nous concentrons dans le présent travail sur les revêtements, qui sont toujours appliqués sur des pâtes argileuses dans notre corpus. Ces catégories techniques se comptent au nombre de quatre.

Le ***type*** renvoie à la forme et au décor de la céramique, à la typologie telle qu'elle est utilisée par les céramologues. Nous avons par exemple le type sgraffito polychrome à décor peint de points violets et bandes vertes ou bien encore le type céramique à décor moulé. Enfin, la ***production*** est l'ensemble des céramiques fabriquées à partir d'un même matériau (pâte) dans un centre potier, localisé ou non (Picon 1973, 1993 ; Waksman 2014a). Cette production est approchée par un échantillonnage représentatif.

Dans notre cas, nous avons étudié par exemple une production de céramiques tardo-byzantines localisée à Pergame (« Pergame tardo-byzantin »), correspondant à une catégorie technique et à ce qui est assimilé à un seul type. Autre exemple, la production dite « Pergame F », qui inclut deux types, les sgraffito polychromes *beyliks* et les céramiques à glaçure monochrome turquoise, qui se différencient aussi par leur catégorie technique. Le cas des *Miletus Wares* est plus complexe, car nous observons pour un même type deux catégories techniques différentes, qui peuvent être observées sur un même échantillon selon que nous ayons affaire à sa face interne ou externe.

8.1 Glaçure plombifère sur engobe argileux

Cette première catégorie technique comprend la plus grande diversité de types céramiques et de productions de notre corpus. Nous y retrouvons toutes les céramiques tardo-byzantines, ainsi que les sgraffito polychromes *beyliks* et les céramiques à décor moulé. Les glaçures monochromes jaunes appliquées sur les surfaces externes des céramiques à glaçure monochrome turquoise, tout comme les glaçures monochromes vertes recouvrant certaines surfaces externes des *Miletus Wares* appartiennent aussi à cette première catégorie. De ce fait, toutes les productions définies au chapitre 6, à l'exception de celle issue de l'atelier de la *Rote Halle* de Pergame, sont représentées dans cette première catégorie (**tableau 8.2**).

Production	Type	Echantillon(s)
Ephèse tardo-byzantine	Sgraffito polychrome	BZY287 ; BZY288 ; BZY293
	Dérivés de la *Zeuxippus Ware*	BZY291; BZY298
Pergame tardo-byzantine	Dérivés de la *Zeuxippus Ware*	BY-27 ; BY-37
	Céramique à glaçure monochrome	CY-92 ; CY-95 ; CY-150 ; DY-24 ; DY-46 ; EY-118
	Sgraffito monochrome	EY-119
« Ephèse local (c/4) »	Sgraffito polychrome à points violets	BYZ430 ; BZY363 ; BZY364 ; BZY370 ; BZY386 ; BZY387 ; BZY388 ; BZY913 ; BZY957
	Céramique à décor moulé	BZN 70 ; BZY932 ; BZY934
Milet locale	Sgraffito polychrome à points violets	BZN 54 ; BZN 60 ; BZN 61
	Céramique à décor moulé	BZY997
« Ephèse régional (b/2) »	Sgraffito polychrome à points violets	BZY962
	Céramique à décor moulé	BZY373 ; BZY931 ; BZY956
	Céramique à glaçure turquoise (verso jaune)	BZY365 ; BZY366 ; BZY371
« Pergame F »	Sgraffito polychrome à points violets	BYZ506 ; BYZ507 ; BZN 74 ; BZN 75 ; BZN 76 ; BZN 77 ; BZN135 ; BZN152 ; BZY433 ; BZY436
Iznik	*Miletus Ware* (verso vert)	BZN209 ; BZN210
« *Miletus Ware* non localisée »	*Miletus Ware* (verso vert)	BZN 46 ; BZN 47 ; BZN285 ; BZN289

Tableau 8.2 : Liste des échantillons de la catégorie technique 1, classés selon leur type et leur production.

8.1.1 Glaçures plombifères

8.1.1.1 Epaisseurs

D'une manière générale, pour notre corpus, l'épaisseur des glaçures plombifères mesure plusieurs dizaines de µm, mais excède rarement la centaine (**tableau A.4** en annexes). Il est difficile de définir des tendances car ces épaisseurs peuvent varier du simple au double entre

les échantillons d'un même type issus d'une même production, et présentent une certaine hétérogénéité. Si nous prenons par exemple le cas des sgraffito polychromes d'« Ephèse local (c/4) », nous avons une glaçure mesurant environ 40 µm d'épaisseur (BYZ430), tandis que la glaçure recouvrant le verso de BZY387 fait plus de 100 µm.

Cependant, il est possible de distinguer la production tardo-byzantine de Pergame qui se démarque avec des épaisseurs de glaçures supérieures aux 100 µm, à l'exception de l'échantillon EY-119. Au contraire, les glaçures monochromes vertes recouvrant des surfaces de céramiques de *Miletus Wares* sont quant à elles plutôt fines avec des épaisseurs comprises entre 30 et 60 µm environ, quelle que soit la production à laquelle elles appartiennent.

8.1.1.2 Microstructures

Les observations effectuées à la loupe binoculaire et au MEB en mode BSE, montrent que sur toute leur épaisseur, les glaçures sont homogènes dans le sens où elles présentent peu d'inclusions (**figure 8.1**). Quelques-unes sont cependant observées, dont les compositions chimiques indiquent qu'elles jouent le rôle de colorant ; d'autres, au contraire, posent davantage d'interrogations. Nous reviendrons au paragraphe *8.1.1.4 Couleurs des glaçures* sur ces inclusions.

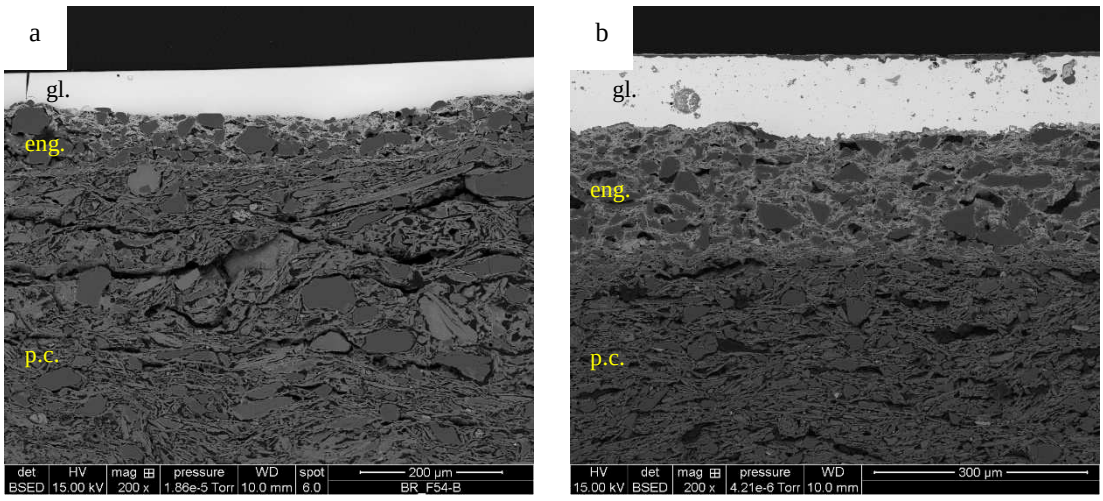


Figure 8.1 : Images BSE permettant de distinguer la glaçure (gl.), l'engobe (eng.) et la pâte céramique (p.c.) d'échantillons de la catégorie technique 1 (dimensions réelles des cadres : 730 x 670 µm) : a) BZY366 (« Ephèse régional (b/2) ») ; b) BZY387 (« Ephèse local (c/4) »).

De la même manière, très peu de bulles sont visibles dans les glaçures, sauf pour l'échantillon BZY387 qui fait office d'exception puisqu'il en présente une quantité non négligeable. Cette absence de bulles, associée à la rareté des inclusions, fait que nous ayons

affaire à la production de glaçures transparentes, une caractéristique généralement observée à ces périodes pour des glaçures plombifères.

8.1.1.3 Compositions chimiques : constituants majeurs

Toutes les glaçures de notre première catégorie technique ont de fortes teneurs en plomb, comprises entre 36 et 66 % PbO (**tableau A.5** en annexes). Ces teneurs peuvent être très variées pour certaines productions, voire pour certains de leur type. Par exemple, les valeurs sont comprises entre 44 et 64 % pour la production tardo-byzantine d'Ephèse. Dans le même cas, nous pouvons citer celui des sgraffito polychromes d'« Ephèse local (c/4) », des céramiques à décor moulé d'« Ephèse régional (b/2) », ou bien encore celui des glaçures monochromes vertes des *Miletus Wares* de la production « *Miletus Ware* non localisée ». Au contraire, les glaçures des autres types céramiques et des autres productions présentent des compositions plus homogènes avec des écarts de teneurs plus réduits.

Cette première lecture des compositions témoigne d'une fabrication de glaçures plombifères utilisant le plomb comme principal fondant, avec des teneurs cumulées en alcalins (Na_2O+K_2O) ne dépassant pas les 2 %, à l'exception de la glaçure brune de BZY288. Nous constatons une tendance concernant ces teneurs en alcalins. Cela concerne les glaçures vertes des *Miletus Wares* pour lesquelles les teneurs cumulées en potassium et sodium sont globalement supérieures à celles enregistrées dans les glaçures de cette première catégorie technique.

Parmi les autres éléments majeurs de ces glaçures plombifères, nous trouvons la silice, élément formateur qui prend bien entendu une part importante puisqu'il représente environ un tiers de la composition globale des glaçures, voire davantage dans celles ayant les plus basses teneurs en plomb. Le troisième élément principal est l'alumine avec des teneurs comprises entre 2 et 8 %.

Selon Tite *et al.* (1998), de telles compositions, déjà utilisées durant l'Antiquité, sont proches de l'eutectique dans un système SiO_2-PbO-Al_2O_3 (31,7 % SiO_2, 61,2 % PbO, 7,1 % Al_2O_3) (**figure 8.2**). De ce fait, de basses températures de cuisson d'environ 800°C pourraient, en principe, avoir été utilisées pour la production de telles glaçures (Tite *et al.* 1998 ; De Benedetto *et al.* 2004), à l'exception peut-être des échantillons de la productions « *Miletus Ware* non localisée ». En effet, trois des quatre glaçures analysées pour cette production présentent les compositions les plus éloignées de l'eutectique (**figure 8.2**).

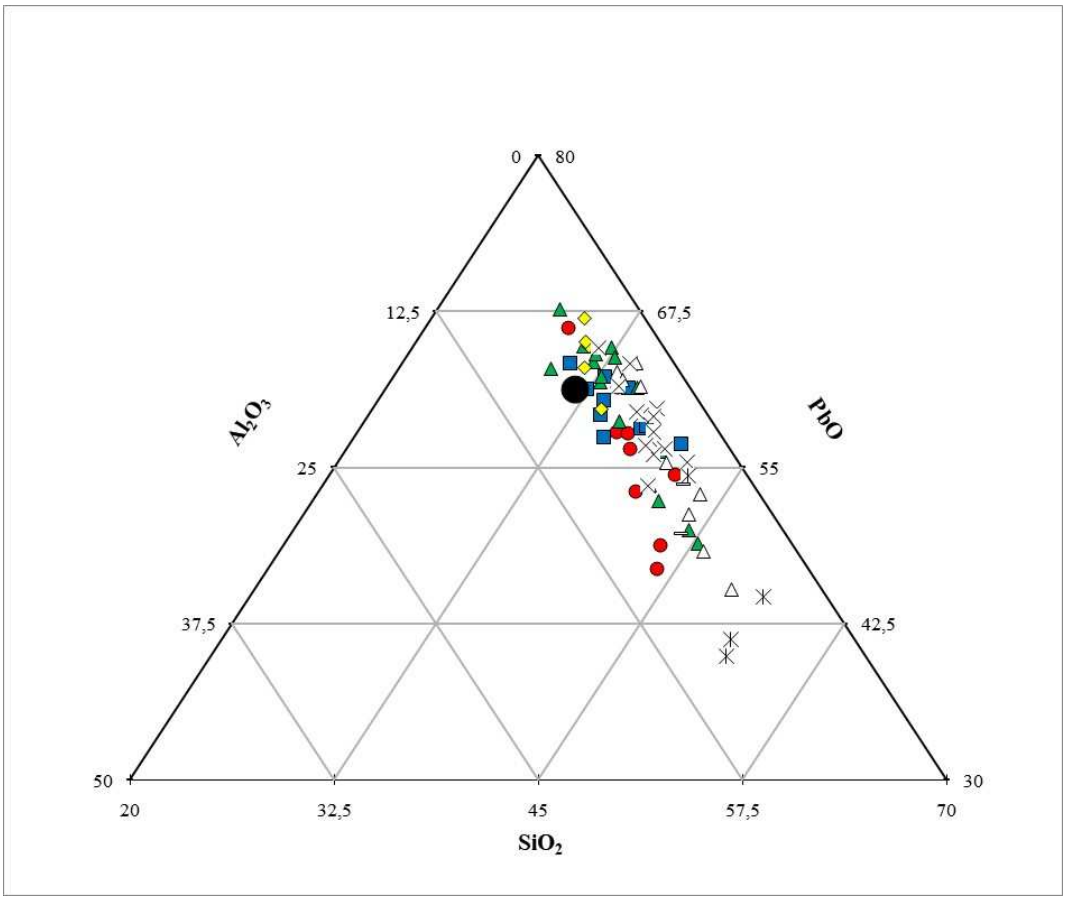


Figure 8.2 : Diagramme ternaire SiO_2-PbO-Al_2O_3 montrant les échantillons avec l'eutectique (rond noir). Ephèse tardo-byzantin : ronds rouges ; Pergame tardo-byzantin : carrés bleus ; « Ephèse local (c/4) » : triangles verts ; Milet local : triangles orange ; « Ephèse régional (b/2) » : losanges jaunes ; « Pergame F » : croix ; Iznik : traits verticaux ; « *Miletus Ware* non localisée » : étoiles.

Ainsi, c'est l'association de ces trois éléments – silice, plomb et alumine – dans ces proportions, qui définit les glaçures plombifères de notre première catégorie technique. De telles glaçures plombifères ont fréquemment été étudiées dans d'autres productions, généralement sous l'appellation *high lead glazes* dans la littérature anglophone (Hurst & Freestone 1996 ; Tite *et al.* 1998 ; Walton 2004 ; Waksman *et al.* 2008a ; Walton & Tite 2010 ; Kırmızı *et al.* 2015). Tout comme cela a aussi été mentionné pour ces autres études, d'autres éléments sont présents dans nos glaçures plombifères avec notamment les oxydes métalliques utilisés comme colorants.

8.1.1.4 Couleurs des glaçures

Dans ces glaçures plombifères, nous retrouvons deux couleurs principales que sont le jaune et le vert, attestées dans les céramiques tardo-byzantines, dans les sgraffito polychromes, ainsi que dans les céramiques à décor moulé, pour lesquelles c'est la glaçure verte qui prédomine.

Des glaçures jaunes sont aussi appliquées sur certains versos de céramiques à glaçure turquoise, tandis que des glaçures vertes recouvrent certaines surfaces externes de *Miletus Wares*. Enfin, nous constatons une troisième couleur dans les glaçures des sgraffito polychromes des trois productions. Il s'agit du violet utilisé pour représenter les points dans le décor. Dans la plupart des cas, les colorants sont dissous dans ces glaçures plombifères et s'y sont diffusés uniformément, sauf quelques exceptions pour lesquelles des inclusions associées aux colorants ont été observées. Nous avons privilégié ici les tendances principales susceptibles de représenter les pratiques techniques mises en œuvre au sein de chaque production.

8.1.1.4.1 Glaçures jaunes

Le jaune présente différentes teintes allant du jaune pâle à l'orange, voire jusqu'au brun clair dans certaines glaçures de sgraffito polychromes de la production « Pergame F ». Deux échantillons ont même une glaçure brun foncé. Il s'agit de BZY288 et BZN 77. Toutes ces glaçures colorées dans les teintes jaunes à brunes ont des teneurs en oxydes de fer supérieures à 1 %, à l'exception de l'échantillon BZY934. Ces valeurs sont plus élevées que celles des glaçures ayant une autre couleur, ce qui nous permet de confirmer le rôle du fer en tant que colorant, comme cela a déjà été attesté dans de nombreuses études (Picon *et al.* 1995 ; Mason *et al.* 2001 ; Pradell *et al.* 2012 ; Kırmızı *et al.* 2015 ; Molera *et al.* 2017). Concernant l'échantillon BZY934, dont la glaçure jaune pâle contient seulement 0,24 % de Fe_2O_3, il ne doit sa couleur qu'à sa très forte teneur en PbO (65,76 % PbO, Picon *et al.* 1995), qui est d'ailleurs la plus importante parmi tous nos échantillons.

Le rôle du fer en tant que colorant est plus attesté ici du fait que les différentes teintes que connaissent ces glaçures jaunes sont corrélées à ses teneurs. Plus celles-ci sont élevées, plus la glaçure obtenue se fonce jusqu'à obtenir une couleur orange dans les céramiques tardo-byzantines de Pergame, voire brun clair dans les glaçures des sgraffito polychromes de la production « Pergame F ». Les glaçures jaunes des versos de la production « Ephèse régional (b/2) » témoignent d'un jaune vif avec des teneurs en Fe_2O_3 supérieures à 3 %.

Quant aux deux glaçures brun foncé échantillonnées sur BZN 77 et BZY288, nous constatons que la couleur de la première est liée à la très forte teneur en fer (11, 78 % Fe_2O_3), tandis que pour BZY288, il semble qu'elle soit due à l'association du fer et du potassium car pour ce dernier, nous enregistrons une teneur nettement plus élevée (1,67 % K_2O) en comparaison avec les teneurs des autres échantillons.

Enfin, concernant ces glaçures jaunes, nous souhaiterions revenir sur la présence d'inclusions dans deux d'entre elles, dont les compositions chimiques témoignent de très fortes teneurs en fer (**tableau 8.3**). Ces inclusions riches en fer apparaissent à la loupe binoculaire (**figure 8.3a**), ainsi qu'au MEB en imagerie BSE (**figures 8.3b** et **8.3c**), sous la forme de nodules foncés. Les compositions chimiques de ces inclusions présentent des teneurs en Fe_2O_3 d'environ 95 % pour l'échantillon BZY366, et de 70 % pour l'échantillon BZN 77 (dont les 30% restants sont essentiellement la silice et l'oxyde de plomb de la glaçure alentour).

Cependant, certaines inclusions observées dans la glaçure de l'échantillon BZN 77 sont davantage intéressantes puisque leurs analyses ont permis de révéler la présence d'antimoine (**figure 8.3c**), un élément qui peut également être à l'origine d'une coloration jaune (Picon *et al.* 1995.). Cependant, les faibles teneurs en antimoine, de l'ordre de 1-4 % Sb_2O_3, vis-à-vis de celles du fer rendent plus probable que c'est ce dernier qui est responsable de la coloration, le rôle de Sb dans ce cas et son origine (impureté du minerai ?) restant à préciser.

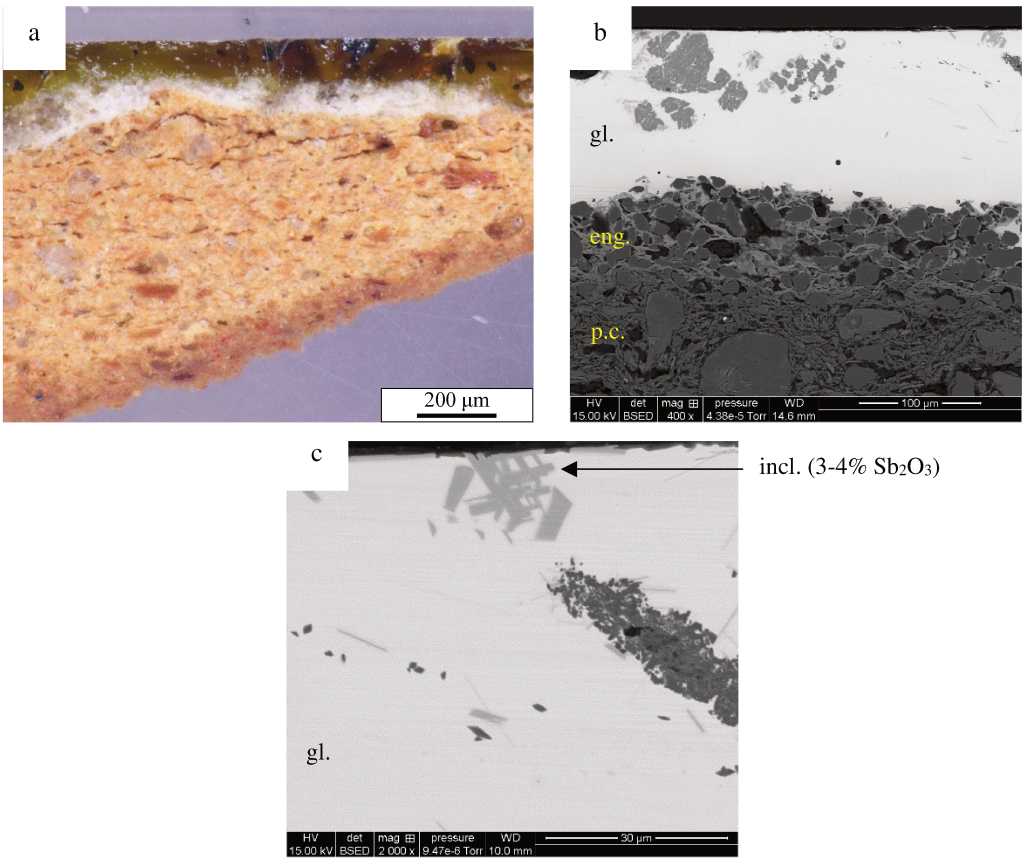


Figure 8.3 : Images de coupes transversales de l'échantillon BZN 77 (« Pergame F ») obtenues : a) à la loupe binoculaire (dimensions réelles du cadre : 1,4 x 1,1 mm) ; b) et c) au MEB en mode BSE (dimensions réelles des cadres : b) 370 x 340 µm ; c) 74 x 68 µm). gl. : glaçure ; eng. : engobe ; p.c. : pâte céramique.

Echantillon / face / couleur de la glaçure	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	PbO	CuO	Sb_2O_3
BZY366 V jaune	95.30	0.79	1.27	-	-	-	-	-
BZY366 V jaune	93.32	1.21	1.48	-	-	1.13	-	-
BZN 77 R brun	71.18	0.78	0.64	1.47	0.78	19.16	-	3.80
BZN 77 R brun	73.11	1.20	0.43	0.95	0.93	18.08	0.58	2.98
BZN 77 R brun	71.06	2.92	0.74	0.58	0.54	21.30	0.50	0.90
BZN 77 R brun	66.44	5.02	0.75	0.39	0.40	23.62	-	0.80

Tableau 8.3 : Compositions élémentaires des inclusions riches en fer observées dans les glaçures de la catégorie technique 1 (en % mass., analyses globales, MEB-EDS).

8.1.1.4.2 Glaçures vertes

Pour la couleur verte, il est communément évoqué dans les études portant sur les glaçures plombifères qu'elle est produite par le cuivre (Picon *et al.* 1995 ; Mason *et al.* 2001 ; Paynter *et al.* 2004 ; Waksman *et al.* 2007 ; Pradell *et al.* 2012 ; Bajnóczi *et al.* 2014 ; Kırmızı *et al.* 2015 ; Bouquillon *et al.* 2017 ; Molera *et al.* 2017), ce qui se confirme avec notre corpus. En effet, toutes les glaçures vertes ont une teneur en CuO supérieure à 1 %, sauf pour BZN 70 et BZY962 dont le vert est plus clair. Cette observation est valable pour chaque type et production. Par ailleurs, dans les compositions de certaines glaçures vertes, des teneurs supérieures à 1 % de Fe_2O_3 sont aussi enregistrées, comme cela fut aussi observé pour des glaçures vertes byzantines d'Izmir (Özçatal *et al.* 2014a). Il est vraisemblable que pour ces cas, le pigment utilisé pour la coloration de la glaçure aurait pu contenir ces deux éléments en de fortes proportions.

Dans la glaçure verte de l'échantillon BYZ430, un amas de cristaux a été observé en imagerie BSE (**figure 8.4**), dont les compositions attestent entre autres de teneurs élevées en oxydes de fer (env. 40 % Fe_2O_3), de cuivre (env. 16 % CuO), mais aussi de manganèse (env. 14 % MnO) et d'antimoine (env. 1,2 % Sb_2O_3) (**tableau 8.4**). Les autres éléments enregistrés pour ces cristaux sont vraisemblablement issus de la glaçure alentour. La question est de savoir si ces cristaux seraient des reliquats du colorant utilisé, et dans tel cas, quelle en serait la nature. A partir des compositions chimiques, nous ne pouvons pas émettre de suggestion.

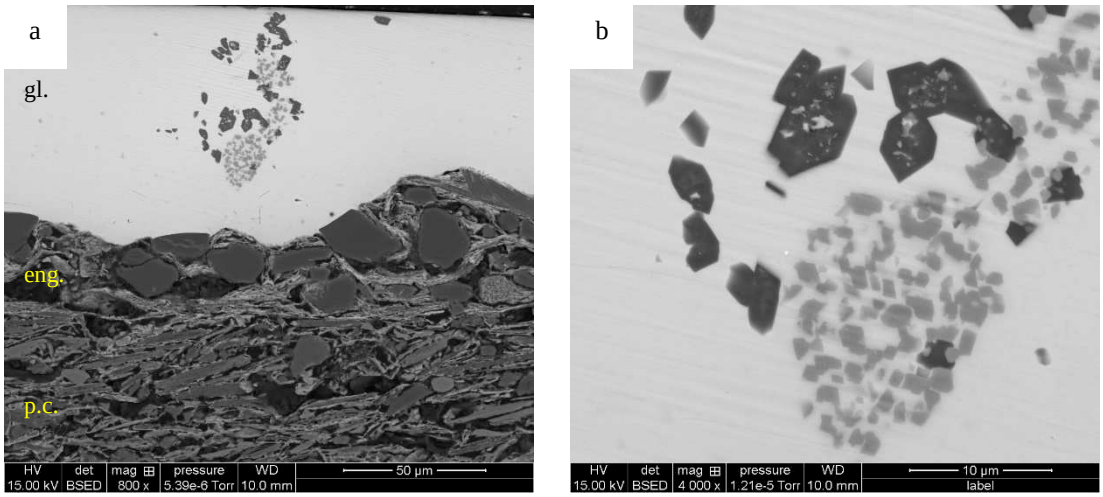


Figure 8.4 : Images BSE montrant notamment des inclusions riches en cuivre, fer et manganèse dans la glaçure verte de l'échantillon BYZ430 (dimensions réelles des cadres : a) 185 x 170 µm ; b) 37 x 34 µm). Il s'agit des cristaux « clairs », les foncés étant des cristaux de diopside, cf. *infra*. gl. : glaçure ; eng. : engobe ; p.c. : pâte céramique.

Inclusions	**Fe_2O_3**	**SiO_2**	**Al_2O_3**	**MgO**	**MnO**	**Na_2O**	**PbO**	**CuO**	**Sb_2O_3**	**NiO**
« cristaux clairs »	39.19	9.46	2.70	2.77	13.54	0.52	13.83	15.27	1.18	0.41
« cristaux clairs »	42.86	7.34	2.79	4.29	14.36	0.54	9.35	16.10	1.32	0.41

Tableau 8.4 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des inclusions « claires » de la glaçure verte de l'échantillon BYZ430 (« Ephèse local (c/4) »).

8.1.1.4.3 Glaçures violettes

La troisième et dernière couleur que présentent les glaçures plombifères est le violet concentré dans les points décorant les sgraffito polychromes qui, d'après les compositions chimiques, résulte de l'introduction de manganèse dans le mélange glaçurant. En effet, la présence de cet élément n'a pas été détectée dans les autres glaçures. Il est intéressant de constater que l'utilisation du manganèse n'est effective que dans un seul type céramique de notre corpus, mais dans les trois productions dont ils relèvent.

Il a été possible d'étudier au MEB des inclusions riches en manganèse dans la glaçure violette de l'échantillon BZY962. Deux catégories d'inclusions sont présentes et se distinguent par leur aspect microscopique (**figure 8.5b**) ainsi que par leur composition chimique (**tableau 8.5**). Nous avons tout d'abord les inclusions « claires » en forme de losange pour lesquelles les teneurs en manganèse sont d'environ 16 % MnO, et celles en SiO_2 et en PbO sont respectivement d'environ 20 et 60 %. Un nouvel élément est attesté pour ces inclusions avec le baryum, à de très faibles teneurs avec cette première catégorie d'inclusions.

Avec la seconde catégorie d'inclusions, le baryum est présent à près de 5 % BaO. Ces inclusions, apparaissant plus foncées sur la photo et étant de plus petites dimensions et de formes plus arrondies, se composent aussi de plus de 70 % de MnO et laissent aussi apparaître de faibles teneurs en TiO_2 (tableau 8.5). Le baryum a déjà été mesuré dans d'autres décors brun-violet au manganèse de céramiques islamiques de Saragosse du XI^{e} siècle, décorées à la *Cuerda Seca* (Pérez-Arantégui *et al.* 1999), dans des carreaux hispano-moresques (Coentro *et al.* 2014, 2017) ou bien encore dans des céramiques glaçurées polychromes de Coimbra (Portugal) des XVI^{e}-XVIII^{e} siècles (Guilherme *et al.* 2011).

Ces colorants à base de manganèse et de baryum pourraient provenir de minéraux contenant du baryum abondamment présents dans les sources de minerais de manganèse tels le psilomélane $(Ba,H_2O)_2Mn_5O_{10}$ ou bien encore la baryte ($BaSO_4$) (Tite *et al.* 2009 ; Coentro *et al.* 2017).

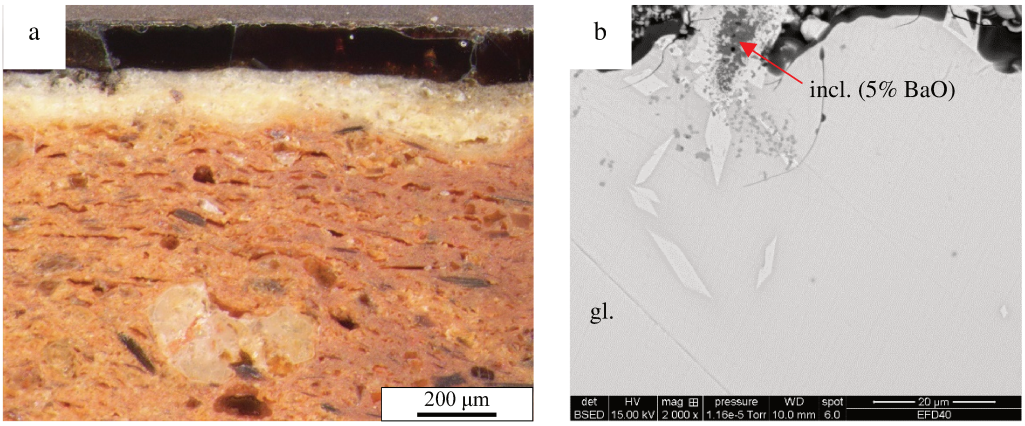


Figure 8.5 : a) Photographie prise à la loupe binoculaire d'une coupe transversale de l'échantillon BZY962 (« Ephèse local (c/4) ») (dimensions réelles du cadre : 1,4 x 1,1 mm) ; b) Image BSE montrant des inclusions riches en manganèse présentes dans la glaçure violette de l'échantillon BZY962 (dimensions réelles du cadre : 74 x 68 µm). gl. : glaçure.

Type d'inclusion observé en BSE	Fe_2O_3	TiO_2	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	PbO	CuO	NiO	BaO
« Losange clair »	1.91	0.00	20.14	0.91	0.47	15.44	59.64	0.33	0.15	0.39
« Losange clair »	2.12	0.00	19.72	0.57	0.32	16.39	59.22	0.44	0.31	-
« Losange clair »	1.85	0.00	19.91	0.75	0.36	16.09	59.06	0.54	0.26	0.51
« Losange clair »	1.65	0.00	20.48	0.92	0.50	14.99	59.84	0.33	0.00	0.61
« Losange clair »	1.43	0.00	22.56	1.11	0.49	13.87	58.73	0.58	0.30	-
« Losange clair »	1.39	0.00	20.14	0.60	0.42	15.97	60.26	0.31	0.19	0.35
« Cristaux foncés »	1.90	0.55	10.81	0.56	0.08	69.51	9.62	0.43	0.18	5.21
« Cristaux foncés »	1.24	0.42	9.33	0.67	0.25	75.70	6.37	0.29	0.13	5.02

Tableau 8.5 : Principales teneurs (en % mass.) des inclusions riches en manganèse issues de la glaçure violette de l'échantillon BZY962 (« Ephèse local (c/4) »).

8.1.1.5 Autres inclusions dans les glaçures : le cas des cristaux de diopside

D'autres inclusions ont été étudiées, dont la grande majorité sont de même nature et furent observées dans plusieurs échantillons issus de types céramiques et de productions différents. En imagerie BSE, ces inclusions gris foncé mesurant quelques µm se regroupent en amas situés généralement à proximité de l'engobe, dont certains ont des formes automorphes suggérant des cristaux néoformées (**figure 8.6**). Dans deux cas (BZY386 et BZN 61), elles sont réparties de manière éparse dans toute l'épaisseur de la glaçure.

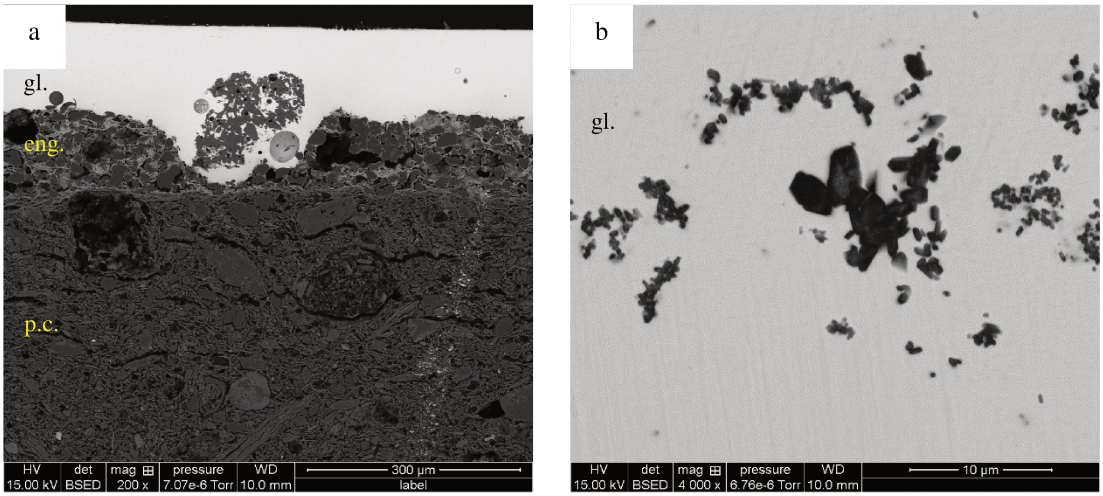


Figure 8.6 : Images BSE de cristaux de diopside formés dans des glaçures : a) BZN 77 (« Pergame F ») (dimensions réelles du cadre : 730 x 670 µm); b) BZY386 (« Ephèse local (c/4) ») (dimensions réelles du cadre : 37 x 34 µm). gl. : glaçure. eng. : engobe ; p.c. : pâte céramique.

Leurs analyses chimiques révèlent des concentrations élevées de calcium, de fer, de silicium, d'aluminium, de magnésium et de plomb (**tableau A.6** en annexes). Etant donné leurs petites dimensions, il est probable qu'au moment des analyses ponctuelles, une partie de la glaçure alentour ait été analysée. En omettant donc les éléments provenant de la glaçure plombifère, à l'exception de la silice dont les teneurs mesurées dans les inclusions sont supérieures à celles des glaçures, nous obtenons des inclusions surtout riches en CaO, MgO et SiO_2, dont les proportions sont proches de celles du diopside ($CaMgSi_2O_6$), déjà attesté sous cette forme dans des glaçures plombifères (Capelli & Cabella 2010). De tels cristaux ont aussi été déterminés dans les glaçures de nos autres catégories techniques, dont certains ont été analysés en spectrométrie Raman avec des résultats confirmant l'hypothèse du diopside (cf. 8.2.1.4.2 Diopside).

Nous ne pouvons expliquer clairement la formation de ces cristaux car les glaçures, tout comme les engobes, présentent de très faibles teneurs en CaO. On peut supposer de ce fait qu'ils

sont liés à la présence d'impuretés calcaires dans le mélange glaçurant. Ils sont présents dans les glaçures de différentes productions, dont celles localisées à Pergame, Ephèse et Milet, ce qui pose la question de l'origine de ces « impuretés ». Cette question reste actuellement ouverte.

8.1.1.6 Altération des glaçures

Nous évoquerons brièvement les faciès d'altération qui ont été observés au niveau de la surface de certaines de ces glaçures plombifères. En imagerie BSE, nous avons pu distinguer deux types de faciès d'altération. Celui qui est le plus fréquemment observé se présente sous la forme d'une couche plus sombre que la glaçure saine, dans laquelle il est possible d'y distinguer plusieurs feuillets qui se superposent, parallèles à la surface (**figures 8.7a** et **8.7b**, zone 1.) ; reflétant « une structure typique d'une couche lixiviée » (Bouquillon *et al*. 2007). Dans certains cas, une seconde couche apparaît sur sa surface, présentant un aspect identique en imagerie BSE, mais apparaissant plus claire (**figure 8.7b**, zone 2.).

Ces faciès d'altération ont déjà été observées dans d'autres études, avec par exemple celle menée par Anne Bouquillon sur des céramiques Renaissance de Bernard Palissy (Bouquillon *et al.* 2007) ; est sont qualifiés de « zone irisée feuilletée ».

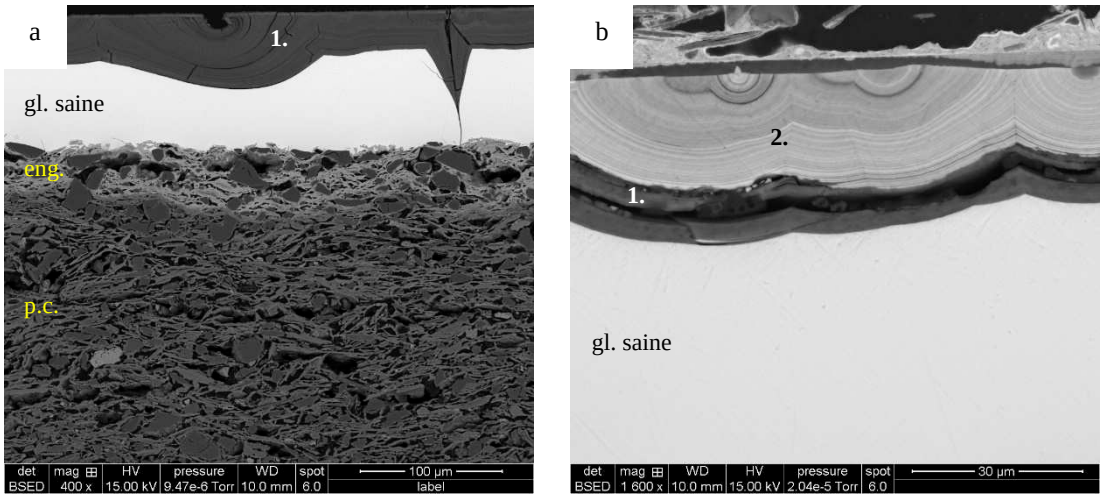


Figure 8.7 : Images BSE montrant notamment des couches d'altération de glaçure (1. et 2. : zones irisées feuilletées) : a) BZY370 (« Ephèse local (c/4) ») (dimensions réelles du cadre : 370 x 340 µm) ; b) BZY957 (« Ephèse local (c/4) ») (dimensions réelles du cadre : 92 x 85 µm). gl. : glaçure. eng. : engobe ; p.c. : pâte céramique.

Dans notre étude, trois zones irisées ont été analysées, dont les compositions obtenues sont présentées dans le **tableau 8.6**. Les zones irisées analysées dans les glaçures de CY-150 et

BZY370 étaient les plus foncées en imagerie BSE (zone 1 dans **figure 8.7**), tandis que la zone irisée analysée dans l'échantillon BZY957 est plus claire (zone 2 dans **figure 8.7b**).

En regardant les teneurs, nous voyons tout d'abord que celles en PbO sont considérablement plus faibles en comparaison avec celles de la glaçure saine. A l'inverse, il est intéressant de noter l'augmentation significative de CaO dont les teneurs sont maintenant supérieures à 2 %. Dans la zone irisée plus claire de l'échantillon BZY957, nous notons l'apparition de phosphore, tout comme celle de chlore.

Ces tendances concernant la diminution des teneurs en plomb et l'augmentation, voire l'apparition d'autres éléments tels le calcium et le phosphore s'expliquent notamment par des échanges ioniques entre les éléments de la glaçure et ceux du milieu d'enfouissement (Freestone *et al.* 1985 ; Freestone 2001 ; Bouquillon *et al.* 2007).

Echantillon/face/couleur glaçure/ type de zone	**CaO**	**Fe_2O_3**	**K_2O**	**SiO_2**	**Al_2O_3**	**MgO**	**Na_2O**	**P_2O_5**	**PbO**	**CuO**	**Cl**
CY-150 R incolore	-	-	-	31.85	4.65	0.64	0.52	-	60.32	-	-
CY-150 R incolore altéré zone 1	2.28	0.57	0.56	74.51	8.96	0.50	-	-	10.43	-	-
BZY370 R vert	0.46	0.60	-	31.35	5.05	0.49	0.41	-	59.10	1.17	-
BZY370 R vert altérée zone 1	4.53	1.99	1.02	65.10	12.85	0.72	0.69	0.50	10.08	-	-
BZY957 R vert	-	-	-	33.76	3.07	0.51	0.40	-	58.53	1.79	-
BZY957 R vert altéré zone 2	6.59	0.97	0.57	29.74	4.36	1.17	1.83	10.07	40.00	0.67	3.18

Tableau 8.6 : Compositions élémentaires de zones altérées de glaçures des échantillons de la catégorie technique 1 (en % mass., analyses globales, MEB-EDS).

8.1.2 Engobes

Les engobes argileux de notre première catégorie technique peuvent être classifiés en trois groupes avec une subdivision dans le troisième. Cette classification a été établie en premier lieu à partir des microstructures des engobes, ainsi que sur la base de leurs caractéristiques macroscopiques (couleur, épaisseur) et, dans une moindre mesure, de leurs compositions chimiques. Ces groupes sont plutôt bien corrélés avec les productions définies à partir de l'analyse des pâtes, car pour une production donnée nous observons généralement l'utilisation d'un même engobe, quel que soit le type céramique. C'est pour cette raison que dans ce sous-chapitre consacré aux engobes, nous raisonnerons davantage en termes de productions, en distinguant cependant les productions tardo-byzantines des productions turques.

Ainsi, d'une manière générale, les céramiques des productions tardo-byzantine et *beylik* d'Ephèse et de sa région ((c/4) et (b/2)), ainsi que de la production de Milet, se virent appliquer des engobes argileux du premier groupe. Les engobes du deuxième groupe sont ceux appliqués sur les céramiques tardo-byzantines de Pergame. Quant au troisième groupe, il correspond à

celui des engobes utilisés dans la production « Pergame F », ainsi que sur la surface externe des *Miletus Wares*[60].

8.1.2.1 Caractéristiques macroscopiques

Comme évoqué dans le chapitre 3, les engobes de notre corpus ont tous une couleur proche du blanc, avec des nuances allant du blanc vif au rosé clair, voire orangé. Dans le premier groupe d'engobes, les couleurs varient plus du blanc crème à l'orange clair (**figures 8.8a** et **8.8b**), à l'exception de certains échantillons de la production « Ephèse local (c/4) » pour lesquelles ils sont d'un blanc plus pur. Des nodules ferrugineux peuvent être observés dans certains cas à la loupe binoculaire, ainsi que des grains de quartz apparaissant comme translucides, et la matrice argileuse se distingue bien. Quant à leurs épaisseurs, elles sont très variables d'un échantillon à l'autre, de l'ordre de plusieurs dizaines de µm, mais n'excédant pas les 100 µm dans la majorité des cas.

Avec le deuxième groupe, tous les engobes sont blancs (**figure 8.8c**), sauf sur deux échantillons où ils tendent vers le rosé (BZY287 et BZY291). Leur aspect sous la loupe binoculaire est bien différent de celui du premier groupe car on n'y observe beaucoup moins de nodules ferrugineux et la matrice argileuse est difficilement différenciable des inclusions. L'ensemble apparaît ainsi très homogène. Ces engobes sont bien plus épais que ceux du groupe précédent puisqu'ils dépassent tous les 100 µm (sauf pour CY-92 : 90 µm) ; pouvant même atteindre près de 240 µm.

Concernant les engobes du troisième groupe, ceux-ci sont blancs à translucides (**figures 8.8d**, **8.8e** et **8.8f**). De la même manière qu'avec le second groupe, très peu de nodules ferrugineux sont observés, à l'inverse des grains de quartz très fréquents. La matrice argileuse est difficilement discernable et il en résulte un ensemble très homogène. Les engobes de la production « Pergame F » sont les plus épais de ce groupe, avec des mesures comprises entre 60 et 190 µm, tandis les engobes des *Miletus Wares* n'excèdent pas les 85 µm, à l'exception de l'échantillon BZN 46 (**tableau A.4** en annexes).

[60] Il est important de rappeler que dans cette catégorie technique « glaçure plombifère sur engobe argileux », les engobes des *Miletus Wares* concernés sont uniquement ceux appliqués au verso, sous glaçure monochrome verte.

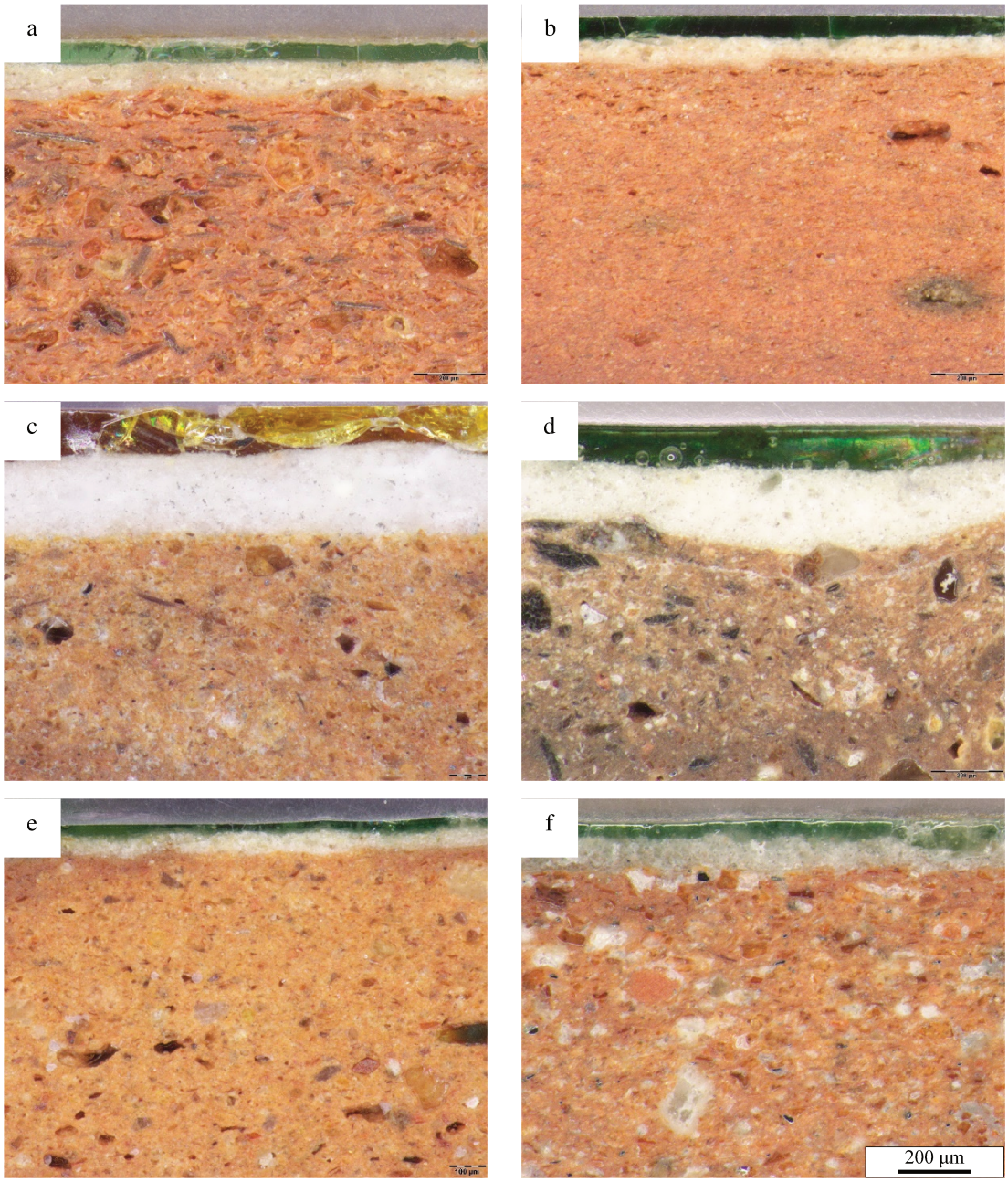


Figure 8.8 : Photographies prises à la loupe binoculaire d'échantillons de la catégorie technique 1 (dimensions des cadres : 1,4 x 1,1 mm) : a) BZY962 (« Ephèse régional (b/2) », engobe du groupe 1) ; b) BZY913 (« Ephèse local (c/4) », engobe du groupe 1) ; c) DY-46 (Pergame tardo-byzantin, engobe du groupe 3) ; d) BZN135 (« Pergame F», engobe du groupe 3) ; e) BZN209 (Iznik, engobe du groupe 3) ; f) BZN285 (« *Miletus Ware* non localisée », engobe du groupe 3.

8.1.2.2 Microstructures

Concernant les microstructures des engobes, les observations en imagerie BSE permettent de distinguer, dans les trois groupes, les caractéristiques de la matrice argileuse, des inclusions et des pores (**figure 8.9**). Sur les images BSE, la matrice argileuse est généralement plus claire que les autres constituants de l'engobe. Les inclusions en gris foncé sur les images BSE, de

type siliceux, sont pour la plupart des grains de quartz déjà repérés à la loupe binoculaire. Quant aux pores, ils sont matérialisés par les cavités noires sur les images BSE.

Quel que soit leur groupe, nous avons affaire à des engobes de types argileux riches en inclusions siliceuses et affichant une porosité parfois prononcée. Malgré tout, certains critères permettent toujours de différencier nos trois groupes selon l'abondance et la forme des inclusions, ou bien encore la microstructure de la matrice argileuse. Nous pourrions d'ailleurs reprendre comme base de travail les groupes que C. Capelli a définis lors d'une étude de céramiques tardo-médiévales (Capelli & Cabella 2007). Ainsi, notre premier groupe d'engobe peut être qualifié de type « riche en argile, avec de gros grains » (*clay-rich type – coarse-grained slips*) ; notre deuxième de type « riche en argile, avec des grains fins » (*clay-rich type – fine-grained slips*) ; et notre troisième de type « pauvre en argile, riche en inclusions avec dominante de quartz » (*clay-poor, inclusion-rich type – slips with prevalent quartz inclusions*).

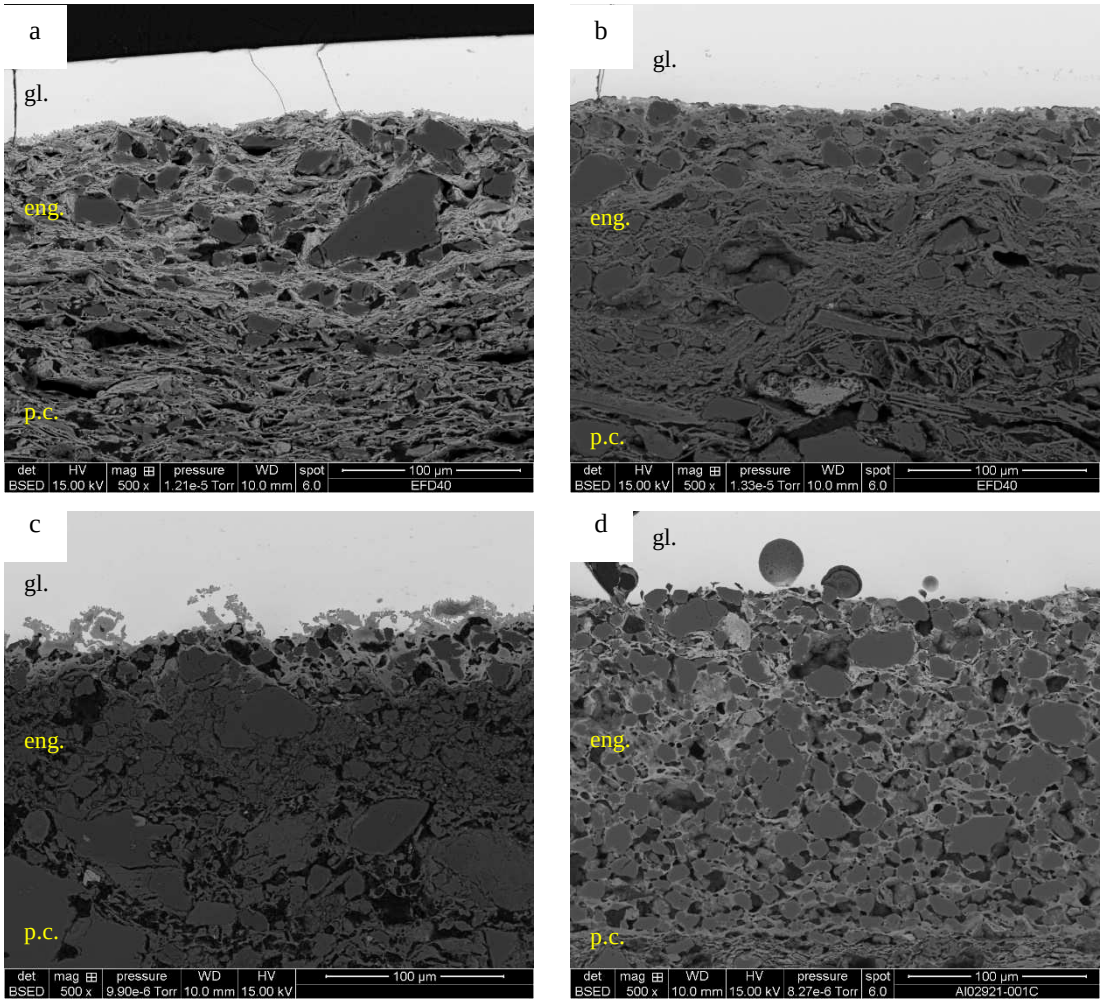


Figure 8.9 : Microstructures des 3 groupes d'engobe argileux de l'étude, présentées en imagerie en mode BSE (dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm). Engobes du groupe 1 : a) BZY913 (« Ephèse local (c/4) ») et b) BZY962 (« Ephèse b/2 ») ; du groupe 2 : c) CY-92 (Pergame tardo-byzantin) ; du groupe 3 : d) BZN135 (« Pergame F »). gl. : glaçure. eng. : engobe ; p.c. : pâte céramique.

Dans le premier groupe d'engobe, la matrice argileuse, relativement abondante, témoigne d'une microstructure orientée parallèlement à la surface pour la grande majorité des échantillons (**figure 8.9a**). Elle peut, au contraire, présenter un aspect vitrifié partiel voire complet pour quelques échantillons issus de chacune des productions utilisant ce type d'engobe 1 (**figure 8.9b**). Les inclusions siliceuses sont pour la plupart des grains de quartz d'une granulométrie relativement homogène. De formes variées, mais majoritairement tabulaires arrondies, ces grains ont une taille de quelques dizaines de µm, excédant rarement les 50 µm.

Le second groupe d'engobe montre une matrice argileuse qui est toujours vitrifiée à proximité de l'interface avec la glaçure (**figure 8.9c**). Dans certains engobes, toute la matrice est vitrifiée. Les inclusions, en grande majorité siliceuses, ont une granulométrie plus hétérogène par rapport aux autres groupes d'engobes, avec de très nombreux grains fins ne dépassant pas la dizaine de µm et d'autres moins fréquents de plusieurs dizaines de µm. Les contours des inclusions sont généralement moins nets, présentant un aspect de surface « érodé » (**figure 8.10**). Nous observons aussi des pores dans des proportions réduites.

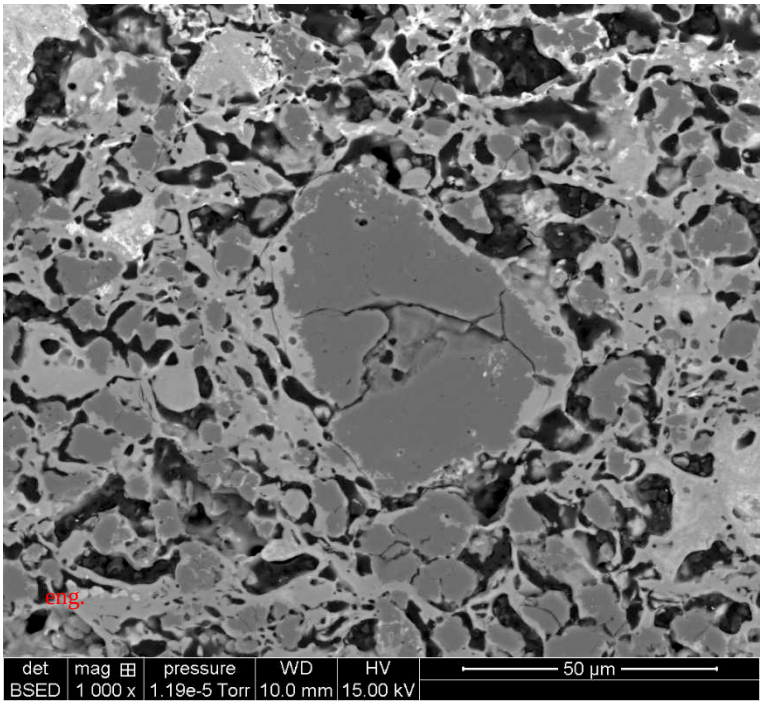


Figure 8.10 : Microstructures d'un engobe du groupe 2 (échantillon DY-46), présentées en imagerie en mode BSE (dimensions réelles du cadre : 147 x 127 µm).

Le troisième groupe d'engobe se démarque très nettement des deux précédents, notamment par la forte proportion d'inclusions de quartz (**figure 8.9d**). De ce fait, la proportion

de matrice argileuse qui lie ces grains est moindre. Cette dernière est généralement vitrifiée. La dimension des grains est de l'ordre de plusieurs dizaines de µm. La granulométrie est homogène et les grains sont de forme arrondie. Le fait que les grains soient bien calibrés et abondants suggère l'utilisation d'un sable trié ou soigneusement sélectionné pour la préparation de ces engobes, auquel une faible quantité de matière argileuse est ajoutée pour servir de liant.

Ce troisième groupe est subdivisé en deux sous-groupes selon la porosité. Le premier sous-groupe reprend la description précédente, à laquelle nous rajoutons le fait que la porosité est faible. Ce sous-groupe correspond aux engobes de la production « Pergame F », ainsi qu'à ceux des échantillons BZN 46 et BZN289 de la production « *Miletus Ware* non localisée ». Le deuxième sous-groupe se différencie par une plus forte proportion de pores. Il inclut les deux échantillons restants de la production « *Miletus Ware* non localisée » (BZN 47 et BZN285), ainsi que les deux échantillons de *Miletus Wares* d'Iznik. A noter que parmi les échantillons de la production « Pergame F », BZN 74 présente un engobe avec une microstructure différente, davantage comparable à celles des engobes du premier groupe.

8.1.2.3 Compositions chimiques

Les compositions chimiques des engobes ont été déterminées d'une part, dans leur globalité (matrice et inclusions), et d'autre part, uniquement sur leur matrice argileuse interstitielle (cf. chapitre 7). Les compositions obtenues sont présentées dans les **tableaux A.7** et **A.8** en annexes.

En se référant au **tableau A.7** en annexes, nous constatons qu'au sein de chaque groupe et de chaque production, les teneurs en SiO_2 sont variées, du fait d'une abondance des grains de quartz différente d'un échantillon à l'autre. Cependant, il est possible d'observer une tendance qui confirme notre classification des engobes. En comparant ces teneurs en silice, nous remarquons que la plus élevée pour les deux premiers groupes d'engobes est d'environ 75 %. Or, dans le troisième groupe d'engobe, onze des dix-neuf échantillons qui le constituent ont une teneur supérieure ; tendance qui se corrèle bien avec la microstructure décrite comme plus riche en inclusions de quartz. Avec des teneurs en SiO_2 comprises entre 75 et 85 % dans la majorité des cas, les compositions des engobes de ce groupe se rapprochent de celles des engobes synthétiques, qui correspondent à notre quatrième catégorie technique (cf. 8.4 Glaçure transparente alcalino-plombifère sur engobe synthétique).

Un autre élément important dans la composition des engobes est l'aluminium présent dans la matrice argileuse à des teneurs supérieures à 24 % Al_2O_3 (**tableau A.7** en annexes). Ce fort

taux en aluminium dans les matrices argileuses, associé aux très faibles teneurs en oxydes de fer n'excédant pas les 2%, laisse supposer que des argiles kaolinitiques sont une composante importante de ces engobes. La couleur blanche à orangé claire des engobes s'explique d'ailleurs par ces très faibles teneurs en oxydes de fer. Des teintes claires auraient aussi pu être obtenues en utilisant des argiles calcaires cuites à des températures suffisamment élevées (Picon 2002), mais ce n'est pas le cas car ces engobes ont de faibles teneurs en CaO (teneur maximale de 2.76 %, pour BZN210).

D'ailleurs, les pourcentages d'oxydes de fer sont corrélés avec la couleur des engobes. Dans la description des deuxième et troisième groupes, nous avions constaté que leurs engobes étaient plus blancs que ceux du premier groupe, ce qui se vérifie avec des teneurs en Fe_2O_3 globalement plus faibles (**tableau A.7** en annexes). Nous pouvons observer ce rapport au sein même des groupes d'engobes. Par exemple, dans le deuxième groupe constitué uniquement des échantillons de la production tardo-byzantine de Pergame, deux échantillons ne présentent pas un engobe tout à fait blanc, mais plus rosé. Il s'agit de CY-92 et EY-119 qui ont les plus fortes teneurs en Fe_2O_3 au sein de la production.

8.1.2.4 Etat de vitrification de la matrice argileuse

Nous avons mentionné dans le chapitre 3 que, grâce aux découvertes archéologiques et notamment de biscuits incisés, il est possible d'attester d'une double cuisson dans le procédé de fabrication de certaines céramiques de l'étude ; la première cuisson étant effectuée après la pose de l'engobe. Cette double cuisson concerne au moins les sgraffito tardo-byzantins et *beyliks* des productions d'Ephèse (« Ephèse local (c/4) »), de Milet (Milet local) et de Pergame (« Pergame tardo-byzantin »), pour lesquels des biscuits ont été découverts. C'est sur cette observation que nous proposons une interprétation de l'état de vitrification de la matrice argileuse des engobes.

Dans le cas du premier groupe d'engobe, qui comprend notamment les échantillons des productions « Ephèse local c/4 » et « Milet local », nous observons aussi bien des engobes vitrifiés que non vitrifiés. Les huit engobes qui ont une matrice interstitielle vitrifiée présentent les plus faibles teneurs en plomb (**tableaux A.7** et **A.8** en annexes). L'interprétation que nous proposons est que l'état vitrifié de la matrice n'est pas dû à la présence du plomb, qui aurait pu jouer le rôle du fondant, mais plutôt à une vitrification de l'engobe lors de la première cuisson. Après la première cuisson, ces biscuits se virent appliquer le mélange glaçurant, et subirent

ensuite une seconde cuisson. Etant donné que ces huit échantillons présentaient alors un engobe avec une matrice vitrifiée, donc moins poreuse, le plomb issu du mélange glaçurant a moins pu y pénétrer.

Dans les engobes des deux autres groupes, nous observons le phénomène inverse, à savoir que plus l'état de vitrification de la matrice de l'engobe est avancé, plus la teneur en plomb est élevée. Dans ce cas, c'est vraisemblablement le plomb diffusé à partir de la glaçure qui joue le rôle du fondant dans la matrice argileuse des engobes, dont la vitrification s'opèrerait cette fois-ci durant la seconde cuisson.

Nous pouvons illustrer ce deuxième cas avec la **figure 8.11** qui montre des images BSE d'engobes de deux échantillons de la production « Pergame tardo-byzantine », pour laquelle nous disposons de données archéologiques attestant de la double cuisson. L'un des engobes présente une matrice argileuse interstitielle vitrifiée uniquement au niveau de la surface (**figure 8.11a** : CY-95), tandis que la matrice interstitielle est vitrifiée sur toute l'épaisseur de l'engobe de l'échantillon DY-46 (**figure 8.11b**). Or, en se référant aux compositions des engobes et de leur matrice argileuse (tableaux A.7 et A.8 en annexes), nous constatons bien que les teneurs en plomb sont plus importantes pour l'échantillon DY-46 dont la matrice argileuse est complètement vitrifiée.

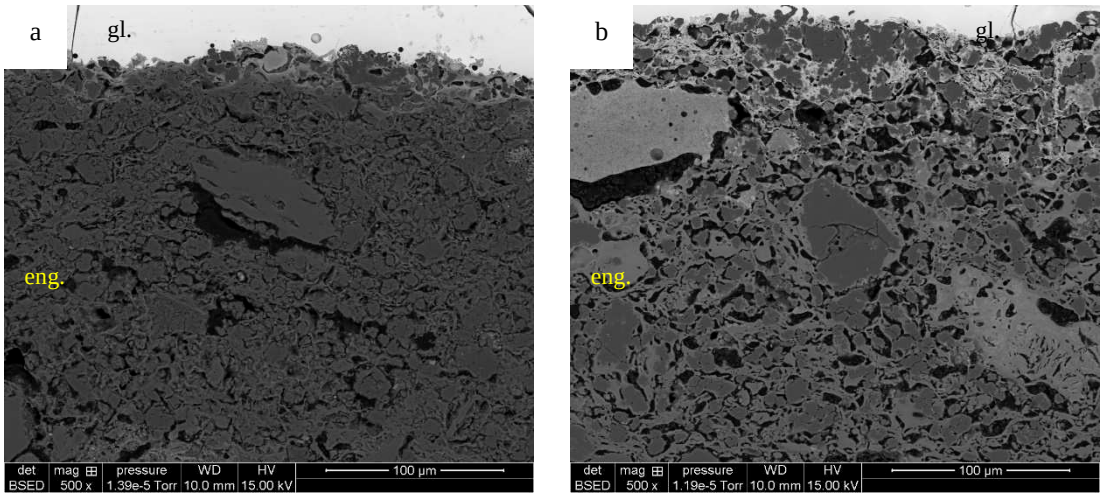


Figure 8.11 : Images BSE d'engobes du groupe 2 des échantillons CY-95 (« Pergame tardo-byzantin ») et DY-46 (« Pergame tardo-byzantin ») (dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm).

8.1.3 L'interface engobe/glaçure

Comme nous venons de le mentionner, nous disposons d'éléments archéologiques permettant d'attester une double cuisson pour certaines des productions étudiées. De ce fait, il

nous semblait intéressant d'examiner la réaction entre la glaçure et l'engobe durant la seconde cuisson. Cela se traduit par l'observation de la zone d'interaction entre ces deux matériaux. En effet, certaines recherches portant sur la cuisson de céramiques ont cherché à déterminer les différentes phases de cuisson à partir de l'étude au MEB de cette zone d'interaction (Molera *et al.* 2001a ; Ben Amara 2005 ; Coentro *et al.* 2017).

Dans notre cas, nous partons d'un protocole de cuisson connu grâce aux découvertes archéologiques, pour observer la façon dont la glaçure et l'engobe ont interagi lors de la seconde cuisson. Cette observation concerne notamment les deux premiers groupes d'engobes pour lesquels il est possible de confirmer la double cuisson. Quant au troisième groupe d'engobes, les productions et/ou types concernés – « Pergame F », *Miletus Wares* d'« Iznik », et « *Miletus Ware* non localisée », nous ne disposons pas des données archéologiques sur ce point.

Rappelons tout d'abord, qu'avec les trois groupes d'engobes argileux, nous avons affaire à une glaçure plombifère reposant sur un engobe de nature argileuse non calcaire, riche en inclusions siliceuses.

Le premier constat que nous pouvons émettre est qu'il y a bien diffusion de certains éléments de la glaçure dans l'engobe comme nous venons de le constater. Les observations en imagerie BSE témoignent d'une interface entre glaçure et engobe qui ne présente pratiquement pas d'inclusions néoformées dans les deux premiers groupes d'engobes (**figure 8.12a**). Quelques fins cristaux allongés dont les compositions sont présentées dans le **tableau A.9** en annexes, se sont tout de même formés dans certains échantillons, au niveau de la zone d'interaction engobe/glaçure, mais dans des proportions infimes. Ce constat change lorsque la glaçure repose directement sur la pâte céramique et non plus sur l'engobe, à savoir dans les zones où l'engobe a été incisé (cas des décors de sgraffito). Dans ces conditions, ces mêmes cristaux sont plus denses et se sont formés sur une plus grande épaisseur (**figures 8.12c** et **8.12d**). Il apparait donc que le critère de mono- ou double cuisson ne soit pas suffisant pour expliquer la formation ou non de cristaux à l'interface.

Des cristaux similaires ont été présentés dans la littérature comme étant des feldspaths de plomb, formés par réaction du plomb de la glaçure avec les éléments de la matrice argileuse durant la cuisson (Molera *et al.* 1993, 2001a ; Pradell *et al.* 2010).

Pour le troisième type d'engobe, celui avec une forte proportion de grains de quartz et une faible proportion de matrice argileuse, l'interface engobe/glaçure est plus prononcée pour certains échantillons. Elle ne se manifeste pas ici par la formation de cristaux néoformés à

l'interface, mais nous relevons la présence de grains de quartz dans la glaçure, localisés à proximité de l'interface (**figure 8.12b**).

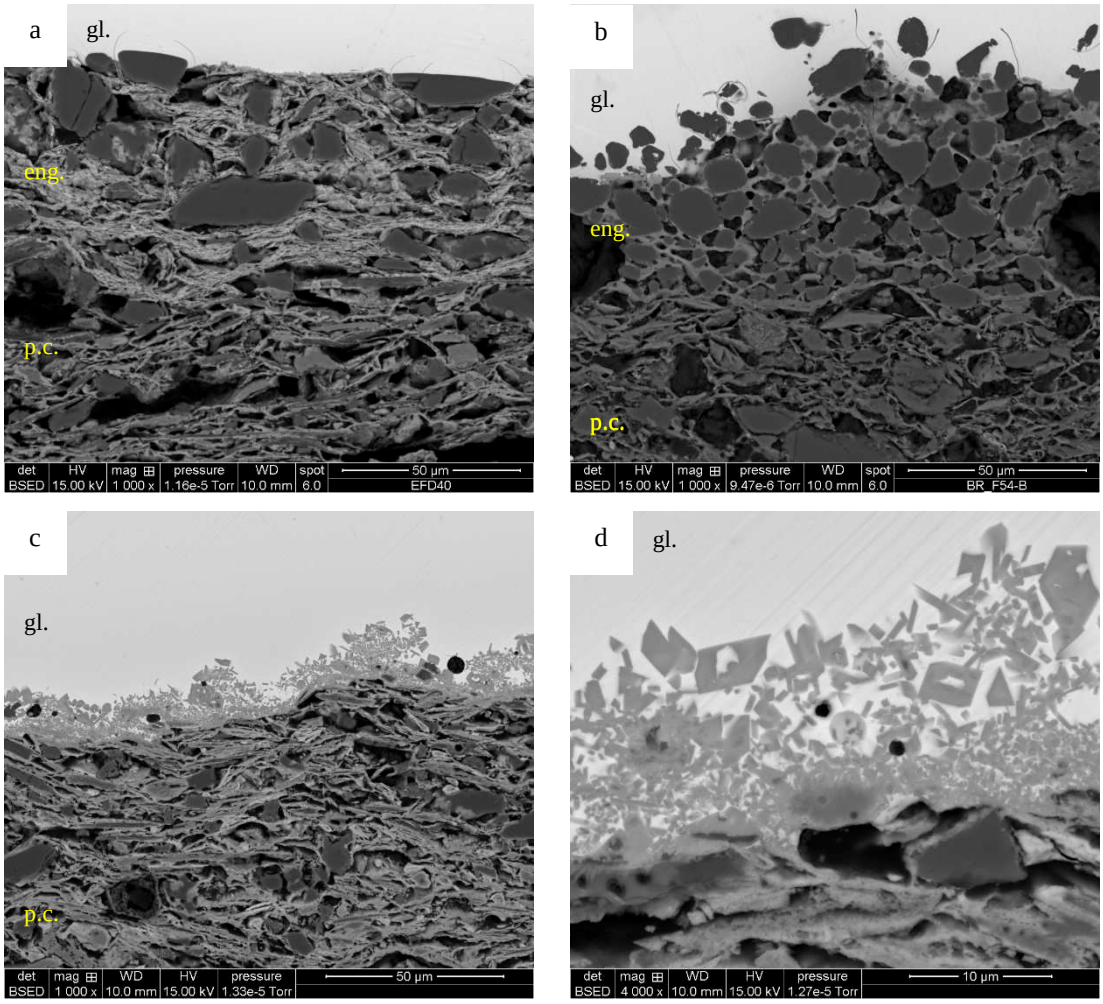


Figure 8.12 : Images BSE d'interfaces glaçure/engobe (dimensions réelles des cadres : a), b) et c) 148 x 136 µm ; d) 37 x 34 µm) : a) BZY913 (« Ephèse local (c/4) ») ; b) BYZ506 (« Pergame F») ; c) et d) : BZY291 (Ephèse tardo-byzantin). gl. : glaçure. eng. : engobe ; p.c. : pâte céramique

Ainsi, dans les cas présents, l'application des glaçures sur des engobes non calcaires ayant subi au préalable une première cuisson ne génère pas d'importantes réactions entre engobe et glaçure, car peu de cristaux se sont formés à l'interface durant la seconde cuisson, à l'exception des cas où la glaçure est en contact direct avec la pâte céramique. Cela est valable avec nos deux premiers groupes d'engobe.

Concernant le troisième groupe d'engobes, pour lequel la double cuisson n'est pas attestée archéologiquement, la zone d'interaction est généralement plus épaisse et se matérialise par la présence de grains de quartz dans la glaçure.

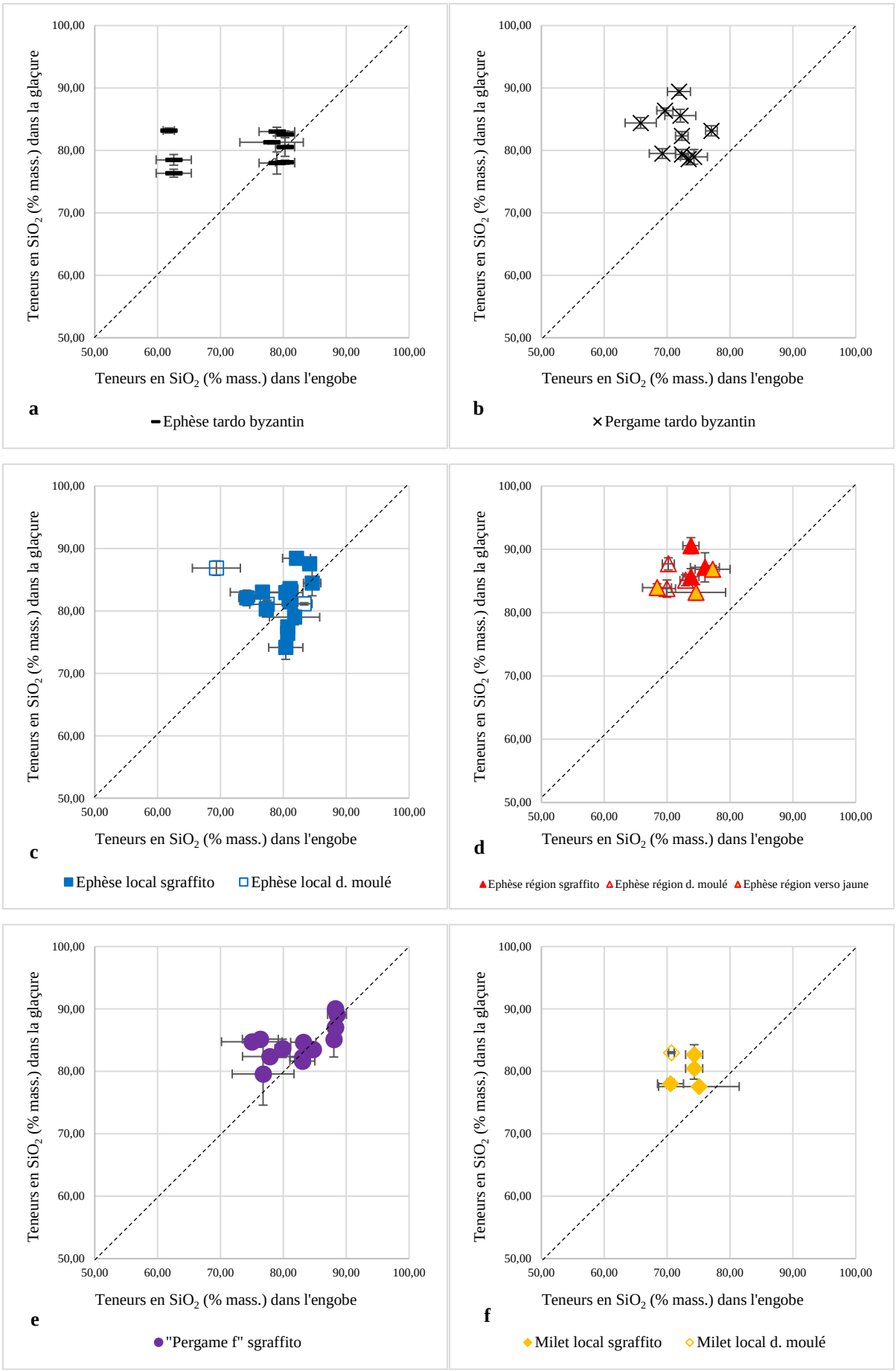
8.1.4 Méthodes d'application de la glaçure

Après avoir défini les glaçures ainsi que les engobes qui composent notre première catégorie technique, et afin de répondre à de nouvelles questions propres aux processus de productions, nous allons nous pencher sur les méthodes d'application de ces glaçures plombifères. Dans la littérature qui porte sur cette question, il est admis qu'il existait deux principaux moyens pour appliquer une glaçure plombifère sur une céramique (Picon *et al.* 1995 ; Hurst & Freestone 1996 ; Thiriot 1997 ; Tite *et al.* 1998 ; Walton 2004 ; Waksman *et al.* 2008a ; Walton & Tite 2010).

Les glaçures plombifères peuvent, d'une part, être produites par l'application directe de plomb métallique ou de sulfure – galène ou alquifoux – sous forme de grenaille par exemple. Le plomb interagit alors directement avec les constituants de l'engobe pour former la glaçure durant la cuisson. D'autre part, la production de la glaçure peut se faire grâce à un mélange de plomb et de silice transformé en fritte broyée et mise en suspension dans de l'eau afin de constituer un liquide plus ou moins épais qui servira à recouvrir les pièces à glaçurer (cf. chapitre 3).

Dans les deux cas, de l'argile et des matières organiques, telles que gomme ou amidon, peuvent être rajoutés afin de maintenir les particules de plomb et de silice en suspension, de donner une plasticité à la suspension et afin d'améliorer les liaisons entre le mélange glaçurant et le support (engobe ou pâte céramique) (Parmelee 1951). De plus, des oxydes métalliques peuvent aussi être rajoutés à la suspension comme agents colorants.

Une méthode proposée initialement par Hurst & Freestone (1996) permet de discriminer les deux procédés de production. Elle consiste à soustraire à la composition de la glaçure et de l'engobe les teneurs en plomb et en colorants, puis de normaliser les teneurs restantes à 100 %. Ainsi, si la composition de la glaçure obtenue est proche de celle de l'engobe, alors il est probable que le plomb ait été appliqué tel quel, ou bien qu'il ait été mélangé à l'argile utilisée pour l'engobe. Dans le cas où la composition de la glaçure présente des teneurs plus élevées en silice que celles de l'engobe, alors nous avons vraisemblablement affaire à un mélange plomb-silice. Pour les glaçures plombifères de notre corpus, les résultats issus de cette méthode peuvent être illustrés par les diagrammes binaires comparant les teneurs en silice recalculées pour chaque production (**figure 8.13**).


Teneurs en SiO2 (% mass.) dans la glaçure
Teneurs en SiO2 (% mass.) dans l'engobe
100,00
90,00
80,00
70,00
60,00
50,00
a
Ephèse tardo byzantin
b
Pergame tardo byzantin
c
Ephèse local sgraffito
Ephèse local d. moulé
d
Ephèse région sgraffito
Ephèse région d. moulé
Ephèse région verso jaune
e
"Pergame f" sgraffito
f
Milet local sgraffito
Milet local d. moulé

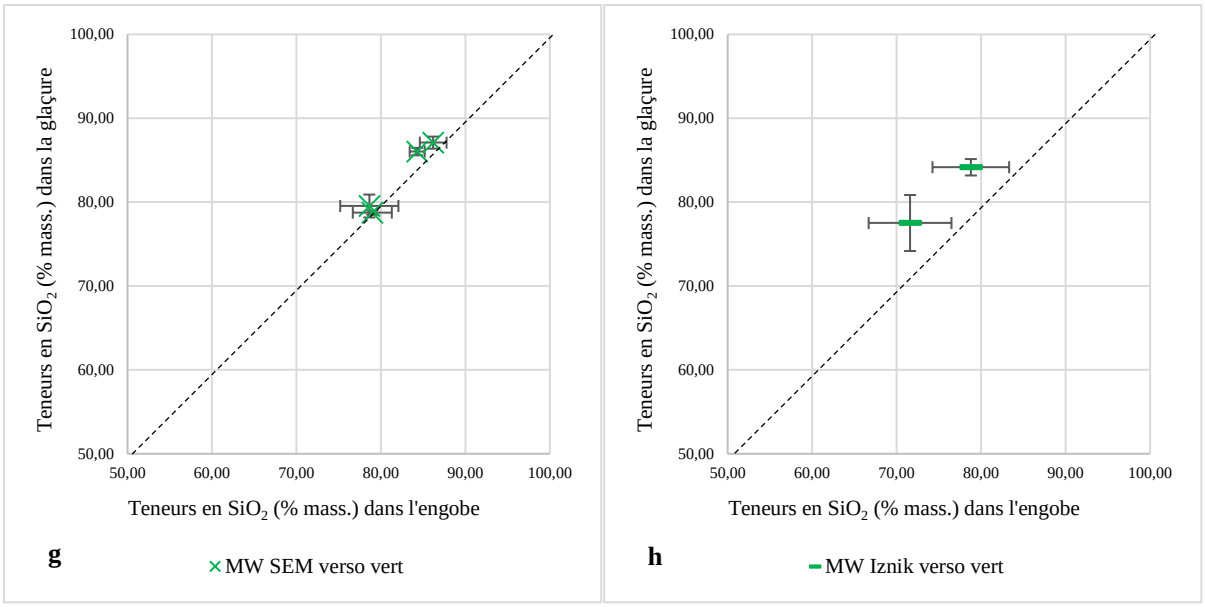


Figure 8.13 : Diagrammes binaires comparant les teneurs en silice dans les glaçures et les engobes, après soustraction du plomb et des colorants. Les écart-types affichés correspondent à ceux calculés sur 3 à 6 analyses effectuées dans chaque matériau (engobe et glaçure) et pour chaque échantillon.

Nous observons deux tendances sur les diagrammes des teneurs en silice. Nous avons tout d'abord dans les diagrammes de gauche (**figures 8.13a**, **8.13c**, **8.13e** et **8.13g**), des valeurs relativement similaires entre les teneurs en silice des glaçures et celles des engobes, à l'exception de quelques échantillons[61]. Ces diagrammes correspondent aux teneurs recalculées pour les productions locales d'Ephèse (tardo-byzantine et *beylik*), pour la production « Pergame F », ainsi que la production « *Miletus Ware* non localisée ». Pour ces productions, il n'y aurait pas d'apport de silice par le mélange glaçurant et on serait dans le premier cas proposé par Hurst et Freestone (1996), celui de l'application directe du plomb, mélangé ou non avec le matériau de l'engobe.

Sur les diagrammes de droite (**figures 8.13b**, **8.13d**, **8.13f** et **8.13h**), les teneurs en silice sont systématiquement plus élevées dans la glaçure, ce qui rend plus probable l'hypothèse d'une utilisation d'une fritte plomb-silice pour la production de la glaçure plombifère. Cette méthode d'application concernerait la production tardo-byzantine de Pergame, ainsi que les productions de Milet, d'« Ephèse régional (b/2) », et d'Iznik.

Il est intéressant de noter qu'au sein d'une production donnée, correspondant à plusieurs types céramiques à glaçure plombifère – sgraffito polychrome, décor moulé ou bien encore

[61] Sur ces diagrammes binaires, nous voyons surtout deux échantillons se démarquer du reste de leur production. Il s'agit des échantillons BZY287 et BZY288 de la production tardo-byzantine d'Ephèse (**figure 8.13a**), qui se distinguaient déjà par la composition de leur engobe présentant des teneurs anormalement élevées en sodium.

verso monochrome –, la méthode d'application de la glaçure reste identique. De plus, s'il s'agit d'étudier l'évolution des techniques entre productions byzantines et turques, on ne constate pas de changement concernant les méthodes d'application des glaçures plombifères. En effet, les deux procédés d'application de la glaçure semblent avoir été en usage aussi bien à la fin de la période byzantine, qu'au début de la période turque ; et en prenant le cas des productions locales d'Ephèse, nous sommes ainsi dans une continuité puisqu'on observe la même tendance entre les production tardo-byzantine et *beylik*.

8.1.5 Bilan sur la première catégorie technique

Notre première catégorie technique, qui se définit par l'application d'une glaçure plombifère sur un engobe argileux, est la plus importante quantitativement de l'étude. Tous les types céramiques de notre corpus y sont représentés, même si dans certains cas seules les glaçures appliquées sur des surfaces externes sont concernées. C'est une technique qui a été mise en œuvre par tous les ateliers de potiers représentés ici, à l'exception possible d'un atelier non localisé fabriquant des *Miletus Ware* (production « *Miletus Ware* non localisée »)[62].

Les glaçures plombifères se caractérisent par des teneurs très élevées en plomb, supérieures à 55 % PbO, et par l'absence ou la quasi-absence d'autres fondants, témoignant de compositions proches de l'eutectique dans le système SiO_2-PbO-Al_2O_3. De telles glaçures peuvent être produites à des températures relativement basses, avoisinant les 800°C. Trois gammes de couleurs centrées sur le jaune, le vert et le violet, sont respectivement produites par l'ajout de colorants riches en fer, en cuivre et en manganèse. Ces glaçures reposent sur des engobes argileux.

Ces engobes, de couleurs claires, sont tous produits à partir d'un mélange d'argile présentant vraisemblablement une fraction kaolinitique importante, et des inclusions siliceuses composées principalement de grains de quartz. Selon leur épaisseur, leur couleur, leurs aspects macroscopique et microscopique, il a été possible de distinguer trois groupes d'engobes. A l'exception de quelques échantillons que nous considérons comme marginaux, les engobes utilisés sont les mêmes au sein d'une production, même lorsque celle-ci correspond à plusieurs types de céramiques, et auraient été appliquées selon le même procédé.

[62] Les échantillons de *Miletus Ware* de la production « Pergame *Rote Halle* » sont dans le même cas. Mais nous savons par ailleurs que des céramiques relevant de notre catégorie 1, qui n'ont pas été étudiées ici, y ont aussi été fabriquées (Mania 2006 ; Waksman 2014).

8.2 Glaçure alcalino-plombifère opacifiée à l'étain sur engobe argileux

Ce deuxième sous-chapitre est consacré aux céramiques témoignant de la production de glaçures alcalino-plombifères opacifiées à l'étain appliquées sur un engobe argileux. Cette catégorie technique concerne uniquement les céramiques à glaçure monochrome turquoise issues des productions « Ephèse régional (b/2) » et « Pergame F », soit toutes les céramiques de ce type issues de notre corpus (**tableau 8.7**). Ces céramiques à glaçure turquoise, au-delà du fait qu'elles soient nouvellement produites dans la région, témoignent ainsi de recettes de glaçure différentes de celles des autres types.

Production	Type	Echantillons
« Ephèse régional (b/2) »	Céramique à glaçure monochrome turquoise	BYZ428 ; BZY365 ; BZY366 ; BZY371 ; BZY906 ; BZY907
« Pergame F »	Céramique à glaçure monochrome turquoise	BZN 33 ; BZN103 ; BZN105 ; BZY384 ; BZY431

Tableau 8.7 : Liste des échantillons de la catégorie technique 02, classés selon leur type et leur production.

8.2.1 Glaçures alcalino-plombifères opacifiées à l'étain

8.2.1.1 Epaisseurs

Les glaçures turquoise sont globalement plus épaisses que les glaçures plombifères traitées précédemment, elles dépassent toutes les 100 µm (**tableau A.10** en annexes). D'une manière générale, quelle que soit la production, elles n'excèdent pas les 270 µm, à l'exception de BZN 33 dont la glaçure est très épaisse, environ 740 µm (**figure 8.14**).

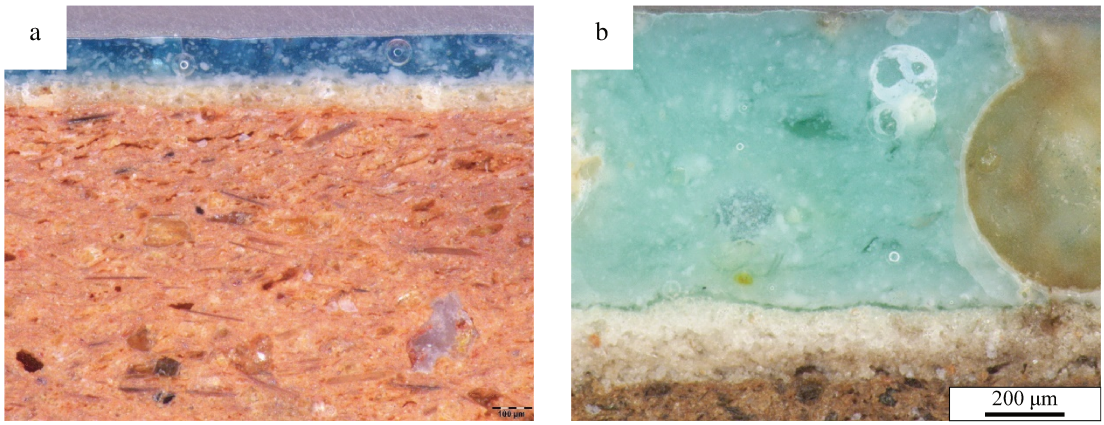


Figure 8.14 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupe transversale d'échantillons de la catégorie technique 2 (dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm) : a) BZY365 (« Ephèse régional (b/2) ») ; b) BZN 33 (« Pergame F »).

8.2.1.2 Microstructures

Contrairement à l'homogénéité et la quasi absence de microstructures dont faisaient preuve les glaçures plombifères, les glaçures turquoise présentent de très nombreuses inclusions sur toute leur épaisseur. Celles qui sont communes à toutes ces céramiques et qui sont les plus abondantes sont les cristaux de cassitérite de forme anguleuse (**figure 8.15**), dont la présence dans la glaçure permet de l'opacifier par réflexion et dispersion de la lumière (Molera *et al.* 1999 ; Tite 2009). Des bulles, qui peuvent aussi servir d'opacifiant pour les mêmes raisons (Molera *et al.* 1999 ; Tite *et al.* 2008 ; Pradell *et al.* 2010 ; Inanez *et al.* 2013), sont présentes en quantité variable d'un échantillon à l'autre. Elles sont fréquentes dans l'échantillon BZY371 (« Ephèse régional (b/2) »), ainsi que dans les échantillons BZN 33 et BZN103 (« Pergame F») (**figure 8.15b**), alors qu'elles sont plus rares dans les autres échantillons. Pour les deux derniers échantillons cités, des grains de quartz sont aussi présents dans la glaçure, répartis de manière éparse sur toute l'épaisseur.

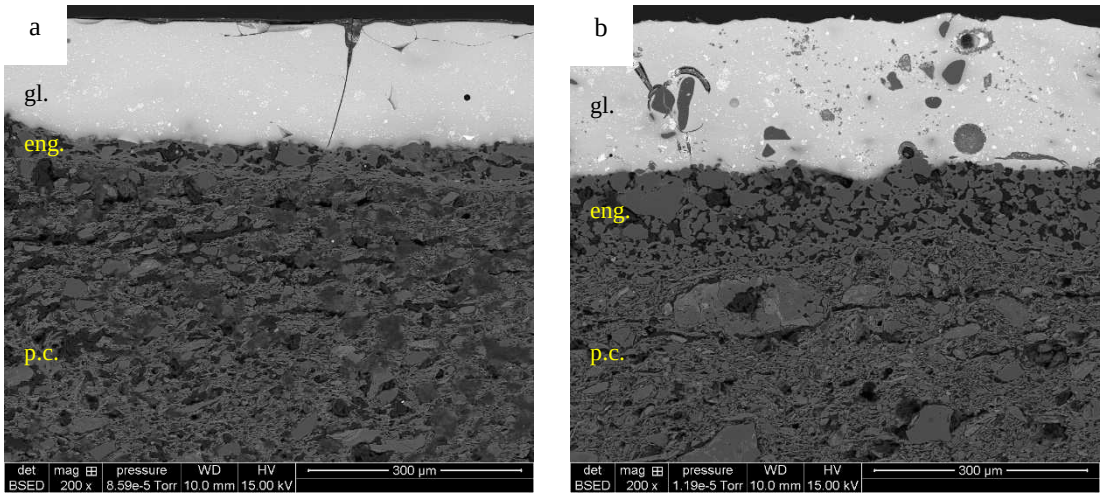


Figure 8.15 : Images BSE de coupes transversales d'échantillons de céramiques à glaçure monochrome turquoise (dimensions réelles des cadres : 730 x 670 µm) : a) BZY384 (« Pergame F ») ; b) BZN103 (« Pergame F »). gl. : glaçure. eng. : engobe ; p.c. : pâte céramique.

D'autres inclusions apparaissent dans ces glaçures turquoise, mais sont beaucoup moins fréquentes. Certaines ont déjà été identifiées dans les glaçures plombifères, tels les cristaux de diopside (cf. 8.1.1.5 et *infra* 8.2.1.4.1). Des couches d'altération ont aussi été observées sur plusieurs échantillons issus des deux productions.

8.2.1.3 Compositions chimiques

En ce qui concerne les compositions de ces glaçures, notons dans un premier temps qu'elles ne permettent pas de distinguer les deux productions, aussi bien à partir des compositions globales (**tableau A.11** en annexes), que de celles recalculées après soustraction de l'étain ou bien encore obtenues par les analyses des phases vitreuses.

Les compositions chimiques attestent bien de glaçures alcalino-plombifères avec des teneurs en oxydes de plomb comptant pour près d'un tiers de la composition totale dans les deux productions et des teneurs en alcalins supérieures à 3 %. Des alcalins, c'est le sodium qui présente les teneurs les plus élevées avec un rapport Na_2O/K_2O compris entre 1,5 et 5,9 à l'exception de l'échantillon BZY431 (0,3). Les teneurs en Na_2O sont de l'ordre de 2 à 4 % pour neuf des onze échantillons analysés. La glaçure de BZY365 fait office d'exception en étant bien plus riche en sodium avec un taux de 11,83 % Na_2O, tout comme la glaçure de BZY366 qui elle, est plus plombifère.

La présence des inclusions de cassitérite, identifiées en spectrométrie Raman, correspond à des teneurs variables en étain dans les analyses globales de glaçures, comprises entre 6 et 11 % SnO_2. Cette variation entre échantillons est due à la proportion variable des inclusions de cassitérite dans les glaçures et à leur caractère localisé, contrairement aux autres éléments qui se sont tous dissous et répartis de façon homogène dans la phase vitreuse. Enfin, de nombreuses études attestent de la production de couleur turquoise par l'ajout d'oxydes de cuivre dans les mélanges glaçurants riches en alcalins (Mason *et al.* 2001 ; Pradell *et al.* 2012 ; Bajnóczi *et al.* 2014 ; Bouquillon *et al.* 2017 ; Molera *et al.* 2017). Les teneurs pour notre corpus confirment ces observations avec des taux de CuO supérieurs à 1%. La glaçure de l'échantillon BZY365 en présente la plus forte teneur avec près de 2,3 %, tout comme elle contient la plus forte quantité de sodium. Ces différences de teneurs pourraient expliquer la raison pour laquelle la couleur de cette glaçure est davantage bleu vif que turquoise lorsque nous l'observons en coupe à la loupe binoculaire (**figure 8.14a**).

8.2.1.4 Inclusions dans les glaçures

8.2.1.4.1 Cassitérite

Les principales inclusions présentes dans toutes nos glaçures turquoise sont les cristaux de cassitérite qui, en imagerie BSE, correspondent aux microstructures blanches de taille et de forme très variées présentes dans toute l'épaisseur (**figure 8.18**). En spectrométrie Raman elles sont identifiables par deux pics majeurs caractéristiques à 635 et env. 775-779 cm^{-1} (Colomban *et al.* 2004 ; Barilaro *et al.* 2005) (**figure 8.16**).

8.2.1.4.2 Diopside

Nous avions déjà observé dans les glaçures plombifères la présence de microcristaux pouvant être répartis dans toute la glaçure, mais étant plus généralement regroupés en amas ponctuels, et que nous supposions être du diopside (cf. 8.1.1.5). De tels cristaux se sont aussi formés, vraisemblablement durant le refroidissement (Pradell *et al.* 2010), dans plus de la moitié des échantillons de glaçures turquoise issus des deux productions. Nous retrouvons les même aspects et formes des inclusions déjà mentionnés pour les glaçures plombifères, ainsi que des compositions chimiques similaires (**tableau A.12** en annexes). L'analyse de ces cristaux par spectrométrie Raman permet de les identifier comme du diopside.

En effet, dans tous les spectres Raman nous observons une association de pics, dont la comparaison avec les spectres Raman de minéraux de référence mis en ligne sur le site Internet de Rruff[63] (**figure 8.17**) nous a permis de confirmer l'identification de ces phases néoformées comme étant du diopside. Les spectres Raman de nos cristaux de diopside présentent des pics caractéristiques à des valeurs proches de 323, 355, 390, 666, 1010 et 1045cm^{-1} (**figure 8.16**).

[63] Rruff est un projet de base de données gérant des spectres Raman, des diffractogrammes et autres données chimiques sur des minéraux, développé par des chercheurs du département des géosciences de l'université d'Arizona. Cette base de données est accessible en ligne à l'adresse http://rruff.info/ (consultée le 24/06/2017). Pour plus d'informations, voir Lafuente *et al.* 2015.

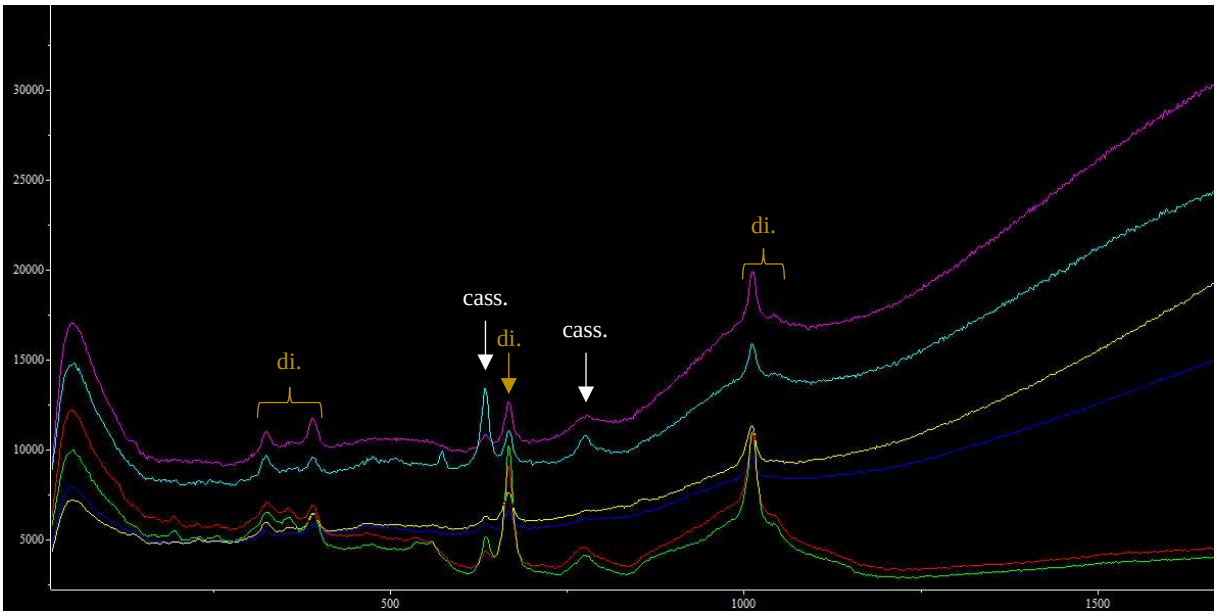


Figure 8.16 : Spectres Raman issus d'analyses effectuées dans les zones proches des inclusions de diopside : spectres cyan et magenta : BZN 33 ; vert et rouge : BZN103 ; jaune et bleu : BZN105. di. : diopside ; cass. : cassitérite.

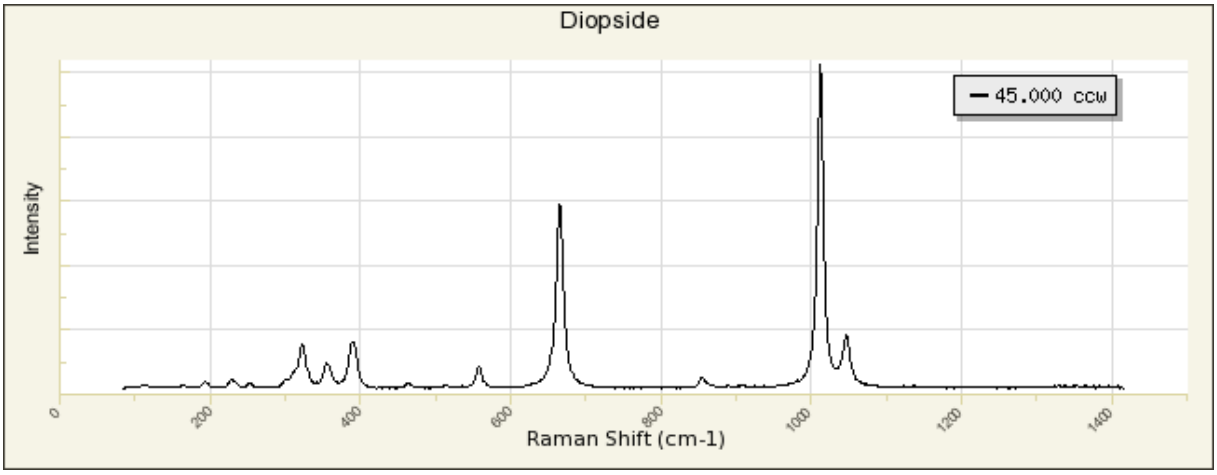


Figure 8.17 : Spectre Raman du diopside issu de la base de données RRuff (http://rruff.info/diopside/display=default/R040009).

8.2.2 Engobes

Concernant les engobes des céramiques à glaçure turquoise, ceux-ci se distinguent bien selon les deux productions. En effet, à partir de leurs caractéristiques macroscopiques, microstructurales ou bien encore chimiques, nous pouvons classifier ces engobes en deux groupes qui reprennent deux des trois déjà définis avec la première catégorie technique. Par rapport à notre corpus, ce constat suit la logique des productions : au sein d'une même production, un même engobe est utilisé, quel que soit le type céramique et la nature de la glaçure.

8.2.2.1 Engobes des céramiques à glaçure turquoise de la production « Ephèse régional (b/2) » : groupe 1

Les engobes des céramiques à glaçure turquoise de la production « Ephèse régional (b/2) » sont du premier groupe. Ces engobes sont fins, avec des épaisseurs de quelques dizaines de µm, mais n'excédant pas la centaine de µm (**tableau A.10** en annexes). Ils sont de couleur orangé très pâle, comme le confirment les teneurs en oxydes de fer supérieures à 1 % (**tableau A.13** en annexes). L'observation des microstructures ainsi que des compositions chimiques témoigne bien d'engobes fabriqués à partir d'un mélange argileux riche en inclusions siliceuses, comprenant vraisemblablement une composante kaolinitique.

Les teneurs en sodium sont plus élevées pour ces engobes sous glaçure turquoise que pour les engobes du même groupe sous glaçure plombifère, à l'inverse des teneurs en plomb. Cela s'explique par le fait que nous avons une glaçure alcalino-plombifère qui a diffusé dans l'engobe et non plus une glaçure plombifère. Par contre, comme attesté précédemment, l'état de vitrification de la matrice argileuse ne résulte pas de la diffusion de la glaçure et donc de potentiels fondants, mais plutôt d'une première cuisson de l'engobe effectuée à des températures relativement élevées. En effet, le seul échantillon pour lequel nous n'observons pas de vitrification est BZY365, pour lequel la teneur en Na_2O dans la matrice argileuse est quant à elle la plus élevée (**tableau A.14** en annexes).

La zone d'interaction entre l'engobe et la glaçure est quasi inexistante dans la mesure où la frontière entre glaçure et engobe est très nette. Quelques rares cristaux, de composition similaire à ceux présentés en **tableau A.9** en annexes, sont visibles seulement pour l'échantillon BYZ428.

8.2.2.2 Engobes des céramiques à glaçure turquoise de la production « Pergame F » : groupe 3

Comme nous l'avions déjà défini pour les engobes sous glaçure plombifère de la production « Pergame F », ceux employés pour les céramiques à glaçure turquoise sont aussi blancs avec une exception pour l'échantillon BZY384 qui prend une couleur orangée. Cela se confirme avec les compositions chimiques globales qui montrent des teneurs en fer inférieures à 1 % Fe_2O_3, sauf pour BZY384 (1,40 %) (**tableau A.13** en annexes). Au niveau des épaisseurs, bien que nous ayons une plus grande variabilité entre les échantillons, nous avons affaire à des engobes globalement plus épais pouvant mesurer jusqu'à près de 190 µm (**tableau A.10** en annexes).

A la différence des engobes du groupe 1, ceux de la production de « Pergame F » présentent de nombreuses inclusions siliceuses, pour une très faible proportion de matrice argileuse, à l'exception de BZY384. Les compositions globales des engobes témoignent d'ailleurs de plus forts taux de silice. La matrice argileuse est entièrement vitrifiée pour tous les échantillons à glaçure turquoise de cette production. Concernant sa composition chimique, elle est très similaire à celle du groupe 1, se distinguant surtout par des teneurs légèrement supérieures en magnésium (**tableau A.14** en annexes). Avec ce troisième groupe d'engobe, nous observons aussi une zone de contact très nette entre la glaçure et l'engobe, avec une quasi absence de cristaux à l'interface.

Avec ces engobes des céramiques à glaçure turquoise de « Pergame F », nous retrouvons bien toutes les caractéristiques du groupe 3 déjà observé sur les sgraffito polychromes de la même production. Seul l'échantillon BZY384 fait exception avec des caractéristiques qui l'associent davantage aux engobes du premier groupe.

8.2.3 Application des glaçures alcalino-plombifères opacifiées à l'étain

D'après de précédents travaux, l'une des méthodes permettant de produire des glaçures alcalino-plombifères opacifiées à l'étain consiste à préparer un mélange aqueux contenant au moins un composé plombifère, des alcalins, de la silice, ainsi que des oxydes d'étain (Mason & Tite 1997 ; Tite *et al.* 1998, 2008 ; Molera *et al.* 2009 ; Tite 2009 ; Maggetti 2012 ; Bajnóczi *et al.* 2014 ; Tite *et al.* 2015). Bien qu'il y ait plusieurs moyens de préparer ce mélange glaçurant en suspension, la première étape consiste à porter à la fusion et à oxyder l'étain avec le plomb, afin de produire un mélange d'oxydes de plomb et d'étain (calcine plomb-étain), comme mentionné dans le traité de Piccolpasso (Lightbrown & Caiger-Smith 2007) ou bien encore dans celui d'Abu'l-Qasim (Allan 1973).

D'après les procédés observés pour notre période (Tite *et al.* 2008), une fritte d'alcalins et de silice serait produite en parallèle à la préparation de la calcine plomb-étain. Les alcalins peuvent être apportés sous forme de lie de vin, de tartrate, de sel ou de soude, et la silice principalement sous forme de sable (Bajnóczi *et al.* 2014). Cette fritte obtenue à partir des alcalins et de la silice est ensuite mélangée avec la calcine plomb-étain et ce nouveau mélange peut être soit fritté comme décrit dans le traité d'Abu'l-Qasim (Allan 1973) (première méthode), soit non fritté avec parfois l'ajout supplémentaire de sable (deuxième méthode).

D'après M.S. Tite et collaborateurs, les ratios PbO/SnO_2 sont plus bien importants dans les glaçures produites selon la première méthode, que selon la deuxième. Dans les recettes décrites dans le traité d'Abu'l-Qasim, les proportions varient dans ce dernier cas entre 3 parts de plomb pour une part de d'étain et neuf parts de plomb pour une part d'étain (Tite *et al.* 2008) ; ce qui correspond plutôt bien avec ce que nous observons avec les glaçures monochromes turquoise étudiées (**tableau A.11** en annexes : ratios PbO/SnO_2 compris entre 2,5 et 11,8).

D'après Bajnóczi *et al.* (2014), il serait possible de distinguer ces deux méthodes par l'observation des glaçures au MEB, en imagerie BSE. Si des grains de quartz et de feldspath sont observés dans la glaçure, cela signifierait que nous avons affaire à des reliques du sable ajouté au mélange glaçurant qui auraient partiellement fondu durant la cuisson de la glaçure, dans la mise en œuvre de la deuxième méthode. De plus, l'association d'une distribution hétérogène des particules d'oxydes d'étain et des grains de sable partiellement fondus indiquerait que le mélange glaçurant (calcine plomb-étain + fritte + sable) n'était pas fritté lorsque le mélange aqueux était préparé avant d'être appliqué.

Dans notre cas, les rapports PbO/SnO_2 ont des valeurs élevées, et des cristaux de cassitérite sont répartis de façon homogène dans toutes les glaçures alcalino-plombifères opacifiées à l'étain étudiées (**figure 8.18**). Ainsi, il peut émettre l'hypothèse que les glaçures turquoise de nos échantillons aient été produites selon le premier procédé, à savoir avec de la calcine étain-plomb et de la fritte alcalino-siliceuse, frittées ensemble, puis réduites en une poudre après refroidissement, avant préparation en phase aqueuse et application sur l'engobe (Tite *et al.* 2008).

Cette recette de fabrication correspondrait à celle mentionnée dans le traité d'Abu'l Qasim (Allan 1973), et fut vraisemblablement aussi appliquée par exemple pour la production des glaçures ottomanes d'Iznik du XVI^{e} siècle, comme en témoigne notamment la découverte, dans les vestiges de fours de potiers, de scories de verre contenant des oxydes de silicium, de sodium, de plomb et d'étain (Paynter *et al.* 2004 ; Tite *et al.* 2008).

Cependant, quelques grains de quartz sont aussi observés dans la glaçure de certains échantillons, ce qui pourrait correspondre à une variante « intermédiaire » entre les deux recettes (mélange fritté et ajout de sable).

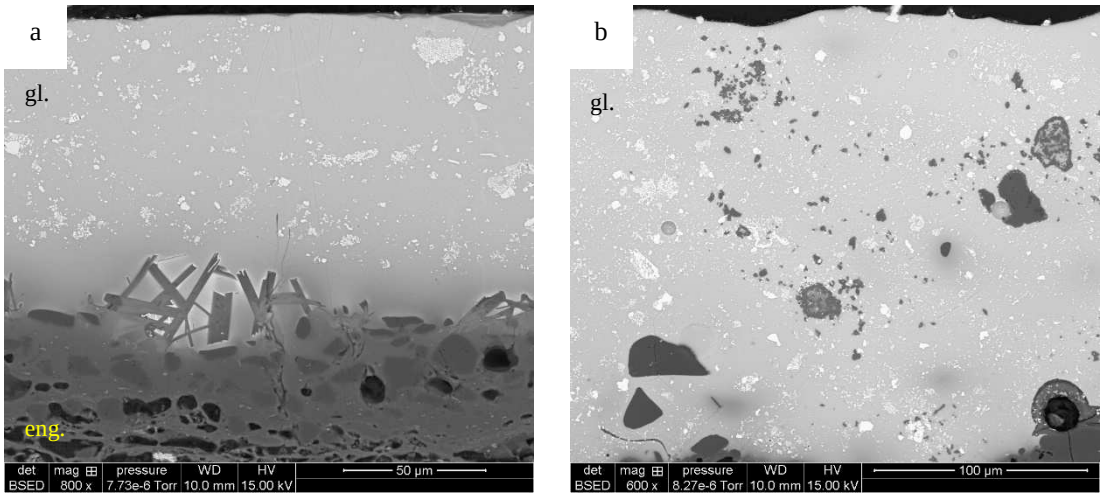


Figure 8.18 : Images BSE montrant la distribution homogène des cristaux de cassitérite dans toute l'épaisseur des glaçures (dimensions réelles des cadres : a) 185 x 170 µm ; b) 243 x 223 µm) : a) BYZ428 (« Ephèse régional (b/2) ») ; b) BZN103 (« Pergame F »). gl. : glaçure ; eng. : engobe.

Certaines études formulèrent l'hypothèse selon laquelle les inclusions résiduelles dues au sable ajouté au mélange glaçurant, ainsi que les bulles contribuant à l'opacité de la glaçure, ont pu être volontairement obtenues de façon à limiter l'ajout d'oxydes d'étain (Mason & Tite 1997 ; Molera *et al.* 2001b). Cette hypothèse ne semble pas fondée dans notre cas car nous observons au contraire les plus fortes teneurs en SnO_2 dans les glaçures présentant davantage de bulles et d'inclusions siliceuses résiduelles.

8.2.4 Bilan sur les céramiques à glaçure turquoise

Cette deuxième catégorie technique, définie par l'association d'un engobe argileux et d'une glaçure alcalino-plombifère opacifiée à l'étain, concerne dans notre corpus uniquement les céramiques à glaçure monochrome turquoise, aussi bien celles issues de la production « Ephèse régional (b/2) » que de la production « Pergame F ». La couleur turquoise, très répandue dans le monde islamique, résulte de l'introduction d'oxydes de cuivre dans un mélange glaçurant contenant une composante alcaline. Ce mélange aurait été préparé par la production d'une calcine plomb-étain et d'une fritte alcalino-siliceuse, mélangées et produites en une nouvelle fritte avant d'être appliquée une fois réduite en poudre et mise en suspension. Du sable pourrait avoir été rajouté à ce second mélange. Le mélange glaçurant alors mis en suspension fut appliqué sur un engobe argileux ayant subi une première cuisson.

Les engobes argileux utilisés avec ces céramiques à glaçure monochrome turquoise sont identiques à ceux déjà observés dans la première catégorie technique. Pour les céramiques de la production « Ephèse régional (b/2) », nous notons l'emploi d'engobes du premier groupe,

tandis que ceux de la production « Pergame F » sont du troisième groupe. Ce constat confirme notre hypothèse selon laquelle, pour une production donnée, nous avons l'utilisation d'un même engobe, indépendamment de la nature de la glaçure appliquée par la suite, ou bien encore du type céramique.

8.3 Glaçure transparente alcalino-plombifère sur engobe argileux

Cette troisième catégorie technique ne concerne qu'un type céramique de notre corpus, la *Miletus Ware*. Nous y retrouvons toutes les productions représentées, mais avec une distinction quant au traitement des surfaces internes et externes (**tableau 8.8**). Avec les deux principales productions de *Miletus Wares* – Iznik et « *Miletus Ware* non localisée » – seuls quelques surfaces externes présentent cette association glaçure transparente alcalino-plombifère sur engobe argileux ; tandis qu'avec la production de Pergame *Rote Halle*, cette association est attestée sur les deux surfaces.

Production	Type	Echantillon(s)
Iznik	*Miletus Ware*	BZN221 ; BZN229
Pergame *Rote Halle*	*Miletus Ware*	BZN124 ; BZN125
« *Miletus Ware* non localisée »	*Miletus Ware*	BZN 45 ; BZN286

Tableau 8.8 : Liste des échantillons de la catégorie technique 03, classés selon leur type et leur production.

8.3.1 Glaçures

8.3.1.1 Epaisseurs

Avec les échantillons de cette catégorie technique, il est relativement difficile de mesurer l'épaisseur des glaçures avec précision, car celles-ci sont très altérées, présentant même pour certaines des lacunes partielles des couches de surface (voir par exemple **figure 8.22**). Il semble cependant que celles recouvrant les versos des productions d'Iznik et « *Miletus Ware* non localisée » soient plus fines que celles de la production pergaménienne (**figure 8.19**). Dans le premier cas, nous avons des glaçures de plusieurs dizaines de µm d'épaisseurs, alors que dans le second cas les glaçures dépassent la centaine de µm (**tableau A.15** en annexes).

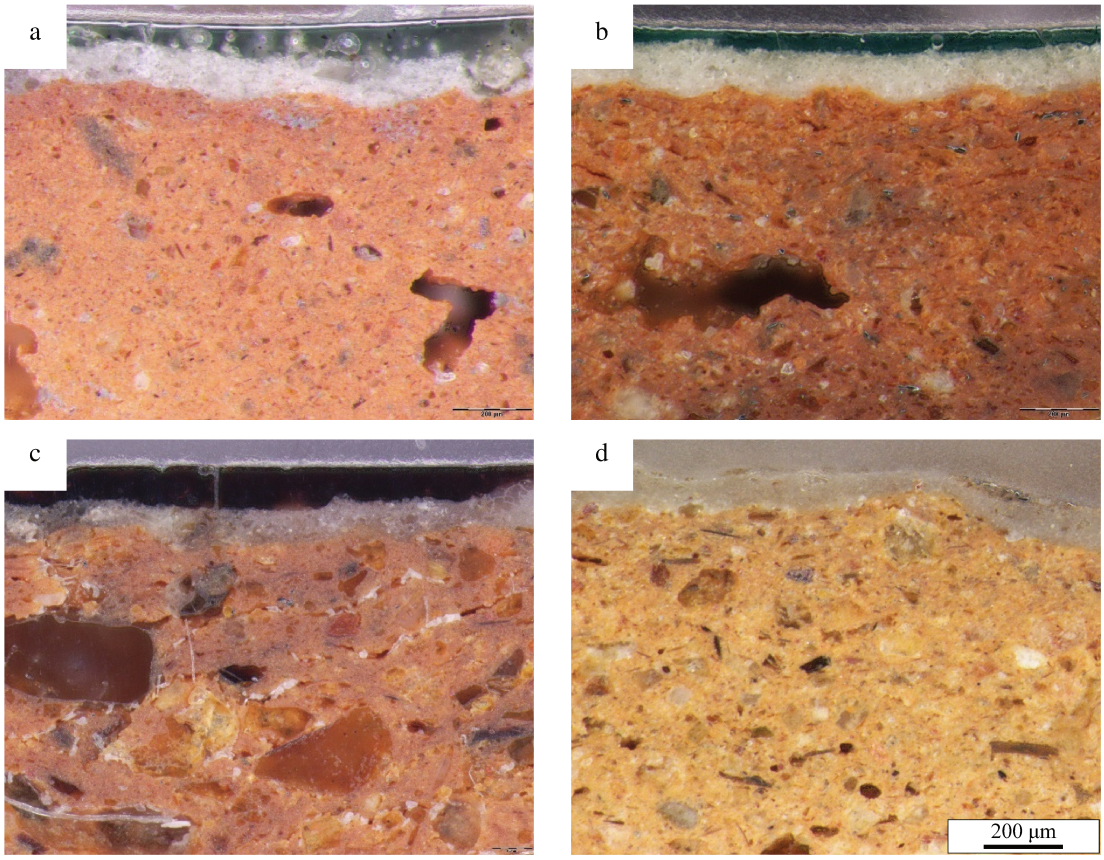


Figure 8.19 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales d'échantillons de la catégorie technique 3 (dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm) : a) BZN229 (Iznik) ; b) BZN286 (« *Miletus Ware* non localisée) ; c) BZN125 (Pergame *Rote Halle*) ; d) BZY450 (biscuit de la production Pergame *Rote Halle*).

8.3.1.2 Microstructures

En examinant les échantillons à la loupe binoculaire ou bien encore au MEB en imagerie BSE, nous n'observons pas d'inclusions de quartz ou de feldspath, et très peu de bulles, sauf pour BZN229 où il y en a davantage. Les deux échantillons avec un décor turquoise (BZN 45 et BZN286) témoignent de glaçures très homogènes dans lesquelles aucune microstructure n'est attestée, si ce n'est un amas de cristaux de diopside pour BZN286.

Ces cristaux de diopside sont bien plus présents et répandus de manière éparse au sein des glaçures des deux échantillons d'Iznik (BZN221 et BZN229). D'autres inclusions sont abondamment présentes dans la glaçure bleue de BZN221 qui, sous la loupe binoculaire, se distinguent selon leur couleur, avec des inclusions rouges et d'autres bleues foncées à noires (**figure 8.19a**).

Quant aux glaçures de la production pergaménienne, celles-ci présentent moins d'inclusions. Cependant, de la même façon qu'avec la glaçure bleue de BZN221, la glaçure

bleue de BZN124 montre des inclusions qui, sous la loupe binoculaire, sont plus bleues foncées. Situées surtout à proximité de l'engobe, elles sont aussi visibles en imagerie BSE en étant plus claires que la phase vitreuse de la glaçure. Dans la glaçure violette de BZN125, des inclusions sont aussi attestées en imagerie BSE, se présentant proches de l'engobe en amas très compacts de microstructures de forme arrondie (**figure 8.21**). Ces inclusions ne sont pas visibles sous la loupe binoculaire.

Pour toutes ces glaçures, la présence de zones irisées observées au MEB correspond à des phénomènes d'altération et d'écaillage partiel de la glaçure, évoqués précédemment (8.1.1.6).

8.3.1.3 Compositions chimiques

Les compositions chimiques attestent bien de glaçures alcalino-plombifères avec des teneurs cumulées en potassium et sodium supérieures à 5,5 % Na_2O + K_2O ; et en plomb compris entre 20 et 35 % PbO environ, à l'exception de l'échantillon BZN 45 (8,54 % PbO) (**tableau A.16** en annexes).

D'après ces teneurs, nous pouvons distinguer deux groupes principaux et un échantillon marginal (BZN 45). Le premier groupe comprend les échantillons de la production d'Iznik ainsi que BZN286 de la production « *Miletus Ware* non localisée », dont les teneurs en alcalins sont comprises entre 6 et 8 % et celles en PbO sont supérieures à 30 %. Dans le second groupe, nous retrouvons les échantillons de la production de Pergame *Rote Halle*, avec des pourcentages en alcalins compris entre 13 et 16 % Na_2O + K_2O et en de plomb n'excédant pas 30 % PbO (**tableau A.16** en annexes).

Les compositions des glaçures des deux échantillons de la production « *Miletus Ware* non localisée » sont très différentes l'une de l'autre de par leurs teneurs en Na_2O et PbO, mais aussi en SiO_2, un point sur lequel nous reviendrons dans la discussion de la catégorie technique 4.

8.3.1.4 Couleurs des décors

8.3.1.4.1 Décors turquoise

Les deux décors turquoise présentent les deux plus fortes teneurs en oxydes de cuivre avec des valeurs supérieures à 3 %. Nous nous retrouvons donc dans le même cas que pour la catégorie technique précédente, à savoir avec une glaçure alcalino-plombifère qui a été colorée

en turquoise par l'ajout d'oxydes de cuivre. Cependant, les teintes sont différentes, plus foncées que pour les glaçures opacifiées à l'étain de la catégorie technique 2.

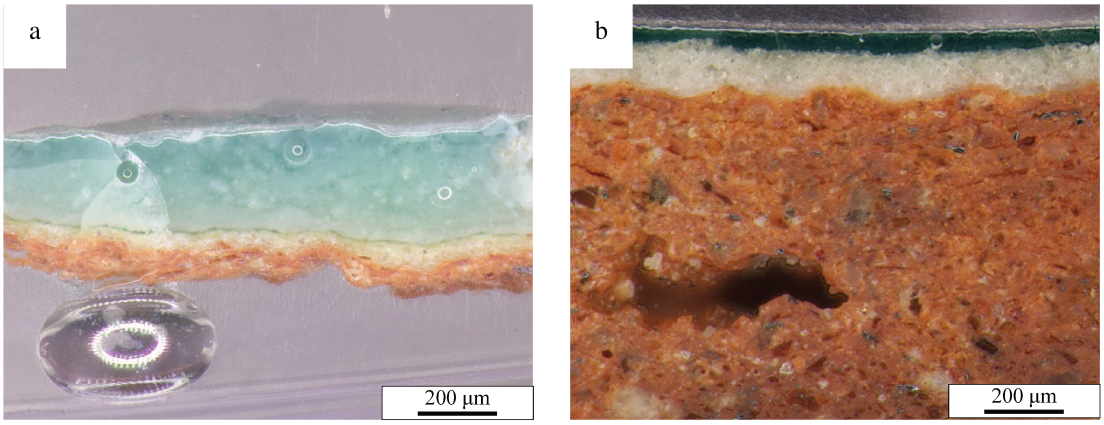


Figure 8.20 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales d'échantillons à glaçure turquoise (dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm) : a) BZY906 (« Ephèse régional (b/2) : glaçure monochrome turquoise opacifiée à l'étain) ; b) BZN286 (« *Miletus Ware* non localisée » : glaçure turquoise transparente sur décor peint).

8.3.1.4.2 Décor violet

L'échantillon BZN125 a un décor violet pour lequel l'oxyde métallique colorant est le MnO avec une teneur enregistrée dans la glaçure totale de près de 6 % (**tableau A.16** en annexes). Nous avons mentionné la présence de microstructures dans la glaçure, dans une zone localisée à proximité de l'engobe (**figure 8.21**). Ces dernières ont été analysées et les compositions mesurées affichent de très fortes teneurs en MnO, à plus de 76 %. Les autres principaux composants sont le fer (2,04-2,87 % Fe_2O_3) et le silicium (11,38-14,19 % SiO_2) (**tableau 8.9**).

Echantillon	**CaO**	**Fe_2O_3**	**K_2O**	**SiO_2**	**Al_2O_3**	**MgO**	**MnO**	**Na_2O**	**PbO**	**CuO**
BZN125	0.57	2.85	-	11.38	0.58	0.34	81.00	0.39	0.83	0.42
BZN125	0.59	2.87	-	13.85	0.83	0.36	76.15	1.37	2.19	0.36
BZN125	0.92	2.04	-	14.19	0.43	0.42	76.44	2.10	1.69	-

Tableau 8.9 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions riches en manganèse observées dans la glaçure de BZN125 (Pergame *Rote Halle*).

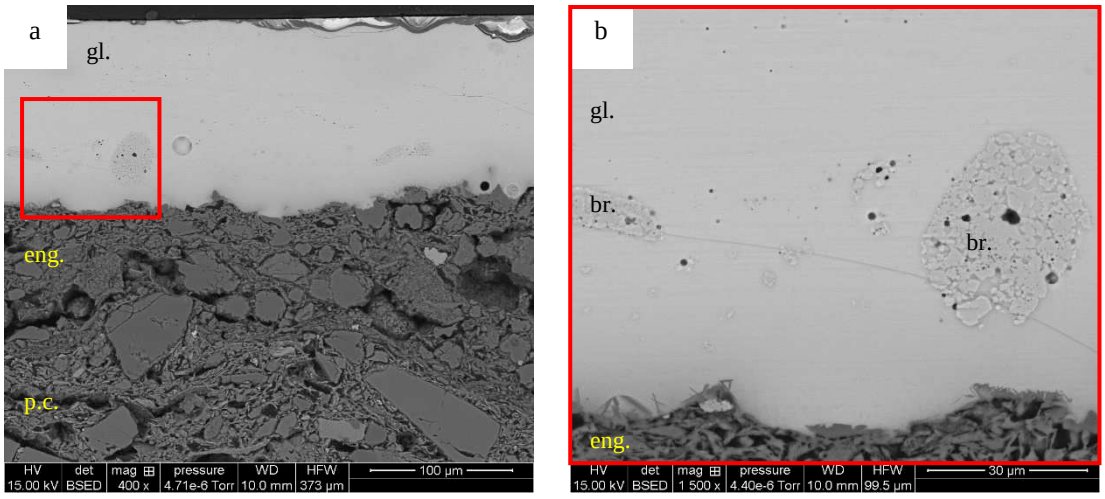


Figure 8.21 : Image BSE montrant notamment des inclusions riches en manganèse dans la glaçure violette de l'échantillon BZN125 (Pergame *Rote Halle*) (dimensions réelles des cadres : a) 370 x 340 µm ; b) 99 x 91 µm). gl. : glaçure. eng. : engobe ; p.c. : pâte céramique ; br. : braunite.

Des inclusions similaires en forme et en composition chimique ont aussi été caractérisées dans des glaçures de la catégorie technique suivante, dont certaines ont été analysées par spectrométrie Raman (cf. 8.4.1.5.2). Les spectres obtenus permettent d'identifier ces inclusions comme étant de la braunite ($Mn^{2+}Mn_6^{3+}(SiO_4)O_8$) (**figure 8.30**).

8.3.1.4.3 Glaçures bleues

Dans cette catégorie technique, nous avons trois échantillons qui possèdent une glaçure bleue (**figure 8.22**), pour lesquelles nous détectons du cobalt à des teneurs comprises entre 0,4 et 1,1 % CoO (**tableau A.16** en annexes). De nombreuses études portées sur des glaçures bleu cobalt confirment que cet élément, bien qu'en si faible proportion, peut conférer une couleur bleu vif (Pernicka & Malissa 1980 ; Henderson 1989, 2001 ; Kleinmann 1991 ; Gratuze *et al.* 1996 ; Degli Agosti & Schweizer 2001 ; Zucchiatti *et al.* 2006 ; Pérez-Arantegui *et al.* 2008). Ce qui distingue les compositions de ces glaçures bleues des autres glaçures est aussi le fait que d'autres éléments voient leurs teneurs augmenter, comme le fer, ou font leur apparition, tels que le cuivre et le nickel.

Nous avons pu analyser des inclusions dans deux des trois glaçures bleues (BZN221 et BZN124) (**figure 8.23**), dont les compositions ont révélé des teneurs significatives de ces quatre éléments (**tableau A.17** en annexes). Des minéraux attestant aussi de teneurs élevées pour ces quatre éléments ont été observés sur la surface d'un biscuit de *Miletus Ware* présentant un décor peint (BZY443) (**tableau A.17** en annexes ; **figure 8.25b**), ce qui laisse suggérer que nous ayons affaire à des composants d'un pigment.

Nous reviendrons en détail sur l'identification de ces inclusions, lorsque nous traiterons de la quatrième catégorie technique. En effet, de nombreuses inclusions similaires ont été observées dans les glaçures bleues de cette dernière catégorie, et certaines d'entre elles ont été analysées au Raman dans le but d'en approfondir la caractérisation (cf. 8.4.1.5.3 Décor bleu).

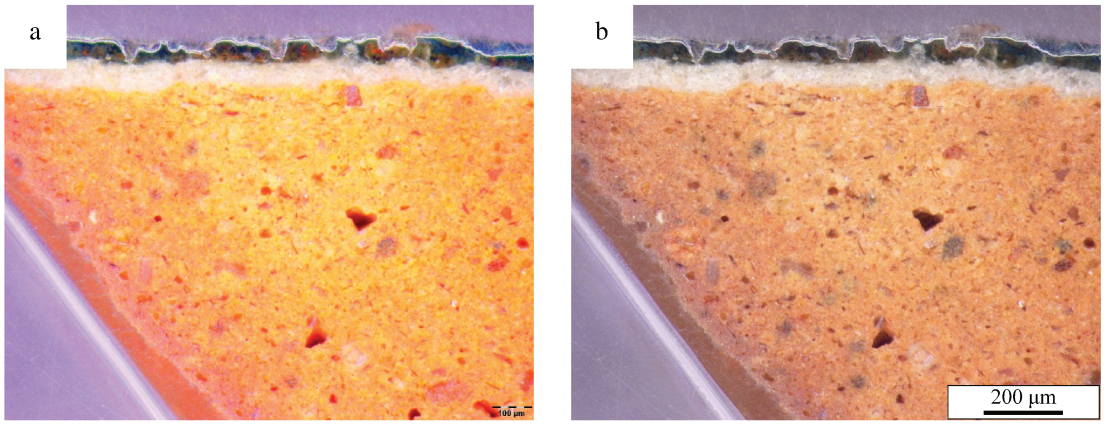


Figure 8.22 : Photographies prises à la loupe binoculaire d'une coupe transversale de l'échantillon BZN221 (Iznik) (dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm) : a) en mode HDR ; b) en mode classique.

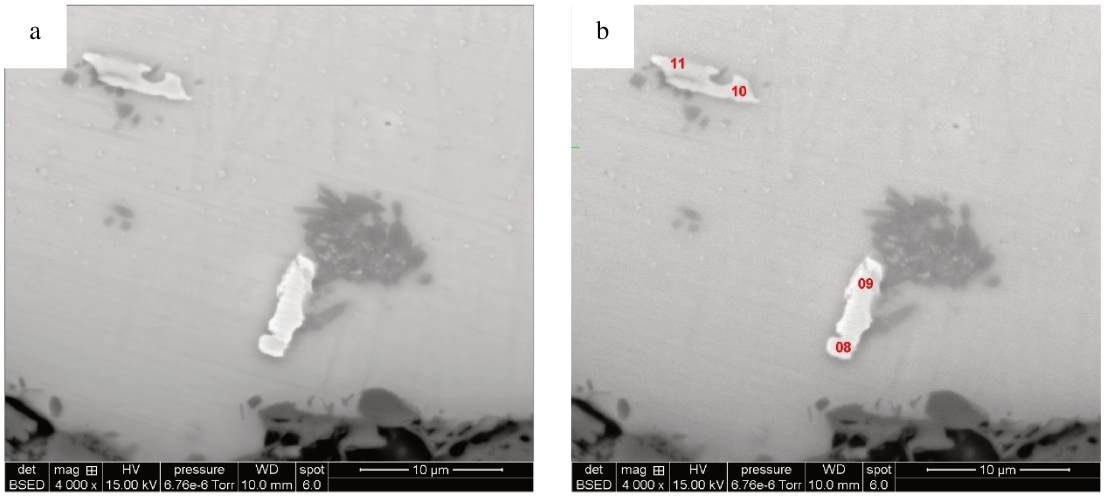


Figure 8.23 : Images BSE d'inclusions riches en fer, nickel, cobalt et cuivre présentes dans la glaçure de l'échantillon BZN124 (Pergame *Rote Halle*) (dimensions réelles des cadres : 37 x 34 µm). Les numéros rouges correspondent aux numéros d'analyses.

8.3.2 Engobes

Dans cette troisième catégorie technique, les engobes sont toujours de nature argileuse et, malgré le fait que nous introduisons une nouvelle production (Pergame *Rote Halle*), nous ne voyons pas de nouveau groupe d'engobe apparaître par rapport à la classification que nous avons déjà établie. En effet, nous constatons que les engobes des productions d'Iznik et

« *Miletus Ware* non localisée » ont les mêmes caractéristiques que le troisième groupe, tandis que ceux de la production de Pergame *Rote Halle* sont similaires au deuxième groupe.

8.3.2.1 Engobes argileux des deux principales productions de Miletus Wares

Nous avons déjà traité certains échantillons issus de ces deux principales productions de *Miletus Wares*. Il s'agit des échantillons de *Miletus Wares* qui présentent une glaçure plombifère monochrome verte sur leur surface externe (cf. 8.1 glaçure plombifère sur engobe argileux). Le fait d'observer le même type d'engobe argileux sur de nouveaux échantillons issus de ces productions confirme le constat selon lequel, pour notre étude, le type d'engobe utilisé, lorsqu'il est de même nature (argileux), est identique au sein d'une même production. Ce qui est intéressant de noter ici est que, dans ces deux productions, les céramiques présentent sur leur surface externe un même type d'engobe quelle que soit la glaçure qui y est ensuite appliquée (plombifère ou alcalino-plombifère).

Pour une description plus complète des engobes de ces productions, nous renvoyons aux paragraphes consacrés au troisième groupe d'engobe dans la partie 8.1.2.2 Microstructures. Nous pouvons cependant rappeler que ces engobes se distinguent principalement des autres par leur plus forte proportion d'inclusions siliceuses (**figure 8.24**), comme le montrent les compositions globales avec des teneurs en SiO_2 bien plus importantes (**tableau A.18** en annexes). Par ailleurs, lorsque nous comparons les compositions des matrices argileuses, celles de ce groupe témoignent de valeurs plus élevées en sodium provenant de la glaçure (**tableau A.19** en annexes), ce qui pourrait entre autres expliquer leur état vitrifié ; les matrices argileuses des engobes de la production pergaménienne ne présentant quant à elle aucune vitrification.

Quant à l'interaction entre l'engobe et la glaçure, celle-ci est quasiment inexistante dans la mesure où ni microstructure néoformée, ni grain et autre inclusion provenant de l'engobe, ne sont attestés à la jonction entre ces deux matériaux (**figure 8.24**). Il en est de même pour les engobes de la productions pergaménienne.

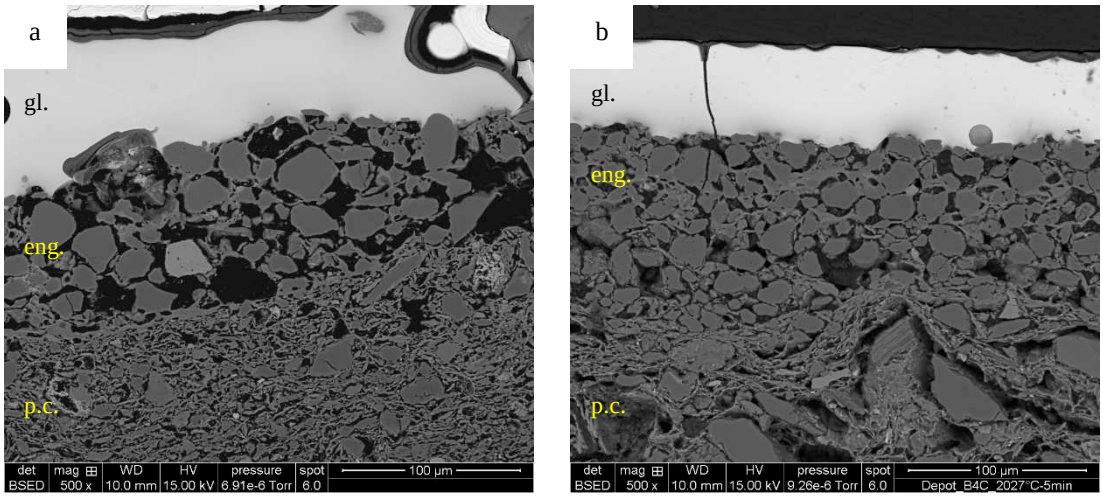


Figure 8.24 : Images BSE d'échantillons de la catégorie technique 3 (dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm) : a) BZN229 (Iznik) ; b) BZN286 (« *Miletus Ware* non localisée »). gl. : glaçure. eng. : engobe ; p.c. : pâte céramique.

8.3.2.2 Engobes argileux de la production pergaménienne de Miletus Wares

Le second cas concerne les engobes des *Miletus Wares* de la production de Pergame *Rote Halle*, qui sont similaires à ceux du deuxième groupe (**figure 8.25**) dont une description détaillée est faite dans les paragraphes consacrés à ce groupe d'engobes dans la partie 8.1.2.2 Microstructures. Ces engobes se distinguent cependant par des concentrations en aluminium les plus élevées de notre corpus (**tableaux A.17** et **A.18** en annexes).

Concernant les compositions des matrices argileuses (**tableau A.19** en annexes), nous constatons que les teneurs en Na_2O sont plus faibles pour les échantillons BZY443, BZY450 et BZY451. Cela s'explique par le fait que ces derniers sont des biscuits, et contrairement aux autres échantillons, les alcalins de la glaçure n'ont pas pu diffuser dans l'engobe.

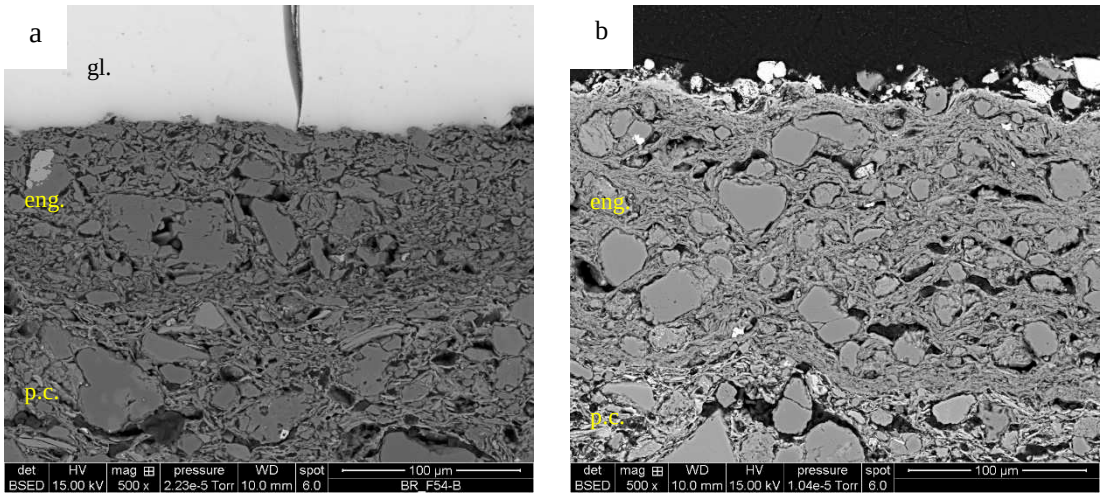


Figure 8.25 : Images BSE d'échantillons de la production de Pergame *Rote Halle* (dimensions réelles des cadres : 296 x 272 mm) : a) BZN124 (Pergame *Rote Halle*) ; b) BZY443 (biscuit de Pergame *Rote Halle*). gl. : glaçure. eng. : engobe ; p.c. : pâte céramique.

Il est intéressant de noter ici que les engobes déjà observés avec ce deuxième groupe correspondaient à ceux utilisés pour les céramiques tardo-byzantines de Pergame. Nous avons donc ici deux classes de céramiques qui sont bien distinctes par leur type, par leur chronologie ainsi que par leur pâte céramique (Waksman 2014b), mais qui ont toutes deux été produites à Pergame avec un type d'engobe similaire.

8.3.3 Bilan sur la catégorie technique 3

Avec cette troisième catégorie technique nous avons uniquement affaire à des *Miletus Wares*, laissant apparaître une nouvelle production non étudiée jusqu'à présent. Il s'agit de la production de Pergame *Rote Halle*. Pour cette production, il est d'ailleurs important de noter que toutes les céramiques qui en sont issues et que nous avons pu analyser présentent uniquement cette catégorie technique marquée par l'application d'une glaçure alcalino-plombifère transparente sur un engobe argileux.

Trois principales couleurs de glaçure ont été analysées pour cette catégorie avec le turquoise et le violet déjà attestées dans les catégories précédentes et qui furent produites de la même façon. Le turquoise résulte de l'association d'oxydes de cuivre dans une glaçure riche en alcalins, tandis que le violet fut produit par l'apport en manganèse dans le mélange glaçurant. La troisième couleur est le bleu cobalt faisant son apparition dans notre étude avec la *Miletus Ware*. Dans ces glaçures bleues, de nombreuses inclusions présentant notamment de fortes teneurs en fer, nickel, cobalt, voire cuivre ont pu être observées.

Enfin, les engobes utilisés sont tous de type argileux et sont classés dans deux des trois groupes déjà définis. Les engobes du troisième groupe se retrouvent sur les surfaces externes des *Miletus Wares* d'Iznik et de la production « *Miletus Ware* non localisée », tandis que les *Miletus Wares* de la production pergaménienne sont similaires à ceux des céramiques tardo-byzantines de Pergame (engobes du deuxième groupe).

8.4 Glaçures alcalino-plombifères sur engobe synthétique

Avec la quatrième et dernière catégorie technique, nous avons affaire aux décors peints sur surface interne des *Miletus Wares* des deux principales productions d'Anatolie occidentale représentées dans notre étude (Iznik et « *Miletus Ware* non localisée ») (**tableau 8.10**). Ces céramiques présentent la particularité d'avoir, sur leur surface interne, un engobe synthétique sous une glaçure alcalino-plombifère avec de plus fortes teneurs en alcalins.

Production	Type	Echantillon(s)
Iznik	*Miletus Ware*	BYZ284 ; BZN205 ; BZN206 ; BZN209 ; BZN210 ; BZN221 ; BZN222 ; BZN223 ; BZN228 ; BZN229 ; BZN231 ; BZN232 ; BZN233
« *Miletus Ware* non localisée »	*Miletus Ware*	BZN 43 ; BZN 44 ; BZN 45 ; BZN 46 ; BZN 47 ; BZN 49 ; BZN 50 ; BZN118 ; BZN119 ; BZN285 ; BZN286 ; BZN287 ; BZN288 ; BZN289

Tableau 8.10 : Liste des échantillons de la catégorie technique 04, classés selon leur type et leur production.

8.4.1 Glaçures

8.4.1.1 Epaisseurs

Quelle que soit la production, les glaçures appliquées sur les surfaces internes des *Miletus Wares* sont relativement épaisses en comparaison avec ce qui a été observé parmi notre corpus (**figure 8.26**). Dans cette quatrième catégorie, les épaisseurs sont majoritairement comprises entre 90 et 220 µm (33 sur 40 échantillons) (**tableau A.20** en annexes), alors qu'avec les glaçures plombifères et alcalino-plombifères transparentes, nous avions plutôt des épaisseurs

comprises dans l'intervalle de 20-140 µm. Les glaçures opaques alcalino-plombifères présentent quant à elles des épaisseurs très variées.

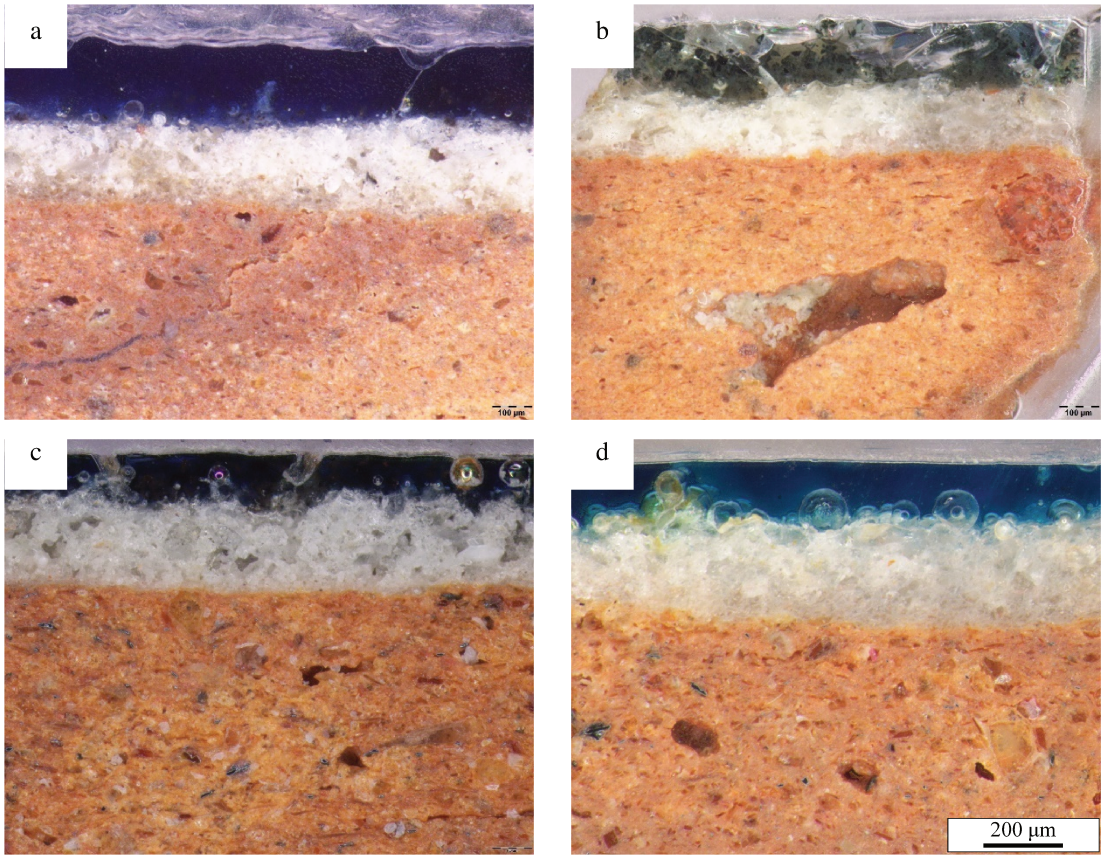


Figure 8.26 : Photographies prises à la loupe binoculaire d'échantillons de la catégorie technique 04 (dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm) : a) BZN205 (Iznik) ; b) BZN229 (Iznik) ; c) BZN 45 (« *Miletus Ware* non localisée ») ; d) BZN285 (« *Miletus Ware* non localisée »).

8.4.1.2 Microstructures

De très nombreuses microstructures se distinguent dans les glaçures de cette catégorie, surtout dans les glaçures violettes, noires et bleues. La majorité de ces inclusions correspond aux colorants que nous traiterons ultérieurement. Les glaçures incolores, et aussi les glaçures turquoise dans lesquelles les colorants à base de cuivre se sont totalement dissous dans la phase vitreuse, en sont pratiquement dépourvus.

La quantité des grains siliceux varie d'un échantillon à l'autre. Ces grains, attestés dans les glaçures des échantillons de la production « *Miletus Ware* non localisée », sont tous situés proches de l'engobe (sauf pour BZN289 où ils sont très épars) et proviennent vraisemblablement de ce dernier, créant une épaisse zone d'interface engobe/glaçure (**figure**

8.27). De telles interfaces sont aussi attestées dans des échantillons d'Iznik, mais elles sont moins fréquentes.

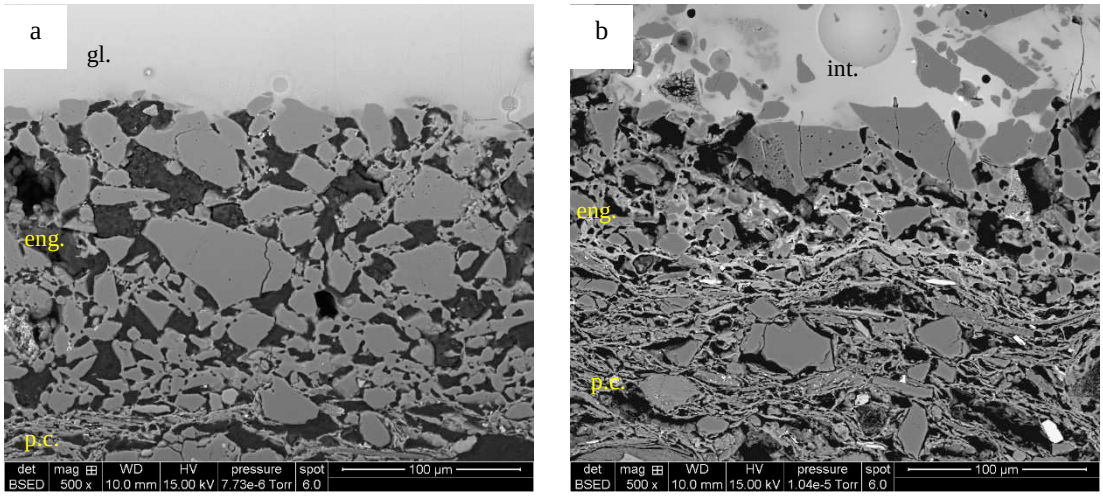


Figure 8.27 : Images BSE montrant notamment l'interface engobe/glaçure (dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm) : a) BZN286 (« *Miletus Ware* non localisée ») ; b) BZN288 (« *Miletus Ware* non localisée »). gl. : glaçure. eng. : engobe ; p.c. : pâte céramique, int. : interface.

Nous pouvons noter qu'avec les glaçures de cette catégorie, aucun amas de cristaux de diopside n'a été observé. Quant à l'état de surface des glaçures, nous constatons la formation d'une zone irisée dans la plupart des échantillons. Pour l'échantillon BZN209, une couche d'encroûtement s'est aussi formée.

8.4.1.3 Compositions chimiques

Pour les deux productions, nous avons affaire à des glaçures alcalino-plombifères avec des teneurs cumulées moyennes en alcalins d'environ 14 % Na_2O+K_2O dans les compositions globales des glaçures (**tableau A.21** en annexes). La production « *Miletus Ware* non localisée » connaît une plus grande variabilité avec notamment deux valeurs faibles à environ 7-8 %. Les deux échantillons – BZN 46 R incolore et BZN289 R noir – qui présentent ces faibles teneurs se démarquent ainsi du reste de leur production, aussi par des teneurs en calcium un peu plus élevées (supérieures à 2%), BZN 46 R se démarquant également par des pourcentages de PbO élevés.

Les teneurs en silice sont variables entre les échantillons, mais sont toujours supérieures à 50 %, tandis que celles en plomb, tout aussi variables, oscillent entre 6 et 22 % PbO (exception faite de BZN289 R noir : 33,25%). De tels écarts peuvent en partie s'expliquer par le fait que nous sommes ici dans les compositions globales des glaçures qui intègrent à la fois la phase vitreuse ainsi que toutes les inclusions.

Nous enregistrons donc les compositions d'un ensemble hétérogène soumis à l'influence de différentes microstructures. Parmi celles-ci figurent les colorants dont les teneurs cumulées dans les glaçures de cette quatrième catégorie varient d'environ 3 à 17 %, les échantillons à glaçure incolore étant les plus représentatifs de la matrice vitreuse.

8.4.1.4 Fondants alcalins

Les fondants alcalins sont principalement sodiques, avec des concentrations supérieures à 10% Na_2O dans la plupart des cas. Afin de mieux comprendre leur nature, et en nous référant aux travaux de Paynter *et al.* (2004) et de Tite *et al.* (2016), nous avons précisé dans le **tableau A.22** en annexes les rapports Na_2O/K_2O, Na_2O/MgO et Na_2O/CaO.

Avec les glaçures de la production d'Iznik, nous avons des ratios Na_2O/K_2O et Na_2O/CaO compris respectivement dans les intervalles 5-19 et 8-21. Quant aux ratios Na_2O/MgO, nous distinguons deux intervalles : 3-5 et 12-38, le premier concernant seulement trois glaçures. Il s'agit des glaçures noires qui présentent les plus fortes teneurs en magnésium (> 2 % MgO), mais aussi les plus fortes teneurs en chrome de l'ordre de 6-8 % Cr_2O_3. Comme nous le verrons ultérieurement, les fortes teneurs de ces deux éléments sont dues à la nature du colorant de ces glaçures noires.

Avec les glaçures de la production « *Miletus Ware* non localisée » (à l'exception de l'échantillon BZN289), nous observons aussi des valeurs élevées pour ces ratios, de l'ordre de 7-19 pour Na_2O/K_2O, 3-23 pour Na_2O/CaO (avec un rapport de 49,3 pour BZN287 R bleu et violet) ; et 10-119 pour Na_2O/MgO. Pour ce dernier ratio, les deux glaçures noires riches en chrome de cette production ont aussi des ratios inférieurs, et ce, pour les raisons identiques que celles évoquées avec la production d'Iznik. Sur la base de ces ratios, la glaçure de l'échantillon BZN289 se différencie des autres glaçures car elles présentent systématiquement les plus faibles valeurs, toutes inférieures à 5.

Ainsi, à l'exception de la glaçure de l'échantillon BZN289 et des glaçures noires riches en chrome, nous observons, dans les deux productions, des ratios Na_2O/K_2O, Na_2O/MgO et Na_2O/CaO élevés, dont les intervalles concordent avec ceux obtenus suite aux analyses effectuées sur des glaçures de céramiques à pâte synthétique d'Iznik des XV^{e}-XVII^{e} siècles, respectivement de l'ordre de 3-16, 16-139 et 3-28 (Paynter *et al.* 2014). En se basant sur ces rapports élevés, il a été suggéré, comme source d'alcalins, l'utilisation de cendres purifiées de

plantes désertiques ou côtières, ou bien encore d'un minéral sodique jusqu'alors non identifié (Paynter *et al.* 2014).

Récemment, une étude menée par M.S. Tite et collaborateurs a permis d'identifier la nature des fondants alcalins utilisés pour ces productions ottomanes d'Iznik, comme étant des minéraux évaporites issus des sources chaudes d'Anatolie occidentale (Tite *et al.* 2016, cf. chapitre 5). Nous nous sommes ainsi basé sur cette étude afin de vérifier si les fondants alcalins utilisés dans les glaçures des *Miletus Wares* puissent être issus des mêmes sources.

Dans leur étude, M.S. Tite et collaborateurs cherchent en effet à identifier la nature des fondants alcalins utilisés dans la production de glaçures de céramiques à pâte synthétiques ottomanes d'Iznik, mais aussi de verres byzantins ouest anatoliens. L'une des caractéristiques distinctives observées dans les glaçures ottomanes d'Iznik, était leurs « très faibles teneurs en potassium, magnésium et calcium, de tel sorte que les ratios Na_2O/K_2O, Na_2O/MgO et Na_2O/CaO étaient significativement plus importants que ceux normalement observés dans les glaçures alcalino-plombifères islamiques typiques » (traduit de Tite *et al.* 2016, p.58). De plus, des teneurs à plus de 500 ppm de bore et à plus de 49 ppm de lithium ont été mesurées dans ces mêmes glaçures par LA-ICP-MS (**tableau 8.11**).

De telles données ont permis aux auteurs de proposer l'utilisation d'évaporites issus de sources chaudes ouest-anatoliennes comme source de fondant alcalin dans la production des glaçures ottomanes de leur étude. Par ailleurs, ils conclurent en émettant l'hypothèse selon laquelle les glaçures ottomanes d'Iznik déjà analysées dans des études antérieures (Henderson 1989 ; Tite 1989 ; Okyar 2002 ; Paynter *et al.* 2004), auraient été produites en utilisant ces mêmes sources d'alcalins. Il se basent sur le fait que ces glaçures, analysées pour la grande majorité au MEB-EDS, présentent des ratios Na_2O/K_2O, Na_2O/MgO et Na_2O/CaO qui concordent avec ceux de leur étude. Ils ne peuvent pas se baser sur la présence de bore et lithium pour ces anciennes études car ces éléments étaient non détectables au MEB-EDS en si faibles quantités.

Echantillon	SEM-EDS (% mass.)											
	SiO_2	PbO	Na_2O	K_2O	MgO	CaO	Al_2O_3	FeO	SnO_2	Na_2O/K_2O	Na_2O/MgO	Na_2O/CaO
ISN1	44.8	40.1	9.1	0.75	0.17	0.60	0.20	0.39	3.9	12.1	53.5	15.2
ISN4	55.3	27.5	9.3	0.92	0.37	0.88	0.48	0.53	4.7	10.1	25.2	10.6
ISN9	52.1	32.1	9.2	0.77	0.26	0.70	0.37	0.60	4.0	11.9	35.2	13.1
ISN15	47.7	37.7	8.3	0.77	0.22	0.71	0.30	0.63	3.7	10.8	37.6	11.7
ISN16	49.6	33.3	9.8	0.71	0.07	0.75	0.28	0.65	5.0	13.8	139.6	13.0
ISN17	49.2	34.2	10.5	0.72	0.06	0.40	0.25	0.42	4.2	14.6	175.2	26.3
ISN20	51.0	34.2	8.5	0.64	0.19	0.62	0.28	0.42	4.1	13.2	44.5	13.6

Echantillon	LA-ICP-MS (ppm)				
	B	Li	P	Sr	B/Li
ISN1	901	117	199	30	7.7
ISN4	338	49	485	73	6.9
ISN9	732	89	206	30	8.2
ISN15	510	76	299	72	6.7
ISN16	1580	178	261	90	8.9
ISN17	874	133	144	39	6.6
ISN20	583	82	591	36	7.1

Tableau 8.11 : Compositions élémentaires des glaçures ottomanes d'Iznik dans Tite *et al.* 2016.

Avec les glaçures des *Miletus Wares* de cette quatrième catégorie technique, et ce, pour les deux productions, nous observons des ratios relativement similaires pour Na_2O/K_2O et Na_2O/CaO lorsque nous les comparons avec ceux du **tableau 8.11**. Précisons que pour ces ratios, nous n'avons pas pris en compte les glaçures noires à cause de leurs teneurs élevées en MgO dues à la nature de leur colorant. C'est d'ailleurs avec le magnésium que la similitude est moins évidente entre les glaçures de notre corpus et celles de l'étude de Tite *et al.* (2016). En effet, les teneurs en MgO sont pour la grande majorité comprises entre 1 et 2 % dans les glaçures de notre corpus, alors qu'elles n'excèdent pas 0,4 % dans les glaçures du **tableau 8.11** et les rapports Na_2O/MgO sont globalement plus élevés pour ces glaçures que pour celles de notre étude. Les teneurs en magnésium sont dans notre cas aussi plus élevées que celles observées dans les autres études consacrées aux glaçures ottomanes d'Iznik (Henderson 1989 ; Tite 1989 ; Okyar 2002 ; Paynter *et al.* 2004 ; Tite *et al.* 2016).

Ainsi, bien que nous ayons des ratios Na_2O/K_2O, Na_2O/CaO et Na_2O/MgO élevés, il nous semble difficile de confirmer le fait que le fondant alcalin utilisé dans la production des glaçures alcalino-plombifères des *Miletus Wares* de notre catégorie technique 4 soit issu des évaporites de sources chaudes d'Anatolie occidentale.

Une autre approche était de se baser sur les concentrations en bore et lithium. Nous avons eu la possibilité d'analyser certaines glaçures de *Miletus Wares* par analyses par faisceau d'ions (PIXE et PIGE). Ces analyses ont été menées avec la collaboration d'Anne Bouquillon,

au Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France, grâce à l'utilisation de l'accélérateur de particules AGLAE (Accélérateur Grand Louvre d'Analyses Elémentaires). Outre la possibilité d'analyser de façon non-destructive des pièces des musées de Sèvres et du Louvre[64], nous avons tenté de déterminer les concentrations de bore et de lithium par PIGE (Particle Induced γ-ray Emission).

Les résultats obtenus n'étaient pas concluants, en raison d'une configuration analytique peu favorable : sections efficaces pas suffisamment élevées pour cette gamme de concentrations (pour un faisceau de protons d'énergie 3 MeV), superposition avec la raie dominante de Na présent en concentrations élevées. Ces essais n'ont pas permis d'analyser B et Li, ce qui ne signifie pas pour autant que ces deux éléments soient absents des glaçures. D'autres analyses, par LA-ICP-MS, seraient à envisager.

8.4.1.5 Couleurs des décors

Le panel chromatique du décor des *Miletus Wares* est le plus étendu de notre corpus. Il varie de la glaçure monochrome verte sur des surfaces externes (cf. 8.1), au décor peint bleu, violet, noir et turquoise sur les surfaces internes, ainsi que sur quelques surfaces externes (cf. 8.3). Pour trois échantillons (BZN 44, BZN206 et BZN287), les glaçures analysées correspondent à des zones où les couleurs bleues et violettes se juxtaposent (**figure 8.28**). Nous traiterons ces échantillons à la fois avec les glaçures violettes et avec les glaçures bleues du fait qu'elles présentent les caractéristiques de chacune de ces deux couleurs de glaçure.

[64] Les résultats obtenus suite à ces analyses PIXE-PIGE ont été présentés sous forme d'un poster lors du Colloque de l'ANR POMEDOR (Lyon – 19 au 21 mai 2016) : « Changing People, Dining Habits and Pottery Technologies: Tablewares Productions in the Eve of the Ottoman Empire in Western Anatolia » ; et seront l'objet de futures publications.

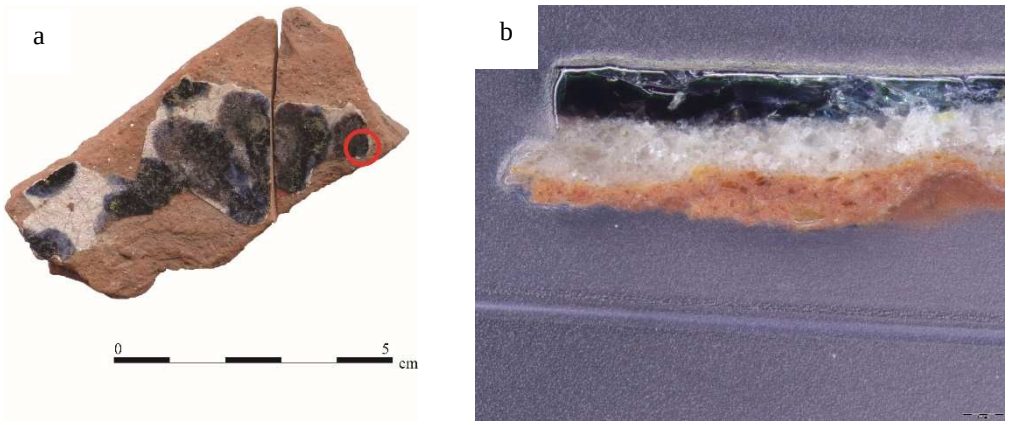


Figure 8.28 : a) Photographie de l'échantillon BZN206 (Iznik) avec, entouré en rouge, la zone de prélèvement de la glaçure ; b) Photographie à la loupe binoculaire de BZN206 en coupe transversale, montrant les deux couleurs de glaçure bleu et violette se confondent (dimensions réelles du cadre : 1,4 x 1,1 mm).

8.4.1.5.1 Décor turquoise

Comme nous l'avions déjà constaté avec les céramiques à glaçure turquoise monochrome et avec certains décors au verso des *Miletus Wares*, les décors turquoise sont obtenus par adjonction de cuivre dans des glaçures alcalino-plombifères. Pour les décors peints sur le recto, les trois glaçures turquoise ont aussi les teneurs les plus importantes en CuO avec des valeurs comprises entre 2,37 et 3,86 % (**tableau A.22** en annexes). Les colorants à base de cuivre utilisés pour toutes les glaçures turquoise de notre étude se sont dissous dans la glaçure durant la cuisson car aucune microstructure particulièrement riche en cuivre n'a été observée, au contraire des colorants correspondants aux teintes violettes, bleues et noires.

8.4.1.5.2 Décor violet

Des glaçures violettes ont été analysées sur trois échantillons de la production d'Iznik (BZN206, BZN209 et BZN210), ainsi que sur deux échantillons de la production « *Miletus Ware* non localisée » (BZN 44 et BZN287). Pour ces glaçures, c'est le manganèse qui joue le rôle du colorant, comme nous l'avons déjà attesté sur d'autres céramiques et notamment sur l'échantillon BZN125, une *Miletus Ware* de la production de Pergame *Rote Halle*. Dans ces glaçures, le taux de MnO est mesuré à plus de 1,7%. Des microstructures avec les mêmes caractéristiques visuelles que celles observées dans BZN125 sont observées dans ces glaçures violettes à proximité des engobes. Elles apparaissent plus claires sur les images obtenues au microscope optique ainsi qu'au MEB en mode BSE, et sont de formes arrondies, compactes ou divisées en plusieurs microcristaux (**figure 8.29**).

Leurs compositions chimiques montrent de très fortes teneurs en manganèse supérieures à 63 % MnO, ainsi que des teneurs significatives notamment en silicium, fer, plomb et sodium ; ces deux derniers étant vraisemblablement issus surtout de la glaçure alentour (**tableau 8.12**). Ces compositions sont comparables à celles observées sur le décor mauve de l'échantillon BZN125 (cf. 8.3.1.4.2). Par ailleurs, certaines de ces inclusions ont aussi été analysées au spectromètre Raman, dont les spectres obtenus présentent tous cette association de pics situés aux environs de 127, 219 avec épaulement à 250, 298, 338, 373, 477, 517, 580, 623, 662, 697 et 955 cm^{-1} (**figure 8.30**), caractéristique de la braunite ($Mn^{2+}Mn_6^{3+}(SiO_4)O_8$) (**figure 8.31**). Des inclusions de braunite ont déjà été attestées dans des décors bruns au manganèse de céramiques espagnoles des X^e^-XVIII^e^ siècles (Molera *et al.* 2013) ou bien encore dans des carreaux portugais du XVII^e^ siècle (Coentro *et al*. 2012).

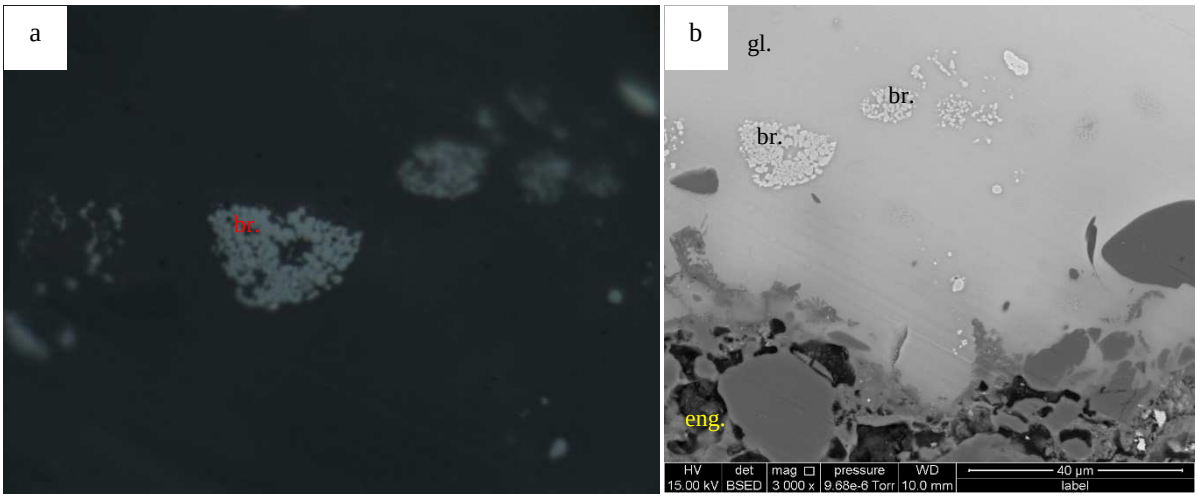


Figure 8.29 : Inclusions de braunite dans la glaçure de l'échantillon BZN206 (Iznik), observées par : a) microscopie optique durant analyse Raman (dimensions réelles du cadre : 76 x 56 µm) ; b) MEB en mode BSE (dimensions réelles du cadre : 99 x 91 µm). gl. : glaçure. eng. : engobe ; br. : braunite.

Inclusion	CaO	Fe_2O_3	TiO_2	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MnO	Na_2O	PbO	CuO	CoO	NiO
BZN 44 - 3	0.70	2.44	-	0.41	14.94	1.35	67.67	3.25	2.49	2.21	0.84	1.32
BZN 44 - 4	-	1.92	-	-	11.29	1.07	77.06	0.98	2.01	2.62	0.51	0.58
BZN206	0.49	2.80	-	0.43	20.47	1.11	67.57	1.31	2.59	0.75	0.93	0.85
BZN206	0.47	3.15	-	-	13.06	0.35	78.49	0.37	1.00	0.66	1.03	0.57
BZN210	-	1.27	0.84	3.19	3.72	1.01	77.52	5.30	5.55	-	-	-
BZN210	0.49	2.15	-	0.41	23.00	1.61	63.19	4.97	2.78	-	-	0.37
BZN210	-	3.98	-	-	2.42	1.73	89.12	0.72	0.35	-	-	-
BZN287	-	1.54	-	-	1.71	-	94.28	-	0.43	1.35	-	-
BZN287	-	0.89	4.38	0.96	5.43	0.62	72.01	2.96	11.10	-	0.31	0.70
BZN287	0.73	1.73	-	-	22.41	2.20	65.94	1.80	2.19	1.50	0.28	0.48
BZN287	0.42	2.28	0.64	1.15	8.43	-	78.29	0.61	2.36	2.89	1.59	0.44

Tableau 8.12 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions de braunite observées dans les glaçures de la catégorie technique 4.

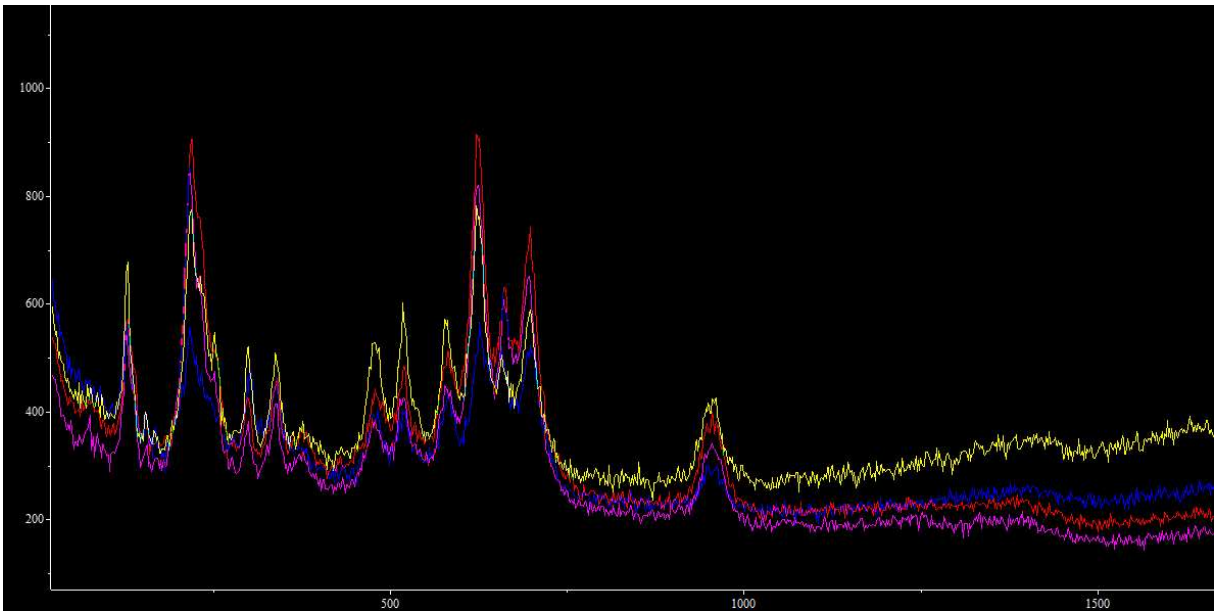


Figure 8.30 : Spectres Raman issus d'analyses effectuées dans les inclusions de braunite : spectres magenta et rouge : BZN206 (Iznik) ; bleu et jaune : BZN210 (Iznik).

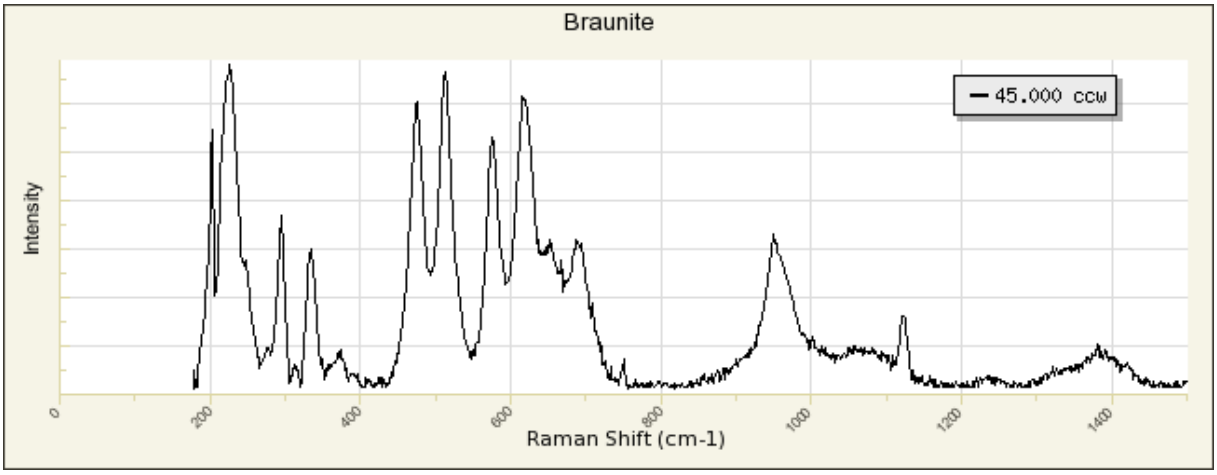


Figure 8.31 : Spectre Raman de la braunite issu de la base de données RRuff (http://rruff.info/braunite/display=default/R050385).

8.4.1.5.3 Décor bleu

8.4.1.5.3.1 Inclusions

L'une des caractéristiques des glaçures bleues est la présence de cobalt attestée dans leur composition chimique globale avec des teneurs comprises entre 0,4 et 2,2 % CoO (**tableau A.21** en annexes). Nous avions déjà de telles teneurs en cobalt dans des glaçures bleues des *Miletus Wares* produites à Pergame, pour lesquelles nous avions noté une association particulière de cet élément avec le fer, le nickel et le cuivre (cf. 8.1.1.1.1 glaçures). Nous

retrouvons aussi cette association d'éléments dans les glaçures bleues de la présente catégorie technique, bien que pour certains échantillons, les teneurs en CuO ne soient pas si élevées (**tableau A.16** en annexes).

Dans les glaçures bleues de cette quatrième catégorie technique, nous avons observé de nombreuses inclusions (**figure 8.32**) et analysé 87 d'entre elles au MEB et 25 au spectromètre Raman. La combinaison des données MEB (compositions chimiques et microstructures) et Raman nous a permis de distinguer cinq classes d'inclusions dont quatre peuvent notamment être séparées selon leurs teneurs en fer, cobalt et, nickel (**figure 8.33**) ; la cinquième classe se distinguant par ses fortes teneurs en éléments issus de la phase vitreuse (**figure 8.34**).

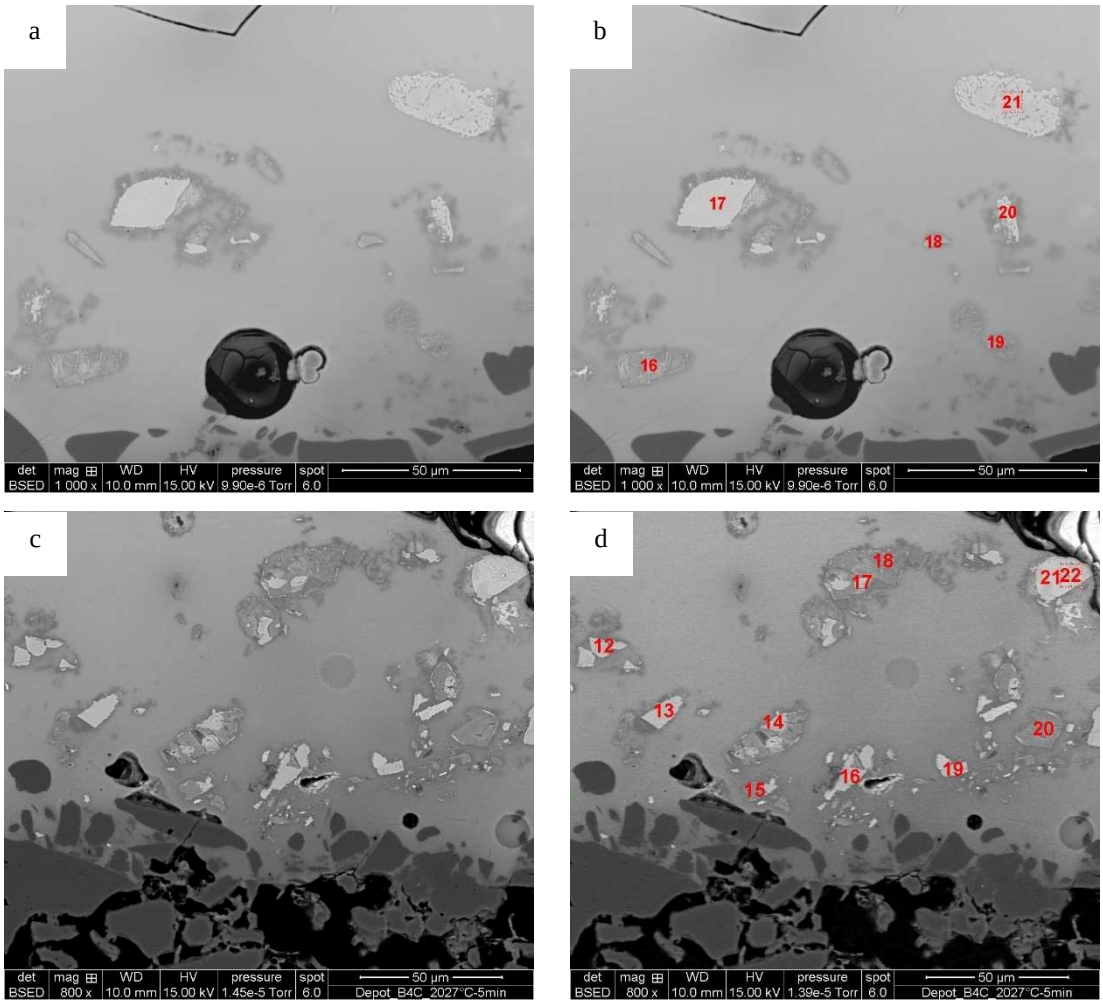


Figure 8.32 : Images BSE d'inclusions riches en fer, nickel et cobalt présentes dans les glaçures des échantillons (dimensions réelles des cadres : a) et b) : 148 x 136 µm ; c) et d) : 185 x 170 µm) : a) et b) BZN231 (Iznik) ; c) et d) BZN287 (« *Miletus Ware* non localisée »). Les numéros rouges correspondent aux numéros d'analyses reportés dans le **tableau A.22**.

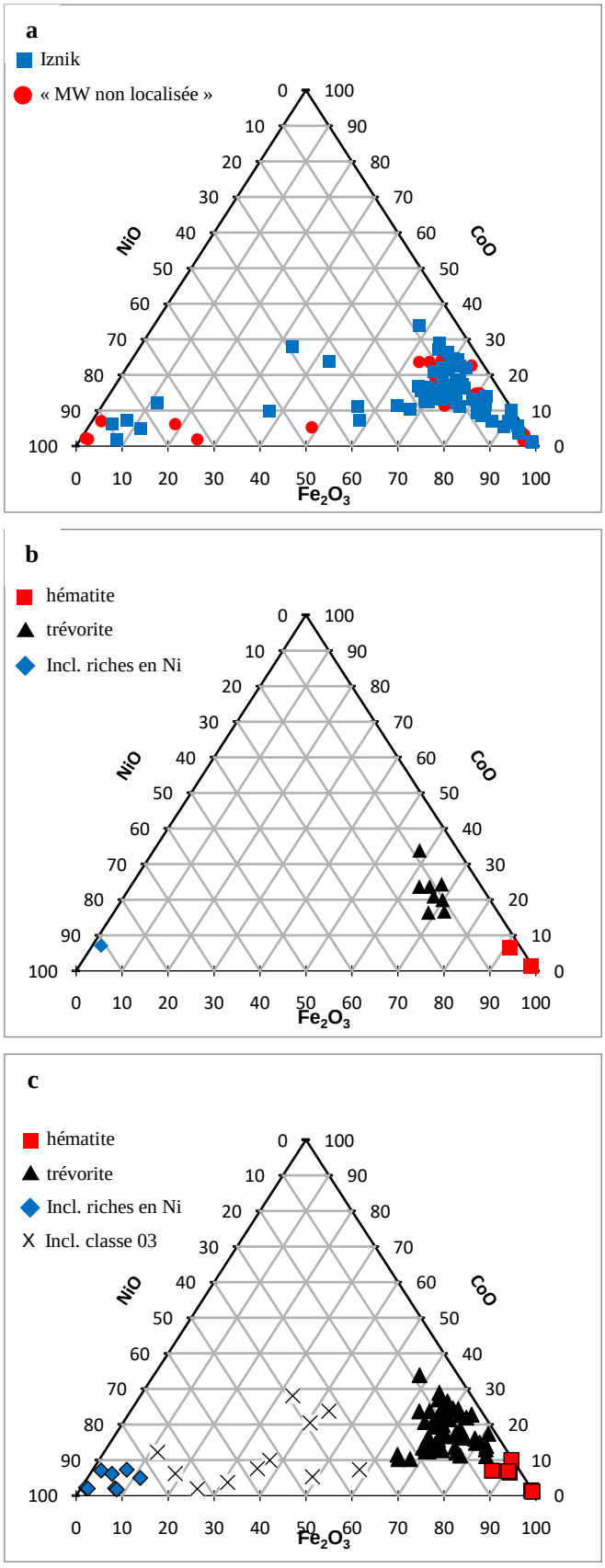


Figure 8.33 : Diagrammes ternaires comparant les teneurs en oxydes de cobalt, de fer et de nickel, des inclusions observées dans les glaçures bleues, réparties dans quatre des cinq classes définies dans l'étude. Les inclusions sont classées selon leur : a) production ; b) nature minéralogique définie uniquement sur les inclusions analysées

au spectromètre Raman ; c) nature chimique, et minéralogique en extrapolant sur l'ensemble des inclusions analysées au MEB-EDS.

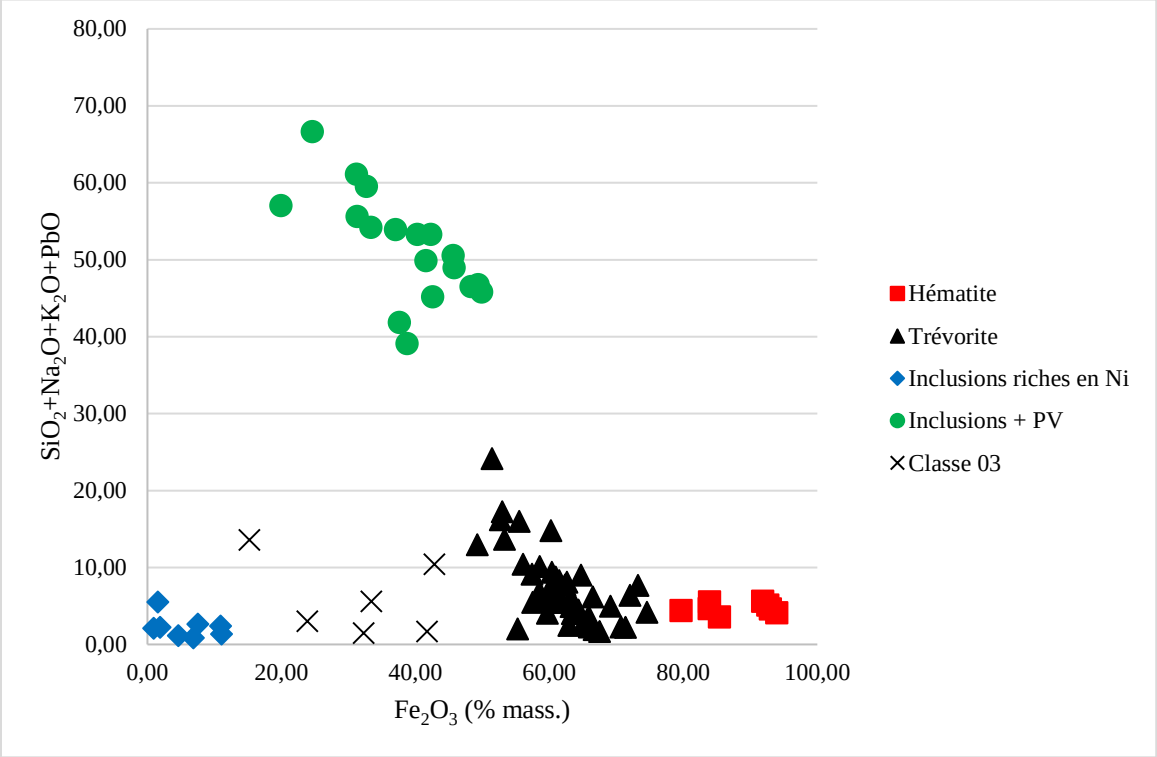


Figure 8.34 : Diagramme binaire comparant les teneurs en oxydes de fer et la somme des teneurs en oxydes de silicium, sodium, potassium et plomb, des inclusions observées dans les glaçures bleues, classées selon leur nature chimique, et minéralogique en extrapolant sur l'ensemble des inclusions analysées au MEB-EDS. PV : phase vitreuse.

La première classe comprend les inclusions présentant des teneurs en Fe_2O_3 supérieures à 80 %. Les autres teneurs significatives sont celles du cobalt (1,03-9,48 % mass. CoO) et du silicium (0,72-3,69 % mass. SiO_2), ainsi que celles du nickel et du cuivre pour certaines inclusions (**tableau A.22** en annexes). En imagerie BSE, ces inclusions sont de forme arrondie et présentent des contours moins marqués par rapport à ceux des inclusions de la deuxième classe (**figures 8.32a** et **8.32b** : inclusion n° 21). Les analyses au spectromètre Raman réalisées sur certaines de ces inclusions nous permirent de les identifier comme étant de l'hématite (α-Fe_2O_3) avec les pics caractéristiques situés vers 221, 290, 405, 480, 606-615, 680-700 et 1319 cm^{-1} (Bersani *et al.* 1999 ; Colomban *et al.* 2004) (**figure 8.35**). Il est intéressant de noter la présence du pic situé vers 680 cm^{-1} qui, selon Bersani *et al.* (1999), pourrait être lié à de l'hématite désordonnée (*disorder effects*).

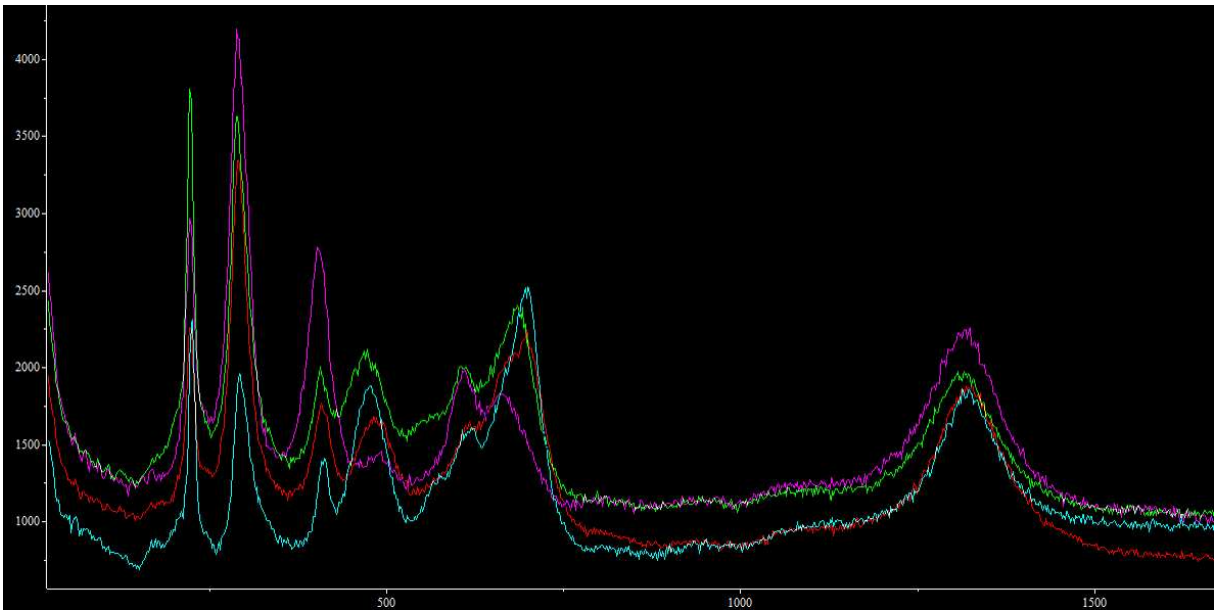


Figure 8.35 : Spectres Raman issus d'analyses effectuées au niveau des inclusions d'hématite : spectre cyan : BZN231 (Iznik) ; magenta et vert : BZN118 (« *Miletus Ware* non localisée ») ; rouge : BZN 44 (« *Miletus Ware* non localisée »).

La seconde classe est la plus important puisqu'elle compte 49 des 86 inclusions analysées au MEB. Nous y retrouvons des inclusions pour lesquels les teneurs les plus élevées sont toujours celles du fer, comprises entre 49 et 75 % Fe_2O_3. Les teneurs en cobalt et en nickel sont cette fois-ci plus importantes puisque respectivement comprises entre environ 6 et 32 % CoO et 2 et 30 % NiO. Les pourcentages pour le cuivre varient d'une inclusion à l'autre de 0,3 à 11,5 % CuO. Notons que pour la grande majorité de ces inclusions, les teneurs en cobalt sont supérieures à celles en nickel, avec quelques exceptions. En imagerie BSE, ces inclusions sont de formes plus anguleuses que les inclusions d'hématite et présentent des contours plus marqués (**figures 8.32a** et **8.32b** : inclusion n°17 ; **figures 8.32c** et **8.32d** : inclusions n^{os} 12, 13, et 16).

Plusieurs inclusions de cette deuxième classe ont été analysées au spectromètre Raman, dont les pics principaux obtenus sur les spectres sont situés vers 209, 331, 482, 584 et 703 cm^{-1} (**figure 8.36a**). En comparant ces spectres avec des spectres Raman de minéraux présentant notamment de fortes teneurs en fer et nickel, celui de la trévorite ($(Ni_{0.86}Fe^{2+}_{0.12}Co_{0.01})_{\sum=0.99}Fe^{3+}_{2.00}O_4$) présentait de très fortes similitudes avec ceux des inclusions de la seconde classe (**figure 8.36b**).

Un léger shift est notamment observé au niveau du pic principal à 703 cm^{-1} entre les spectres des inclusions issues dans les glaçures et celui du minéral de référence de la base Rruff. Cela pourrait s'expliquer par des chimies un peu différentes, avec notamment la présence de Co en plus forte concentration dans les inclusions des glaçures. Cependant, d'après Ludovic

Bellot-Gurlet (MONARIS UMR8233), dont nous avons pu bénéficier de l'expertise pour l'interprétation de l'ensemble de ces données, la composition globale des inclusions de cette deuxième classe ainsi que leur signature Raman permettent d'affirmer que nous avons affaire à des inclusions de trévorite. La trévorite avait déjà été identifiée par spectrométrie Raman dans la glaçure bleue d'un carreau hispano-moresque décoré à la *cuerda seca*, ornant un monastère portugais et daté fin XV^{e}-début XVI^{e} siècle (Coentro *et al.* 2014).

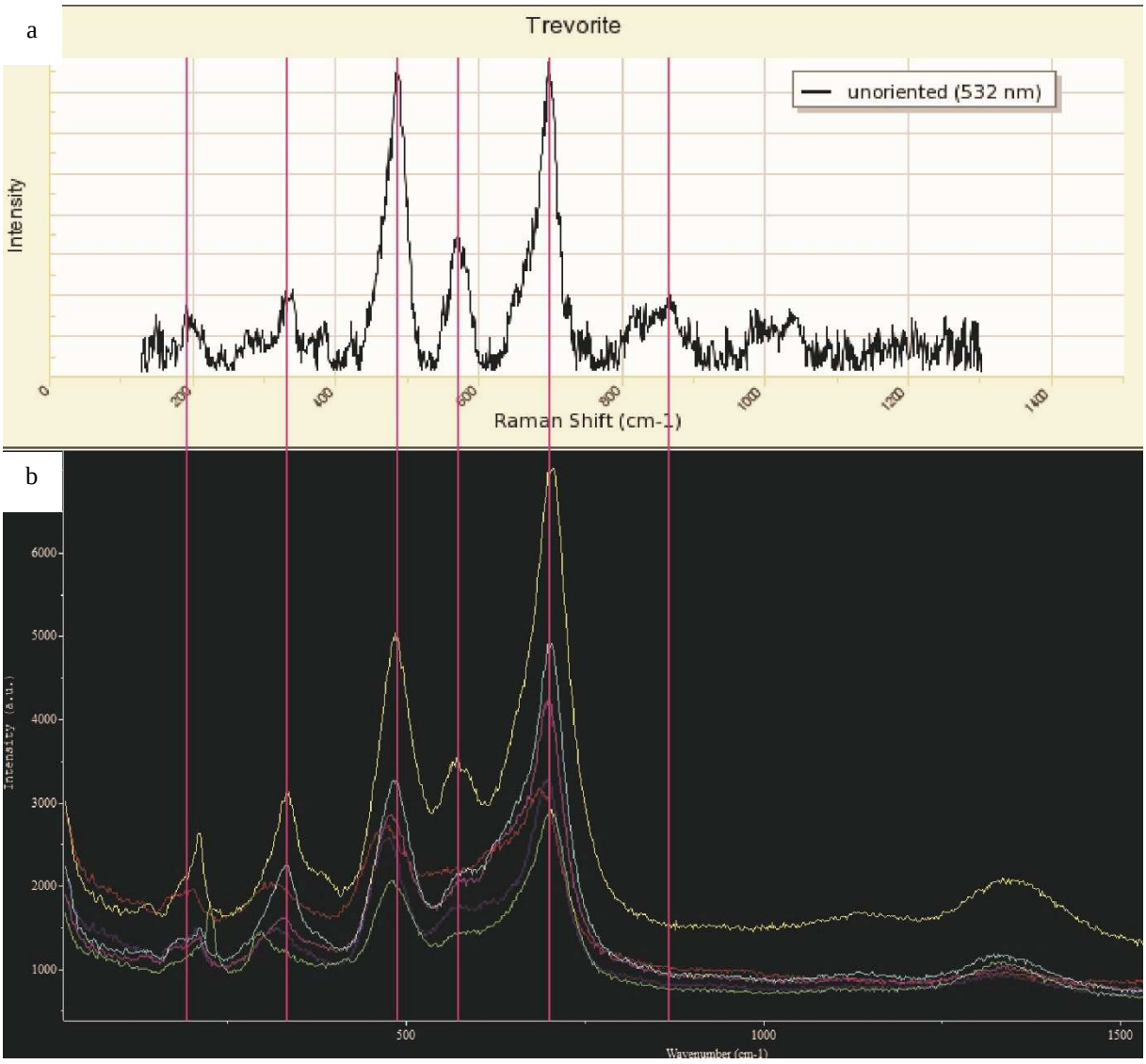


Figure 8.36 : a) Spectre Raman de la trévorite issu de la base de données RRuff, présentant la chimie suivante : $(Ni_{0.86}Fe^{2+}_{0.12}Co_{0.01})_{\Sigma=0.99}Fe^{3+}_{2.00}O_4$ (http://rruff.info/trevorite/display=default/), b) Spectres Raman issus d'analyses effectuées au niveau des inclusions de trévorite dans les glaçures bleues de la catégorie technique 4 : spectre cyan : BZN206 (Iznik) ; rouge et bleu : BZN231 (Iznik) ; vert et jaune : BZN 44 (« *Miletus Ware* non localisée ») ; magenta : BZN 45 (« *Miletus Ware* non localisée »).

La troisième classe comprend six inclusions qui se différencient de celles de la classe 02 notamment par leurs teneurs plus faibles en Fe_2O_3 et plus élevées en NiO ; celles en CoO

restant dans un intervalle relativement similaire. Au niveau de leur microstructure, ces inclusions présentent le même faciès que les inclusions de trévorite, apparaissant cependant plus claire en imagerie BSE du fait de leur plus fortes teneurs en nickel.

Les inclusions qui comportent les pourcentages les plus élevés en nickel sont celles de notre quatrième classe (% mass. NiO > 71). Nous retrouvons toujours la présence de cobalt et de fer dans ces inclusions avec des taux à 1-11 % (**tableau A.22** en annexes). Une de ces inclusions a fait l'objet d'une analyse au spectromètre Raman. Le spectre obtenu présente notamment un pic à 700 cm^{-1}, ce qui atteste vraisemblablement de la présence d'une structure spinelle (**figure 8.37**), mais n'ayant pas pu associer le pic principal (536 cm^{-1}) à un minéral ou à toute autre phase, nous ne pouvons pas aller plus loin dans l'identification de cette inclusion.

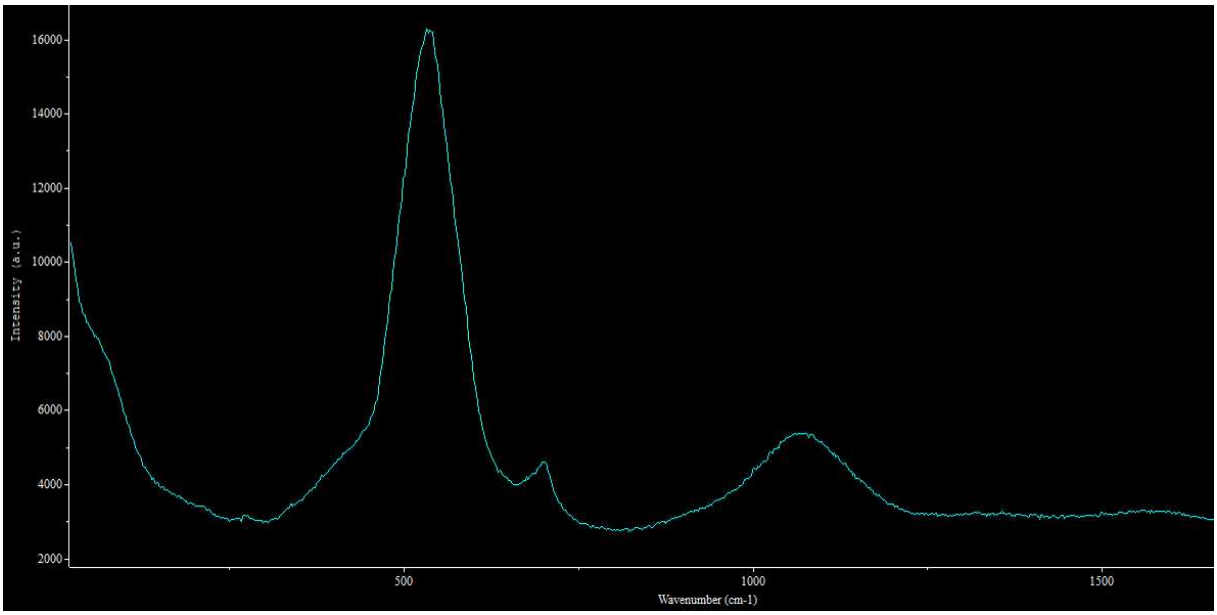


Figure 8.37 : Spectre Raman issu de l'analyse effectuée au niveau d'une inclusion riche en nickel localisée dans la glaçure bleue de l'échantillon BZN231 (Iznik).

La cinquième et dernière classe présente des inclusions qui se démarquent aussi bien selon leur composition chimique que selon leur microstructure. En effet, la particularité de ces inclusions est qu'elles montrent à la fois des teneurs significatives en fer, nickel et cobalt, mais aussi en silicium, sodium et calcium caractéristiques de la phase vitreuse de la glaçure. En imagerie BSE, ces inclusions apparaissent de ce fait moins clair, se confondant davantage avec la phase vitreuse (**figures 8.32c** et **8.32d** : inclusions n^{os} 18 et 20). Les spectres obtenus suite aux analyses Raman attestent essentiellement de la présence d'hématite (**figure 8.38**).

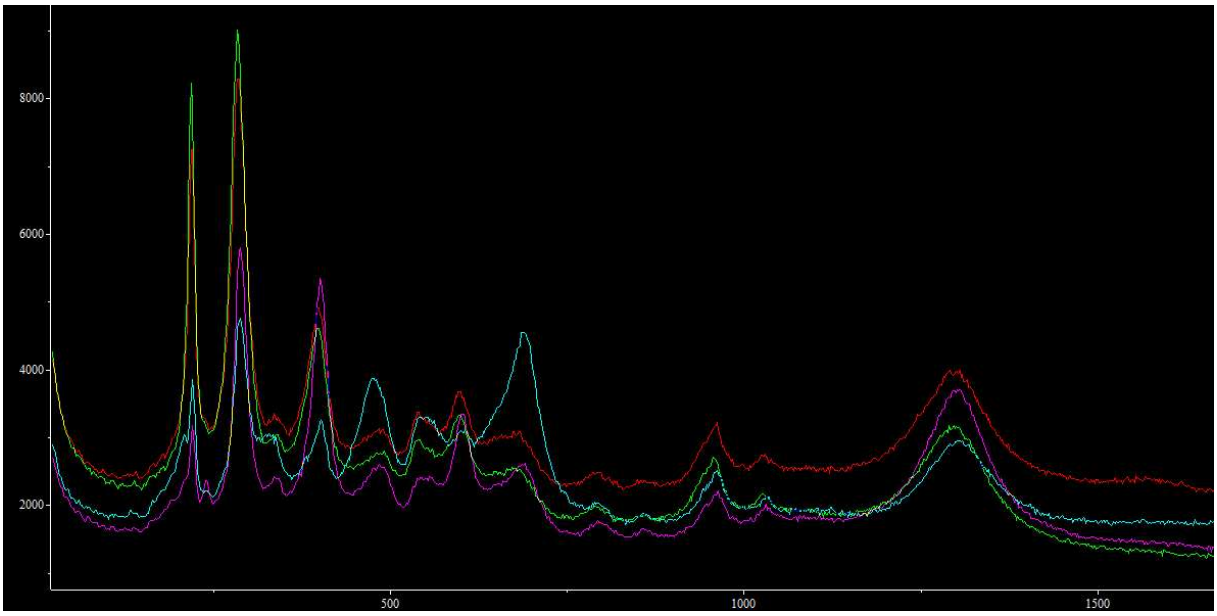


Figure 8.38 : Spectres Raman issus d'analyses effectuées au niveau des inclusions de la classe 05 : spectres magenta et cyan : BZN 45 (« *Miletus Ware* non localisée » ; vert et rouge : BZN118 (« *Miletus Ware* non localisée »).

Enfin, pour certaines de ces inclusions issues des glaçures bleues, quelle que soit leur classe, nous observons des teneurs significatives en oxydes de manganèse (entre 1,32 et 5,75% MnO ; et jusqu'à 12,47 % dans la Classe 05, avec la contribution d'un décor adjacent au manganèse) (**tableau A.22** en annexes). Ces fortes teneurs en manganèse sont attestées pour des inclusions des glaçures des échantillons BZN 44, BZN206 et BZN287, dans des zones où celles-ci se juxtaposent avec des glaçures violettes. La présence de manganèse ne semble donc pas liée aux glaçures et aux colorants bleus, mais à la proximité et au mélange de glaçures et colorants violets.

En résumé, les inclusions observées dans les glaçures bleues présentent une grande diversité du point de vue chimique, avec notamment des concentrations très variables en fer, nickel et cobalt. La spectrométrie Raman nous permet dans certains cas d'identifier leur nature minéralogique : hématite ou trévorite. Les similitudes de compositions chimiques et de faciès observés au MEB nous incitent à extrapoler cette identification à de nombreuses autres inclusions (inclusions des classes 1 et 2). La trévorite, répartie dans toute l'épaisseur des glaçures, serait ainsi présente dans de nombreux échantillons de notre corpus.

La nature minéralogique des inclusions des classes 3 à 5 reste encore inconnue. Par ailleurs, la rareté des inclusions dans les glaçures de certains échantillons, dans lesquels elles sont localisées à l'interface avec l'engobe, suggère que les minéraux à l'origine de la coloration

bleue ne sont plus observables et qu'elle est due à des colorants en solution dans la phase vitreuse.

8.4.1.5.3.2 Provenance des minerais à base de cobalt utilisés pour la coloration bleue des glaçures de *Miletus Wares*

D'après de précédentes études, dans les glaçures bleu cobalt des céramiques archéologiques les pigments étaient préparés à partir de minéraux riches en cobalt tels que la cobaltite (CoAsS), l'érythrite ($Co_3(AsO_4)_2.8H_2O$)), la skuttérudite ((Co, Ni)As_{3-x}), l'asbolane ((Co, Ni)$_{1-y}(MnO_2)_{2-x}(OH)_{2-2y+2x}.n$H2O), voire même l'alun cobaltifère (Gratuze *et al.* 1996 ; Perez-Arantegui *et al.* 2008). Une telle diversité entraîne le fait que pour certains de ces pigments, il est possible de les caractériser selon leur composition chimique par le biais d'éléments caractéristiques tels le cobalt, l'arsenic, le cuivre, le manganèse, le zinc, ou bien encore l'aluminium et le magnésium dans le cas des aluns cobaltifères (Kaczmarczyk 1986 ; Gratuze *et al.* 1992, 1996 ; Tite & Shortland 2003 ; Gratuze & Picon 2005 ; Shortland *et al.* 2006 ; Perez-Arantegui *et al.* 2008 ; Abe *et al.* 2012 ; Smirniou & Rehren 2013).

Ainsi, il a été possible d'associer l'utilisation d'alun cobaltifère issu des oasis du désert occidental égyptien à la production de verres bleu cobalt en Egypte à compter du XVI^{e} siècle av. J.-C., en se basant sur la présence de manganèse, fer, nickel, zinc, aluminium et magnésium selon des teneurs concordant entre les compositions de ces dépôts d'alun et celles des verres égyptiens (Kaczmarczyk 1986 ; Tite & Shortland 2003 ; Gratuze & Picon 2005 ; Shortland *et al.* 2006 ; Abe *et al.* 2012 ; Smirniou & Rehren 2013).

En Europe, plusieurs minerais de cobalt utilisés dans des productions de verres et de glaçures des XIII^{e}-XVIII^{e} siècles ont pu être identifiés selon différentes associations d'éléments (Gratuze *et al.* 1992, 1996). En effet, la mine de Freiberg dans l'Erzgebirge (à la frontière entre l'Allemagne et la République tchèque) semble avoir été exploitée entre le XIII^{e} et le XV^{e} siècle, dont le minerai extrait présente l'association caractéristique Co-Zn-Pb-In. Il en est de même par exemple avec la mine de Schneeberg située aussi dans l'Erzgebirge, dont le minerai présente l'association caractéristique Co-As-Ni-Bi et semble avoir été exploité entre le XV^{e} et le XVIII^{e} siècle. Vers 1500, certaines productions auraient utilisé ce minerai pour la fabrication de verres ou de glaçures, avec une phase de grillage qui aurait entraîné la perte de l'arsenic.

Une des mines connues en Orient est celle de Qamsar située à 35 km au sud-ouest de Kashan (Iran). Cette mine est mentionnée dans le traité d'Abu'l-Qasim (1302), comme étant notamment

exploitée comme source de cobalt pour les potiers iraniens de son époque (Allan 1973). Elle est aussi mentionnée par J. Henderson comme possible source pour le pigment bleu utilisé dans les productions ottomanes à pâte synthétique d'Iznik (Henderson 1989), ainsi que par B. Kleinmann dans son article consacré à une étude menée sur les faïences de Samarra du IX^{e} siècle ap. J.-C. (Kleinmann 1991).

Au cours de cette étude, B. Kleinmann identifie, dans des glaçures bleues, des inclusions de spinelles riches en cobalt, nickel et fer (*Co-Ni-Fe-spinels*) présentant pour certaines de faibles teneurs en cuivre et zinc (**tableau 8.13**). A l'exception du zinc que nous n'avons pas mis en évidence au MEB-EDS, peut-être pour des raisons de limite de détection, les compositions de ces spinelles sont similaires à celles des différentes classes d'inclusions que nous avons observées dans les glaçures bleues de notre étude, à l'exception des inclusions très riches en nickel ou bien encore intégrant des éléments de la glaçure. Ce que B. Kleinmann qualifie de spinelle riche en Co, Ni et Fe pourrait être ce que nous avons caractérisé comme la trévorite, un minéral du groupe des spinelles.

Inclusion	**FeO**	**CoO**	**NiO**	**CuO**	**ZnO**
Figure 1	82,13	13,90	1,01	1,50	1,45
Figure 2	67,97	22,52	4,21	2,92	2,39
Figure 3	9,51	29,85	59,15	1,50	-
Figure 4	26,33	47,96	24,25	1,72	-

Tableau 8.13 : Compositions des inclusions observées dans les glaçures bleues des faïences de Samarra (IX^{e} siècle ap. J.-C.), analysées par B. Kleinmann (MEB-EDS) (Kleinmann 1991, *p. 333, table 1*).

Pour B. Kleinmann, ces spinelles dériveraient de minerais de type arséniure (*arsenide*), sulfure (*sulfide*) ou de sulpho-arseniure (*arsenosulfide*) de cobalt et/ou de nickel. En se basant sur ces éléments, et du fait de traiter de productions iraniennes, B. Kleinmann propose la mine de Qamsar située à 35 km au sud-ouest de Kashan (Iran) comme source potentielle de minerais riches en cobalt, mentionnée dans le traité d'Abu'l-Qasim (1302) comme ayant été exploitée comme source de cobalt par les potiers iraniens de cette époque (Allan 1973). B. Kleinmann cite une étude de Stahl publiée dans la revue *Chemiker-Zeitung* en 1983 pour décrire la mine de la façon suivante : « elle consiste en une veine de magnétite épaisse de 1-10 m interrompant un calcaire dolomitique, qui contient quelques minerais riches en cuivre avec des minerais secondaires riches en cuivre et cobalt tels l'érythrite ($Co(AsO_4)_2.8H_2O$), la bieberite ($CoSO_4.7H_2O$) et l'asbolane ou bien encore des sulfures de nickel, probablement un membre du groupe de linnaéite » (traduit de Kleinmann 1991, p. 334). Du fait des fortes teneurs en nickel enregistrées dans les spinelles issus des colorants des glaçures bleues, B. Kleinmann

propose le sulfure de nickel du groupe de la linnaéite comme ayant servi à la synthèse du pigment bleu, après avoir subi un traitement préalable ayant entraîné la volatilisation de l'arsenic.

De ce fait, par analogie entre les spinelles mentionnées par B. Kleinmann et les minéraux de trévorite que nous avons observés dans les glaçures bleues de notre corpus, nous pourrions envisager la mine de Qamsar comme possible source de cobalt pour les pigments employés dans les décors peints des *Miletus Wares*. C'est une hypothèse à prendre avec précaution car d'une part, nous n'avons pas pu attester la présence de zinc dans les inclusions des glaçures bleues, et d'autre part, une récente étude menée par M. Matin et A.M. Pollard (2015, 2016) remet en cause l'hypothèse de B. Kleinmann.

L'étude de ces deux chercheurs s'est opérée en deux temps. Tout d'abord, ils se sont intéressés aux sources historiques perses et européennes qui décrivaient la mine de Qamsar comme source de cobalt (Matin & Pollard 2015). Parmi ces sources historiques, nous retrouvons le traité du potier Abu'l-Qasim (1301) comme étant la plus ancienne source, mais aussi des sources plus récentes avec par exemple l'ouvrage *Les ressources métallifères de l'Iran* de Georges Ladame publié en 1945. Une des sources intéressantes est l'ouvrage d'Abdu'l-Rahim Kalantar Zarrabi (1878) dans lequel il est décrit la façon dont le minerai extrait de Qamsar était par la suite traité avant d'être vendu aux potiers.

Suite à cette première phase d'étude, M. Matin et A.M. Pollard (2016) ont expérimenté la production du pigment à partir de minerai de Qamsar selon les procédés mentionnés dans les sources historiques. Ils ont récupéré 30 kg de minerai dans une zone de dépôt où des entassements de minerai issus d'anciennes activités minières étaient abandonnés à proximité de la veine (« *Samples were collected from a talus slope, in particular, where piles of ore, excavated from old mining activities, were dumped next to the lode »* (Matin & Pollard 2016). Ils ont ensuite préparé ce minerai selon deux étapes, avec tout d'abord une phase de décantation après concassage et broyage du minerai permettant notamment de séparer la magnétite de la fraction minérale plus fine comportant le cobalt ; puis une phase de traitement chimique par mélange avec d'autres minéraux pour obtenir le pigment après grillage.

Tout au long de ce processus, des analyses par fluorescence de rayons X, ou bien encore effectuées au MEB-EDS, ont été réalisées sur les minerais et sur les produits résultant de chaque phase préparatoire. Les compositions enregistrées attestent bien la présence en fortes teneurs d'arsenic et de fer, mais aucune trace de nickel, cuivre ou bien encore zinc n'a été détectée. Avec de tels résultats, les auteurs de cette étude remettent en question l'origine de pigments

cobalt notamment riches en nickel qui étaient pour certains associés à la mine de Qamsar, comme par exemple celui mentionné par B. Kleinmann (1991).

La mise en confrontation des recherches de B. Kleinmann, et de M. Matin et A.M. Pollard, nous montre qu'il est encore compliqué aujourd'hui de pouvoir déterminer l'origine de pigments cobalt potentiellement issus des mines de Qamsar. M. Matin et A.M. Pollard, n'ayant pas observé de nickel ou bien encore de zinc dans les minerais qu'ils ont ramassés, remettent en cause la théorie de B. Kleinmann, mais d'un autre côté il est aussi possible que d'autres types de minerais de compositions différentes puissent être observés dans cette mine. Comme l'a souligné B. Kleinmann, le filon exploité dans les mines de Qamsar présentait plusieurs minerais secondaires dont des sulfures de nickel probablement issus du groupe de la linnaéite. De plus, il existe d'autres sources potentielles pour la période médiévale, en Iran et ailleurs, qui sont mentionnées dans des sources écrites et n'ont pas encore fait l'objet d'études archéométriques (Porter 1997). Les recherches archéométriques récentes portant sur ces périodes laissent cependant espérer des avancées rapides (Schibille *et al.* 2016).

Ainsi, concernant l'identification du pigment cobalt utilisé pour la réalisation des décors peints bleus des *Miletus Wares* de notre étude, les analyses au MEB-EDS nous ont permis, dans un premier temps, d'observer l'association des éléments fer, nickel, cobalt et, dans une moindre mesure, cuivre. Les analyses par spectrométrie Raman ont permis de préciser l'identification des pigments en mettant en évidence dans plusieurs échantillons un minéral du groupe des spinelles, la trévorite, dans sa variante riche en cobalt. Si l'on suit les travaux de B. Kleinmann, la mine de Qamsar en Iran, mentionnée par le potier perse Abu'l-Qasim (1301), pourrait être proposée comme lieu d'extraction des minerais utilisés dans la production des pigments utilisés dans les décors bleus peints des *Miletus Wares*. Cette proposition reste cependant à l'état d'hypothèse qui nécessiterait un nouveau projet de recherche pour être approfondie.

8.4.1.5.4 Décor noir

Avec les glaçures noires, et ce pour les deux productions, nous observons un élément non attesté jusqu'alors qu'est le chrome présent dans des concentrations entre 2 et 8 % Cr_2O_3 environ. La présence de chrome a déjà été observée dans des glaçures de céramiques ouest anatoliennes, mais pour des périodes plus tardives, notamment dans les productions ottomanes d'Iznik à pâte synthétique (Henderson 1989 ; Tite 1989 ; Paynter *et al.* 2004), et dans les décors

de productions égyptiennes (Waksman *et al.* 2017) ou attribuées à l'Iran et à la Syrie (Mason *et al.* 2001). Dans les glaçures noires des *Miletus Wares*, nous constatons que les teneurs en magnésium sont aussi significatives par rapport aux autres glaçures, avec des pourcentages supérieurs à 1 %. Enfin, pour certaines des glaçures noires, nous retrouvons aussi les éléments fer, cobalt, nickel et cuivre, notamment dans les échantillons de la production d'Iznik (**tableau A.21** en annexes).

Nous observons que, dans ces cas, la glaçure adjacente à ces décors noirs est bleu cobalt ; la présence de ces éléments est donc probablement due à une contribution de la glaçure bleue, ce qui a déjà été observé et commenté avec des glaçures des productions plus tardives d'Iznik (Tite 1989), ou bien encore avec des glaçures de céramiques islamiques de la province de Nimrôz (Afghanistan), datées des XII^{e}-XIV^{e} siècles (Pernicka & Malissa 1980).

Comme évoqué dans le chapitre consacré à la présentation de la *Miletus Ware*, les motifs noirs de ces céramiques sont représentés par de fins traits rectilignes ou courbes qui, contrairement aux couleurs bleues et violettes, ne diffusent pas comme dans le cas de colorants dissous. A la loupe binoculaire (**figure 8.26b**), comme au MEB (**figure 8.39**), nous observons des inclusions bien caractéristiques dans ces « traits » noirs. Celles-ci sont localisées soit à l'interface avec l'engobe dans certains échantillons, soit dans toute l'épaisseur de la glaçure dans d'autres, indépendamment de la production. Leur forme très anguleuse témoigne d'un concassage du pigment utilisé pour peindre le décor.

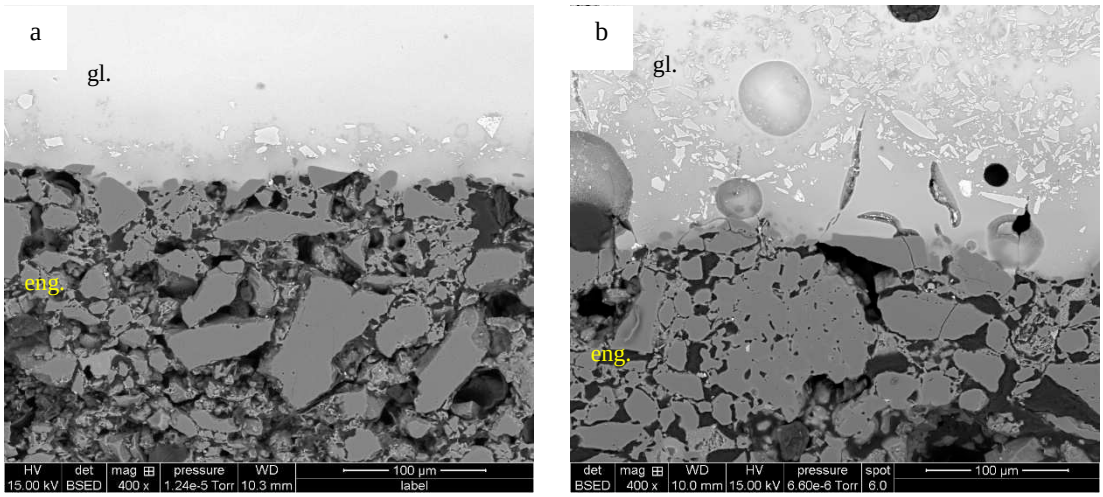


Figure 8.39 : Images BSE montrant notamment des inclusions riches en chrome dans les glaçures noires (dimensions réelles des cadres : 370 x 340 µm) : a) BYZ284 (Iznik) ; b) BZN228 (Iznik). gl. : glaçure. eng. : engobe.

De la même manière qu'avec les inclusions des glaçures bleues et violettes, des inclusions des glaçures noires ont été analysées au MEB et au Raman. Les compositions chimiques issues des analyses MEB témoignent d'inclusions présentant des teneurs en chrome supérieures à 46 % Cr_2O_3, ainsi que des teneurs moyennes significatives en aluminium et magnésium, respectivement d'environ 16 % Al_2O_3 et 13 % MgO (**tableau A.23** en annexes). Pour chacune des inclusions, nous avons aussi des pourcentages en Fe_2O_3 supérieurs à 3 %, tout comme pour les pourcentages en CuO, à l'exception de BZN205 et des inclusions des glaçures de la production « *Miletus Ware* non localisée ». Bien que dans des proportions variées, certaines inclusions attestent de teneurs aussi importantes en manganèse, de cobalt et de nickel vraisemblablement issus de décors adjacents, un phénomène déjà observé dans de précédentes études (Pernicka & Malissa 1980 ; Tite 1989 ; Degli Agosti & Schweizer 2001).

Les analyses par spectrométrie Raman réalisées sur ces inclusions (**figure 8.40**) présentent toutes des pics principaux vers 566 et 701 cm^{-1}, avec un épaulement sur ce dernier pic vers 666 cm^{-1} (**figure 8.41**), qui correspondraient à la chromite magnésienne (**figure 8.42**), ce qui serait cohérent avec les teneurs élevées en chrome et en magnésium de ces inclusions (**tableau A.23** en annexes). Pour certains de ces spectres, un pic situé vers 96 cm^{-1} et un autre situé vers 430 cm^{-1} restent à identifier.

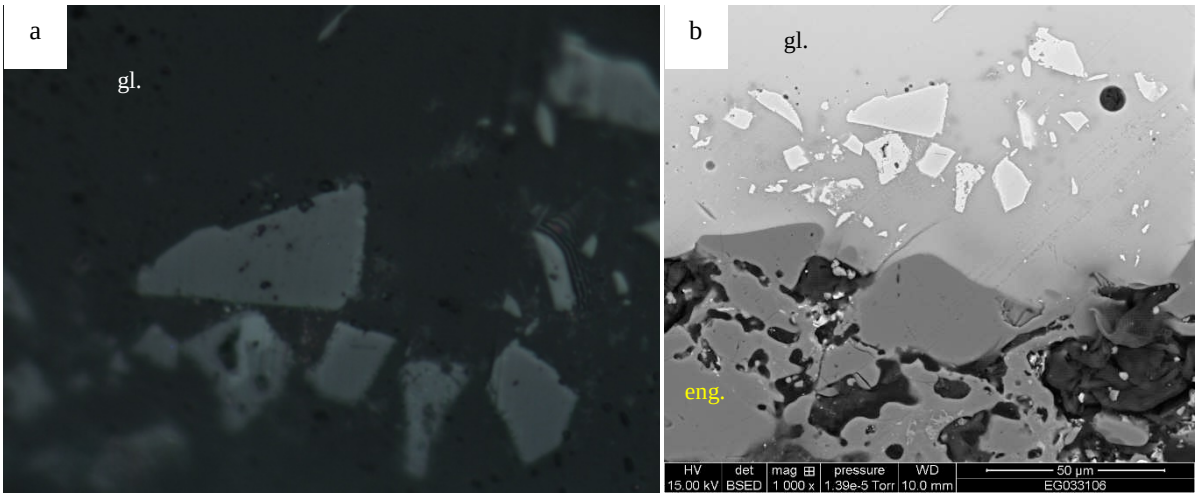


Figure 8.40 : Inclusions de chromite dans la glaçure noire de l'échantillon BZN222 (Iznik), observées par : a) microscopie optique durant analyse Raman (dimensions réelles du cadre : 76 x 56 µm) ; b) MEB en mode BSE (dimensions réelles du cadre : 148 x 136 µm). gl. : glaçure. eng. : engobe ; chr. : chromite.

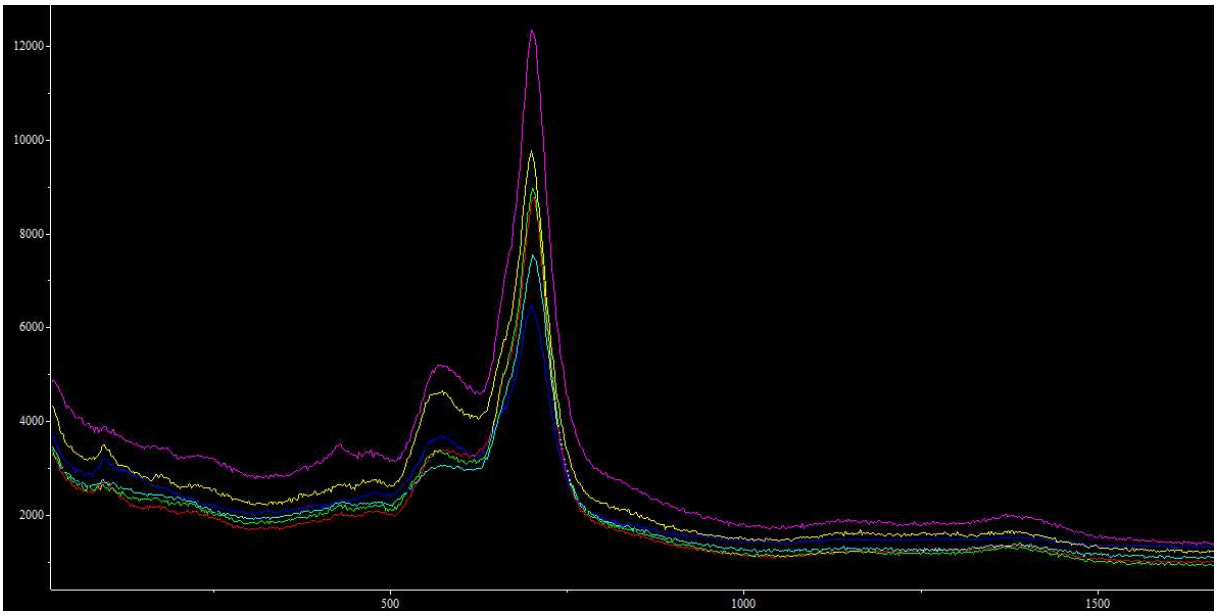


Figure 8.41 : Spectres Raman issus d'analyses effectuées dans les inclusions de chromite : spectre magenta : BYZ284 (Iznik) ; vert : BZN205 (Iznik) ; cyan : BZN222 (Iznik) ; jaune : BZN228 (Iznik) ; rouge : BZN229 (Iznik) ; bleu : BZN231 (Iznik).

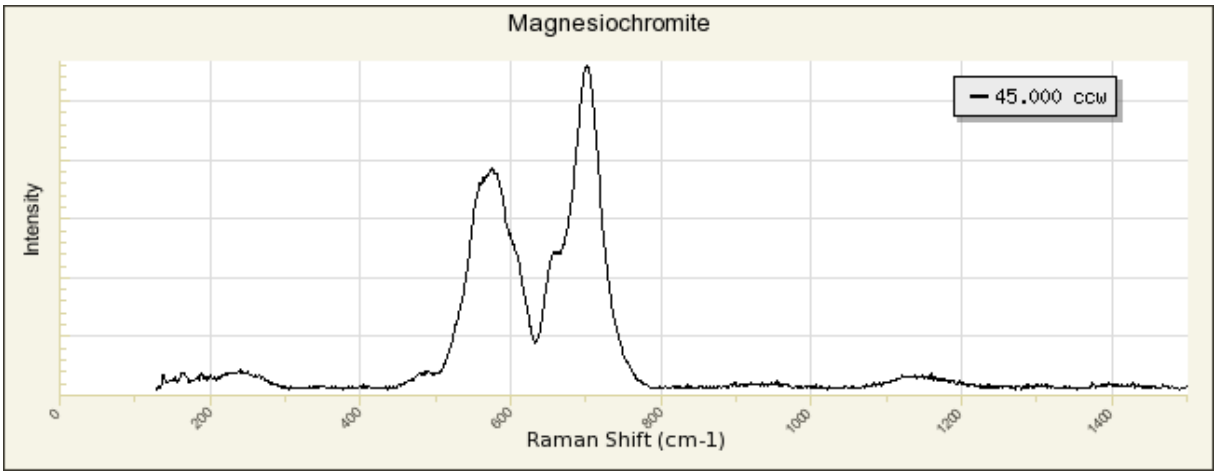


Figure 8.42 : Spectre Raman de la chromite magnésienne issu de la base de données RRuff (http://rruff.info/magnesiochromite/display=default/R050399).

Ainsi, pour la réalisation des décors noirs peints selon de fins motifs des deux principales productions de *Miletus Wares* étudiées – Iznik et « *Miletus Ware* non localisée » – les pigments utilisés seraient à base de chromite magnésienne concassée, dont les grains ne se sont pas dissous dans la phase vitreuse. Ces grains sont d'ailleurs bien visibles à la loupe binoculaire, contrairement aux pigments à l'origine d'autres colorations (**figure 8.43**).

Figure 8.43 : Photo prise à la loupe binoculaire d'une coupe transversale de l'échantillon BYZ284 (Iznik) présentant un décor peint en noir sous glaçure (zone entourée) (dimensions réelles du cadre : 1,4 x 1,1 mm) (Photo : J. Burlot).

8.4.2 Engobes

Avec cette quatrième catégorie technique, nous voyons apparaître dans notre corpus un nouveau type d'engobes, puisque celui-ci n'est plus argileux, mais synthétique. Il s'agit d'un engobe fabriqué à partir de quartz concassé et d'une faible proportion d'argile et de fragments de fritte ou de verre (Kiefer 1985 ; Henderson 1989, 2001 ; Mason & Tite 1994 ; Paynter *et al.* 2004 ; Tite *et al.* 2011).

8.4.2.1 Caractéristiques macroscopiques

Bien que dans les deux productions, nous observons des variations d'épaisseur d'un engobe à l'autre, ces derniers sont d'une manière générale épais, dépassant les 100 µm, et pouvant atteindre pour certains près de 300-350 µm (**tableau A.20** en annexes). Sous la loupe binoculaire, ces engobes sont d'un blanc translucide du fait des très nombreux grains de quartz et du caractère vitreux de leur liant. Nous pouvons observer dans ces engobes de rares inclusions rouge-orangé.

8.4.2.2 Microstructure

Quelle que soit la production, ces engobes présentent une très grande proportion de grains de quartz anguleux de granulométrie hétérogène, ayant vraisemblablement été concassés. La

proportion des pores est aussi très importante dans ces engobes, à l'inverse d'un liant interstitiel très peu présent et donc difficile à distinguer (**figure 8.44**). Quelques rares zones apparaissant plus claires au MEB (mode BSE) et présentant un aspect vitrifié sont aussi observées, tout comme d'autres inclusions présentant une microstructure hétérogène très particulière.

Nous pouvons classer les engobes synthétiques des *Miletus Wares* de l'étude en nous référant à la classification des pâtes synthétiques proposée par M.S. Tite et collaborateurs (Tite *et al.* 2011, type 4, p. 574). Dans ce type, les fragments de verre, qu'ils soient proches de leur état initial ou altérés, sont encore rarement observables. Une phase vitrifiée (*interparticle glass*), résultant de la réaction à la cuisson entre l'argile et les fragments de verre ou la fritte, apparaît entre les grains de quartz (**figure 8.45**). Nous le qualifierons de « liant interstitiel » car il lie ensemble les grains de quartz et est suffisant pour former un réseau interconnecté dans l'engobe. Ce liant vitrifié est soumis à l'altération, ce qui rend ces engobes très poreux (**figures 8.44** et **8.45**).

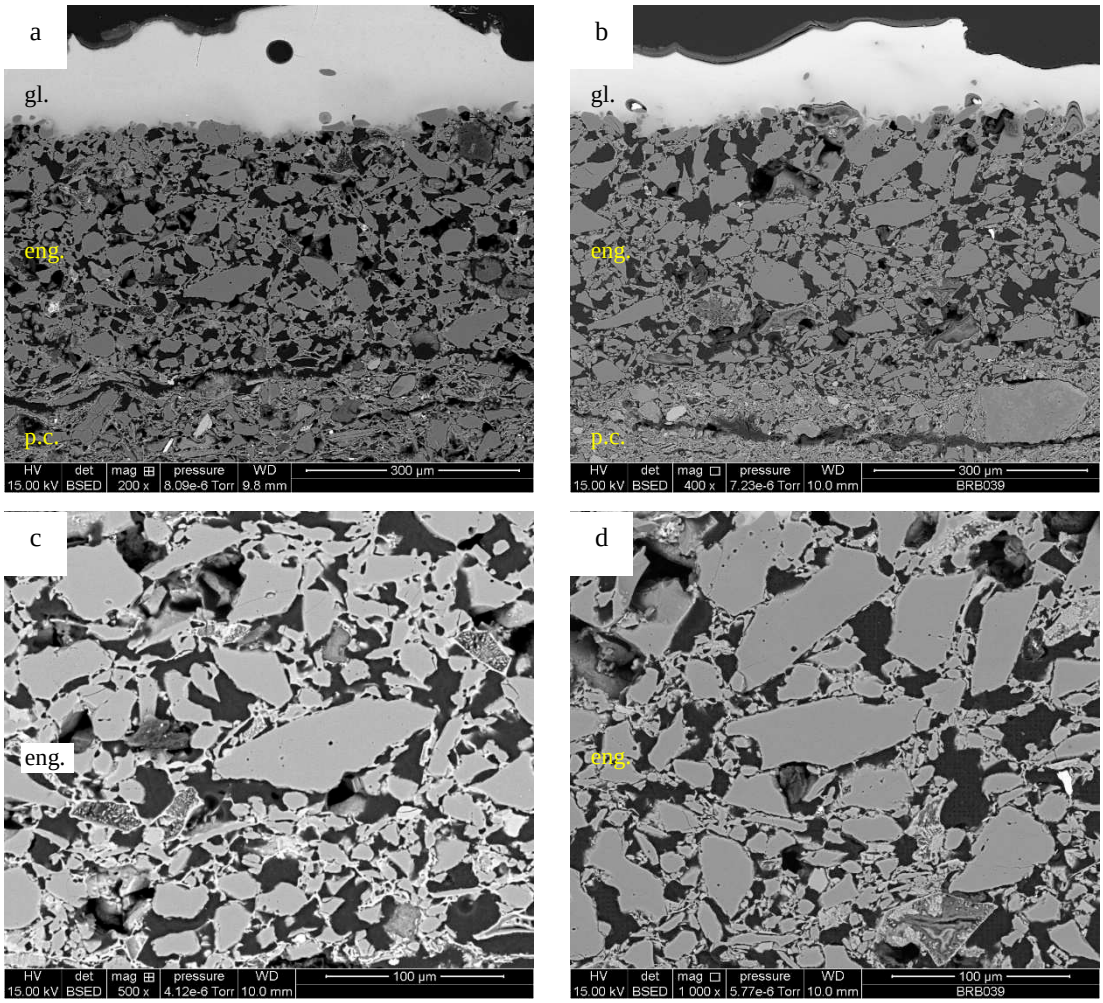


Figure 8.44 : Images BSE de coupes transversales d'échantillons de *Miletus Ware* et de leur engobe synthétique (dimensions réelles des cadres : a) et b) 730 x 670 µm ; c) et d) 296 x 272 µm) : a) et c) BZN 43 (« *Miletus Ware* non localisée ») ; b) et d) BZN210 (Iznik). gl. : glaçure. eng. : engobe ; p.c. : pâte céramique.

8.4.2.3 Compositions des engobes et du liant interstitiel

Les compositions chimiques globales des engobes confirment ces observations, avec des teneurs en SiO_2 supérieures à 80 % dans tous les échantillons, à l'exception de BZN209 (71,47 %) (**tableau A.24** en annexes). Cet échantillon se différencie aussi par sa teneur de près de 10 % en CaO alors qu'elle n'excède pas les 5 % pour les autres échantillons. Le liant interstitiel, bien que difficilement observable en imagerie BSE, semble bien présent comme l'attestent les teneurs en aluminium comprises entre 3 et 9 % Al_2O_3.

Parmi les fondants présents, nous avons surtout affaire aux alcalins et notamment au sodium avec des teneurs moyennes respectives pour les productions d'Iznik et « *Miletus Ware* non localisée » de 2,51 et 2,13 % Na_2O. Les teneurs en oxydes de potassium sont plus faibles,

n'excédant par les 1,6 % K_2O, et une tendance se dessinent entre les deux productions où elles sont globalement plus basses pour la production « *Miletus Ware* non localisée ».

Pour les pourcentages en Fe_2O_3, aucune valeur n'est supérieure avec 1 %, ce qui confirme ce que nous observions à la loupe binoculaire, à savoir l'utilisation d'engobes blancs présentant de rares nodules ferrugineux.

Dans neuf engobes, nous avons pu analyser au MEB des zones de liant interstitiel[65] (**tableau 8.14**). Ces zones présentent des pourcentages en silicium compris entre 43 et 54 % SiO_2, et en aluminium compris entre 25 et 33 % Al_2O_3. A l'exception de l'échantillon BYZ284 (Na_2O = 13,25 % mass), les teneurs en sodium sont comprises entre 3,6 et 6,6 % Na_2O. Les taux en plomb sont tous supérieurs à 3 % PbO dans les six zones de liant interstitiel de la production « *Miletus Ware* non localisée », tandis que parmi les trois matrices d'Iznik, nous avons un taux à 13,57 % pour BZN223 alors qu'il est de moins de 0,4 % pour les deux autres échantillons.

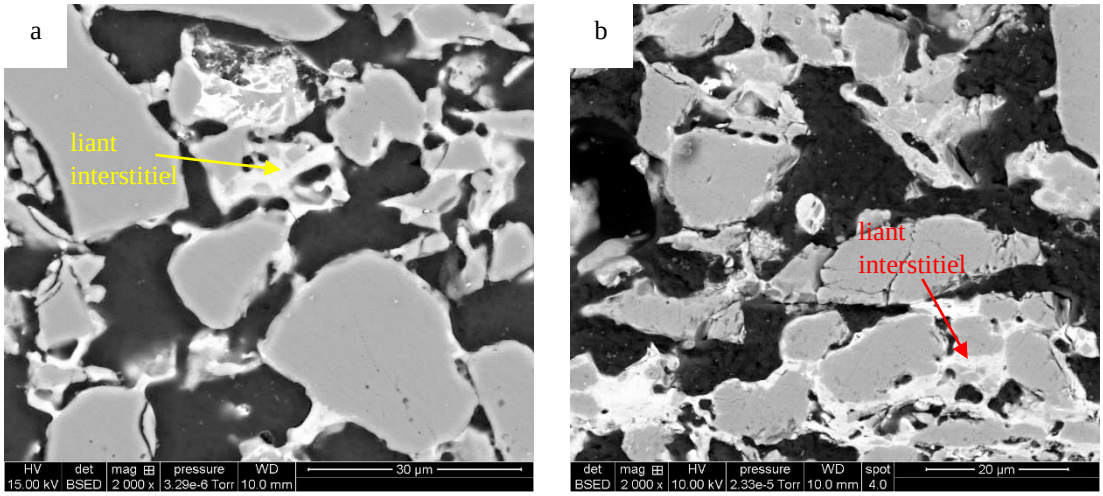


Figure 8.45 : Images BSE d'engobes de la catégorie 4 (dimensions réelles des cadres : 74 x 68 µm) : a) BZN 46 (« *Miletus Ware* non localisée ») ; b) BZN288 (« *Miletus Ware* non localisée »).

[65] *interstitial glass* ou *interparticle glass* dans la littérature anglophone : Paynter *et al.* 2004 ; Tite *et al.* 2011

Echantillon / face	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	Cl
Iznik									
BYZ284 R	3.05	0.74	1.32	49.38	29.24	1.40	13.25	0.34	-
BZN222 R	1.84	0.81	2.35	52.24	31.86	3.46	5.75	-	-
BZN223 R	1.24	0.75	1.52	49.18	25.39	1.99	5.26	13.57	-
« *Miletus Ware* non localisée »									
BZN 43 R	0.93	0.72	2.37	52.10	30.04	2.43	5.49	4.80	-
BZN 44 R	1.29	0.57	4.60	43.18	32.51	1.81	4.09	11.14	-
BZN 46 R	1.67	0.63	2.45	51.63	31.01	2.71	3.64	5.28	-
BZN118 R	0.87	0.64	2.84	53.75	28.54	2.43	6.45	3.35	-
BZN119 R	2.69	1.06	1.57	54.15	25.63	2.44	6.62	3.41	-
BZN288 R	1.82	0.80	2.25	50.35	32.15	2.22	4.65	4.44	-

Tableau 8.14 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS.) des zones de liant interstitiel des engobes synthétiques.

Les teneurs élevées en aluminium confirment l'utilisation d'argile pour la fabrication de ces engobes synthétiques ; dont la proportion semble avoir été plus importante que celle utilisée dans la fabrication des pâtes synthétiques plus tardives d'Iznik. En effet, des analyses effectuées au MEB-EDS et WDS sur des zones de verre interstitiel de pâtes synthétiques donnèrent des teneurs de l'ordre de 3 à 7 % Al_2O_3 (Paynter *et al.* 2004), soit plus faibles d'environ 22-26 %. A l'inverse, les teneurs en silicium sont plus élevées dans les zones de verre interstitiel de ces pâtes synthétiques d'Iznik (77-86 % SiO2 contre 43-54 % avec les *Miletus Wares*), confirmant ainsi cette tendance. Il semblerait en effet que les proportions verre/argile utilisées soient plus importantes pour la fabrication des pâtes synthétiques d'Iznik (fin XVe – XVe siècles), que pour la production des engobes des *Miletus Wares* étudiées.

8.4.2.4 Compositions des inclusions de l'engobe

8.4.2.4.1 Fragments de verre altéré

Parmi les inclusions observées en imagerie BSE, nous en avions repéré certaines présentant des contours nets apparaissant plus clairs, au sein desquels une microstructure « en feuillets » pouvait être visible (**figure 8.46** ; **tableau A.25** en annexes). Nous pouvons aussi apercevoir des micro-grains blancs dans ces inclusions, notamment à proximité des contours, dont certains ont été analysés (**figure 8.47** ; **tableau 8.15**).

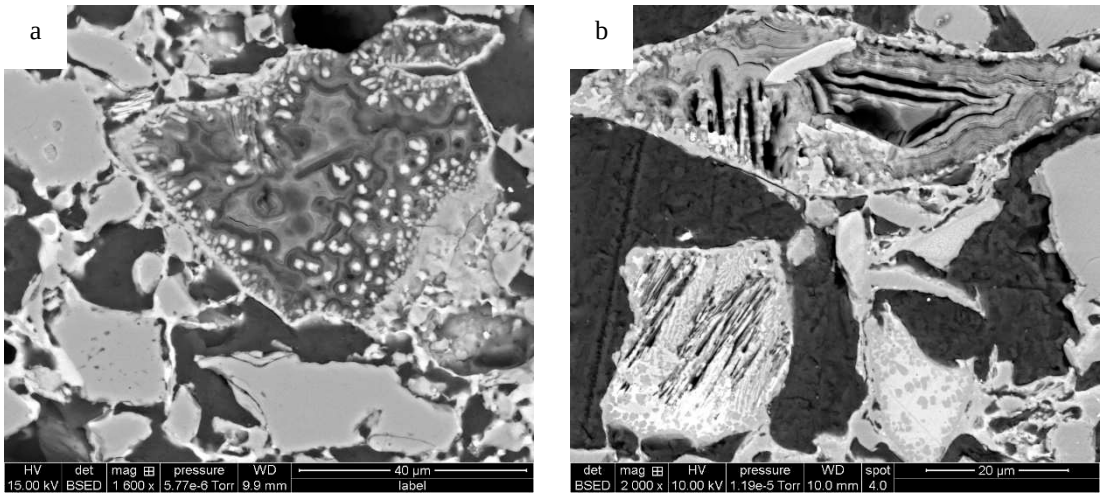


Figure 8.46 : Images BSE d'inclusions avec microstructure « en feuillets » présents dans les engobes synthétiques (dimensions réelles des cadres : a) 92 x 85 µm ; b) 74 x 68 µm) : a) BZN118 (« *Miletus Ware* non localisée ») ; BZN233 (Iznik).

Les analyses des inclusions avec une microstructure « en feuillets » montrent des teneurs très élevées en silicium, comprises entre 72 et 91 % SiO_2, et faibles en fondants (< 5 % Na_2O+K_2O+PbO). Par ailleurs, nous observons des teneurs en calcium de l'ordre de 1-8 % CaO.

L'association de telles compositions chimiques avec ces microstructures « en feuillets » suggère qu'il s'agit de fragments de verre altéré. L'analyse d'un cristal présentant notamment de fortes teneurs en soufre (44 % SO_2) et calcium (19% CaO) (**tableau 8.15** : BZN206-4), pouvant vraisemblablement être identifié comme un cristal de gypse ($CaSO_4.2H_2O$), produit néoformé caractéristique d'altération de verre (Gentaz 2011), va dans le sens de cette identification.

L'attestation de ces fragments de verre altérés dans les engobes synthétiques des *Miletus Wares* est intéressante car, dans les études que nous avons consultées portant sur les céramiques à pâtes synthétiques d'Iznik (cf. chapitre 5), nous n'avons pas relevé la mention de fragments de verres altérés. Une étude sur un corpus élargi (toutes productions ottomanes d'Iznik confondues) et visant spécifiquement à repérer ces fragments de verres altérés pourrait nous permettre de vérifier si leur présence est propre ou non aux productions de *Miletus Wares*.

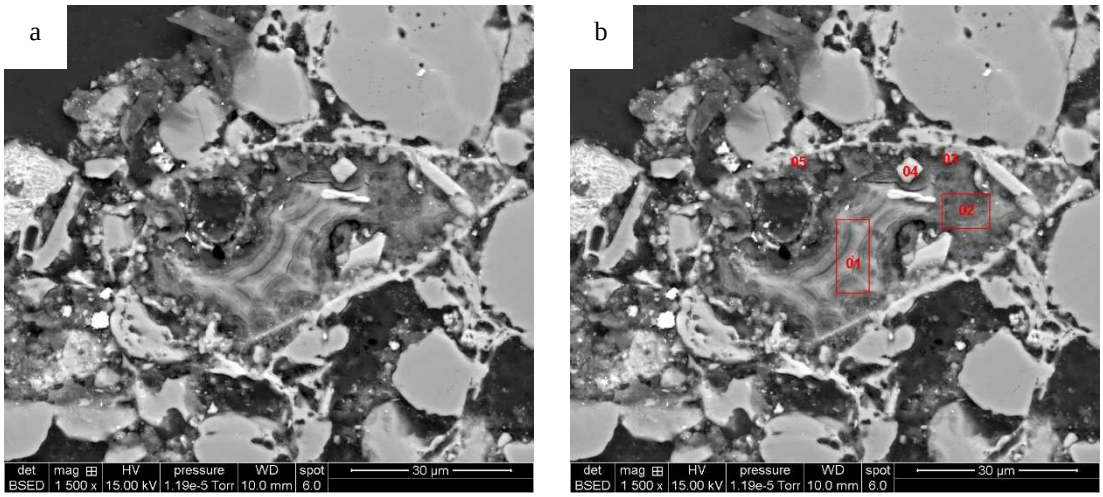


Figure 8.47: Images BSE d'inclusions avec microstructure « en feuillets » présents dans les engobes synthétiques (dimensions réelles des cadres : a) et b) 59 x 54 µm) : a) et b) BZN206 (Iznik).

Echantillon – n° d'analyse	CaO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	CuO	CoO	SO_2
BZN44 – 3	-	0.97	93.26	1.99	-	0.40	-	1.38	-
BZN44 – 4	-	0.65	94.34	1.87	-	0.52	0.24	1.30	-
BZN206 – 3	-	-	91.50	0.94	0.63	1.37	3.45	-	-
BZN206 – 4	19.17	-	14.02	5.69	3.34	4.21	7.59	0.27	44.08
BZN206 – 5	-	-	90.58	1.02	0.39	1.89	4.24	-	-

Tableau 8.15 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions « blanches » présentes dans les inclusions avec microstructure « en feuillets » observées dans les engobes synthétiques.

8.4.2.4.2 Reliquats de verre sain dans les engobes

Parmi les autres composantes de ces engobes, nous observons des zones blanches en imagerie BSE, dans lesquelles figurent des microcristaux plus foncés (**figure 8.48**). Des microstructures semblables ont été mentionnées dans des études menées sur des pâtes synthétiques islamiques (Henderson 1989 ; Paynter *et al.* 2004 ; Çeken 2008 ; Tite *et al.* 2011). Il s'agirait de reliquats de fragments de verre utilisés pour la fabrication de ces pâtes. Nous nous sommes intéressés à ces reliquats afin de déterminer la nature des fragments de verre qui auraient été utilisés dans la fabrication des engobes synthétiques de notre corpus.

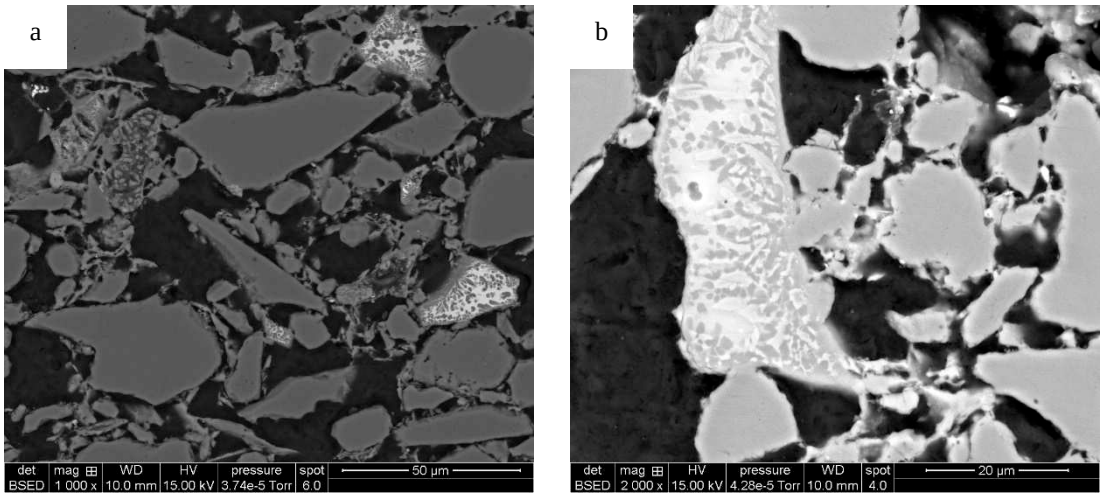


Figure 8.48 : Images BSE de reliquats de verres attestés dans les engobes synthétiques (dimensions réelles des cadres : a) 148 x 136 µm ; b) 74 x 68 µm) : a) BZN287 (« *Miletus Ware* non localisée ») ; BZN221 (Iznik).

Si nous prenons les reliquats de fragments de verre analysés dans trois échantillons de la production « *Miletus Ware* non localisée », nous observons des teneurs élevées en silicium (env. 46-71 % SiO_2) et en plomb (env. 14-33 % PbO) (**tableau A.26** en annexes). D'autres éléments sont bien attestés avec le calcium (0,5-8 % CaO), l'aluminium (2-7 % Al_2O_3) et le sodium (2-5 % Na_2O). Dans certaines zones, des teneurs de plus d'1 % de MgO sont enregistrées.

Avec les reliquats des fragments de verre des cinq échantillons de la production d'Iznik, nous observons davantage de variations. Certes nous avons toujours de très fortes teneurs en silice comprises entre 58 et 70 %, mais cette fois-ci, les teneurs en PbO sont bien différentes d'un échantillon à l'autre. Elles sont toujours élevées pour les échantillons BZN223 et BZN231 (env.14-26 %), mais sont au contraire inférieures à 8 % pour les trois autres échantillons. Dans les reliquats de verre de ces trois derniers échantillons, les teneurs en Na_2O et CaO sont alors plus importantes. Dans les cinq cas, nous avons toujours des teneurs significatives en Al_2O_3 (env. 3-10 %), voire aussi en MgO pour certains reliquats.

Ainsi, nous constatons l'usage de différents types de fragments de verres dans les engobes synthétiques des *Miletus Wares*. Ceux-ci sont plus variés parmi les engobes de la production d'Iznik où nous observons des reliquats de verres sodo-calciques (BZN221 : Pb/alcalins = 0,2, CaO ~10 %), alcalino-plombifères (BZN222, BZN233 : Pb/alcalins = 0,7-1), et plus plombifères (BZN223, BZN231 : Pb/alcalins = 3,2-7,4) ; tandis que les engobes de la production « *Miletus Ware* non localisée » présentent des fragments de verre de même nature, globalement plus plombifères (Pb/alcalins = 2,9-12,5), avec des teneurs en PbO supérieures à

14 % (**tableau A.26** en annexes). Des teneurs de quelques pourcents de CaO sont attestées dans les reliquats de verre des deux productions, à l'exception de BZN 44.

En comparant les engobes de la production de *Miletus Ware* d'Iznik avec les pâtes synthétiques d'Iznik du XVI^{e} siècle, nous observons dans les deux cas l'utilisation de fragments de verres sodo-calciques, alcalino-plombifères et plombifères (Paynter *et al.* 2004). Cependant, dans l'étude sur les pâtes synthétiques, il a été prouvé que ces différents types de fragments de verre étaient conjointement ajoutés dans la préparation de la pâte synthétique (Paynter *et al.* 2004) ; alors que dans le cas des engobes de la *Miletus Ware* d'Iznik, nous n'avons pas pu observer une telle préparation car, pour un échantillon donné, les fragments de verre analysés étaient tous similaires. Sur la base de notre échantillonnage et du nombre d'analyses effectuées dans chaque engobe, nous ne pouvons cependant pas affirmer qu'il n'y a pas eu d'ajout simultané de plusieurs types de verres dans la préparation des engobes synthétiques d'Iznik.

Avec les engobes de la production « *Miletus Ware* non localisée », nous pouvons constater une tendance plus prononcée, définie par l'utilisation d'une fritte plus plombifère (PbO > 14 %) avec environ 3-6 % de fondants alcalins (Na_2O+K_2O) et 2-8 % de CaO.

Enfin, concernant ces deux productions de *Miletus Wares*, il semble que les matériaux vitreux utilisés pour la fabrication des engobes soient différents de ceux utilisées pour l'application des glaçures. D'une part, ces dernières contiennent moins de calcium. D'autre part, elles présentent des rapports Pb/alcalins systématiquement plus faibles pour un échantillon donné, notamment pour la production « *Miletus Ware* non localisée ». Avec la production d'Iznik, nous observons l'application d'une glaçure alcalino-plombifère (Pb/alcalins = 0,5-2,5) sur un engobe synthétique dont les reliquats de verres sont quant à eux plus variés (sodo-calciques, alcalino-plombifères et plombifères).

8.4.3 Bilan sur la quatrième catégorie technique

Pour cette catégorie technique, nous observons l'application d'une glaçure alcalino-plombifère transparente sur un engobe synthétique. Elle correspond uniquement à des surfaces internes de *Miletus Wares*, issues des deux principales productions ouest anatoliennes représentées ici.

Ces glaçures présentent les plus fortes teneurs en alcalins et notamment en sodium au sein de notre corpus. Les glaçures turquoise et violettes sont respectivement produites par l'utilisation d'oxydes de cuivre et de manganèse colorant la phase vitreuse dans la masse, quelques cristaux de braunite étant visibles à l'interface entre glaçure et engobe dans certaines glaçures violettes.

Les glaçures bleues au cobalt sont soit colorées dans la masse, soit doivent leur coloration à des inclusions riches en fer, nickel et cobalt, identifiées par spectrométrie Raman comme de la trévorite dans de nombreux cas. Quant aux fins motifs noirs peints sur la surface des engobes, ils résultent de l'utilisation d'un pigment à base de chromite magnésienne concassée. L'utilisation de ces pigments à base de cobalt et de chrome est vraisemblablement introduite dans la région avec la production de ces *Miletus Wares*.

Ce qui est aussi nouveau avec la production des *Miletus Wares*, est l'emploi d'un engobe synthétique sur leur surface interne. Celui-ci est produit à partir d'un mélange constitué d'une forte proportion de quartz concassés, et de parts plus réduites d'argile et de fragments de verres. Pour ces derniers, nous observons une certaine homogénéité dans les différents reliquats analysés pour la production « *Miletus Ware* non localisée » avec des teneurs moyennes en plomb et en alcalins d'environ 21 % PbO et 4 % Na_2O+K_2O respectivement, tandis qu'elles semblent plus hétérogènes pour la production d'Iznik.

La présence de fragments de verres avec de fortes teneurs en plomb dans ces engobes témoigne d'une certaine similarité avec ce qui a été observé dans les engobes et pâtes synthétiques des céramiques du XVI^{e} siècle d'Iznik (Tite 1989 ; Paynter *et al.* 2004).

9. Contextualisation et mise en perspective chronologique des productions médiévales et postmédiévales ouest anatoliennes

Dans ce neuvième et dernier chapitre, nous proposons de confronter les résultats obtenus lors de notre étude afin de définir les productions de céramiques ouest anatoliennes dans une synthèse associant contextes et techniques. Nous abordons ce volet en suivant l'ordre chronologique des productions que nous pouvons en partie reconstituer grâce aux contextes archéologiques présentés dans le chapitre 2. L'objectif est ici de présenter les principales caractéristiques qui définissent chacune de ces productions et de les comparer afin de les inclure dans un contexte plus global. L'ensemble des échantillons correspondants à chaque production, avec les caractéristiques macroscopiques et microscopiques de leurs engobes et glaçures, sont présentés en annexes (**planches A.1-A.8**).

De plus, le fait d'être à une période marquant la transition entre deux cultures matérielles majeures – byzantine et ottomane – nous amène à nous pencher sur les changements qui ont pu s'opérer en termes de savoir-faire et de techniques, ainsi que sur les conséquences induites par l'introduction de nouvelles techniques céramiques dans la région.

L'arrivée des populations turques en Anatolie occidentale s'est accompagnée de nouvelles pratiques et traditions sociales, religieuses, et culturelles. Cette évolution s'est matérialisée, au niveau de la céramique, par la production de nouveaux types qui répondaient aux goûts et aux coutumes des nouvelles populations. Comme nous l'avons mentionné au chapitre 8, la production de ces nouveaux types a nécessité l'utilisation de matériaux non utilisés jusqu'alors dans les productions de céramiques de table d'Anatolie occidentale. Cela a notamment entrainé des changements dans certaines étapes de fabrication alors en vigueur dans la région à l'époque byzantine.

9.1 Les productions tardo-byzantines

Nous avons choisi d'étudier deux productions tardo-byzantines afin d'avoir un référentiel qui puisse être représentatif des techniques de productions byzantines utilisées en Anatolie occidentale au moment de l'arrivée des populations turques. Les deux productions tardo-

byzantines de notre étude sont issues d'Ephèse avec des échantillons découverts dans le contexte du four situé sous le *türbe* proche de l'Artémision et de Pergame dont les échantillons proviennent des habitations de la ville moyenne.

9.1.1 Production tardo-byzantine d'Ephèse

9.1.1.1 Contextualisation

Les échantillons de la production tardo-byzantine d'Ephèse de notre corpus proviennent tous du contexte d'atelier situé sous les fondations du *türbe* proche de l'Artémision (cf. chapitre 2). Bien que ce contexte semble avoir été détruit au moment où le secteur fut réaménagé en cimetière au début du XV^{e} siècle (Parrer 2015), les fragments de céramiques qui y ont été découverts témoignent d'une utilisation de l'atelier principalement durant la fin du XIII^{e} et la première moitié du XIV^{e} siècle (Parrer 2015 ; Vroom & Fındık 2015), soit à la période marquant la transition entre la domination byzantine et *beylik* à Ephèse/Ayasoluk.

Cette datation par l'étude céramologique repose surtout sur la découverte de nombreux fragments de céramiques liés à des sous-types, des dérivés ou des variantes de la *Zeuxippus Ware* datés des XIII^{e} et XIV^{e} siècles (Vroom & Fındık 2015). C'est par cette analogie typologique que les échantillons tardo-byzantins d'Ephèse de notre corpus ont été datés de la sorte.

Leur intégration à une production éphésienne s'est établie par leur contexte de découverte et a pu être confirmé grâce à l'analyse chimique des pâtes (Waksman 2015). Ces cinq échantillons tardo-byzantins d'Ephèse de l'étude ont pu en effet être rattachés à la production « Ephèse local (c/4) », caractéristique de la production locale byzantine et *beylik* d'Ephèse (Sauer & Waksman 2005 ; Waksman 2014b, 2015 ; Waksman *et al.* sous presse ; Burlot *et al.* à paraître a, à paraître b).

9.1.1.2 Caractéristiques techniques

Les analyses des éléments de décor des céramiques tardo-byzantines d'Ephèse ont permis de mettre en évidence l'utilisation d'une recette de glaçure et d'un type d'engobe déjà très répandus dans les productions de céramiques de table byzantines (Demirci *et al.* 1996, 2002 ;

Armstrong *et al.* 1997 ; Waksman 2005 ; Waksman *et al.* 2007 ; 2008a ; White 2009 ; Kırmızı 2012 ; Özçatal *et al.* 2014 ; Bugoi *et al.* 2015 ; Kırmızı *et al.* 2015 ; Palamara *et al.* 2016).

Les échantillons présentent une glaçure plombifère transparente, épaisse de plusieurs dizaines de µm (30-120 µm). Elles ont des teneurs proches de l'eutectique dans le système SiO_2-PbO-Al_2O_3, laissant supposer que de basses températures avoisinant les 800°C pourraient avoir été utilisées pour la production de ces glaçures (Tite *et al.* 1998 ; De Benedetto *et al.* 2004). Deux principales couleurs ont été analysées dans les glaçures de cette production, le jaune et le vert, produites par l'utilisation respective de colorants à base de fer et de cuivre.

Pour trois des cinq échantillons analysés, la méthode d'application de la glaçure semble être celle consistant en l'utilisation de composés bruts de plomb saupoudrés sur l'engobe argileux ou bien d'un mélange de plomb et d'argile similaire à celle utilisée pour l'engobe. Pour les deux autres échantillons nous ne pouvons pas nous prononcer, en raison de concentrations en sodium inhabituellement élevées dans les engobes.

Les engobes sur lesquels sont appliquées ces glaçures plombifères sont argileux et présentent une importante quantité d'inclusions siliceuses. D'après leurs caractéristiques macroscopiques, microscopiques et chimiques, ils appartiennent au groupe 1 tel que nous l'avons défini (cf. chapitre 8). Les engobes du groupe 1 sont les plus fins du corpus, et ceux de la production tardo byzantine d'Ephèse le sont tout particulièrement puisqu'ils n'excèdent pas les 130 µm d'épaisseur. Leurs couleurs observées sous la loupe binoculaire varient du crème à l'orange clair, mais ne sont pas d'un blanc vif, comme c'est le cas avec ceux de la production tardo-byzantine de Pergame.

9.1.2 Production tardo-byzantine de Pergame

9.1.2.1 Contextualisation

Pour notre étude, neuf échantillons issus des habitations de la ville moyenne de Pergame ont été choisis comme références pour la production tardo-byzantine de Pergame. Bien que très peu de stratigraphie en place n'ait été enregistrée dans ces contextes, les archéologues purent constater une occupation systématique de cette zone à compter du XIII^{e} siècle, et ce jusqu'au début de la période turque soit la première moitié du XIV^{e} siècle (Rheidt 1991).

Dans ces contextes, aucune structure liée à un atelier de potier n'a été mis au jour, mais d'autres éléments découverts tels des trépieds, biscuits et ratés de cuisson attestèrent d'une

production locale de céramique à cette période tardo-byzantine dans le quartier d'habitations. Sur la base de ces indices, S.Y. Waksman a pu définir une production de céramiques byzantines (Waksman *et al.* 1994, 1996 ; Waksman 1995, 2014b ; Waksman & Spieser 1997), parmi lesquelles figurent les échantillons analysés dans le cadre de la présente étude.

9.1.2.2 Caractéristiques techniques

Les analyses des glaçures révèlent une recette similaire à celle des échantillons tardo-byzantins d'Ephèse, à savoir une glaçure plombifère transparente colorée en jaune ou en vert par l'ajout de colorants respectivement à base de fer et de cuivre. Parmi les glaçures de certains échantillons de Pergame, nous en avions sélectionnées qui présentaient des teintes plus orangées produites vraisemblablement par l'ajout de plus de colorant dans le mélange glaçurant ou bien par l'utilisation d'un matériau plus concentré en fer. Contrairement aux glaçures d'Ephèse, celles de la production pergaménienne résultent de l'utilisation d'un mélange plomb-silice. Par ailleurs, elles sont globalement plus épaisses que les glaçures d'Ephèse puisque toutes comprises entre 100 et 140 µm à l'exception d'un échantillon (EY-119 : 62 µm).

Les engobes utilisés sont aussi de type argileux, mais appartiennent quant à eux au groupe 2. Ces engobes tardo-byzantins de Pergame sont globalement les plus épais des engobes argileux puisque six des huit mesurés dépassent les 170 µm ; alors que les engobes argileux des autres productions dépassent rarement les 150 µm (seulement 7 sur 73 engobes mesurés). Les engobes argileux du groupe 2, avec ceux du groupe 3, sont les plus blancs car présentant peu de nodules ferrugineux dans leur matrice. D'une manière générale, les engobes de la production tardo-byzantine de Pergame sont blanc vif, à l'exception de deux échantillons pour lesquels ils sont plus rosés.

Au-delà de leur épaisseur et de leur couleur, les engobes du groupe 2 se différencient aussi au niveau de leur microstructure. Il est en effet davantage difficile de distinguer les inclusions de la matrice argileuse sous la loupe binoculaire. Cette dernière, en imagerie BSE, ne présente aucune orientation. Ces engobes témoignent d'un ensemble plus homogène.

9.1.3 Productions tardo-byzantines : Ephèse vs Pergame

L'étude des deux productions tardo-byzantines d'Ephèse et de Pergame confirme ce qui a déjà été observé par de nombreuses études sur les techniques de production de céramiques de table byzantines, à savoir l'utilisation d'une glaçure plombifère transparente sur un engobe argileux, avec des teintes de jaune et de vert obtenues par l'ajout respectif de colorant à base de fer et de cuivre dans le mélange glaçurant.

Bien qu'il soit difficile de distinguer les glaçures des deux productions selon leur composition chimique, elles diffèrent par leur épaisseur et leur mode d'application.

Avec ces glaçures plombifères, nous mesurons des compositions présentant des teneurs proches de l'eutectique du système SiO_2-PbO-Al_2O_3, ce qui laisse penser que ces glaçures aient probablement été cuites à de basses températures, nécessitant donc moins de combustibles durant la seconde cuisson. Par ailleurs, le coût de production de telles glaçures peut aussi être moindre du fait de l'utilisation d'un seul fondant, le plomb, dont on retrouve de nombreuses mines au nord-ouest de la Turquie, en Troade (Pernicka *et al.* 1984 : mines de plomb argentifère).

De plus, les glaçures plombifères transparentes semblent être les plus aisées à produire par rapport aux autres types de glaçure, notamment du fait que, durant le refroidissement à la cuisson, elles sont moins sujettes au risque de tressaillage ou bien encore de coulure (Tite *et al.* 1998). L'emploi de cette glaçure entraine donc moins de risque d'obtenir des ratés de cuisson, ce qui est aussi un facteur de rentabilité économique.

Quant aux engobes, ils témoignent d'un choix de matériaux argileux différents de ceux employés pour la pâte céramique et d'une préparation vraisemblablement aussi différente. Cela s'observe déjà à la couleur. Les pâtes céramiques sont orange-rouge tandis que les engobes tendent vers le blanc. Nous expliquons cela surtout par les très faibles teneurs en fer mesurées dans les engobes. Celles-ci sont de l'ordre de 1 à 3 % Fe_2O_3 pour les engobes tardo-byzantins d'Ephèse et sont globalement inférieures à 1 % pour les engobes de la production pergaménienne ; contre des teneurs moyennes dans les pâtes céramiques respectivement de 11 % Fe_2O_3 (Waksman 2015 : analyses par WD-XRF) et de 6 % Fe_2O_3 (Waksman 1995 : analyses par PIXE).

Avec les deux production tardo-byzantines, nous avons affaire à des engobes moins calcaires que les pâtes céramiques sur lesquelles ils reposent, et qui présentent de fortes teneurs

en aluminium. De ce fait, il semble que de l'argile kaolinitique aurait été utilisée pour la préparation de ces engobes.

Malgré ces similitudes, les engobes des deux productions sont bien différents aux niveaux macroscopique (engobes plus blancs et épais pour la production de Pergame) et microscopique (matrice argileuse affichant une orientation marquée et une granulométrie plus homogène observées en imagerie BSE pour les engobes d'Ephèse). Ces différences témoignent d'un approvisionnement à des sources différentes et/ou différents modes de préparation.

Or, comme évoqué dans le chapitre 8, les engobes du groupe 1, dont font partie ceux de la production tardo-byzantine d'Ephèse, comprennent aussi les engobes des productions *beyliks* éphésiennes (« Ephèse local (c/4) » et « Ephèse régional (b/2) ») ainsi que ceux de la production *beylik* de Milet ; ces centres étant situés dans une même région. Le groupe 2 est quant à lui caractéristique des engobes de la production tardo-byzantine de Pergame, ainsi que des engobes de la production de l'atelier de la *Rote Halle*, aussi issue de Pergame. Cela laisse entrevoir que le choix des matériaux argileux prévus à la fabrication des engobes de ces deux groupes s'est effectué selon la disponibilité de la ressource à une échelle subrégionale.

Ainsi, la fabrication des décors des céramiques tardo-byzantines d'Ephèse et de Pergame témoigne de la production de recettes présentant des avantages à la fois techniques et économiques, se traduisant par l'utilisation d'une glaçure plombifère transparente cuite à basse température et appliquée sur un engobe argileux produit à partir de ressources locales. Ces avantages techniques, mais aussi économiques, expliquent vraisemblablement le fait que nous retrouvons cette catégorie technique sur la majorité des céramiques de table produite à l'époque byzantine.

Il n'en reste pas moins que ce type de vaisselle glaçurée reste un produit coûteux plutôt réservé à une population aisée comme le propose G. Sanders. Dans ses études, il montre qu'à l'époque byzantine, la majorité des objets du quotidien utilisés par la population moins aisée était faite en matériaux périssables et notamment en bois (Sanders 2000, 2016).

9.2 Les productions de la période *beylik*

Dans la présente étude, nous travaillons avec quatre productions de la période *beylik*, comprise entre le XIV^e^ et le premier quart du XV^e^ siècle. Parmi ces productions, deux ont pu être précisément localisées à Ephèse (« Ephèse local (c/4) ») et à Milet (Milet local), et une autre semble provenir de la région d'Ephèse (« Ephèse régional (b/2) »). La quatrième production, « Pergame F », définie initialement à partir d'échantillons provenant de Pergame, n'a pas encore pu être localisée (cf. chapitre 6).

Tout comme les productions tardo-byzantines, celles de la période *beylik* correspondent toutes à plusieurs types céramiques dont certains se virent appliquer les mêmes glaçures et engobes déjà en usage dans la région à l'époque byzantine. D'autres types, au contraire, témoignent de l'introduction de nouvelles recettes avec notamment la production de la glaçure turquoise.

Comme nous l'avons expliqué au chapitre 4, les éléments permettant de dater ces productions sont de plusieurs natures. Tout d'abord, nous avons le contexte clos dans la ville moyenne de Pergame qui nous permet d'obtenir une datation d'environ 1350-1375 pour les sgraffito polychromes de la production « Pergame F » (Böhlendorf-Arslan 2002, 2004).

Par ailleurs, la typologie des céramiques de l'étude renvoie à des décors d'inspiration islamique, notamment avec le décor moulé et la glaçure monochrome turquoise. Nous ne retrouvons pas ces décors dans les productions byzantines alors qu'ils sont abondants dans les productions islamiques du Proche et Moyen-Orient. Leur introduction dans les productions ouest anatoliennes coïncide avec l'installation des populations turques dans la région au début du XIV^e^ siècle.

Enfin, des céramiques correspondant aux trois types que nous définissons comme *beyliks* ont été découvertes dans un contexte clos du hammam *Gülgün Hatun* de Manisa et daté de la période de fondation de ce dernier (milieu du XIV^e^ siècle) (Gök Gürhan 2008, 2010b, 2011, 2013) ; ce qui conforte le cadre chronologique proposé.

9.2.1 La production locale de Milet

9.2.1.1 Contextualisation

La production locale de Milet de notre corpus correspond à des céramiques à décor moulé ainsi qu'à des sgraffito polychromes *beyliks*. Les céramiques à décor moulé sont majoritairement non glaçurées, ce qui explique la raison pour laquelle nous n'avons pu analyser qu'un seul échantillon glaçuré de ce type. Une autre raison pouvant expliquer cela est celle des conditions d'échantillonnage.

En effet, comme mentionné dans le chapitre 4, une seule campagne d'échantillonnage a été menée à Milet. Afin d'obtenir un premier aperçu global de la production locale potentielle, le choix a été de sélectionner des échantillons représentatifs de plusieurs types céramiques. Pour l'instant, cette production n'est définie qu'à partir des seuls échantillons découverts à Milet, ce qui ne nous permet pas de lui associer directement de jalon chronologique puisque les contextes de Milet ne fournissent aucune stratigraphie en place, ni de contexte clos.

9.2.1.2 Caractéristiques techniques

Concernant les techniques de production, les sgraffito polychromes *beyliks*, tout comme la céramique à décor moulé, présentent une glaçure plombifère transparente appliquée sur un engobe argileux à partir d'un mélange plomb-silice. Les teneurs en plomb, silicium et aluminium présentant des rapports proches de l'eutectique.

Les couleurs vertes et jaune-orangé sont aussi produites par l'utilisation de colorants à base de cuivre et de fer. Dans la glaçure monochrome verte de la céramique à décor moulé, le colorant semble avoir été incorporé au mélange glaçurant avant son application sur l'engobe car nous observons la couleur dans toute la glaçure.

Avec les sgraffito polychromes, nous avons affaire à des décors peints sur l'engobe qui sont ensuite recouverts d'une glaçure transparente incolore. Durant la cuisson, les pigments se dissolvent dans la glaçure en fusion, ce qui entraine la diffusion du colorant sur toute l'épaisseur de cette dernière. Cette diffusion reste tout de même plus ou moins localisée dans une zone correspondant au motif peint au préalable. Le point violet analysé sur l'un des sgraffito polychromes de cette production témoigne quant à lui de l'application d'un décor peint avec un pigment à base de manganèse.

Les engobes utilisés sur les deux types céramiques de la production de Milet sont argileux et correspondent aux engobes du groupe 1, aussi employés dans la production tardo-byzantine et *beylik* d'Ephèse.

9.2.2 La production *beylik* d'Ephèse : « Ephèse local (c/4) »

9.2.2.1 Contextualisation

Ephèse est aussi un centre potier durant la période *beylik*, où sont produites les céramiques à décor moulé ainsi que les sgraffito polychromes. Ces céramiques sont fabriquées à partir du même mélange argileux utilisé pour les céramiques tardo-byzantines et correspondent donc aussi à la production « Ephèse local (c/4) » (Sauer & Waksman 2005 ; Waksman 2014b ; 2015 ; Waksman *et al.* sous presse ; Burlot *et al.* à paraître a, à paraître b). Les céramiques analysées proviennent de plusieurs sites d'Ephèse pour lesquels nous ne disposons pas de bons contextes datés, du fait notamment de conditions géomorphologiques défavorables (cf. chapitre 2).

En revanche, de nombreuses attestations de productions telles que des trépieds ou bien encore des biscuits ont été mises au jour sur les sites de notre étude, situés dans le secteur autour de l'Artémision. Par ailleurs, les restes d'un four de potier ont été découverts parmi les vestiges du hammam III, dont le contexte archéologique et les monnaies associées ont permis de dater l'utilisation durant la deuxième moitié du XIV^{e} siècle (Pfeiffer-Taş 2011).

Parmi les fragments de céramiques découverts dans le four figurent des tessons de plats que l'auteur définit comme de la *Fette Ware*. Cette appellation concerne les céramiques qui présentent une pâte ayant un aspect savonneux au toucher. Souvent, les sgraffito polychromes types de notre étude peuvent être désignés sous cette appellation, mais il est généralement précisé la nature du décor (*mit grünen und purpurnen Flecken*), ce qui n'est pas le cas ici. Il est donc difficile de savoir si de tels sgraffito polychromes aient été découverts dans ce four.

En somme, de telles découvertes témoignent de la présence vraisemblable d'un quartier de potiers au pied de la colline d'Ayasoluk sous le règne des Aydinides (Ladstätter 2015).

9.2.2.2 Caractéristiques techniques

Concernant la fabrication des glaçures et des engobes, les sgraffito polychromes *beyliks* et les céramiques à décor moulé issus de ce centre potier témoignent de recettes de production similaires à celles des céramiques de mêmes types produites à Milet. Les glaçures, mesurant

plusieurs dizaines de µm (40-110), sont transparentes et plombifères avec des compositions permettant de les produire à basses températures, aux environs de 800°C. Les colorants à base de cuivre sont ajoutés au mélange glaçurant pour produire les glaçures vertes appliquées sur les céramiques à décor moulé, tandis que pour les sgraffito polychromes, les bandes jaunes et vertes sont peintes sur l'engobe à partir de pigments respectivement à base de fer et de cuivre, et les points violets à partir de pigment à base de manganèse.

Concernant les engobes, ceux-ci sont argileux et font partie du groupe 1. Ils sont ainsi similaires aux engobes des céramiques de la production tardo-byzantine d'Ephèse, ainsi qu'à ceux des céramiques *beyliks* de Milet.

9.2.3 La production *beylik* de la région d'Ephèse : « Ephèse régional (b/2) »

9.2.3.1 Contextualisation

Dans la région d'Ephèse, une seconde production semble avoir été en activité durant la même période que celle précédemment présentée. Il s'agit de la production « Ephèse régional (b/2) » qui, pour notre étude, est exclusivement constituée d'échantillons découverts à Ephèse.

Nous retrouvons dans cette production les sgraffito polychromes, les céramiques à décor moulé, ainsi qu'un nouveau type céramique avec les céramiques à glaçure monochrome turquoise. Ces dernières se répartissent en deux sous-types dans cette production, avec des céramiques présentant une glaçure monochrome turquoise sur les deux surfaces, et des céramiques présentant une glaçure monochrome turquoise sur la surface interne et une glaçure monochrome jaune sur la surface externe. Seule cette production « Ephèse régional (b/2) » présente ce second sous-type de céramique dans le cadre de notre étude.

9.2.3.2 Les glaçures de la production « Ephèse régional (b/2) »

Les céramiques à décor moulé sont aussi décorées à partir d'une glaçure plombifère transparente épaisse de quelques dizaines de µm (< 90 µm) et colorée en vert grâce à un colorant à base de cuivre ajouté au mélange glaçurant. Ce dernier a vraisemblablement été produit à partir d'un mélange plomb-silice avec des teneurs en silicium, plomb et aluminium présentant des proportions proches de l'eutectique du système SiO_2-PbO-Al_2O_3. Il en est de même avec la glaçure de l'échantillon du sgraffito polychrome *beylik* rattaché à cette production, dont les

deux couleurs analysées – vert et violet – témoignent aussi de la réalisation d'un décor peint sous glaçure à base de pigment respectivement riche en cuivre et en manganèse.

Pour ce dernier pigment, nous avons pu en observer au MEB des cristaux dans une zone de la glaçure. Les particularités de ces cristaux étaient d'une part leur forte teneur en manganèse, mais aussi leur teneur significative en baryum de près de 5 % BaO. L'association du manganèse et du baryum attesterait de l'utilisation de minéraux contenant du baryum, abondamment présents dans les sources de minerais de manganèse tels le psilomélane ou bien encore la baryte (Tite *et al.* 2009 ; Coentro *et al.* 2017).

De telles inclusions ont été observées uniquement dans la glaçure violette de cet échantillon de sgraffito polychrome de la production « Ephèse régional (b/2) ». Nous avons essayé de trouver ces mêmes inclusions dans les glaçures violettes des autres sgraffito polychromes, mais nous n'en avons observé aucune. Il est cependant difficile de savoir si cela s'explique par le fait que les décors peints des autres productions étaient réalisés à partir de pigments différents, ou bien si ces pigments se sont totalement dissous dans la phase vitreuse. Les teneurs de baryum mesurées dans les inclusions étant d'environ 5 %, qu'elles deviennent alors trop faibles pour pouvoir être mesurées au MEB dans la glaçure totale, une fois les minéraux totalement dissous et le baryum complètement diffusé dans la phase vitreuse. Par ailleurs, seul un échantillon de ce type a jusqu'alors pu être rattaché à cette production, ce qui ne nous permet pas de formuler de tendance.

Ce qui est en tout cas significatif, est qu'avec les céramiques à glaçure monochrome turquoise, nous observons une nouvelle recette de glaçure. Celle-ci n'est plus plombifère transparente, mais alcalino-plombifère opacifiée à l'étain. Sa production semble résulter de deux phases avec dans un premier temps, la fabrication séparée d'une calcine étain-plomb et d'une fritte alcalino-siliceuse qui, dans un deuxième temps, sont chauffées ensemble pour produire une seconde fritte. La fritte obtenue est ensuite broyée et mise en suspension aqueuse avant de pouvoir être appliquée sur l'engobe. Un colorant à base de cuivre est ajouté à cette suspension pour produire la couleur turquoise de la glaçure.

9.2.3.3 Le cas des céramiques bichromes turquoise et jaune

Les céramiques de la production « Ephèse régional (b/2) » qui présentent une glaçure monochrome turquoise sur les deux surfaces se virent appliquer uniquement cette glaçure alcalino-plombifère opacifiée à l'étain, tandis que celles qui présentent une glaçure monochrome jaune sur la surface externe se virent appliquer une glaçure d'une autre nature.

En effet, les glaçures monochromes jaunes des rectos sont transparentes et plombifères et obtinrent leur couleur par l'ajout d'un colorant à base de fer dans le mélange glaçurant plomb-silice. Ces glaçures jaunes contiennent très peu d'alcalins. Ces glaçures plombifères sont parmi les plus fines de la production puisqu'elles ne mesurent seulement que 40-60 µm, contrairement aux glaçures turquoise qui sont les plus épaisses de la production (> 100 µm).

Des céramiques présentant cette distinction glaçure opacifiée à l'étain sur la surface interne et glaçure non opacifiée à l'étain de couleur jaune ou miel sur la surface externe ont déjà été observées avec des céramiques islamiques (X^{e}-XIV^{e} siècles) produites dans l'est de l'Espagne. Ces céramiques ont été étudiées par J. Molera et collaborateurs, pour qui, la surface externe, dans le cas de grands plats, pouvait être considérée comme moins importante car moins visible ; expliquant ainsi le choix de matériaux de moindre qualité et donc de moindre coût pour la production des glaçures y étant appliquées (Molera *et al.* 2001b).

Dans le cas de la production d'« Ephèse régional (b/2) », nous pouvons évoquer des raisons similaires concernant le choix de ces différentes recettes de glaçure. En effet, produire une céramique avec deux glaçures différentes – plombifère et alcalino-plombifère opacifiée à l'étain – semble plus compliqué que produire une céramique avec une seule glaçure, notamment en ce qui concerne la cuisson du fait deux glaçures présentant des coefficients de dilatation thermique différents (Tite *et al.* 1998). Un tel choix semble ainsi s'expliquer pour des raisons économiques et notamment par le coût de l'étain, qui aurait pu être importé depuis des sources lointaines, localisées en Extrême-Orient ou en Europe (Molera *et al.* 2001b ; Caroscio 2012).

9.2.3.4 Les engobes de la production « Ephèse régional (b/2) »

Concernant les engobes utilisés dans cette production, ils sont tous argileux, aussi bien pour les sgraffito polychromes et céramiques à décor moulé, que pour les céramiques à glaçure monochrome turquoise. Ces engobes sont similaires à ceux du groupe 1 utilisés pour les productions *beyliks* d'Ephèse (« Ephèse local (c/4) ») et de Milet.

Il est important de rappeler que ces engobes ne sont pas calcaires, et que, de ce fait, sont rarement utilisés avec des glaçures alcalino-plombifères opacifiées à l'étain. En effet, ces dernières sont généralement appliquées sur un engobe argileux calcaire ou bien sur un engobe synthétique qui présentent de plus forts coefficients de dilatation thermique plus adaptés pour ces glaçures (Mason & Tite 1994, Tite *et al.* 1998).

9.2.4 La production « Pergame F »

9.2.4.1 Contextualisation

La production « Pergame F » nommée ainsi car initialement définie à partir d'échantillons découverts à Pergame (Waksman 1995), comprend aujourd'hui des échantillons découverts aussi à Ephèse, Milet et Sardes. Malgré tout, sa localisation reste encore inconnue.

Nous retrouvons dans la production « Pergame F » les céramiques à glaçure monochrome turquoise ainsi que les sgraffito polychromes *beyliks*. Parmi ces derniers, certains ont été découverts à Pergame dans le niveau supérieur de la citerne de l'habitat 19, daté d'environ 1350-1375 grâce à la présence de monnaies. Il est intéressant de noter qu'à cette période, Pergame est déjà sous domination ottomane, et non pas sous celle d'un autre beylicat comme c'est le cas avec Ephèse et Milet par exemple. De ce fait, si la production « Pergame F » fut produite dans la région de Pergame, alors nous aurions affaire à l'une des premières productions ottomanes.

9.2.4.2 Caractéristiques techniques

Pour la production « Pergame F », les décors des sgraffito polychromes tout comme ceux des céramiques à glaçure monochrome turquoise sont produits selon les mêmes recettes qu'avec les types similaires issus des autres productions *beyliks* de l'étude. Les glaçures des sgraffito polychromes sont transparentes, plombifères, et furent appliquées soit à partir d'un saupoudrage de composés bruts de plomb, soit à partir d'un mélange en suspension de plomb et de matières argileuses similaires à celles de l'engobe. Les décors ont été peints à partir de pigments à base de cuivre, de fer et de manganèse pour produire respectivement les couleurs vertes, jaunes et violettes.

Quant aux glaçures turquoise, elles sont aussi alcalino-plombifères opacifiées à l'étain et colorées par l'apport du cuivre. Elles semblent avoir été produites par l'application d'une fritte broyée mise en suspension ; initialement produite par mélange puis cuisson d'une calcine étain-plomb avec une première fritte alcalino-siliceuse. Contrairement à certaines céramiques à glaçure monochrome turquoise de la production « Ephèse régional (b/2) », toutes celles de « Pergame F » sont intégralement couvertes de cette glaçure turquoise, au recto et au verso.

Ce qui change avec les décors des échantillons de la production « Pergame F », est l'engobe. Nous classons toujours cet engobe parmi les engobes argileux (groupe 3) bien que cela puisse être ambigu. En effet, les engobes de cette production se définissent par une très forte proportion de grains de quartz liés par une matrice argileuse peu abondante. Ses compositions témoignent de très fortes teneurs en silicium qui se rapprochent de celles des engobes synthétiques.

Cependant, en imagerie BSE, nous n'observons pas dans ces engobes du groupe 3 de zones de reliquats de verre, ni de fragments de verre altéré. Il semble donc plus probable que ces engobes aient été produits à partir d'un mélange de sable avec un peu d'argile, qu'à partir d'une préparation type d'un engobe synthétique. Cependant, au niveau visuel, le résultat est similaire car nous observons bien sous la loupe binoculaire des engobes d'un blanc pur à translucide.

D'un point de vue technique, ces engobes très riches en inclusions de quartz sont plus adéquats à l'usage des glaçures turquoise alcalino-plombifères opacifiées à l'étain que les autres engobes argileux du corpus. Ils tendent en effet à avoir des coefficients de dilatation thermique plus élevés – notamment du fait que celui du quartz soit très élevé – qui concordent mieux avec les coefficients de dilatation thermique des glaçures alcalino-plombifères (Tite *et al.* 1998). Le risque de tressaillage de la glaçure durant la cuisson est ainsi moindre avec cette association spécifique engobe-glaçure.

9.2.5 Récapitulatif sur les productions *beyliks*

9.2.5.1 Définition et diffusion des productions beyliks *d'Anatolie occidentale*

Les productions *beyliks* de notre étude se comptent au nombre de quatre. Nous les définissons comme telles du fait qu'elles produisent des types céramiques apparaissant au moment de la formation des beylicats en Anatolie occidentale, avec les sgraffito polychromes à décor peint de feuilles de lotus jaunes et vertes et de points violets, les céramiques à décor moulé ainsi que les céramiques à glaçure monochrome turquoise.

Bien que peu d'éléments archéologiques nous permettent de dater ces productions avec précision, certains contextes à Pergame et à Manisa attestent cependant de leur usage au moins durant la deuxième moitié du XIV^{e} siècle. Il est envisageable que ces productions aient débuté plus tôt, à savoir vers le début du XIV^{e} siècle, au moment où les cités d'Ephèse et de Milet tombèrent sous domination des beylicats ; et perdurèrent jusqu'à l'annexion totale de l'Anatolie occidentale par les Ottomans vers 1425. Mais nous ne disposons actuellement pas des données nécessaires pour l'affirmer.

Deux des quatre productions étudiées ont pu être localisées à Milet (Milet local) et à Ephèse (« Ephèse local (c/4) »). Une troisième production semble être issue de la région d'Ephèse (« Ephèse régional (b/2) ») et la quatrième production (« Pergame F ») n'a quant à elle pas pu être encore localisée. Sur la base de l'échantillonnage mené jusqu'alors, les trois premières productions citées ne semblent pas avoir commercé leurs céramiques sur de vastes régions, mais plutôt sur un marché local, voire régional (Burlot *et al.* à paraître b). A l'inverse, la production « Pergame F » voit ses céramiques plus exportées puisque nous en retrouvons à Pergame, mais aussi à Sardes, Ephèse et Milet.

Il est intéressant de noter que chacune de ces productions a fabriqué au moins deux des trois types céramiques étudiés. Les productions de Milet et d'Ephèse ont produit des sgraffito polychromes ainsi que des céramiques à décor moulé, la production « Pergame F » a produit des sgraffito polychromes et des céramiques à glaçure monochrome turquoise, et la production « Ephèse régional (b/2) » a produit les trois types. Pour cette dernière production, nous observons une particularité avec certaines céramiques à glaçure monochrome turquoise qui présentent une glaçure monochrome jaune (ou verte dans de plus rares cas) sur leur surface externe.

9.2.5.2 Techniques de production des céramiques beyliks

9.2.5.2.1 Les sgraffito polychromes et céramiques à décor moulé : continuité technique

Quelle que soit la production, nous constatons que tous les sgraffito polychromes *beyliks* et les céramiques à décor moulé présentent la même catégorie technique, à savoir une glaçure plombifère transparente appliquée sur un engobe argileux. Les compositions chimiques de ces glaçures plombifères montrent des proportions en silicium, plomb et aluminium qui sont

proches de celles de l'eutectique dans le système SiO_2-PbO-Al_2O_3, ce qui auraient permis aux potiers de les cuire à de basses températures avoisinant les 800°C.

Les glaçures des céramiques à décor moulé sont quasiment toutes vertes grâce à l'ajout d'un colorant à base de cuivre dans le mélange glaçurant. Une seule céramique à décor moulé présente une glaçure dont la teinte jaune est due à une forte teneur en plomb. Les couleurs observées dans les glaçures des sgraffito polychromes résultent quant à elle de la dissolution de pigments peints sur la surface des engobes et dont le colorant aurait diffusé dans la phase vitreuse.

Les bandes vertes et jaunes peintes selon des motifs de feuilles de lotus ont été produites à partir de pigments respectivement à base de cuivre et de fer, tandis que les points violets résultent de l'utilisation de pigments à base de manganèse. L'unique sgraffito polychrome de la production « Ephèse régional (b/2) » (BZY962) a montré dans sa glaçure violette des inclusions riches en manganèse et en baryum, laissant suggérer la présence de minéraux à base de baryum, tels le psilomélane ou bien encore la baryte, dans les sources de minerai de manganèse.

Nous n'avons pas observé de telles inclusions dans les glaçures violettes des autres productions, mais cela ne signifie pas pour autant que de tels minéraux n'aient pas été initialement présents. Par ailleurs, étant donné que l'échantillon BZY962 est le seul de ce type associé jusqu'alors à la production « Ephèse régional (b/2) », nous ne pouvons pas nous permettre de proposer une quelconque hypothèse quant au choix du minerai effectué pour la confection des décors peints violets. Nous devons continuer la recherche dans ce sens, à savoir en augmentant notre échantillonnage dans un premier temps afin d'observer de nouvelles inclusions de cette nature si possible, puis en les analysant selon d'autres méthodes, comme la spectrométrie Raman, afin d'en approfondir l'identification.

9.2.5.2.2 Les céramiques à glaçure turquoise : première innovation technique des productions ouest anatoliennes

Avec les céramiques à glaçure monochrome turquoise, nous sommes dans une nouvelle catégorie technique (chapitre 8, catégorie 2), qui se définit par l'utilisation d'une glaçure alcalino-plombifère opacifiée à l'étain reposant sur un engobe argileux. Cette glaçure est probablement produite à partir d'un mélange de calcine étain-plomb et de fritte alcalino-siliceuse, qui est fritté, broyé, puis mis en suspension pour être appliqué sur l'engobe comme

décrit dans le traité d'Abu'l-Qasim (Allan 1973). La couleur turquoise de ces glaçures résulte de l'ajout de colorant à base de cuivre dans le mélange glaçurant alcalino-plombifère.

Ainsi, la fabrication de la glaçure turquoise, que nous voyons apparaître en Anatolie occidentale avec ces productions, a entrainé les centres potiers à utiliser de nouvelles ressources avec notamment de nouveaux fondants alcalins, mais aussi de l'étain servant à l'opacification. Certaines de ces matières, notamment l'étain, étaient vraisemblablement plus onéreuses comme le suggèrent les céramiques bichromes turquoise et jaunes de la production « Ephèse régional (b/2) ». Ces dernières présentent une glaçure plombifère transparente jaune sur leur surface externe pouvant être considérée comme moins importante d'un point de vue visuel. Nous avons en effet affaire à de grands plats ouverts pour lesquels seule la surface interne turquoise était visible lorsque ceux-ci étaient utilisés.

Bien que le choix d'utiliser une glaçure alcalino-plombifère plutôt qu'une glaçure alcaline puisse être d'ordre économique (fondants alcalins plus chers que le plomb ?), il en résulte, selon M.S. Tite et collaborateurs, qu'il peut aussi être d'ordre technique, surtout lorsque les glaçures doivent être opacifiées à l'étain (Tite *et al.* 1998). En effet, l'oxyde d'étain est plus facilement produit par fusion combinée de métaux d'étain et de plomb (calcine), et de plus, les risques de tressaillage durant la cuisson sont moindres pour les glaçures alcalino-plombifères (Tite *et al.* 1998).

9.2.5.3 Les engobes argileux des productions beyliks

Les engobes des quatre productions sont tous argileux et ce, quel que soit le type céramique. Nous retrouvons l'utilisation d'engobes du groupe 1 avec les productions de Milet et d'Ephèse (locale et régionale), tandis que la production « Pergame F » utilise des engobes du groupe 3.

Le choix d'un engobe non calcaire présentant une forte proportion de matrice argileuse (groupe 1) pour la production « Ephèse régional (b/2) » peut être surprenant. En effet, cette production inclut des céramiques à glaçure monochrome turquoise de nature alcalino-plombifère opacifiée à l'étain. Avec cette glaçure, les engobes du groupe 1 ne sont pas les plus adaptés, comme l'atteste le fait que, généralement, nous observons l'application de telles glaçures sur des pâtes/engobes argileux calcaires ou bien encore synthétiques (Mason & Tite 1994 ; Tite *et al.* 1998). Ainsi, le fait d'observer, avec la production « Ephèse régional (b/2) », une telle association engobe argileux – glaçure alcalino plombifère opacifiée à l'étain, pourrait

se justifier par un choix économique plus que technique (utilisation d'un unique engobe pour toute la production).

A l'inverse, les engobes de la production « Pergame F » sont plus siliceux, présentant une proportion de grains de quartz quasiment aussi abondante qu'avec des pâtes synthétiques. La production des engobes de « Pergame F » résulte d'un mélange de sable et d'argile blanche en faible quantité, se distinguant des engobes synthétiques notamment par l'absence de fragments de verre ou bien de fritte.

9.3 Les productions de la *Miletus Ware*

Les productions de la *Miletus Ware* se comptent au nombre de trois dans notre étude. La localisation de deux d'entre elles est connue, l'une à Iznik et une deuxième à Pergame, issue de l'atelier découvert parmi les vestiges de la *Rote Halle*. La troisième n'a pas encore pu être localisée. Il s'agit de la production nommée « *Miletus Ware* non localisée ».

Tant à Iznik/Nicée qu'à Pergame, elles s'inscrivent en partie dans la continuité de productions antérieures, puisque leurs pâtes sont similaires à celles de céramiques byzantines voire antiques (Waksman & François 2004, Waksman 2014b), mais elles témoignent de l'introduction de techniques de revêtements radicalement différentes. Ces productions antérieures n'étaient pas représentées dans notre corpus, si bien que les *Miletus Wares* appartiennent à des productions distinctes de celles qui ont été présentées précédemment.

9.3.1 La production d'Iznik

9.3.1.1 Contextualisation

Iznik est connu comme étant le centre majeur de la production de *Miletus Wares* depuis les années 1960, grâce aux fouilles turques ayant révélé de nombreux fours et déchets de fabrication attestant de cette production (Aslanapa 1965, 1969). Dans les années 1980, de nouvelles fouilles ont été menées à Iznik révélant davantage de fours et de matériels associés, confirmant ainsi les observations des années 1960 (Aslanapa *et al.* 1989). Malgré des découvertes aussi importantes, aucune datation basée sur de bons contextes archéologiques n'avait pu être proposée. Sur la base de comparaison typologique, il était alors communément

admis que la *Miletus Ware* devait être produite entre le milieu du XIV^e^ et la deuxième moitié du XV^e^ siècle (Aslanapa 1971 ; Aslanapa *et al.* 1989).

Or, les contextes fouillés à Saraçhane (Istanbul) ont permis de mettre au jour des fragments de *Miletus Ware* qui ont pu être datés, pour ce site, de 1460 à 1520 (Hayes 1992). Dès lors, l'auteur de cette étude, J.W. Hayes, repoussait la datation de la production de la *Miletus Ware* d'Iznik jusqu'au début du XVI^e^ siècle, en se basant sur les similitudes typologiques et d'aspect des pâtes. Des années plus tard, I. Teslenko publie une synthèse sur les contextes de découverte de la *Miletus Ware* en Crimée (Teslenko 2007). Il en résulte que l'utilisation de cette céramique en Crimée a commencé à partir du deuxième quart du XV^e^ siècle, et qu'elle s'est intensifiée avec la conquête ottomane en 1475. L'utilisation de la *Miletus Ware* est attestée jusque vers la fin du troisième quart du XVI^e^ siècle.

L'analyse des pâtes céramiques des échantillons de *Miletus Ware* provenant de ces contextes bien datés de Crimée a permis d'associer ces céramiques à une production d'Iznik. Cela nous permet de repousser la datation au sujet de la production de la *Miletus Ware* d'Iznik jusqu'à la deuxième moitié du XVI^e^ siècle. Quant à la période marquant le début de cette production, nous n'avons pas encore d'éléments précis nous permettant de formuler une bonne estimation. Il semblerait que des tessons de *Miletus Ware* aient été découverts dans des contextes bien datés de la fin du XIV^e^ et du début du XV^e^ siècle à Assos (communication personnelle de B. Böhlendorf-Arslan). Il serait intéressant de poursuivre des analyses sur de tels tessons afin de vérifier s'ils proviennent de la production d'Iznik et d'en préciser ainsi la datation.

9.3.1.2 Caractéristiques techniques

Concernant les techniques de fabrication, les échantillons de *Miletus Ware* produits à Iznik présentent systématiquement une catégorie technique différente selon que nous ayons affaire à leur surface interne ou à leur surface externe.

Concernant les surfaces externes de ces céramiques, soit elles sont recouvertes d'une glaçure monochrome verte, soit elles sont décorées par un décor peint sous glaçure. Dans le premier cas, nous avons affaire à l'utilisation d'une glaçure transparente plombifère colorée à base de cuivre et recouvrant un engobe argileux similaire à ceux du groupe 3, à savoir riche en grains de quartz arrondis avec une faible proportion d'argile. Dans le cas des décors peints sous

glaçure, nous observons une glaçure alcalino-plombifère transparente qui repose sur un engobe argileux aussi similaire à ceux du groupe 3. Dans les deux cas, la glaçure est fine de quelques dizaines de µm (27-74 µm).

Sur les surfaces internes, les glaçures sont alcalino-plombifères et transparentes. Par rapport aux glaçures alcalino-plombifères présentes sur certaines surfaces externes, celles des rectos sont plus alcalines et moins plombifères (**figure 9.1**). De plus, pour un échantillon donné, la glaçure appliquée sur la surface interne est plus épaisse que celle sur la surface externe, dépassant globalement les 100 µm d'épaisseur (**tableau 9.1**).

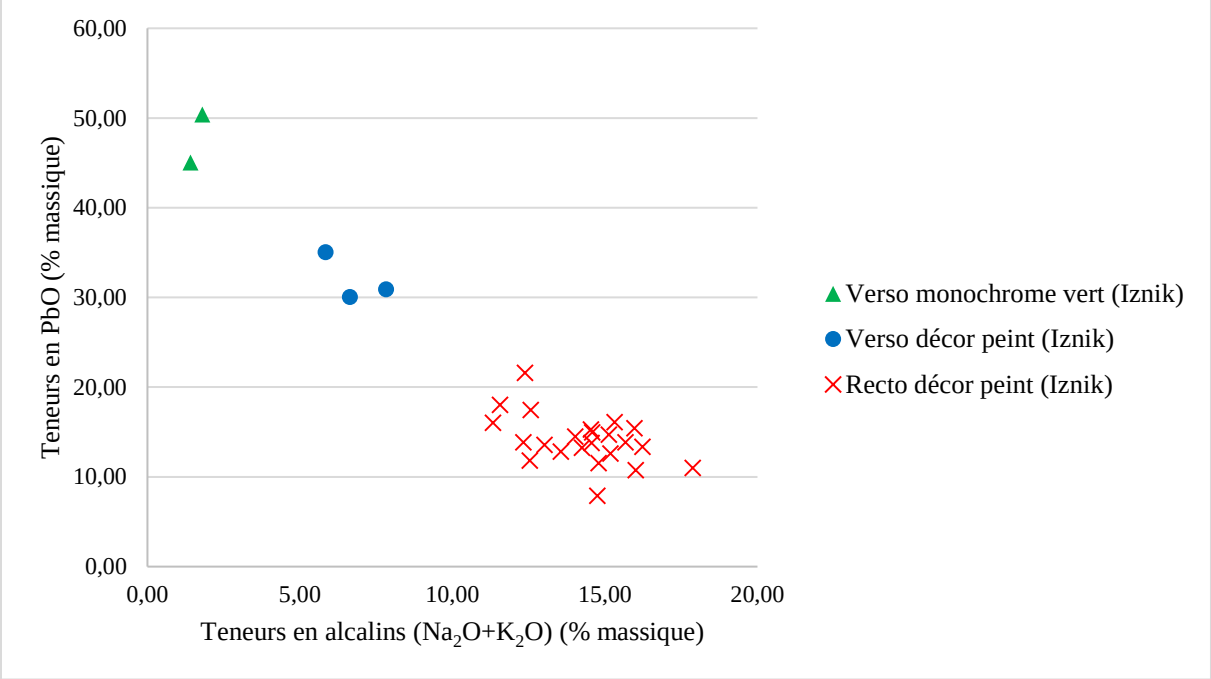


Figure 9.1 : Diagramme binaire comparant les teneurs en oxydes de plomb et celles en alcalins des glaçures de la production de *Miletus Ware* d'Iznik (les teneurs affichées correspondent à des moyennes de cinq analyses).

Nous avons essayé de déterminer la nature des fondants utilisés pour ces glaçures en comparant notamment les rapports Na_2O/K_2O, Na_2O/CaO et Na_2O/MgO avec ceux des glaçures plus tardives d'Iznik pour lesquelles M.S. Tite et collaborateurs avaient proposé les évaporites des sources chaudes d'Anatolie occidentale comme source d'alcalins (Tite *et al.* 2016). Bien que les rapports calculés pour les glaçures des *Miletus Wares* soient aussi élevés, tout comme ceux des glaçures d'Iznik, il nous est difficile de confirmer le fait d'avoir affaire au même type de source car nous observons davantage de magnésium dans les glaçures des *Miletus Wares*.

De plus, ces glaçures plus tardives d'Iznik avaient aussi été analysées par LA-ICP-MS afin de déterminer la présence des éléments bore et lithium caractéristiques des eaux des sources

chaudes. Afin d'approfondir notre recherche sur la nature et la provenance des fondants alcalins des glaçures des *Miletus Wares*, il serait à envisager de mener des analyses similaires.

L'engobe sur lequel repose ces glaçures est différent des engobes appliqués aux versos puisqu'il est synthétique. Sa fabrication résulte d'un mélange de quartz concassé avec une faible quantité d'argile et de verre ou de fritte, produisant un engobe d'un blanc pur. Ces engobes synthétiques, avec ceux des *Miletus Wares* de la production non localisée, sont les plus épais de notre corpus puisqu'ils font globalement entre 120 et 300 µm d'épaisseur (**tableau 9.2**).

Les fragments de verre utilisés à la production de ces engobes sont de nature alcalino-plombifère avec des teneurs en sodium comprises entre 1 et 8 % Na_2O et des teneurs en plomb variant selon deux intervalles, 2-8 % et 14-26 % PbO. Ces variations dans les teneurs en plomb traduisent l'emploi de matériaux vitreux différents selon certains échantillons. Cela peut se justifier du fait que nous ayons affaire à des échantillons issus d'une production ayant été en activité sur la longue durée et qui ne sont donc vraisemblablement pas représentatifs de la production à un instant t. Certes, la recette de fabrication de l'engobe est globalement identique puisque nous observons des compositions globales similaires, mais les matériaux utilisés peuvent changer d'une série à l'autre, notamment en ce qui concerne les fragments de verre qui peuvent résulter d'un recyclage.

Concernant les décors peints, nous avons analysé, avec les *Miletus Wares* d'Iznik, quatre couleurs différentes avec le turquoise, le violet, le bleu et le noir. Les couleurs turquoise et violette ont été produites à partir de pigments respectivement riches en cuivre et manganèse, comme cela fut déjà attesté avec les productions *beyliks*. Cependant, nous avons observé des inclusions dans les glaçures violettes des *Miletus Wares* d'Iznik que nous n'avions pas observées dans les glaçures des productions tardo-byzantines et *beyliks*. Nous avons identifié ces inclusions comme étant de la braunite. D'après de récentes études menées sur des glaçures brunes de céramiques hispaniques des X^{e}-XVIII^{e} siècles, de tels cristaux de braunite se seraient formés durant la cuisson par réaction entre les oxydes de manganèse et la matrice de l'engobe riche en silicium (Pradell *et al.* 2012 ; Molera *et al.* 2013).

Les pigments utilisés pour produire la couleur noire sont quant à eux à base de chrome. Dans les glaçures noires, nous observons, aussi bien à la loupe binoculaire qu'au MEB, des inclusions très anguleuses identifiées comme des grains concassés de chromite magnésienne. L'usage d'un tel pigment n'a jusqu'alors jamais été avéré dans les productions de céramiques ouest anatoliennes précédentes, et semblerait ainsi faire son apparition avec la production de la

Miletus Ware. Aujourd'hui des mines de chromite magnésienne sont connues dans les provinces d'Eskişehir et d'Izmir, et l'analyse de ces chromites pourrait constituer un point de départ pour de futures études de provenance.

Un deuxième pigment, nouvellement employé en Anatolie occidentale avec la *Miletus Ware,* est celui à base de cobalt, fer et nickel et qui pourrait se présenter sous la forme de minéraux de trévorite et autres composants notamment riches en nickel. Avec l'utilisation de ce pigment, c'est la diffusion du cobalt dans la glaçure qui lui confère la couleur bleue. Le fait d'observer systématiquement l'association Fe-Co-Ni dans ces glaçures, et surtout d'y avoir observé de nombreuses inclusions identifiées comme de la trévorite, nous a conduit à proposer la mine de Qamsar en Iran comme source potentielle ; proposition qui reste encore à l'état d'hypothèse (cf. 8.4.1.5.3 Décor bleu).

Ainsi, avec les *Miletus Wares* d'Iznik, nous observons des céramiques présentant systématiquement deux catégories techniques. Les surfaces externes sont toutes recouvertes d'un engobe argileux du groupe 3 et sont ensuite décorées soit avec une glaçure plombifère transparente monochrome verte colorée à base de cuivre, soit avec un décor peint sous une glaçure alcalino-plombifère transparente. Quant aux surfaces internes, elles sont toutes recouvertes d'un engobe synthétique sur lequel est peint un décor. Le tout est ensuite recouvert d'une glaçure alcalino-plombifère transparente présentant notamment de fortes teneurs en sodium.

Il est difficile de justifier de tels choix si ce n'est par une combinaison de raisons économiques dans un premier temps, puis techniques dans un second temps. En effet, de la même façon qu'avec les céramiques bichromes turquoise et jaunes de la production « Ephèse régional (b/2) », les *Miletus Wares* correspondent à de grands plats à forme ouverte dont la forme ne rend principalement visible que la surface interne. Nous pouvons donc envisager que cette surface devait être considérée comme plus importante ; cela se traduisant par une élaboration d'un décor de meilleure facture et par un choix de matériaux plus couteux.

C'est pour cela, semble-t-il, que nous observons des décors peints plus fins et plus élaborés sur les rectos avec par exemple des motifs d'entrelacs peints à la chromite que nous n'observons pas sur les versos. Ces derniers présentent des glaçures monochromes, ou bien alors des décors peints moins complexes marqués de traits et autres formes géométriques simples. Le fait d'utiliser un engobe synthétique fournit un fond blanc pour le décor dont les couleurs ressortent davantage. Etant donné que ce type d'engobe présente un fort coefficient de

dilatation thermique, l'application d'une glaçure alcalino-plombifère notamment riche en sodium est justifiée.

A l'inverse, l'engobe argileux appliqué au verso est plus adéquat à l'usage d'une glaçure plombifère. C'est d'ailleurs peut-être pour cette raison, que les glaçures alcalino-plombifères appliquées sur les engobes argileux sont plus plombifères et moins alcalines que celles appliquées au recto.

9.3.2 La production « *Miletus Ware* non localisée »

9.3.2.1 Contextualisation

La deuxième production importante de *Miletus Ware* de notre corpus est celle qui n'a pas encore pu être localisée. Dans cette production figurent les *Miletus Wares* découvertes à Ephèse, Sardes et Milet, ce qui laisse supposer que son centre devait aussi se situer en Anatolie occidentale.

Parmi les échantillons issus de cette production, un fut découvert dans le niveau de fondation du *türbe* à Ephèse (BZN288), daté du milieu du XV^{e} siècle. De plus, les échantillons découverts à Sardes proviennent tous du quartier du *Pactolus North* dont les données archéologiques permirent d'attester une première phase d'occupation turque entre la fin du XIV^{e} et le tout début du XVII^{e} siècle. Avec ces deux éléments de datation, il semblerait que la période de diffusion de cette production non localisée concorderait avec celle de la production d'Iznik vraisemblablement comprise entre la fin du XIV^{e} et la fin du XVI^{e} siècle.

9.3.2.2 Caractéristiques techniques

Les techniques de fabrication des décors sont identiques à celles évoquées avec les *Miletus Wares* d'Iznik, à quelques exceptions près. Les surfaces internes sont aussi toutes couvertes d'un engobe synthétique sur lequel a été peint un décor à partir des pigments de même nature que ceux d'Iznik. Ces décors peints sur engobe sont ensuite recouverts d'une glaçure alcalino-plombifère transparente présentant des compositions similaires à celles des glaçures de la production d'Iznik, à l'exception de deux échantillons (**figure 9.2**).

Quant aux surfaces externes, elles sont toutes couvertes d'un engobe argileux du groupe 3, sur lequel repose soit une glaçure plombifère transparente verte, soit un décor peint sous glaçure alcalino-plombifère. Pour un échantillon donné, la glaçure appliquée sur la surface interne est

plus épaisse que celle appliquée sur la surface externe (**tableau 9.1**). Il en est de même avec les engobes synthétiques plus épais que les engobes argileux (**tableau 9.2**).

9.3.2.3 Iznik vs « Miletus Ware non localisée »

Ce qui différencie cette production de celle d'Iznik d'un point de vue technique concerne tout d'abord les glaçures alcalino-plombifères. Dans le cas de la production d'Iznik, il semble que celles appliquées aux rectos soient plus alcalines et moins plombifères que celles des versos. Avec les échantillons de la production « *Miletus Ware* non localisée », nous pouvons difficilement prétendre avoir une telle tendance car une des glaçures appliquées sur un verso présente des teneurs similaires à celles des glaçures observées aux rectos. A l'inverse, deux des glaçures des rectos présentent de plus faibles teneurs en alcalins (**figure 9.2**).

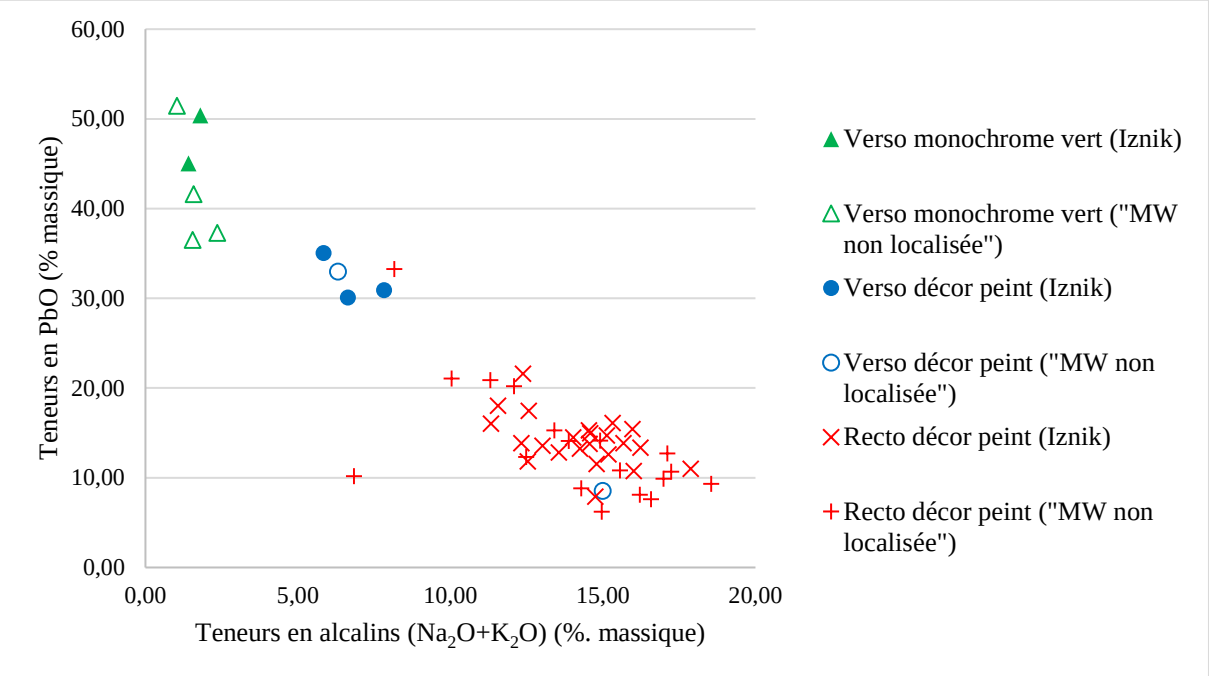


Figure 9.2 : Diagramme binaire comparant les teneurs en oxydes de plomb et celles en alcalins des glaçures des productions de *Miletus Ware* d'Iznik et de « *Miletus Ware* non localisée » (les teneurs affichées correspondent à des moyennes de cinq analyses).

Une autre différence constatée entre les deux principales productions de *Miletus Wares* concerne les reliquats de verre présents dans les engobes synthétiques. Dans les engobes de la production d'Iznik, ces reliquats témoignent de compositions de verres alcalino-plombifères se distinguant notamment selon deux classes par rapport à leurs teneurs en plomb comprises soit entre 2 et 8 % PbO, soit entre 14 et 26 % PbO. Avec les engobes de la production « *Miletus*

Ware non localisée », ces reliquats de verre sont aussi de nature alcalino-plombifère mais présentent tous des teneurs en plomb comprises entre 14 et 26 % PbO, à l'exception de deux teneurs d'environ 32 %.

Ainsi, avec les *Miletus Wares* de la production « *Miletus Ware* non localisée », notre constat est le même que celui énoncé avec la production d'Iznik concernant les raisons amenant à cette distinction de techniques entre surfaces internes et externes. Le choix des pigments utilisés pour les décors peints est identique dans la mesure où nous retrouvons les inclusions de braunite dans les glaçures violettes, de chromite magnésienne dans les glaçures noires, tout comme celles de trévorite dans les glaçures bleues.

Ces deux productions de *Miletus Wares* se ressemblent en de nombreux aspects, aussi bien typologique, stylistique, et technique, que par leur pâte céramique présentant aussi certaines ressemblances chimiques. Une petite différence est à noter au niveau des engobes synthétiques. Elle concerne les reliquats de verre observés au MEB en imagerie BSE, qui présentent tous des fortes teneurs en plomb pour la production « *Miletus Ware* non localisée », alors que pour la production d'Iznik, certains reliquats n'ont pas de teneurs si élevées.

Echantillon/face		m	σ	min	max	Echantillon/face/couleur gl.		m	σ	min	max
Iznik											
BZN209 R	gl.	118	*22*	62	163	BZN209 V vert	gl.	30	*5*	21	42
BZN210 R	gl.	108	*16*	18	181	BZN210 V vert	gl.	27	*4*	18	32
BZN221 R	gl.	195	*9*	178	218	BZN221 V bleu	gl.	45	*17*	16	85
BZN229 R	gl.	204	*17*	127	248	BZN229 V gris clair	gl.	74	*13*	46	93
« *Miletus Ware* non localisée »											
BZN 45 R	gl.	114	*26*	33	171	BZN 45 V turquoise	gl.	21	*8*	6	45
BZN 46 R	gl.	145	*23*	75	200	BZN 46 V vert	gl.	61	*20*	20	123
BZN285 R	gl.	226	*26*	126	433	BZN285 V vert	gl.	44	*11*	25	69
BZN286 R	gl.	128	*14*	35	239	BZN286 V turquoise	gl.	35	*11*	9	52
BZN289 R	gl.	112	*18*	65	131	BZN289 V vert	gl.	40	*10*	18	61

Tableau 9.1 : Epaisseurs (en µm) des glaçures observées sur les rectos et versos d'échantillons de *Miletus Ware*. m : moyenne ; σ : écart-type (calculé sur 100 mesures) ; min : minimum ; max : maximum ; gl. : glaçure ; eng. : engobe.

Echantillon/face		m	σ	min	max	Echantillon/face/couleur gl.		m	σ	min	max
Iznik											
BZN209 R	eng.	139	*14*	98	162	BZN209 V vert	eng.	51	*8*	36	72
BZN210 R	eng.	186	*17*	94	378	BZN210 V vert	eng.	69	*11*	47	93
BZN221 R	eng.	224	*12*	190	247	BZN221 V bleu	eng.	65	*11*	37	87
BZN229 R	eng.	169	*17*	127	202	BZN229 V gris clair	eng.	96	*19*	57	135
« *Miletus Ware* non localisée »											
BZN 45 R	eng.	197	*18*	142	239	BZN 45 V turquoise	eng.	48	*10*	14	93
BZN 46 R	eng.	374	*21*	300	433	BZN 46 V vert	eng.	186	*25*	129	240
BZN285 R	eng.	196	*30*	44	285	BZN285 V vert	eng.	84	*16*	49	116
BZN286 R	eng.	162	*18*	105	199	BZN286 V turquoise	eng.	109	*15*	83	149
BZN289 R	eng.	182	*56*	51	245	BZN289 V vert	eng.	29	*14*	9	65

Tableau 9.2 : Epaisseurs (en µm) des engobes observés sur les rectos et versos d'échantillons de *Miletus Ware*. m : moyenne ; σ : écart-type (calculé sur 100 mesures) ; min : minimum ; max : maximum ; gl. : glaçure ; eng. : engobe.

9.3.3 La production de Pergame *Rote Halle*

9.3.3.1 Contextualisation

La troisième et dernière production de *Miletus Wares* que nous avons étudiée est celle issue de l'atelier de la *Rote Halle* à Pergame. Ce contexte de découverte n'a pas permis de fournir d'éléments permettant de dater avec précision les céramiques qui y ont été découvertes. Au contraire, c'est à partir des types céramiques mis au jour et de la stratigraphie relative du site, que la couche comportant les ratés de fabrication se vit attribuer un *terminus post quem* au milieu du XIV^{e} siècle (Mania 2006). Cette datation correspondrait, toujours selon U. Mania, au début de la production des *Miletus Wares* dans l'atelier de la *Rote Halle* (Mania 2006).

9.3.3.2 Caractéristiques techniques

Nous avons pu analyser deux glaçures pour cette production étant donné que l'échantillonnage avait pour premier objectif de prélever le maximum de déchets de fabrication de première cuisson afin d'avoir une bonne base sur laquelle définir la production de l'atelier par l'analyse des pâtes céramiques. Ces deux glaçures analysées furent appliquées sur un décor peint sur surface interne. Elles sont transparentes et alcalino-plombifères, présentant des teneurs en alcalins de 14-16 % Na_2O+K_2O et des teneurs en plomb supérieures à 20 % PbO. De ce fait, à teneurs similaires en alcalins par rapport aux glaçures des deux autres productions de *Miletus*

Wares, celles de la *Rote Halle* se différencient du fait d'être plus plombifères (**figure 9.3**). 32 des 41 glaçures analysées pour les deux principales productions de *Miletus Wares* présentent un rapport $PbO/(Na_2O+K_2O)$ inférieur à 1,2 %, tandis que pour les deux glaçures des échantillons de Pergame, ce rapport dépasse 1,3 %.

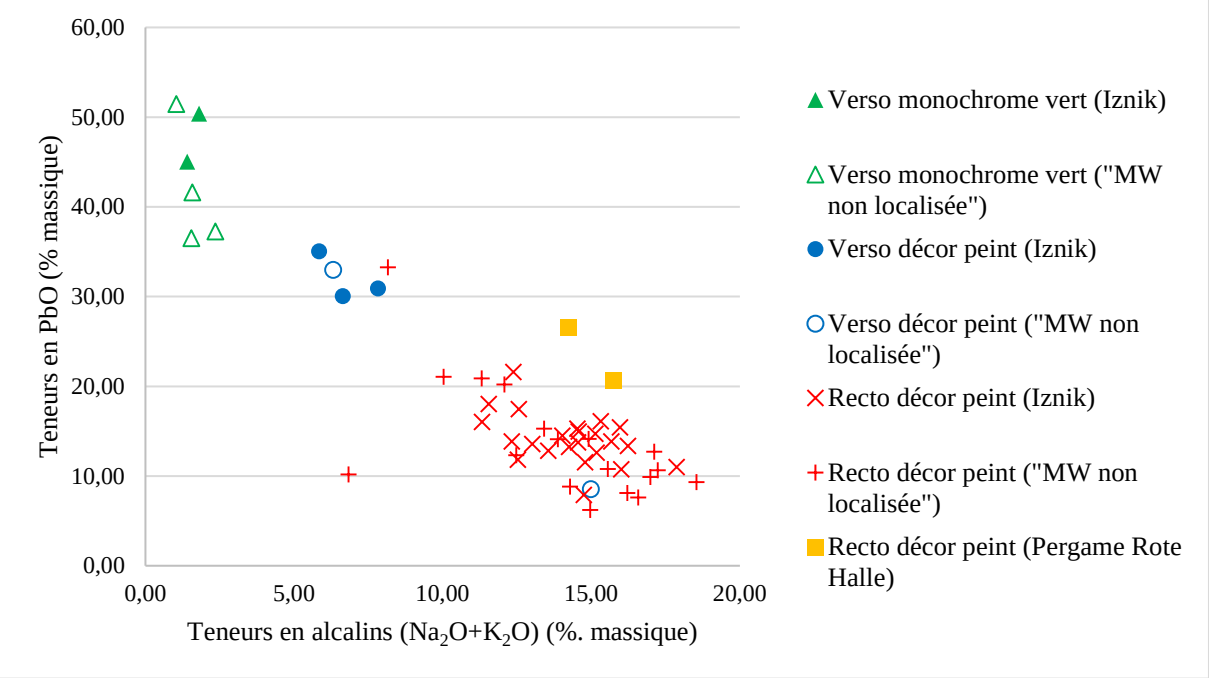


Figure 9.3 : Diagramme binaire comparant les teneurs en oxydes de plomb et celles en alcalins des glaçures des productions de *Miletus Ware* d'Iznik, de « *Miletus Ware* non localisée » et de Pergame *Rote Halle* (les teneurs affichées correspondent à des moyennes de cinq analyses).

Deux couleurs de glaçure ont pu être analysées avec le violet et le bleu. La couleur violette de la glaçure est due à la diffusion du manganèse dans la phase vitreuse, issu du pigment utilisé pour peindre le décor. A l'interface avec l'engobe, des inclusions de braunite ont aussi été observées. Quant à la glaçure bleue, elle est aussi due à la diffusion du cobalt issu du pigment peint sur l'engobe. Des inclusions riches en cobalt, fer et nickel de type trévorite ont été identifiées dans cette glaçure bleue.

Ce qui différencie clairement les *Miletus Wares* de la production de Pergame de celles des deux autres productions de l'étude est surtout la nature de l'engobe. Celui-ci n'est pas synthétique, mais argileux. Nous observons cela sur les deux produits finis ainsi que sur les trois biscuits issus de l'atelier. Nous avons classé ces engobes dans le groupe 2, similaire aux engobes de la production tardo-byzantine de Pergame. En effet, ils présentent des similitudes macroscopiques en présentant une couleur blanche translucide, et aussi microscopiques du fait

d'y observer des microstructures très similaires. Cependant, les engobes des échantillons de la production de la *Rote Halle* se distinguent d'après leurs compositions chimiques, et notamment celles de leur matrice argileuse qui présentent les plus fortes teneurs en aluminium de tous les engobes argileux du corpus.

Ainsi, d'un point de vue technique, la *Miletus Ware* issue de l'atelier de la *Rote Halle* se différencie des *Miletus Wares* des autres productions de l'étude du fait de présenter un engobe argileux sur les surfaces internes, et non un engobe synthétique. Concernant le choix de la glaçure et des pigments utilisés, nous sommes dans une même tendance, bien que les glaçures présentent un rapport plomb/alcalins globalement supérieur.

Sur la base de critères techniques, la définition en tant que *Miletus Ware* pourrait être remise en cause concernant cette production pergaménienne. En effet, selon les deux principales productions de notre corpus, nous définirions techniquement la *Miletus Ware* comme une céramique présentant un décor peint sur engobe synthétique recouvert d'une glaçure transparente alcalino-plombifère sur la surface interne ; la surface externe étant quant à elle recouverte d'un engobe argileux, lui-même recouvert soit d'une glaçure monochrome verte plombifère et transparente, soit d'un décor peint de motifs moins élaborés sous glaçure alcalino-plombifère transparente. De ce fait, la *Miletus Ware* de Pergame peut être considéré comme un une variante marginale à engobe argileux de la *Miletus Ware*.

9.3.4 Récapitulatif sur la *Miletus Ware*

9.3.4.1 *Production et diffusion de la* Miletus Ware

Les *Miletus Wares* de notre corpus proviennent de trois productions différentes de celles jusqu'alors étudiées pour les périodes tardo-byzantine et *beylik*. Deux de ces trois productions ont été largement distribuées durant une longue période (productions d'Iznik et « *Miletus Ware* non localisée »). Ces productions semblent toutes être ottomanes du fait que leur production et diffusion concordent avec les conquêtes ottomanes de l'Anatolie occidentale, de Constantinople (Hayes 1992), ou bien encore de la Crimée (Teslenko 2007).

Un centre important a été découvert à Iznik dont nous retrouvons des céramiques en Crimée dans des contextes datés jusqu'au troisième quart du XVI^{e} siècle. Un second centre important de production de *Miletus Ware* a coexisté avec celui d'Iznik, dont l'aire de diffusion, d'après notre corpus, porte davantage sur l'ouest anatolien. A Pergame, un atelier produisant de la

Miletus Ware a été découvert parmi les vestiges de la *Rote Halle*. Aujourd'hui, seuls des échantillons découverts à Pergame peuvent être rattachés à cette production. Un échantillonnage sur d'autres sites du nord-ouest de la Turquie serait ainsi nécessaire afin d'avoir une vue plus précise sur cette production.

9.3.4.2 La Miletus Ware *à l'origine des céramiques à pâte synthétique d'Iznik ?*

En termes techniques, les *Miletus Wares* des deux principales productions se définissent par l'utilisation d'un engobe argileux sur leurs surfaces externes et d'un engobe synthétique sur leurs surfaces internes ; ce dernier semblant être produit pour la première fois en Anatolie occidentale.

Nos résultats suggèrent que la production de *Miletus Wares* a davantage influencé celle des céramiques à pâte synthétique d'Iznik du XVI^{e} siècle que ce qui était jusqu'alors admis (Henderson & Raby 1989 ; Tite 1989). En effet, d'après ces études, d'une part, les pâtes synthétiques d'Iznik tirent leur singularité de l'usage combiné de fragments de verre plombifère et sodo-calcique ; d'autre part, les fragments de verre utilisés dans les engobes synthétiques de la *Miletus Ware* qu'ils avaient analysés ne contenaient pas de plomb, excluant cette céramique comme potentiel précurseur à la céramique à pâte synthétique d'Iznik.

Or, les observations et les analyses des engobes des *Miletus Wares* que nous avons étudiées ont permis d'attester la présence de zones angulaires de verre dont les compositions présentent des teneurs importantes en plomb ; ce qui suggère que ce dernier élément était aussi introduit dans les frittes utilisées pour la production de engobes synthétiques des *Miletus Wares*.

Le cas de la production de Pergame *Rote Halle* est un peu particulier puisque tous les engobes sont argileux, similaires à ceux du groupe 2, ce qui nous amène à la considérer comme une variante marginale de la *Miletus Ware*.

Deux types de décors sont observés pour les *Miletus Wares* avec la glaçure monochrome verte, et le décor peint plus élaboré sous glaçure transparente. Les glaçures monochromes vertes sont toutes transparentes et plombifères, et sont appliquées sur certaines surfaces externes. Les décors peints sur engobe sont tous recouverts d'une glaçure transparente alcalino-plombifère, et sont observés sur certaines surfaces externes ainsi que sur toutes les surfaces internes. Sur ces dernières, les motifs peints sont de meilleure facture.

Les pigments utilisés pour ces décors peints sont à base de cuivre (turquoise), de manganèse (violet), de cobalt (bleu), et de chrome (noir). Ces deux derniers pigments, constitués entre autres de minéraux de trévorite pour le bleu, et de chromite magnésienne concassée pour le noir, seraient utilisés pour la première fois dans les productions céramiques d'Anatolie occidentale avec ces productions de *Miletus Wares*.

Ces pigments bleus présentent des similitudes avec les céramiques à pâte synthétique d'Iznik. En effet, l'analyse de glaçures bleues appliquées sur les premières productions à pâte synthétique d'Iznik datées de la fin XVe – début XVIe siècle, avait révélé l'association des éléments Co, Ni, Fe et Cu (Henderson 1989), que nous observons aussi avec les glaçures bleues des *Miletus Wares*.

Nous observons donc des aspects techniques similaires entre les *Miletus Wares* des deux principales productions de notre étude et les céramiques à pâte synthétique d'Iznik du XVI^{e} siècle : l'utilisation de fragments de verres alcalino-plombifères dans les engobes ou pâtes synthétiques, et celle de pigments à base de Co, Ni et Fe pour les décors peints en bleu. Cependant, elles diffèrent par bien des aspects, puisque les pâtes des *Miletus Wares* sont argileuses, et que leurs glaçures ne sont pas opacifiées à l'étain.

D'un point de vue chronologique, les contextes de Crimée montrent que la *Miletus Ware* produite à Iznik était toujours en usage dans la deuxième moitié du XVI^{e} siècle, ce qui laisse supposer que les deux productions ont pu être en partie contemporaines. Les techniques de fabrication de la *Miletus Wares* auraient ainsi pu influencer celles des céramiques à pâte synthétique d'Iznik.

Quoi qu'il en soit, la *Miletus Ware* semble résulter du développement remarquable ou de l'émergence de nouveaux centres potiers en Anatolie occidentale au sein de territoires ottomans. Ces productions impliquèrent l'utilisation de nouvelles ressources pour produire par exemple les pigments à base de chromite magnésienne ou bien encore à base de trévorite. Cela suggère de nouvelles relations commerciales dans l'industrie potière d'Anatolie occidentale, sans doute favorisées par l'expansion de l'empire ottoman.

Conclusion

L'étude des contextes archéologiques, associée aux analyses en laboratoire, a permis de confirmer la production de nouveaux types céramiques en Anatolie occidentale, liée à l'arrivée des populations turques. Bien que de nouveaux centres potiers semblent apparaître avec ces productions, nous constatons que la plupart, déjà attestés à l'époque byzantine, continuèrent d'être en activité durant la période des beylicats, voire même à la période ottomane.

Bien que l'usage d'une pâte argileuse soit conservé, le répertoire proposé par ces premières productions turques reflète des influences du monde islamique et diffère ainsi de ce qui était communément produit à l'époque byzantine au niveau des décors, des couleurs, des formes et des techniques. Le motif de pétales incisés dans l'engobe, le décor moulé ou bien encore la glaçure turquoise sont autant d'éléments déjà répandus dans les productions islamiques orientales, du Moyen-Orient et de l'est anatolien, qui ne sont introduits dans les productions d'Anatolie occidentale qu'après la fondation des beylicats.

L'analyse de ces différents éléments de décor – engobes et glaçures – a permis de mieux définir leurs techniques de fabrication ; et ainsi d'observer des tendances propres à chaque période. Ces tendances sont bien visibles au niveau des glaçures comme cela est généralement attesté dans la littérature, mais nos résultats soulignent aussi l'intérêt de se pencher sur les engobes. Ces derniers peuvent témoigner d'une technique à part entière, et peuvent aussi être caractéristiques d'une production, pouvant ainsi apporter un complément d'informations lors d'études de provenance.

Etudier l'association pâte/engobe/glaçure d'un corpus de céramiques présente ainsi de multiples intérêts puisque cela permet de combiner des données de natures différentes afin de répondre à plusieurs problématiques liées à la provenance et à la distribution, aux techniques, voire à l'économie. Dans le cadre de notre étude, cela nous a notamment permis d'observer la transition technique qui s'est opérée entre productions byzantines et ottomanes.

L'une des principales questions que nous nous étions posée était en effet de savoir s'il était possible de définir une transition technique entre les productions tardo-byzantines et ottomanes en Anatolie occidentale. Grâce notamment à l'analyse des éléments de décor par microscopie électronique à balayage et par spectrométrie Raman, nous pouvons répondre par l'affirmative.

Les céramiques tardo-byzantines se définissent par l'usage d'une glaçure plombifère transparente reposant sur un engobe argileux, et colorée principalement en vert et en jaune par la diffusion respective du cuivre et du fer dans la phase vitreuse (**figures 10.1** et **10.2**). Nous observons cette technique avec les céramiques de notre étude, mais aussi avec les céramiques de table issues d'autres productions de l'Empire byzantin, étudiées ces dernières années.

Avec les productions *beyliks* d'Anatolie occidentale, qui correspondent à la première période turque, nous constatons que pour certains types céramiques, bien que d'inspiration islamique dans la technique du décor (décor moulé) ou bien encore dans le motif (feuilles de lotus), les glaçures et engobes utilisés sont similaires du point de vue technique. En effet, les sgraffito polychromes, tout comme les céramiques à décor moulé, restent recouverts d'un engobe argileux et d'une glaçure plombifère (**figure 10.2**).

Cela s'explique tout d'abord par le fait que cette association engobe argileux – glaçure alcalino-plombifère n'est pas propre à la tradition byzantine et est, par exemple, également répandue parmi les premières productions islamiques orientales. Les matériaux nécessaires à la production de tels engobes et glaçures sont très répandus et faciles d'approvisionnement ; et leur association rend la difficulté moindre à la réalisation ainsi qu'à la cuisson.

C'est l'introduction de la glaçure turquoise opaque dans le répertoire ouest anatolien qui entraine le premier changement dans la production de la glaçure. En effet, la production de ces glaçures turquoise a entrainé l'emploi d'une glaçure non plus plombifère, mais alcalino-plombifère colorée par l'adjonction d'un colorant à base de cuivre dans cette nouvelle glaçure plus riche en alcalins (**figure 10.1**). De plus, ces glaçures ne sont plus transparentes, mais opacifiées à l'étain. L'étain aurait été associé au plomb dans une calcine étain-plomb préalablement à la fabrication de la glaçure. L'utilisation du plomb en quantité encore relativement importante permettait par ailleurs de conserver un bon accord entre ces nouvelles glaçures et les engobes argileux utilisés pour ces productions

Enfin, parmi les premières productions ottomanes de la région figurent celles des *Miletus Wares* qui se distinguent nettement des productions précédentes par l'utilisation d'engobes synthétiques. Celles-ci sont utilisées uniquement sur les surfaces internes, présentant un décor peint sous glaçure alcalino-plombifère transparente (**figures 10.1** et **10.2**). Ces glaçures alcalino-plombifères ne sont pas opacifiées à l'étain, contrairement aux glaçures monochromes turquoise que nous avons étudiées, ainsi qu'aux glaçures des productions à pâte synthétique d'Iznik plus tardives.

Une autre innovation introduite avec les *Miletus Wares* concerne les pigments utilisés pour les décors peints. Ceux-ci se diversifient et dans notre cas, quatre couleurs ont été analysées avec le turquoise, le violet, le bleu et le noir. Les couleurs turquoise et violettes ont déjà été produites dans les productions *beyliks* à partir de pigments respectivement à base de cuivre et de manganèse, ce qui est aussi le cas avec la *Miletus Ware*. Quant aux pigments produisant les couleurs bleues et noires, respectivement à base de cobalt et de chrome, nous ne les observions pas jusqu'alors dans les céramiques produites dans la région (*fig.10.2*).

Les glaçures bleues ont particulièrement retenu notre attention car nous y avons observé des inclusions riches en cobalt que nous avons identifiées comme étant de la trévorite grâce aux analyses par spectrométrie Raman.

Une autre innovation que nous observons avec la *Miletus Ware* est l'utilisation d'engobes synthétiques (**figure 10.2**). Bien que nous ne puissions affirmer avec certitude que la production de tels engobes ait été précurseur de la production des céramiques à pâte synthétiques d'Iznik, nous avons pu tout de même montrer que les *Miletus Wares* et les productions postérieures d'Iznik présentent des similitudes, aussi bien dans les composantes de ces matériaux synthétiques, que dans les caractéristiques chimiques des pigments à base de cobalt.

Nous avons ainsi pu mieux cerner la transition technique qui s'opère en Anatolie occidentale dans la production de céramiques de table. De productions byzantines, toutes à glaçure plombifère sur engobe argileux, nous passons, avec les premières productions ottomanes, à des céramiques dont les décors sont bien plus variés en termes de couleurs, de techniques et de matériaux. Nous observons l'emploi de nouveaux engobes avec les engobes synthétiques, de nouvelles glaçures avec les glaçures alcalino-plombifères, et de nouveaux colorants avec le cobalt et le chrome. La contextualisation de cette transition technique, basée d'une part sur l'étude des contextes archéologiques, et d'autre part sur une étude de provenance préalable, est l'un des principaux apports de cette étude.

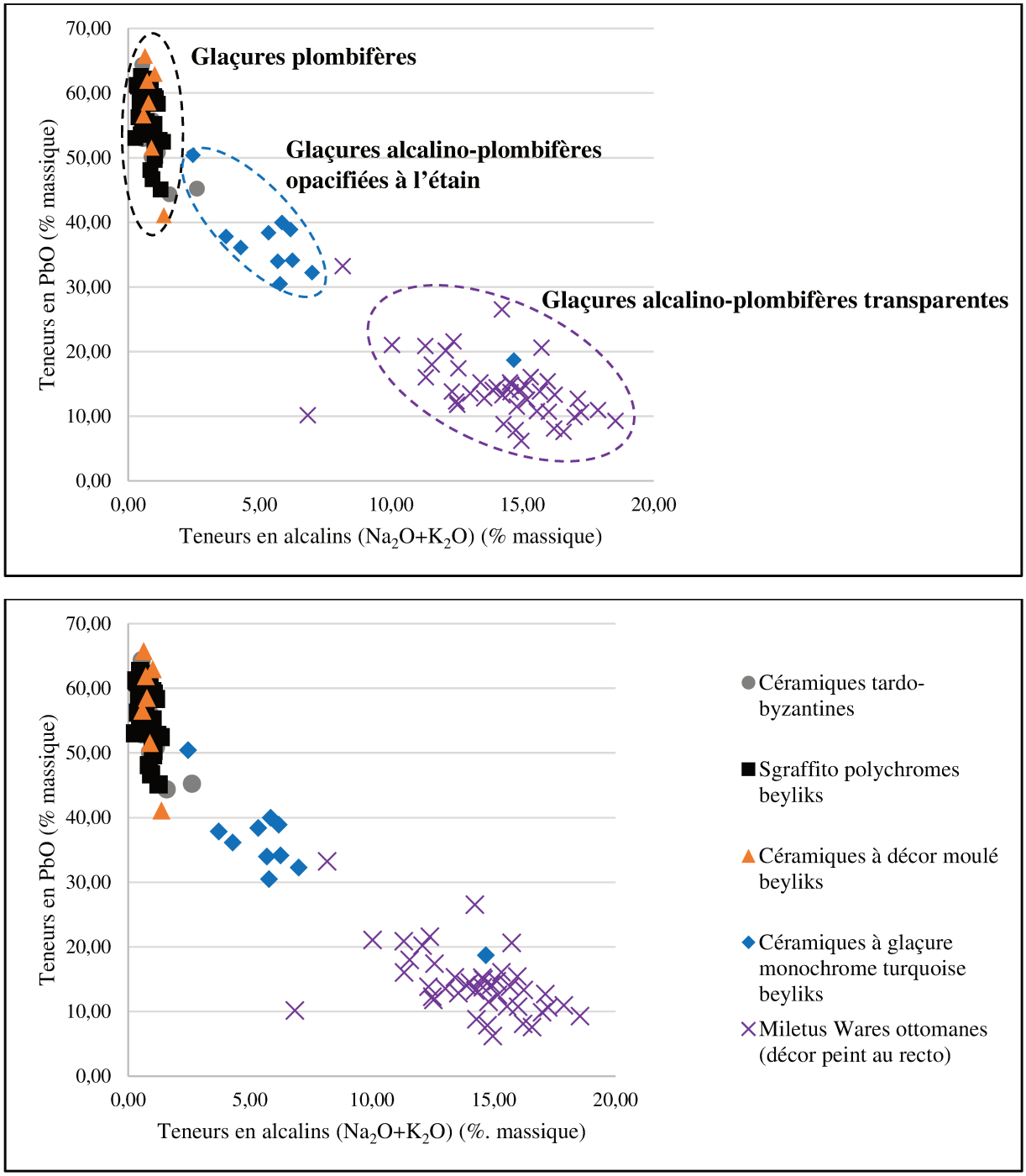


Figure 10.1 : Diagrammes binaires comparant les teneurs en oxydes de plomb et celles en alcalins des glaçures du corpus (classées par types céramiques dans le deuxième diagramme).

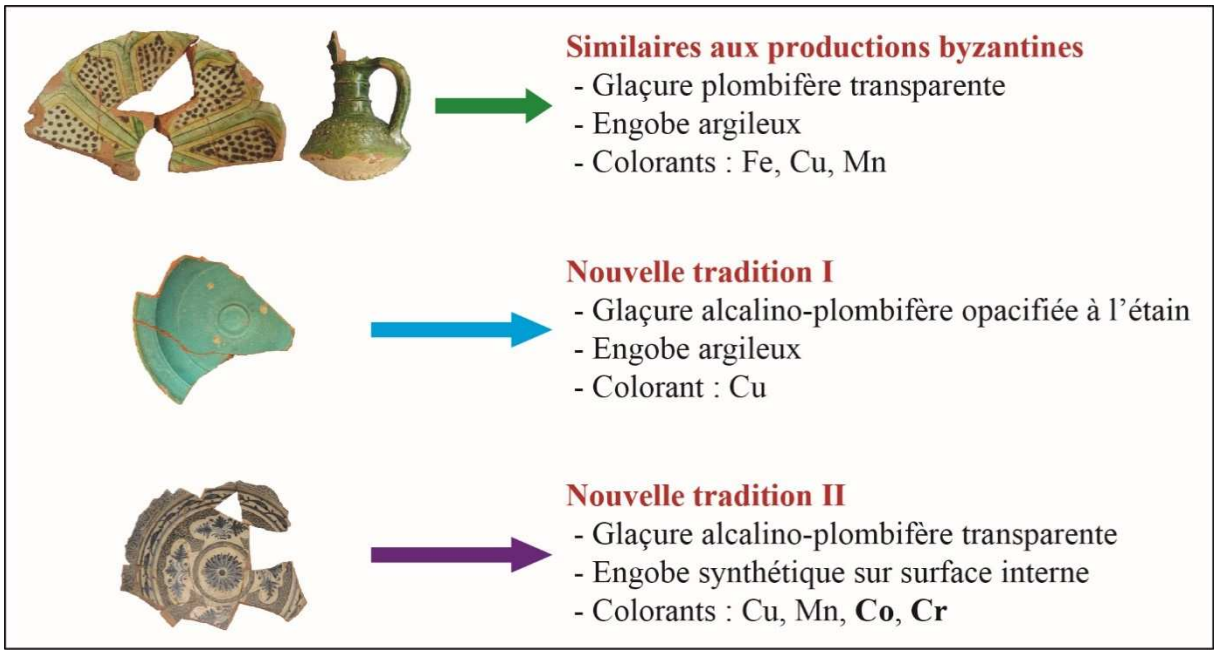


Figure 10.2 : Récapitulatif des techniques de production utilisées pour les décors des premières céramiques de table turques d'Anatolie occidentale (photos : S.Y Waksman, DAO : J. Burlot).

Les modifications des procédés de fabrication ou bien encore du choix des matériaux induisent ainsi des changements dans l'approvisionnement des centres potiers ouest anatoliens liés à la demande de certaines matières premières. L'arrivée des populations turques en Anatolie occidentale semble ainsi entrainer l'émergence de nouveaux échanges commerciaux liés à la production de ces nouvelles céramiques.

Jusqu'à l'arrivée des Turcs, les centres potiers byzantins utilisaient uniquement le plomb comme fondant, dont des mines sont attestées au nord-ouest de l'Anatolie. Les principaux colorants utilisés étaient à base de cuivre et de fer aussi très répandus dans cette région. Avec la production des glaçures turquoise, les centres de production durent se fournir en fondants alcalins mais aussi en étain, dont les régions d'extraction étaient alors différentes.

Cette demande en ressources nouvelles s'accroît avec les productions ottomanes de la *Miletus Ware*, que ce soit pour la fabrication des engobes synthétiques, des glaçures (fondants sodiques), ou bien encore celle des décors peints (chromite magnésienne, minerai à base de cobalt). Les résultats obtenus par analyses au MEB-EDS et au spectromètre Raman proposent des hypothèses sur leur origine, qui demanderaient à être explorées dans des recherches futures.

L'étude sur la provenance des matières premières utilisées pour la production des céramiques est un travail à part entière qui nécessiterait donc de nouvelles expertises et l'utilisation d'autres méthodes analytiques. Les analyses par LA-ICP-MS ont par exemple prouvé leur efficacité dans la discrimination de sources de minerais à base de cobalt ou bien encore dans la détection d'éléments caractéristiques d'évaporites issues des sources chaudes ouest anatoliennes. Il serait ainsi intéressant d'envisager de telles analyses sur les glaçures des *Miletus Wares* afin de pouvoir répondre à ces questions de provenance relatives aux fondants sodiques ainsi qu'aux minerais à base de cobalt.

Le cas de la chromite magnésienne utilisée dans les décors peints en noir est aussi intéressant. Des mines de chromites sont en effet attestées dans deux zones d'Anatolie occidentale, dans lesquelles un échantillonnage suivi d'analyses pourrait permettre de confirmer si l'une de ces sources était exploitée durant la période ottomane. Toujours concernant ces études de provenance relatives aux matières premières, nous pourrions aussi inclure le cas des minéraux riches en manganèse et baryum observés dans une glaçure violette, ou bien encore celui des argiles kaolinitiques utilisées pour la production des engobes, qui sont différentes de celles utilisées pour les pâtes céramiques.

Un autre point intéressant qui ressort de notre étude est la mise en évidence de la trévorite, un minéral que nous avons observé sous forme d'inclusions dans les glaçures bleu cobalt. Ce minéral mériterait une étude spécifique visant à déterminer sa nature exacte (minéral naturel ou néoformé), mais aussi la façon dont il a été introduit dans le mélange glaçurant. La question de savoir si la présence de trévorite dans les glaçures des *Miletus Wares* est propre à ces productions reste une question ouverte.

Ainsi, nous espérons que cette étude sur les premières productions de céramiques turques d'Anatolie occidentale aura permis d'apporter de nouvelles connaissances relatives à une période de transition importante encore peu étudiée dans cette région, celle des beylicats anatoliens. Elle aura caractérisé et contextualisé les évolutions techniques qui marquent la transition entre céramiques byzantines et ottomanes en Anatolie occidentale, et qui accompagnent la mutation de l'Anatolie avec l'arrivée des populations turques. Par l'observation et l'analyse des céramiques nouvellement produites à cette époque, il a été possible d'attester de changements d'ordres technologiques, mais aussi culturels et économiques qui restent encore à explorer, et de proposer de nombreuses pistes et perspectives de recherches futures.

Bibliographie

A

Abe *et al.* 2012 : ABE Y., HARIMOTO R., KIKUGAWA T., YAZAWA K., NISHISAKA A., KAWAI N., YOSHIMURA S., NAKAI I., 2012. « Transition in the use of cobalt-blue colorant in the New Kingdom of Egypt ». *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 1793-1808.

Allan 1973 : ALLAN J.W., 1973. « Abu'l-Qasim's treatise on ceramics ». *Iran*, 11, p. 111-120.

Allan *et al.* 1973 : ALLAN J.W., LLEWELLYN L.R., SCHWEIZER F., 1973. « The History of So-Called Egyptian Faience in Islamic Persia: Investigations into Abû'l-Qâsim's Treatise ». *Archaeometry*, 15(2), p. 165-173.

Allan 1991 : ALLAN J.W., 1991. *Islamic ceramics*. Ashmolean Museum, Oxford.

Altun 2007 : ALTUN A., 2007. « Iznik Kazıları Işığında Osmanlı Çini ve Seramileri ». *In* G. Öney, Z. Çobanlı (eds.). *Anadolu'da Türk Devri Çini ve Seramik Sanatı*. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ankara, p. 308-325.

Alyadinova & Teslenko 2015 : ALYADINOVA D., TESLENKO I. 2015. « Nekotorye drevnosti osmanskogo perioda iz selenija Alušta ». *In* V.G. Rudnickaja, I. Teslenko (eds.). *Terra Alustiana MMXI, Alušta, 7–9 oktjabrja 2011*. Antikv, Simferopol, p. 157-199.

Angold 2008 : Angold M., 2008. « After the Fourth Crusade: The Greek rump states and the recovery of Byzantium ». *In* J. Shepard (ed.). *The Cambridge History of the Byzantine Empire c.500-1492*. Cambridge Universtity Press, Cambridge, p. 731-758.

Armstrong *et al.* 1997 : ARMSTRONG P., HATCHER H., TITE M.S., 1997. « Changes in Byzantine glazing technology from ninth to thirteenth centuries ». *In* D. d'Archimbaud (ed.). *Acte du VI^e^ Congrès International sur la Céramique Médiévale en Méditerranée, Aix-en-Provence, 13-18 novembre 1995*. Narrations, Aix-en-Provence, p. 225-229.

Aslanapa 1965 : ASLANAPA O., 1965. *Türkische Fliesen und Keramik in Anatolien*. Baha Matbaasi, Istanbul.

Aslanapa 1969 : ASLANAPA O., 1969. « Pottery and Kilns from the Iznik Excavations ». *In* O. Aslanapa, R. Naumann (eds.). *Forschungen zur Kunst Asiens: in Memoriam Kurt Erdmann*. Baha Matbaasi, Istanbul, p. 140-146.

Aslanapa 1971 : ASLANAPA O., 1971. « Turkish Ceramic Art ». *Archaeology*, 24, p. 209-219.

Aslanapa *et al.* 1989 : ASLANAPA O., YETKIN Ş., ALTUN A., 1989. *The Iznik Tile Kiln Excavations (the Second Round: 1981-1988)*. The Historical Research Foundation, Istanbul.

Atasoy & Raby 1989 : ATASOY N., RABY J., 1989. *Iznik, the Pottery of Ottoman Turkey*. Alexandria Press, London.

Atasoy & Raby 1990 : ATASOY N., RABY J., 1990. *Iznik : la poterie en Turquie ottomane*. Chêne, Paris.

B

Bajnóczi *et al.* 2014 : BAJNOCZI B., NAGY G., TOTH M., RINGER I., RIDOVICS A., 2014. « Archaeometric characterization of 17th-century tin-glazed Anabaptist (Hutterite) faience artefacts from North-East-Hungary ». *Journal of Archaeological Science*, 45, p. 1-14.

Bakirer 1974 : BAKIRER Ö., 1974. « The Excavations at Korucutepe, Turkey, 1968-1970: Preliminary Report. Part VII: The Medieval Glazed Pottery ». *Journal of Near Eastern Studies*, 33(1), p. 96-108.

Balard 2008 : BALARD M., 2008. « Latins in the Aegean and the Balkans (1300-1400) ». *In* J. Shepard (ed.). *The Cambridge History of the Byzantine Empire c.500-1492*. Cambridge Universtity Press, Cambridge, p. 834-851.

Barilaro *et al.* 2005 : BARILARO D., BARONE G., CRUPI V., DONATO M.G., MAJOLINO D., MESSINA G., PONTERIO R., 2005. « Spectroscopi c techniques applied to the characterization of decorated potteries from Caltagirone (Sicily, Italy) ». *Journal of Molecular Structure*, 744–747, p. 827–831.

Beldiceanu-Steinherr 1989 : BELDICEANU-STEINHERR I., 1989. « Les débuts : Osmân et Orkhân ». *In* R. Mantran (ed.). *Histoire de l'Empire ottoman*. Fayard, Paris, p. 15-35.

Beldiceanu-Steinherr 2000 : BELDICEANU-STEINHERR I., 2000. « La conquête de la Bithynie maritime, étape décisive dans la fondation de l'état ottoman ». *In* B. von Klaus, F. Hild, J. Koder, P. Soustal (eds.). *Byzanz als Raum. Zu Methoden und Inhalten der historischen Geographie des östlichen Mittelmeerraumes*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-historische Klasse , 283, Wien, p. 21-35.

Beldiceanu-Steinherr 2003 : BELDICEANU-STEINHERR I., 2003. « L'Installation des Ottomans ». *In* B. Geyer, J. Lefort (eds.). *La Bithynie au Moyen-Âge*. P. Lethielleux, Réalités byzantines, 9, Paris, p. 351-374.

Ben Amara 2005 : BEN AMARA A. SCHVOERER M., THIERRIN-MICHAEL G., RAMMAH M., 2005. « Distinction des céramiques glaçurées aghlabides ou fatimides (IXe – XIe siècles, Ifriqiya) par la mise en évidence de différences de texture au niveau de l'interface glaçure – terre cuite ». *Archéosciences*, 29, p. 35-42.

Bersani *et al.* 1999 : BERSANI D., LOTTICI P.P., MONTENERO A., 1999. « Micro-Raman Investigation of Iron Oxide Films and Powders Produced by Sol–Gel Syntheses ». *Journal of Raman Spectroscopy*, 30, p. 355-360.

Blackman & Redford 2005 : BLACKMAN M.J., REDFORD S., 2005. « Neutron Activation Analysis of Medieval Ceramics from Kinet, Turkey, especially Port Symeon Ware ». *Ancient Near Eastern Studies*, 42, p. 83-186.

Blondel 2001 : Blondel N., 2001. *Céramique – vocabulaire technique*. Editions du Patrimoine Paris.

Boas 1994 : BOAS A.J., 1994. « The import of Western Ceramics to the Latin Kingdom of Jerusalem ». *Israel Exploration Journal*, 44, p. 102-122.

Böhlendorf-Arslan 1998 : BÖHLENDORF-ARSLAN B., 1998. « Glazed Pottery from Trench TT ». *In* C.S. Lightfoot (ed.). « The Amorium Project: The 1996 Season ». *Dumbarton Oaks Papers*, 52, p. 332-335.

Böhlendorf-Arslan 2002 : BÖHLENDORF-ARSLAN B., 2002. « Die Beziehungen zwischen byzantinischer und emiratszeitlicher Keramik ». *In* N.Ş. Doğan (ed.). *Ortaçağ'da Anadolu*. Hacettepe Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Sanat Tarihi Bölümü, Ankara, p. 135-156.

Böhlendorf-Arslan 2004 : BÖHLENDORF-ARSLAN B., 2004. *Glasierte byzantinische Keramik aus der Türkei*. Ege Yayinlari, Istanbul.

Böhlendorf-Arslan 2008 : BÖHLENDORF-ARSLAN B., 2008. « Keramikproduktion im byzantinischen und türkischen Milet ». *Istanbuler Mitteilungen*, 58, p. 71-407.

Bouquillon *et al.* 2007 : BOUQUILLON A., TURRELL S., ROBINET L., CHARBONNEAU C., 2007. « Des glaçures Renaissance au cristal moderne : Comportement du plomb dans les verres altérés ». *L'Actualité Chimique*, 312-313, p. 40-46.

Bouquillon *et al.* 2017 : BOUQUILLON A., CASTAING J., BARBE F., PAINE S.R., CHRISTMAN B., CREPIN-LEBLOND T., HEUER A.H., 2017. « Lead-glazed *Rustiques Figulines* (rustic ceramics) of Bernard Palissy (1510-90) and his followers ». *Archaeometry*, 59(1), p. 69-83.

Budak-Ünaler 2013 : BUDAK-ÜNALER M., 2013. « Fine-Sgraffito Ware », « Aegean Ware » from Anaia: An Analytical Approach. PhD Thesis, İzmir Institute of Technology.

Budak-Ünaler *et al.* 2012 : BUDAK-ÜNALER M., AKKURT S, DOGER L., MERCANGÖZ Z., 2012. « Kuşadası-Kadıkalesi/Anaıa Kazısından ele geçen orta Bizans dönemi seramiklerinin karakterizasyonu ». *In* M. Şener, M. Açiftlikli (eds.). *15. Ulusal Kil Sempozyumu, 19-22 Eylül 2012, Niğde*. Niğde Üniversitesi, p. 305-322.

Budak-Ünaler *et al.* 2013 : BUDAK-ÜNALER M., AKKURT S., DOGER L., KOZEKOVA R., 2013. « Comparison of Byzantine Fine Sgraffito and Incised-Sgraffito (coarse Sgraffito) Ware from Kuşadası, Kadıkalesi/Anaia Excavation ». *In* Z. Mercangöz (ed.). *Byzantins craftsmen – Latin patrons. Reflections from the Anaian commercial production in the light of the excavations at Kadikalesi nearby Kuşadasi*. Ege Yayinlari, Istanbul, p. 91-100.

Bugoi *et al.* 2015 : BUGOI R., TALMATCHI C., HAITA C., CECCATO D., 2015. « Archaeometric studies of Byzantine pottery from Hârşova-Sarsium, Romania ». *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 348, p. 296-301.

Burlot *et al.* à paraître a : BURLOT J., WAKSMAN S.Y., BÖHLENDORF-ARSLAN B., VROOM J., JAPP S., TESLENKO I., à paraître. « The early Turkish pottery productions in western Anatolia: Provenances, contextualization and techniques ». *In Proceedings of the 11th International Congress AIECM3 on Medieval and Modern Period Mediterranean Ceramics, Antalya, 19-24October 2015.*

Burlot *et al.* à paraître b : BURLOT J., WAKSMAN S.Y., BÖHLENDORF-ARSLAN B., VROOM J., à paraître. « Changing People, Dining Habits and Pottery Technologies: Tablewares Productions in the Eve of the Ottoman Empire in Western Anatolia ». *In* S.Y. Waksman (ed.). *Multidisciplinary Approaches to Food and Foodways in the Medieval Eastern Mediterranean*. Travaux de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée, Lyon.

Bursalı 2007 : BURSALI M., 2007. *Eskişehir Karacahisar Kalesi Sgrafitto dekorlu Ortaçağ Seramikleri*. Mémoire de Master, Université Anadolu d'Eskişehir, Turquie.

Buttrey *et al.* 1981 : BUTTREY T.V., JOHNSTON A., MACKENZIE K.M., BATES M.L., 1981. *Greek, Roman and Islamic Coins from Sardis*. Harvard University Press, Archaeological Exploration of Sardis, Monograph 7, Cambridge.

C

Cahen 1988 : CAHEN C., 1988. *La Turquie Pré-Ottomane*. Institut Français d'Etudes Anatoliennes d'Istanbul, Varia Turcica VII, Istanbul-Paris.

Calogero & Lazzarini 1983 : CALOGERO S., LAZZARINI L., 1989. « Caratterizzazione chimico-fisica di ceramiche graffite bizantine e veneziane arcaiche trovate nella laguna veneta », *Faenza, Bollettino des Museo Internazionale delle Ceramiche di Faenza*, 69, p. 60-70.

Capelli & Cabella 2007 : CAPELLI C., CABELLA R., 2007. « The archaeometric study of white slips: a contribution to the characterization of the Medieval Mediterranean productions ». *In* S.Y. Waksman (ed.). *Archaeometric and Archaeological Approaches to Ceramics: Papers presented at EMAC '05, 8th European Meeting on Ancient Ceramics, Lyon, 2005*. British Archaeological Reports S1691, London, p. 155-159.

Capelli & Cabella 2010 : CAPELLI C, CABELLA R., 2010. « Archaeometric analyses of Mediterranean glazed cooking wares ». *Archéosciences*, 34, p. 45-57.

Caroscio 2012 : CAROSCIO M., 2012. « *Si Cava in Inghilterra, et Anche in Certi Luochi de la Fiandra*: tin trade and technical changes in pottery making ». *In* S. Gelichi (ed.). *Atti del IX Congresso Internazionale sulla Ceramica Medievale nel Mediterraneo, Venezia, 23-27 novembre 2009*. All'Insegna del Giglio, Firenze, p. 64-67.

Çeken 2008 : ÇEKEN M., 2008. « Materials, techniques and kilns used in the production of Seljuk and Beylik period glazed tiles ». *In* R. Arik, O. Arik (eds.). *Tiles: treasures of Anatolian soil. Tiles of the Seljuk and Beylik periods*. Kale Group Cultural Publications, Istanbul, p. 13-23.

Centlivres-Demont 1971 : CENTLIVRES-DEMONT M., 1971. *Une communauté de potier en Iran. Le centre de Leybod (Yazd)*. Thèse de doctorat, Université de Neuchâtel, Suisse.

Cheynet 2006 : CHEYNET J.-C., 2006. « Byzance entre les Turcs et les croisés (1057-1204) ». *In* J.-C. Cheynet (ed.). *Le monde byzantin II*. Presses Universitaires de France « Nouvelle Clio », Paris, p. 43-65.

Chrysostomides 2009 : CHRYSOSTOMIDES J., 2009. « The Byzantine Empire from the eleventh to the fifteenth century ». *In* K. Fleet (ed.). *The Cambridge History of Turkey. Volume 1: Byzantium to Turkey 1071-1453*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 6-50.

Coentro *et al.* 2012 : COENTRO S., MIMOSOD J.M., LIMAA A.M., SILVA A.S., PAIS A.N., MURALHA V.S.F., 2012. « Multi-analytical identification of pigments and pigment mixtures used in 17th century Portuguese azulejos ». *Journal of the European Ceramic Society*, 32, p. 37-48.

Coentro *et al.* 2014 : COENTRO S., TRINDADE R.A.A., MIRÃO J., CANDEIAS A., ALVES L.C., SILVA R.M.C., MURALHA V.S.F., 2013. « Hispano-Moresque ceramic tiles from the Monastery of Santa Clara-a-Velha (Coimbra, Portugal) ». *Journal of Archaeological Science*, 41, p. 21-28.

Coentro *et al.* 2017 : COENTRO S., ALVES L.C., RELVAS C., FERREIRA T., MIRÃO J., MOLERA J., PRADELL T., TRINDADE R.A.A., DA SILVA R.C., MURALHA V.S.F., 2017. « The glaze technology of Hispano-Moresque ceramic tiles: a comparison between Portuguese and Spanish collections ». *Archaeometry*. DOI: 10.1111/arcm.12280

Çolak *et al.* 2005 : ÇOLAK M., THIRION-MERLE V., BLONDE F., PICON M., 2005. « Les régions productrices d'alun en Turquie aux époques antique, médiévale et moderne : gisements, produits et transports ». *In* P. Borgard, J.-P. Brun, M. Picon (ed.). *L'alun de Méditerranée. Colloque international, Naples, Lipari, 4-8 juin 2003*. Centre Jean Bérard, Naples, 23, p. 59-68.

Colomban 2005 : COLOMBAN P., 2005. « Case Study: Glasses, Glazes and Ceramics – Recognition of Ancient Technology from the Raman Spectra ». *In* H. Edwards, J.M. Chalmers (eds.). *Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History*. Royal Society of Chemistry, RSC Analytical Spectroscopy Series, Cambridge, p. 192-206.

Colomban 2013 : COLOMBAN P., 2013. « Non-Destructive Raman Analysis of Ancient Glasses and Glazes ». *In* K.H.A. Janssens (ed.). *Modern Methods for Analysing Archaeological and Historical Glass, Volume I*. Wiley, Chichester, p. 275-300.

Colomban *et al.* 2004 : COLOMBAN P., MILANDE V., LE BIHAN L., 2004. « On Site Raman Analysis of Iznik Pottery Glazes and Pigments ». *Journal of Raman Spectroscopy*, 35, p. 527-535.

Crane 1977 : CRANE H.G., 1977. « Preliminary observations on the glazed pottery of the Turkish period from Sardis ». *In* C.H. Greenewalt Jr. (dir.). « Eighteenth campaign at Sardis ». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 228, p. 51-53.

Crane 1987 : CRANE H.G., 1987. « Some Archaeological notes on Turkish Sardis ». *Muqarnas*, 4, p. 43-58.

Crawford 1977 : CRAWFORD H.G. JR., 1977. « The Eighteenth Campaign at Sardis (1975) ». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 228, p. 47-59.

D

Dalanay 2015 : DALANAY Y., 2015. « Ephesos during the Beylik and Ottoman Periods (14th-16th Century) ». *In* S. Ladstäter (ed.). *Die Türbe im Artemision: Ein frühosmanischer Grabbau in Ayasoluk/Selçuk und sein kulturhistorisches Umfeld*. Sonderschriften, Band 53, Wien, p. 9-16.

Damjanović *et al.* 2011 : DAMJANOVIC L., HOLCLAJTNER-ANTUNOVIC I., MIOC U.B., BIKIC V., MILOVANOVIC D., RADOSAVLJEVIC EVANS I., 2011. « Archaeometric study of medieval pottery excavated at Stari (Old) Ras, Serbia ». *Journal of Archaeological Science*, 38, p. 818-828.

Damjanović *et al.* 2014 : DAMJANOVIC L., BIKIC V., SARIC K., ERIC S., 2014. « Characterization of the early Byzantine pottery from Caričcin Grad (South Serbia) in terms of composition and firing temperature ». *Journal of Archaeological Science*, 46, p. 156-172.

Damjanović *et al.* 2016 : DAMJANOVIC L., MIOC U.B., DAJUK-BOGDANOVIC D., CEROVIC N., MARIC-STOJANOVIC M., ANDRIC V., HOLCLAJTNER-ANTUNOVIC I., 2016.

« Archaeometric Investigation of Medieval Pottery from Excavations at Novo Brdo, Serbia ». *Archaeometry*, 58(3), p. 380-400.

De Benedetto *et al.* 2004 : DE BENEDETTO G.E., ACQUAFREDDA P., MASIERI M., QUARTA G., SABBATINI L., ZAMBONIN P.G., TITE M.S., WALTON M., 2004. « Investigation of Roman lead glaze from Canosa: results of chemical analyses ». *Archaeometry*, 46(4), p. 615-624.

Degli Agosti & Schweizer 2001 : DEGLI AGOSTI M., SCHWEIZER F., 2001. « Bleu et Blanc persans du XVII[e] siècle : une approche technologique ». *Genava : bulletin du Musée d'art et d'histoire*, 171, p. 171-194.

Delile *et al.* 2015 : DELILE H., BLICHERT-TOFT J., GOIRAN J.-P., STOCK F., ARNAUD-GODET F., BRAVARD J.-P., BRÜCKNER H., ALBAREDE F., 2015. « Demise of a harbour: a geochemical chronicle from Ephesus ». *Journal of Archaeological Science*, 53, p. 202-213.

Demirci *et al.* 1996 : DEMIRCI Ş., CANER-SALTIK E.N., BÖKE H., BAKIRER Ö., TÜRKMENGLU A.G., PARMAN E., 1996. « Characteristics of some Medieval glazed ceramics in Anatolia ». *In* Ş. Demirci, A.M. Özer, G.D. Summers (eds.). *Archaeometry 94, Proceedings of the 29th International Symposium on Archaeometry, Ankara, 9-14 May 1994*. Ankara, p. 609-615.

Demirci *et al.* 2002 : DEMIRCI Ş., CANER-SALTIK E.N., TÜRKMENOGLU A.G., BÖKE H. 2002. « Technological properties of some Medieval glazed pottery in Anatolia ». *In* E. Jerem, K.T. Biro (eds.). *Archaeometry 98 Proceedings of the 31st symposium, Budapest, April 26 – May 3 1998*. British Archaeological Reports International Series 1043 (2), Oxford, p. 513-518.

Dikkaya 2015 : DIKKAYA F., 2015. *The historical archaeology of the Early Ottomans: New perspective on arguments about the foundation of the Ottoman Empire*. Thèse de Doctorat, Université Bilkent, Ankara, Turquie.

Dillmann & Bellot-Gurlet 2014 : DILLMANN P., BELLOT-GURLET L., 2014. *Circulation et provenance des matériaux dans les sociétés anciennes*. Editions des archives contemporaines, Paris.

Doğer 2008 : DOGER L., 2008. « Kuşadası Kadıkalesi/Anaıa Kazısı 2001-2007 Yılı. Bizans ve Çağdaşı diğer seramik buluntular üzerine bazı gözlemler ». *In* A.G. Şerifoğlu (eds.). *Sempozyum « Geçmişten geleceğe Kuşadası » II, Kuşadası, 4-9 Kasım 2008*. Belediyesi Yayınları, Kuşadası, p. 49-63.

Durukan 1982 : DURUKAN A., 1982. « Turkish Islamic ceramics finds ». *Istanbuler Mitteilungen*, 32, p. 26-29.

E

Erdmann 1963 : ERDMANN K., 1963. « Neu Arbeiten zur Türkischen Keramik ». *Art Orientalis*, 5, p. 191-219.

F

Fehérvári 2000 : FEHERVARI G., 2000. *Ceramics of the Islamic World in the Tareq Rajab Museum*. I.B. Tauris, London.

Fındık 2015 : FINDIK E., 2015. « Ceramics ». *In* P. Niewöhner (dir.). « Der Bischofspalast von Milet; Spätrömisches Peristylhaus und frühbyzantinische Residenz ». *Archäologischer Anzeiger*, 2015(2), p. 248-262.

Fleet 2009 : FLEET K., 2009. *The Cambridge History of Turkey. Volume 1: Byzantium to Turkey 1071-1453*. Cambridge University Press, Cambridge.

Fleet 2011 : FLEET K., 2011. « The rise of the Ottomans ». *In* M. Fierro (ed.). *The new Cambridge history of Islam.* Volume *2, the western Islamic world eleventh to eighteenth centuries*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 313-331.

Foss 1976 : FOSS C., 1976. *Byzantine and Turkish Sardis*. Harvard University Press, Archaeological Exploration of Sardis, Monograph 4, Cambridge.

Foss 1979 : FOSS C., 1979. *Ephesus after Antiquity: A Late Antique, Byzantine and Turkish City*. Cambridge University Press, Cambridge.

Frahm 2014 : FRAHM E., 2014. « Scanning Electron Microscopy (SEM): Applications in Archaeology ». *In* C. Smith (ed.). *Encyclopedia of Global Archaeology*. Springer, New-York, p. 6487-6495.

François 1996 : FRANÇOIS V., 1996. « Céramiques ottomanes de tradition byzantine d'Iznik ». *Anatolia Antiqua*, 4, p. 231-245.

François 1997 : FRANÇOIS V., 1997. « Les ateliers de céramique byzantine de Nicée/Iznik et leur production, X^{ème} – début XIV^{ème} siècle ». *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 121(1), p. 423-458.

François 2001: FRANÇOIS V., 2001. « Eléments pour l'histoire ottomane d'Aphrodisias : la vaisselle de terre ». *Anatolia Antiqua*, 9, p. 147-190.

François 2003 : FRANÇOIS V., 2003. « Céramique fine de l'Anatolie seldjoukide : une production de tradition irano-caucasienne ». *In* C. Bakirtzis (ed.). *Actes du VII^{e} Congrès international sur la céramique médiévale en Méditerranée, Thessaloniki, 11-16 octobre 1999*. Caisse des Recettes Archéologiques, Athènes, p. 313-324.

Freestone 2001 : FREESTONE I.C., 2001. « Post-depositional Changes in Archaeological Ceramics and Glasses ». *In* D.R. Brothwell, A.M. Pollard (eds.). *Handbook of Archaeological Sciences*. Wiley, New-York, p. 615-625.

Freestone *et al.* 1985 : FREESTONE I.C., MEEKS N.D., MIDDLETON A.P., 1985. « Retention of phosphate in buried ceramics: an electron microbeam approach ». *Archaeometry*, 27(2), p. 161-177.

Freestone *et al.* 2009 : FREESTONE I.C., YEGINGIL Z., ARIK R., 2009. « Scientific Analysis of Glazed Tile from the Seljuq Palace of Kubad-Âbâd, Lake Beyşehir, Turkey ». *In*. B. McCarthy, E. Salzman Chase, L.A. Cort, J.G. Douglas, P. Jett (eds.). *Scientific Research on Historic Asian Ceramics: Proceedings of the Fourth Forbes Symposium at the Freer Gallery of Art*. Archetype Publications, Washington, p. 3-8.

G

Gayraud 2003 : GAYRAUD R.-P., 2003. « La tradition orientale du Sgraffito : entre Byzance et le monde islamique, le cas de l'Egypte (X^e^-XV^e^ siècles) ». *In* C. Bakirtzis (ed.). *Actes du VII^e^ Congrès international sur la céramique médiévale en Méditerranée, Thessaloniki, 11-16 octobre 1999*. Caisse des Recettes Archéologiques, Athènes, p. 597-324.

Gentaz 2011 : GENTAZ L., 2011. *Simulation et Modélisation de l'Altération des Verres de Composition Médiévale dans l'Atmosphère Urbain*e. Thèse de doctorat, Université Paris VII.

Ginkut 2012 : GINKUT N., 2012. « Glazed ware manufacture in the Genoese fortress of Cembalo (Crimean peninsula) ». *In* S. Gelichi (ed.). *Atti del IX Congresso Internazionale sulla Ceramica Medievale nel Mediterraneo, Venezia, 23-27 novembre 2009*. All'Insegna del Giglio, Firenze, p. 69-70.

Goffer 2007 : GOFFER Z., 2007. *Archaeological Chemistry*. Wiley, 2nd edition, Hoboken.

Gök Gürhan 2007a : GÖK-GÜRHAN S., 2007. « A study of Byzantine and Ottoman ceramic fragments found by surface survey north and west of Yeldeğirmeni mound, 1997 ». *In* K. Lambrianides, N. Spencer (eds.). *The Madra River Delta: Regional Studies on the Aegean Coast of Turkey. 1: Environment, Society and Community Life from Prehistory to the Present*. The British Institute at Ankara, 35, Ankara, p. 109-122.

Gök Gürhan 2007b : GÖK GÜRHAN S., 2007. « Akşehir Kurtarma Kazısı Seramikleri ». *In* G. Öney, Z. Çobanlı (eds.). *Anadolu'da Türk Devri Çini ve Seramik Sanatı*. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ankara, p. 155-169.

Gök Gürhan 2008 : GÖK GÜRHAN S., 2008. « Beylikler Dönemi'ne ait sgraffito teknikli ve Tek Renk Sırlı Kaplar ». *Sanat Tarihi Dergisi*, 17, p. 59-83.

Gök Gürhan 2009a : GÖK GÜRHAN S., 2009. « 1995-2009 Yılları arasında Beçin Kazısı'nda Ortaya Çıkarılan Seramiklerin Değerlendirilmesi ». *Sanat Tarihi Dergisi*, 18, p. 45-70.

Gök Gürhan 2009b : GÖK GÜRHAN S., 2009. « Evaluation of Ceramic Production in Akşehir in the Framework of Ceramics and Kiln Materials unearthed during Rescue Excavations at Akşehir's Anıt Meydan (« Monument Square ») ». *In* G. Dávid, I. Gerelyes (eds.). *Thirteenth Internationl Congress of Turkish Art*. Hugarian National Museum, Budapest, p. 283-294.

Gök Gürhan 2010a : GÖK GÜRHAN S., 2010. « Balat İlyas Bey Külliyesi Kazısında Ortaya Çıkarılan Seramiklerin Değerlendirilmesi (2007-2008) ». *In* K. Pektaş, S. Cirtil, S. Özgün Cirtil, G. Kurtuluş Öztaşkin, H. Özdemir, E. Aktu, R. Uykur (eds). *XIII. Ortaçağ ve Türk Dönemi Kazıları ve Sanat Tarihi Araştırmaları Sempozyumu Bildirileri, 14-16 Ekim 2009*. Pamukkale Üniversitesi, Sanat Tarihi Bölümü, Pamukkale, p. 291-305.

Gök Gürhan 2010b : GÖK GÜRHAN S., 2010. « Manisa Gülgün Hatun Hamamı'nda Bulunan « Baskı Desenli, Kuşlu Testiler » ». *In* A.O. Uysal, A. Yavaş, M. Dünbar, O. Koçyiğit (eds.). *XII. Ortaçağ-Türk Dönemi Kazıları ve Sanat Tarihi Sempozyumu, 15-17 Ekim 2008, Bildiriler*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yayınları, 98, İzmir, p. 206-216.

Gök Gürhan 2011a : GÖK GÜRHAN S., 2011. *Bir Seramik Definesinin Öyküsü. Saruhanoğlu Beyliği'nin mirası Manisa Gülgün Hatun Hamamı seramikleri*. Manisa Belediyesi Kültür Yayını, Manisa.

Gök Gürhan 2011b : GÖK GÜRHAN S., 2011. « Ceramics Unearthed During the Excavation and Cleaning Work Conducted at the İlyas Bey Complex in 2007 and 2008 ». *In* B. Tanman, L.K. Elbirlik (eds.). *Balat İlyas Bey Complex*. Istanbul, p. 301-332.

Gök Gürhan 2013 : GÖK GÜRHAN S., 2013. « XIV. Yüzyıl Seramik Sanatında Yeni Formlar Yeni Süslemeler : Manisa Gülgün Hatun Hamamı ve Balat İlyas Bey Külliyesi Kazı Buluntuları ». *In* F. Hitzel (ed.). *14th International Congress of Turkish Art, Paris, 19-21 September 2011*. Collège de France, Paris, p. 365-372.

Goldstein *et al.* 2013 : GOLDSTEIN J.I., NEWBURY D.E., ECHLIN P., JOY D.C., LYMAN C.E., LIFSHIN E., SAWYER L., MICHAEL J.R., 2013. *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis*. Kluwer Academic, Plenum Publisher, 3rd edition, New-York.

Goodhew *et al.* 2001 : GOODHEW P.J., HUMPHREYS J., BEANLAND R., 2001. *Electron Microscopy and Analysis*. Taylor & Francis, 3rd edition, London.

Gratuze & Picon 2005 : GRATUZE B., PICON M., 2005. « Utilisation par l'industrie verrière des sels d'aluns des oasis égyptiennes au début du premier millénaire avant notre ère ». *In* P. Borgard, J.-P. Brun, M. Picon (ed.). *L'alun de Méditerranée. Colloque international, Naples, Lipari, 4-8 juin 2003*. Centre Jean Bérard, Naples, 23, p. 269-276.

Gratuze *et al.* 1992 : GRATUZE B., SOULIER I., BARRANDON J.N., ROY D., 1992. « De l'origine du cobalt dans les verres ». *Revue d'Archéométrie*, 16, p. 97-108.

Gratuze *et al.* 1996 : GRATUZE B., SOULIER I., BLET M., VALLAURI L., 1996. « De l'origine du cobalt : du verre à la céramique. *Revue d'Archéométrie*, 20, p. 77-94.

Grube 1976 : GRUBE E.J., 1976. *Islamic pottery of Eight to the Fifteenth Century in the Keir collection*. Faber & Faber, London.

Guilherme *et al.* 2011 : GUILHERME A., COROADO J., DOS SANTOS J.M.F., LÜHL L., WOLFF T., KANNGIEßER B., CARVALHO M.L., 2011. « X-ray fluorescence (conventional and 3D) and scanning electron microscopy for the investigation of Portuguese polychrome glazed ceramics: Advances in the knowledge of the manufacturing techniques ». *Spectrochimica Acta*, Part B, 66, p. 297-307.

Guineau 2005 : GUINEAU B., 2005. *Glossaire des matériaux de la couleur et des termes techniques employés dans les recettes de couleurs anciennes*. Brepols, De Diversis Artibus, 73, Turnhout.

Guionova 2005 : GUIONOVA G., 2005. « Miletus Ware à Choumen ». *Archaeologia Bulgarica*, 9(3), p. 87-94.

Guionova 2015 : GUIONOVA G., 2015. « Céramique d'importation du XIVe au XVIIe s. en Bulgarie ». *In* M.J. Gonçalves, S. Gómez-Martínez (eds.). *Actas do X Congresso Internacional a Cerâmica Medieval no Mediterrâneo, Silves, 22-27 outubro 2012*. Câmara municipal de Silves, Campo Arqueológico de Mértola, p. 681-691.

Gusach 2006 : GUSACH I.R., 2006. « Keramika s rospis'ju v stile « Milet » iz tureckogo Azaka ». *Istoriko-arheologičeskie issledovanija v g. Azove i na Nižnem Donu v 2005 g*, 22, p. 300-322.

H

Haldon 2005 : HALDON J., 2005. *The Palgrave Atlas of Byzantine History*. Palgrave Macmillan, Malta.

Hanfmann 1963 : HANFMANN G.M.A., 1963. « The Fifth Campaign at Sardis (1962) ». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 170, p. 1-65.

Hanfmann 1964 : HANFMANN G.M.A., 1964. « The Sixth Campaign at Sardis (1963) ». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 174, p. 3-58.

Hanfmann 1965 : HANFMANN G.M.A., 1965. « The Seventh Campaign at Sardis (1964) ». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 177, p. 2-37.

Hanfmann 1966 : HANFMANN G.M.A., 1966. « The Eighth Campaign at Sardis (1965) ». *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 182, p. 2-54.

Harrison & Firatli 1966 : HARRISON R.M., FIRATLI N., 1966. « Excavations at Saraçhane in Istanbul: Second and Third Preliminary Reports ». *Dumbarton Oaks Papers*, 20, p. 222-238.

Harrison & Firatli 1967 : HARRISON R.M., FIRATLI N., 1967. « Excavations at Saraçhane in Istanbul: Fourth Preliminary Reports ». *Dumbarton Oaks Papers*, 21, p. 273-278.

Hayes 1992 : HAYES J.W., 1992. *Excavations at Saraçhane in Istanbul. II, the Pottery*. Princeton University Press, Princeton.

Heimann & Maggetti 2014 : HEIMANN R., MAGGETTI M., 2014. *Ancient and Historical Ceramics. Materials, Technology, Art and Culinary Traditions*. Schweizerbart Science Publishers. Stuttgart.

Henderson 1989 : HENDERSON J., 1989. « Iznik ceramics: a technical examination ». *In* N. Atasoy, J. Raby (ed.). *Iznik – the pottery of Ottoman Turkey*. Alexandria Press, London, p. 65-69, p. 84-87.

Henderson 2001 : HENDERSON J., 2001. « Iznik: Ottoman court ceramics and the development of fritware ». *In* J. Henderson (ed.). *The Science and Archaeology of Materials - An Investigation of Inorganic Materials*. Routledge, New-York, p. 181-207.

Henderson & Raby 1989 : HENDERSON J., RABY J., 1989. « The technology of fifteenth-century Turkish tiles: an interim statement on the origins of the Iznik industry ». *World Archaeology*, 21, p. 115-132.

Hill 2006 : HILL D.V., 2006. *The materials and technology of glazed ceramics from the Deh Luran Plain: Southwestern Iran: a study in innovation*. John and Erica Hedges, British Archaeological Reports, International Series 1511, Oxford.

Hillenbrand 2007 : HILLENBRAND C., 2007. *Turkish Myth and Muslim Symbol. The Battle of Manzikert*. Edinburgh University Press, Edinburgh.

Hurst & Freestone 1996 : HURST D., FREESTONE I.C., 1996. « Lead glazing technique from a medieval kiln site at Hanley Swan, Warwickshire ». *Medieval ceramics*, 20, p.3-18.

I

İnalcık 2000 : İNALCIK H., 2000. *The Ottoman Empire. The Classical Age 1300 – 1600*. Phoenix Press, London.

Iñañez *et al.* 2013 : IÑAÑEZ J.G., MADRID-FERNANDEZ M., MOLERA J., SPEAKMAN R.J., PRADELL T., 2013. « Potters and pigments: preliminary technological assessment of pigment recipes of American majolica by synchrotron radiation micro-X-ray diffraction (Sr-mXRD) ». *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 1408-1415.

K

Kaczmarczyk 1986 : KACZMARCZYK A., 1986. « The source of cobalt in ancient Egyptian pigments ». *In* J.S. Olin, M.J. Blackman (eds). *Proceedings of the 24th International Archaeometry Symposium*. Smithsonian Institution, Washington DC, p. 369-376.

Kiefer 1956a : KIEFER C., 1956. « Les céramiques siliceuses d'Anatolie et du Moyen-Orient ». *Bulletin de la Société Française de Céramique*, 30, p. 5-24.

Kiefer 1956b : KIEFER C., 1956. « Les céramiques siliceuses d'Anatolie et du Moyen-Orient ». *Bulletin de la Société Française de Céramique*, 31, p. 17-34.

Kiefer 1956c : KIEFER C., 1956. « Les céramiques musulmanes d'Anatolie ». *Cahier de la céramique et des arts du feu*, 4, p. 15-31.

Kiefer 1985 : KIEFER C., 1985. « Caractérisation des tessons types par l'analyse physique et chimique ». *In* J. Soustiel (ed.). *La céramique islamique : le guide du connaisseur*. Office du Livre, Paris, p. 365-378.

Kırmızı 2004 : KIRMIZI B., 2004. *An archaeometric application to a group of early Ottoman ceramics from Iznik*. Master thesis, Middle East Technical University, Turkey.

Kırmızı 2012 : KIRMIZI B., 2012. *Material characterization of the Late 12th-13th Century Byzantine ceramics from Kuşadasi Kadikalesi/Anaia*. Ph.D. thesis, University of Oxford.

Kırmızı *et al.* 2015 : KIRMIZI B., GÖKTÜRK E.H., COLOMBAN P., 2015. « Colorings agents in the pottery glazes of Western Anatolia: new evidence for the use of Naples Yellow pigment variations during the late Byzantine period ». *Archaeometry*, 57(3), p. 476-496.

Kleinmann 1991 : KLEINMANN B., 1991. « Cobalt-pigment in the Early Islamic blue glazes and the reconstruction of the way of their manufacture ». *In* E. Pernika, G.A. Wagner (eds.). *Archaeometry '90: Proceedings of the 27th International Archaeometry Symposium*. Birkhauser, Basel, p. 327-336.

Kontogiannis & Arvaniti 2007a : KONTOGIANNIS N.D., ARVANITI S., 2007. « The Medieval Kato kastro (Lower Castle) of Andros: Excavation Data and Ceramic Material ». *In* B. Böhlendort-Arslan, A.O. Uysal, J. White-Orr (eds.). *Çanak: Late Antique and Medieval Pottery and Tiles in Mediterranean Archaeological Contexts. Proceedings of the First International Symposium on Late Antique, Byzantine, Seljuk, and Ottoman Pottery and Tiles in Archaeological Context, Çanakkale, 1-3 June 2005*. BYZAS 7, Istanbul, p. 349-362.

Kontogiannis & Arvaniti 2007b : KONTOGIANNIS N.D., ARVANITI S., 2007. « Commercial activity in the Aegean of the 13th-16th century: the ceramic evidence from Andros. *In* S. Antoniadou, A. Pace (eds.). *Mediterranean Crossroads*. Pierides Foundation, Athens, p. 623-641.

Korobeinikov 2008 : KOROBEINIKOV D.A., 2008. « Raiders and Neighbours: The Turks (1040-1304) ». *In* J. Shepard (ed.). *The Cambridge History of the Byzantine Empire c.500-1492*. Cambridge Universtity Press, Cambridge, p. 692-727.

Kraft *et al.* 2007 : KRAFT J.C., BRÜCKNER H., KAYAN I., ENGELMANN H., 2007. « The geographies of Ancient Ephesus and the Artemision in Anatolia». *Geoarchaeology: an international journal*, 22(1), p. 121-149.

Kraft *et al.* 2011 : KRAFT J.C., RAPP G., BRÜCKNER H., KAYAN I., 2011. « Results of the struggle at ancient Ephesus: natural processes 1, human intervention 0 ». *Geological Society*, 352(1), p. 27-36.

Krickl & Pfeiffer-Taş 2002 : KRICKL A., PFEIFFER-TAS Ş., 2002. « Zur Nutzungs- und Zerstörungsgeschichte des sogenannten Isa Bey Hamamı». *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien*, 71, p. 221-236.

Kuleff *et al.* 1987 : KULEFF I., DJINGOVA R., DJINGOV G., 1986. « Provenance study of pottery by INAA ». *In* K. Heydorn, V.P. Guinn (eds.). *Proceedings of the 7th International Conference on Modern Trends in Activations Analysis, Copenhagen 1986, June 23-27*. Elsevier, Lausanne, p. 787-791.

Kuleff & Djingova 1998 : KULEFF I., DJINGOVA R., 1998. « Chemical profiles of medieval sgraffito ceramics finds. V. Investigation of archaeological finds from Nessebar and Sozopol (Bulgaria) ». *Berliner Beiträge zur Archäometrie*, 15, p. 217-236.

Kuleff & Djingova 2001 : KULEFF I., DJINGOVA R., 2001. « Archaeometric investigation of sgraffito ceramics from medieval Bulgaria ». *Archaeologia Bulgarica*, V(3), p. 71-82.

L

Ladstätter 2015 : LADSTÄTTER S., 2015. « The Türbe in the Artemision. A concluding analysis of the Research Results 2009-2014 ». *In* S. Ladstäter (ed.). *Die Türbe im Artemision: Ein frühosmanischer Grabbau in Ayasoluk/Selçuk und sein kulturhistorisches Umfeld*, Sonderschriften, Band 53, Wien, p. 531-544.

Lafuente *et al.* 2015 : LAFUENTE B., DOWNS R.Y., YANG H., STONE N., 2015. « The power of databases: the RRUFF project ». *In* T. Armbruster, R.M. Danisi (eds). *Highlights in Mineralogical Crystallography*. W. De Gruyter, Berlin, p. 1-30.

Laiou 2008 : LAIOU A., 2008. « The Palaiologoi and the World around them (1261-1400) ». *In* J. Shepard (ed.). *The Cambridge History of the Byzantine Empire c.500-1492*. Cambridge Universtity Press, Cambridge, p. 803-833.

Laiou & Morrisson 2011a : LAIOU A., MORRISSON C., 2011. *Le monde byzantin III*. Presses Universitaires de France « Nouvelle Clio », Paris.

Laiou & Morrisson 2011b : LAIOU A., MORRISSON C., 2011. « La restauration de l'empire byzantin (1258-1341) ». *In* A. Laiou, C. Morrisson (eds.). *Le monde byzantin III*. Presses Universitaires de France « Nouvelle Clio », Paris, p. 13-29.

Laiou & Morrisson 2011c : LAIOU A., MORRISSON C., 2011. « De la menace serbe à la conquête turque (1341-1453) ». *In* A. Laiou, C. Morrisson (eds.). *Le monde byzantin III*. Presses Universitaires de France « Nouvelle Clio », Paris, p. 31-67.

Lane 1957 : LANE A., 1957. « The Ottoman pottery of Isnik ». *Ars Orientalis*, 2, p. 247-281.

Lauffenburger *et al.* 2001 : LAUFFENBURGER J.A., VOGT C., BOUQILLON A., 2001. « Technical Insights into the Working Practices of the Byzantine Tile Maker ». *In* S.E.J. Gerstel, J.A. Lauffenburger (dir.). *A Lost Art Rediscovered. The Architectural Ceramics of Byzantium*. Pennsylvania State University Press, Baltimore, p. 67-87.

Lazzarini & Calogero 1989 : LAZZARINI L., CALOGERO S., 1989. « Early Local and Imported Sgraffito Ware in Venice : a Characterization and Provenance Study ». *In* Y. Maniatis (ed.). *Proceedings of the 25th International Symposium of Archaeometry*. Elsevier, Amsterdam, p. 571-584.

Le Blanc 1984 : LE BLANC M., 1984. « Microscopie Electronique à Balayage ». *In* T. Hackens, M. Schvoerer (eds.). *Datation-caractérisation des céramiques anciennes, cours postgradué européen, Bordeaux-Talence, 1981*. CNRS, PACT 10, Paris, p. 261-273.

Leiser 2011 : LEISER G., 2011. « The Turks in Anatolia before the Ottomans ». *In* M. Fierro (ed.). *The new Cambridge history of Islam. Volume 2, the western Islamic world eleventh to eighteenth centuries*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 301-312.

Lightbrown & Caiger-Smith 2007 : LIGHTBOWN R., CAIGER-SMITH A., 2007. *Cipriano Piccolpasso's: The Three Books of the Potter's Art (I tre libri dell'arte del vasaio): A facsimile of the manuscript in the Victoria and Albert Museum*. Scolar Press, 2nd edition, London.

Lindner 2009 : LINDNER R.P., 2009. « Anatolia, 1300-1451 ». *In* K. Fleet (ed.). *The Cambridge History of Turkey. Volume 1: Byzantium to Turkey 1071-1453*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 102-137.

Lyubomirova *et al.* 2017 : LYUBOMIROVA V., ŠMIT Ž., FAJFARH., KULEFF I., 2017. « Determination of the chemical composition of medieval glazed pottery from Drastar (Bulgaria) using PIXE/PIGE and LA-ICP-MS ». *ArcheoSciences - Revue d'archéométrie*, 41(1), p. 69-82.

M

Maggetti 2012 : MAGGETTI M., 2012. « Technology and provenancing of French faience ». *In* J.M. Herrero, M. Vendrell (eds.). *International Seminar on Archaeometry and cultural heritage: the contribution of mineralogy, Bilbao, 27 de Junio 2012*. Seminarios del la Sociedad Española de Mineralogía, 09, p. 41-64.

Mania 2006 : MANIA U., 2006. « Eine neue Werkstatt früher türkischer Keramik – Miletware aus Pergamon». *Istanbuler Mitteilungen*, 56, p. 475-501.

Maniatis & Tite 1978 : MANIATIS Y., TITE M. S., 1978. « Ceramic technology in the Aegean World during the Bronze Age ». *In* C. Doumas (ed.). *Thera and the Aegean World. Volume 1*. London, p. 483-492.

Maniatis *et al.* 1983 : MANIATIS Y., SIMOPOULOS A., KOSTIKAS A., PERDIKATSIS V., 1983. « Effect of reducing atmosphere on minerals and iron oxides developed in fired clays: The role of Ca ». *Journal of the American Ceramic Society*, 66(11), p. 773-781.

Mason & Tite 1994 : MASON R.B., TITE M.S., 1994. « The beginnings of Islamic Stonepaste Technology ». *Archaeometry*, 36(1), p. 77-91.

Mason & Tite 1997 : MASON R.B., TITE M.S., 1997. « The beginnings of tin-opacification of pottery glazes ». *Archaeometry*, 39, p. 41-58.

Mason *et al.* 2001 : MASON R.B., TITE M.S., PAYNTER S., SALTER C., 2001. « Advances in Polychrome Ceramics in the Islamic World of the 12th Century AD ». *Archaeometry*, 43(2), p. 191-209.

Matin & Pollard 2015 : MATIN M., POLLARD M., 2015. « Historical accounts of cobalt ore processing from the Kāshān mine, Iran ». *Iran*, 53, p. 171-183.

Matin & Pollard 2016 : MATIN M., POLLARD M., 2016. « From Ore to Pigment: A Description of the Minerals and an Experimental Study of Cobalt Ore Processing from the Kāshān Mine, Iran ». *Archaeometry*. DOI: 10.1111/arcm.12272

Matthes 2010 : MATTHES W.E., 2010. *Emaux et glaçures céramiques : plus de 1100 formules*. Eyrolles, 2ème édition, Paris.

Megaw 1968 : MEGAW A.H.S., 1968. « Zeuxippus Ware ». *Annual of the British School of Athens*, 63, p. 68-88.

Megaw 1975 : MEGAW A.H.S., 1975. « An Early Thirteenth Century Aegean Glazed Ware ». *In* G. Robertson, G. Henderson (eds.). *Studies in Memory of David Talbot Rice*. Edinburgh University Press, Edinburgh, p. 34-45.

Megaw & Johns 1983 : MEGAW A.H.S., JOHNS R.E., 1983. « Byzantine and Allied Pottery: A Contribution by Chemical Analysis to Problems of Origin and Distribution ». *The Annual of the British School at Athens*, 78, p. 235-263.

Megaw *et al.* 2003. MEGAW A.H.S., ARMSTRONG P., HATCHER H., 2003. « Zeuxippus Ware: an analytical approach to the question of provenance ». *In* C. Bakirtzis (ed.). *Actes du VIIe Congrès international sur la céramique médiévale en Méditerranée, Thessaloniki, 11-16 octobre 1999*. Caisse des Recettes Archéologiques, Athènes, p. 91-100.

Melville 2009 : MELVILLE C., 2009. « Anatolia under the Mongols ». *In* K. Fleet (ed.). *The Cambridge History of Turkey. Volume 1: Byzantium to Turkey 1071-1453*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 51-101.

Mercancöz and Doğer 2009 : MERCANGÖZ Z., DOGER L., 2009. « Kuşadasi, Kadikalesi/Ania bizans sırlı seramikleri ». *In* U.E. Anısına (ed.). *I. ODTÜ Arkeometri Çalıştayı-Türkiye Arkeolojisi'nde Seramik ve Arkeometrik Çalışmaları, 7-9 Mayıs 2009*. Bildiriler Kitabı, Ankara, p. 83-101.

Molera *et al.* 1993 : MOLERA J., PRADELL T., MARTINEZ-MANENT S., VENDRELL-SAZ M., 1993. « The growth of sanidine crystals in the lead of glazes of Hispano-Moresque pottery ». *Applied Clay Science*, 7, p. 483-491.

Molera *et al.* 1999 : MOLERA J., PRADELL T., SALVADO N., VENDRELL-SAZ M., 1999. « Evidence of tin oxide recrystallization in opacified lead glazes ». *Journal of the American Ceramic Society*, 82, p. 2871-2875.

Molera *et al.* 2001a : MOLERA J., PRADELL T., SALVADO N., VENDRELL-SAZ M., 2001. « Interactions between clay bodies and lead glazes ». *Journal of the American Ceramic Society*, 84(2), p. 442-446.

Molera *et al.* 2001b : MOLERA J., VENDRELL-SAZ M., PEREZ-ARANTEGUI J., 2001. « Chemical and textural characterization of tin glazes in Islamic ceramics from Eastern Spain ». *Journal of Archaeological Science*, 28(3), p. 331-340.

Molera *et al.* 2009 : MOLERA J., PRADELL T., SALVADO N., VENDRELL-SAZ M., 2009. « Lead Frits in Islamic and Hispano-Moresque Glazed Productions ». *In* A.J. Shortland, I.C.

Freestone, T. Rehren (eds.). *From Mine to Microscope: Advances in the Study of Ancient Technology*. Oxbow Books, Oxford, p. 1-10.

Molera *et al.* 2013 : MOLERA J., COLL J., LABRADOR A., PRADELL T., 2013. « Manganese brown decorations in 10th to 18th century Spanish tin glazed ceramics ». *Applied Clay Science*, 82, p. 86-90.

Molera *et al.* 2017. MOLERA J., LOPEZ J.C.C., MOLINA G., PRADELL T., 2017. « Glazes, colourants and decorations in early Islamic glazed ceramics from the Vega of Granada (9th to 12th centuries CE) ». *Journal of Archaeological Science: Reports*. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.05.017

Moretti & Hreglich 2013 : MORETTI C., HREGLICH S., 2013. « Raw Material, Recipes and Procedures Used for Glass Making ». *In* K.H.A. Janssens (ed.). *Modern Methods for Analysing Archaeological and Historical Glass, Volume I*. Wiley, Chichester, p. 23-47.

Morgan 1942 : MORGAN C.H., 1942. *The Byzantine Pottery. Corinth vol. XI*. Harvard University Press, Cambridge.

Morrisson 2011 : MORRISSON C., 2011. « La quatrième croisade et la nouvelle organisation politique (1204-1258) ». *In* A. Laiou, C. Morrisson (eds.). *Le monde byzantin III*. Presses Universitaires de France « Nouvelle Clio », Paris, p. 3-11.

Morrisson 2012 : MORRISSON C., 2012. *Les Croisades*. Presses Universitaires de France, coll. Que sais-je ?, 11ème édition, Paris.

Mulder 2014 : MULDER S.F., 2014. « A survey and typology of Islamic Molded Ware (9th-13th centuries) based on the discovery of a potter's workshop at Mediaval Bâlis, Syria ». *Journal of Islamic Archaeology*, 1(2), p. 143-192.

Müller-Wiener *et al.* 1979 : MÜLLER-WIENER W., HENNINGER F. J., KOENIGS W., KOSSATZ A. U., 1979. « Milet 1977. Vorbericht über die Arbeiten des Jahres 1977 ». *Istanbuler Mitteilungen*, 29, p. 161-173.

Müller-Wiener *et al.* 1982 : MÜLLER-WIENER W., DURUKAN A., VOIGTLÄNDER W., 1982. « Milet 1981. Vorbericht über die Arbeiten des Jahres 1981 ». *Istanbuler Mitteilungen*, 32, p. 5-29.

N

Narozhny 2017 : NAROZHNY E., 2017. « O nahodkah polivnoj keramiki XIII—XIV vv. na territorii Severnogo Kavkaza ». *In* S. Bocharov, V. François, A. Sitdikov (eds.). *Polivnaja keramika sredizemnomor'ja i pričernomor'ja X-XVIII vv.* Tom 2, Stratum, Kazan, p. 513-538.

Niewöhner 2016 : NIEWÖHNER PH., 2016. « The End of the Byzantine City in Anatolia. The Case of Miletus ». *In* E. Gruber, M. Popovic, M. Scheutz, H. Weigl (eds.). *Städte im lateinischen Westen und im griechischen Osten zwischen Spätantike und Früher Neuzeit. Topographie – Recht – Religion*. Böhlau, Band 66, Wien, p. 63-77.

O

Ocak 2009 : OCAK A.Y., 2009. « Social, cultural and intellectual life, 1071-1453 ». *In* K. Fleet (ed.). *The Cambridge History of Turkey. Volume 1: Byzantium to Turkey 1071-1453*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 353-422.

Okyar 2002 : OKYAR F., 2002. « Characterisation of Iznik ceramics ». *In* E. Jerem, K.T. Biró (eds.). *Archaeometry 98, Proceedings of the 31st Symposium, Budapest, Paril 26 – May 3 1998.* Archaeopress, BAR International Series 1043 (II), Oxford, p. 621-626.

Okyar 2010 : OKYAR F., 2010. « A Preliminary Study of the Pottery from a Well Shaft in Ayasuluk/Ephesos ». *In*. Ş. Pfeiffer-Taş (ed.). *Funde und Befunde aus dem Schachtbrunnen im Hamam III in Ayasuluk/Ephesos. Eine schamanistische Bestattung des 15. Jahrhunderts*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Coll. Archäologische Forschungen, 16, Wien, p. 67-72.

Okyar *et al.* 2011 : OKYAR F., KARA A., ISSI A., YAYGINGÖL M., ÜNAL D., DOGAN M., PFEIFFER-TAS Ş., 2011. « A study on Medieval Pottery from a Ceramic Kiln Remains in Ayasuluk/Ephesus: Compositional and Microstructural Data ». *In* B. Mader, S. Pfeiffer-Tas (ed.). *Anzeiger der Philosophisch-historischen Klasse*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 146, Wien, p. 155-178.

Özçatal *et al.* 2014a : ÖZÇATAL M., YAYGINGÖL M., İSSI A., KARA A., TURAN S., OKYAR F., PFEIFFER TAS Ş., NASTOVA I., GRUPCE O., MINCEVA-ŠUKAROVA B., 2014. « Characterization of lead glazed potteries from Smyrna (Izmir/Turkey) using multiple analytical techniques; Part I: Glaze and engobe ». *Ceramics International*, 40(1), p. 2143-2151.

Özçatal *et al.* 2014b : ÖZÇATAL M., YAYGINGÖL M., İSSI A., KARA A., TURAN S., OKYAR F., PFEIFFER TAS Ş., NASTOVA I., GRUPCE O., MINCEVA-ŠUKAROVA B., 2014. « Characterization of lead glazed potteries from Smyrna (Izmir/Turkey) using multiple analytical techniques; Part II: Body ». *Ceramics International*, 40(1), p. 2153-2160.

Özkul Fındık 1999 : ÖZKUL FINDIK N., 1999. « Miletus Ware found in Iznik Roman theater excavation ». *In* F. Déroche (ed.). *Art turc. 10e congrès international d'art turc. Genève, 17-23 septembre 1995*. Fondation Max Van Buckem, Genève, p. 517-524.

Özkul Fındık 2001 : ÖZKUL FINDIK N., 2001. *Iznik Roma Tiyatrosu Kazı Buluntuları (1980-1995). Arasındaki Osmanlı Seramikleri*. T. C. Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Özkul Fındık 2003 : ÖZKUL FINDIK N., 2003. « Turkish glazed pottery ». *In* C.S. Lightfoot (ed.). *Amorium Reports II: Research papers and technical reports*. Archaeopress, British Archaeological Reports International Series 1170, Oxford, p. 105-118.

Özkul Fındık 2007 : ÖZKUL FINDIK N., 2007. « Beylikler ve Erken Osmanlı Devri Seramik Sanatı ». *In* G. Öney, Z. Çobanlı (eds.). *Anadolu'da Türk Devri Çini ve Seramik Sanatı*. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ankara, p. 233-241.

Özkul Fındık 2011 : ÖZKUL FINDIK N., 2011. « Ortaçağ Sivaş'ında Sırlı Sramik ». *In* M. Kadiroğlu (ed.). *Anadolu ve Çevresinde*. Ortaçağ 5, AKVAD, Ankara, p. 185-219.

Özkul Fındık 2013a : ÖZKUL FINDIK N., 2013. « Artuklu–Eyyubi Dönemlerinde Hasankeyf'te Seramik Atölyeleri ve Üretimleri ». *Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 30(2), p. 43-60.

Özkul Fındık 2013b : ÖZKUL FINDIK N., 2013. « Unglazed Pottery (Impressed) Production in a Medieval City, Hasankeyf ». *In* F. Hitzel (ed.). *14th International Congress of Turkish Art, Paris, 19-21 September 2011*. Collège de France, Paris, p. 563-570.

Özkul Fındık 2014 : ÖZKUL FINDIK N., 2014. *İznik Sırlı Seramikleri. Roma Tiyatrosu Kazısı (1980-1995)*. Bilgin Kültür Sanat Yayınları, Ankara.

Özkul Fındık *et al.* 2014 : ÖZKUL FINDIK N., AKIN AKYOL A., SARI N., 2014. « Archaeometric Analyses of Hasankeyf Unglazed Ceramics ». *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 14(1), p. 259-269.

Öztaşkın 2010 : ÖZTASKIN M., 2010. « Eskişehir Karacahisar Kalesi Ortaçağ Seramiklerinden Bir Grup: Yeşil ve Erguvan Lekeli Seramikler ». *In* K. Pektaş, S. Cirtil, S. Özgün Cirtil, G. Kurtuluş Öztaşkin, H. Özdemir, E. Aktuğ, R. Uykur (eds). *XIII. Ortaçağ ve Türk Dönemi Kazıları ve Sanat Tarihi Araştırmaları Sempozyumu Bildirileri, 14-16 Ekim 2009*. Pamukkale Üniversitesi, Sanat Tarihi Bölümü, Pamukkale, p. 525-535.

Öztaşkın 2017 : ÖZTASKIN M., 2017. « Byzantine and Turkish Glazed Pottery Finds from Aphrodisias ». *In* S. Bocharov, V. François, A. Sitdikov (eds.). *Polivnaja keramika sredizemnomor'ja i pričernomor'ja X-XVIII vv.* Tom 2, Stratum, Kazan, p. 165-188.

P

Paker 1964-1965 : PAKER M., 1964-1965. « Anadolu Beylikler Devri Keramik Sanatı ». *Sanat Tarihi Yıllığı I*, 1964-1965, p. 155-182

Palamara *et al.* 2016 : PALAMARA E., ZACHARIAS N., XANTHOPOULOU M., KASZTOVSZKY Z., KOVACS I., PALLES D., KAMITSOS E.I., 2016. « Technology issues of Byzantine glazed pottery from Corinth, Greece ». *Microchemical Journal*, 129, p. 137-150.

Papanikola-Bakirtzis 1999 : PAPANIKOLA-BAKIRTZIS D., 1999. *Byzantine Glazed Ceramics: the Art of Sgraffito*. Museum of Byzantine Culture, Athens.

Papanikola-Bakirtzi & Bakirtzis 1981 : PAPANIKOLA-BAKIRTZIS D., BAKIRTZIS C., 1981. « De la céramique byzantine en glaçure à Thessalonique ». Byzantino-Bulgarica, 7, p. 421-436.

Papanikola-Bakirtzi & Waksman 2015 : PAPANIKOLA-BAKIRTZIS D., WAKSMAN S.Y., 2015. « Thessaloniki Ware Reconsidered ». *In* J. Vroom (ed.). *Medieval and Post-Medieval Ceramics in the Eastern Mediterranean – Fact and Fiction. Proceedings of the First International Conference on Byzantine and Ottoman Archaeology, Amsterdam, 21-23 October 2011*. Brepols, Turnhout, p. 227-248.

Parmelee 1951 : PARMELEE C.W., 1951. *Ceramic Glazes*. Industrial Publications Inc., 2nd edition, Chicago.

Parrer 2015 : PARRER G., 2015. « Der archäologische Befund ». *In* S. Ladstäter (ed.). *Die Türbe im Artemision: Ein frühosmanischer Grabbau in Ayasoluk/Selçuk und sein kulturhistorisches Umfeld*. Sonderschriften, Band 53, Wien, p. 25-122.

Paynter *et al.* 2004 : PAYNTER S., OKYAR F., WOLF S., TITE M.S., 2004. « The production technology of Iznik pottery – a reassessment ». *Archaeometry*, 46, p. 421-437.

Pérez-Arantegui *et al.* 1999: PEREZ-ARANTEGUI J., SOTO M., CASTILLO J.R., 1999. « Examination of the '*Cuerda Seca*' Decoration Technique on Islamic Ceramics from al-Andalus (Spain) ». *Journal of Archaeological Science*, 26, p. 935-941.

Pérez-Arantegui *et al.* 2008 : PEREZ-ARANTEGUI J., RESANO M., GARCIA-RUIZ E., VANHAECKE F., ROLDAN C., FERRERO J., COLL J., 2008. « Characterization of cobalt pigments found in traditional Valencian ceramics by means of laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry and portable X-ray fluorescence spectrometry ». *Talanta*, 74, p. 1271–1280.

Pernicka *et al.* 1984 : PERNICKA E., SEELIGER T.C., WAGNER G.A., BEGEMANN F., SCHMITT-STRECKER S., EIBNER C., ÖZTUNALI Ö., BARANYI I., 1984. « Archäometallurgische Untersuchungen in Nordwestanatolien ». *Jahrbuch des römisch-germanischen Zentralmuseums Mainz*, 31, p. 533-599.

Pernicka & Malissa 1980 : PERNICKA E., MALISSA H., 1980. «Examination of Islamic glazes with the electron microprobe». *In* E.A. Slater, J.O. Tate (eds.). *Proceedings of the sixteenth international symposium on archaeometry and archaeological prospection*. National Museum of Antiquities of Scotland, Edinburgh, p. 96-112.

Pfeiffer-Taş 2001 : PFEIFFER-TAS Ş., 2001. « Der historisch-archäologische Hintergrund zum Münzschatz des Aydınoğlu Isa Bey ». *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien*, 70, p. 117-134.

Pfeiffer-Taş 2010 : PFEIFFER-TAS Ş., 2010. *Funde und Befunde aus dem Schachtbrunnen im Hamam III in Ayasuluk/Ephesos. Eine schamanistische Bestattung des 15. Jahrhunderts*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Coll. Archäologische Forschungen, 16, Wien.

Pfeiffer-Taş 2011a : PFEIFFER-TAS Ş., 2011. « Archaeological Researches in Ayasoluk – Ephesus ». *In* H. Eren (ed.). *Proceedings of the First International Congress on Islamic Archaeology, 8-10 April 2005, Istanbul*. Research Centre for Islamic History, Art and Culture, Istanbul, p. 75-105.

Pfeiffer-Taş 2011b : PFEIFFER-TAS Ş., 2011. « Reste einer Keramikwerkstatt aus dem 14. Jh in Ayasoluk/Ephesos ». *In* B. Mader, S. Pfeiffer-Tas (ed.). *Anzeiger der Philosophisch-historischen Klasse*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 146, Wien, p. 91-154.

Pfeiffer-Taş 2014 : PFEIFFER-TAS Ş., 2014. « Suggestions as to the localization of the harbour of Ayasuluk and the Italian settlement during the Aydınoğulları dynasty from a new perspective ». *In* M. Sariyannis (ed.). *New Trends in Ottoman Studies: Papers presented at the 20th CIEPO Symposium, Rethymno, 27 June- 1 July 2012*. University of Crete, Department of History and Archaeology; Foundation for Research and Technology-Hellas, Institute for Mediterranean Studies, Rethymno, p. 1087-1107.

Picon 1973 : PICON M., 1973. *Introduction à l'étude technique des céramiques sigillées de Lezoux*. Faculté des Sciences Humaines, Centre de recherches sur les techniques gréco-romaines, n°2, Dijon.

Picon 1984 : PICON M., 1984. « Problèmes de détermination de l'origine des céramiques ». *In* T. Hackens, M. Schvoerer (eds.). *Datation-caractérisation des céramiques anciennes, cours postgradué européen, Bordeaux-Talence, 1981*. CNRS, PACT 10, Paris, p. 425-433.

Picon 1993 : PICON M., 1993. « L'analyse chimique des céramiques : bilan et perspectives ». *In* S. Santoto Bianchi, A. Failla, M.P. Guermandi (eds.) *Archeometria della Ceramica.*

Problemi di Metodo, Atti 8° Simposio Internazionale della Ceramica. Int. Centro Ceramico, Bologne, p. 3-26.

Picon 2002 : PICON M., 2002. « Les modes de cuisson, les pâtes et les vernis de la Graufesenque, une mise au point ». *In* M. Genin, A. Vernhet (dir.). *Céramiques de la Graufesenque et autres productions d'époque romaine. Nouvelles recherches. Hommages à Bettina Hoffmann*. M. Mergoil, Archéologie et Histoire Romaine, 7, Montagnac, p. 139-163.

Picon *et al.* 1995 : PICON M., THIRIOT J., VALLAURI L. 1995. « Techniques, évolutions et mutations ». *In : Le vert et le brun de Kairouan à Avignon, céramiques du X^e^ au XV^e^ siècle*. Laffont, Musée de Marseille. Réunion des Musées Nationaux, Avignon, p. 41-50.

Ponting 2004 : PONTING M., 2004. « The scanning electron microscope and the archaeologist ». *Physics Education*, 39(2), p. 166-170.

Porter 1997 : PORTER Y. 1997. « Origines et diffusion du cobalt utilisé en céramique à l'époque médiévale. Etude préliminaire ». *In* D. d'Archimbaud (ed.). *Acte du VI^ème^ Congrès International sur la Céramique Médiévale en Méditerranée, Aix-en-Provence, 13-18 novembre 1995*. Narrations, Aix-en-Provence, p. 505-512.

Pradell *et al.* 2010 : PRADELL T., MOLINA G., MOLERA J., PLA J., LABRADOR A., 2010. « The use of micro-XRD for the study of glaze color decorations ». *Applied Physics A*, 111(1), p. 121-127.

Pradell *et al.* 2012 : PRADELL T., MOLERA J., SALVADO N., LABRADOR A., 2012. « Synchrotron radiation micro-XRD in the study of glaze technology ». *Applied Physics A*, 99, p. 407-417.

R

Raskovska *et al.* 2010 : RASKOVSKA A., MINCEVA-SUKAROVA B., GRUPCE O., COLOMBAN P., 2010. « Characterization of pottery from the Republic of Macedonia II: Raman and infrared analyses of glazed pottery finds from Skpsko Kale ». *Journal of Raman Spectroscopy*, 41(4), p. 431-439.

Rheidt 1991 : RHEIDT K., 1991. *Die Byzantinische Wohnstadt*. W. de Gruyter, Altertümer von Pergamon, Band XV, Teil 2, Berlin.

S

Sanders 1989 : SANDERS G.D.R., 1989. « Three Peloponnesian Chruches and Their Importance for the Chronology of Late 13th and Early 14th Century Pottery in the Eastern Mediterranean ». *In* V. Déroche, J.-M. Spieser (eds.). *Recherches sur la céramique byzantine : actes du colloque organisé par l'Ecole française d'Athènes et l'Université de Strasbourg II, Athènes, 8-10 avril 1987*. Bulletin de Correspondance Hellénique, supplément XVIII, p. 189-199.

Sanders 2000 : SANDERS G.D.R., 2000. « New relative and absolute chronologies for 9th to 13th century glazed wares at Corinth: methodology and social conclusions ». *In* K. Belke, F. Hild, J. Koder, P. Soustal (eds.). *Byzanz als Raum. Zu Methoden und Inhalten der*

historischen Geographie des östlichen Mittelmeerraumes. Berlage des Österreichschten Akademie der Wissenschaften, Vienna, p. 153-173.

Sanders 2003 : SANDERS G.D.R., 2003. « Recent developments in the chronology of byzantine Corinth ». *In* C.K. Williams, N. Bookidis (eds.). *Corinth, the Centenary: 1896-1996*. American School of Classical Studies, Corinth series, vol. 20, Athens, p. 385-399.

Sanders 2016 : SANDERS G.D.R., 2016. *Recent Finds from Ancient Corinth: How Little Things Make Big Differences*. BABESCH Foundation, Leiden.

Sarre 1930-1931 : SARRE F., 1930-1931. « The Seljuk and Early Osmanli Pottery of Miletus ». *Transactions of the Oriental Ceramic Society*, p. 20-23.

Sarre 1933 : SARRE F., 1933. « The connexion between the Pottery of Miletus and the Florentine Maiolica in the Fifteenth Century ». *Transactions of the Oriental Ceramic Society*, p. 16-19.

Sarre 1935 : SARRE F., 1935. « Die Keramik der islamischen Zeit von Milet ». *In* K. Wulzinger, P. Wittek, F. Sarre (eds.). *Das Islamische Milet*. W. de Gruyter, Milet : Ergebnisse der Ausgrabungen und Untersuchungen Seit dem Jahre 1899, Band III, Heft 4, Berlin, p. 69-88.

Sauer & Waksman 2005: SAUER R., WAKSMAN S.Y., 2005. « Laboratory investigations of selected medieval sherds from the Artemision in Ephesus ». *In* F. Krinzinger (ed.). *Spätantike und Mittelalterliche Keramik aus Ephesos.* Archaologische Forschungen, 13, Wien, p. 51-66.

Schachinger & Schindel 2015 : SCHACHINGER U., SCHINDEL N., 2015. « Münzen und Siegel ». *In* S. Ladstäter (ed.). *Die Türbe im Artemision: Ein frühosmanischer Grabbau in Ayasoluk/Selçuk und sein kulturhistorisches Umfeld*. Sonderschriften, Band 53, Wien, p. 345-376.

Schibille *et al.* 2016 : SCHIBILLE N., MEEK A., TOBIAS B., ENTWISTLE C., AVISSEAU-BROUSTET M., DA MOTA H., GRATUZE B., 2016. « Comprehensive Chemical Characterisation of Byzantine Glass Weights ». PLoS ONE 11(12). e0168289. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168289

Scott & Kamilli 1981 : SCOTT J.A., KAMILLI D., 1981. « Late Byzantine Glazed Pottery from Sardis ». *In Actes du XV^e^ Congrès international d'études byzantines, Athènes, 1976*. Association Internationale des études byzantines, Vol. 2, Art et archéologie. Athènes, p. 679-696.

Shaw 1976 : SHAW S.J., 1976. *History of the Ottoman Empire and Modern Turkey. Volume I: Empire of the Gazis: The Rise and Decline of the Ottoman Empire, 1280-1808*. Cambridge University Press, Cambridge.

Shortland *et al.* 2006 : SHORTLAND A.J., TITE M.S., EWART I., 2006. « Ancient exploitation and use of cobalt alums from the western oases of Egypt ». *Archaeometry*, 48(1), p. 153-168.

Smirniou & Rehren 2013 : SMIRNIOU M., REHREN T., 2013. « Shades of blue – cobalt-copper coloured blue glass from New Kingdom Egypt and the Mycenaean world: a matter of production or colourant source? ». *Journal of Archaeological Science*, 40(12), p. 4731-4743.

Smith 2006 : SMITH D.T., 2006. « Appendix 2: Compositional analysis of early-thirteen-century ceramics from Raqqa and related sites ». *In* M. Jenkins-Madina (ed.). *Raqqa*

revisited. Ceramics from Ayyubid Syria. The Metropolitan Museum of Art, New-York, p. 221-237.

Soustiel 1985 : SOUSTIEL J., 1985. *La céramique islamique : le guide du connaisseur*. Office du Livre, Paris.

Spieser 1996 : SPIESER J.-M., 1996. D*ie Byzantinische Keramik aus der Stadtgrabung von Pergamon*. W. de Gruyter, Pergamenische Forschungen, Band 9, Berlin.

Stern & Waksman 2003 : STERN E.J., WAKSMAN S.Y., 2003. « Pottery from Crusader Acre: a typological and analytical study ». *In* C. Bakirtzis (ed.). *Actes du VII^e Congrès international sur la céramique médiévale en Méditerranée, Thessaloniki, 11-16 octobre 1999*. Caisse des Recettes Archéologiques, Athènes, p. 167-180.

Steskal 2014 : STESKAL M., 2014. « Ephesos and its Harbors: A City in Search of its Place ». *In* S. Ladstätter, F. Pirson, T. Schmidts (eds.). *Häfen und Hafenstädte im östlichen Mittelmeerraum von der Antike bis in byzantinische Zeit. Neue Entdeckungen und aktuelle Forschungsansätze*. Ege Yayınları, BYZAS 19, Veröffentlichungen des Deutschen Archäologischen Instituts Istanbul, Österreichisches Archäologisches Institut Sonderschriften 52, Istanbul, p. 325-338.

Stock & Brückner 2015 : STOCK F., BRÜCKNER H., 2015. « Zur Sedimentationsgeschichte im Bereich der Türbe ». *In* S. Ladstäter (ed.). *Die Türbe im Artemision: Ein frühosmanischer Grabbau in Ayasoluk/Selçuk und sein kulturhistorisches Umfeld*. Sonderschriften, Band 53, Wien, p. 17-24.

T

Talbot Rice 1930 : TALBOT RICE D., 1930. *Byzantine Glazed Pottery*. Clarendon Press, Oxford.

Tanevska *et al.* 2009 : TANEVSKA V., COLOMBAN P., MINCEVA-ŠUKAROVA B., GRUPCE O., 2009. « Characterization of pottery from the Republic of Macedonia I: Raman analyses of Byzantine glazed pottery excavated from Prilep and Skopje (12^{th}-14^{th} century) ». *Journal of Raman Spectroscopy*, 40, p. 1240-1248.

Teslenko 2007 : TESLENKO I., 2007. « Turkish ceramics in the Crimea on the eve of the Porta invasion (problems of chronology of a certain group of vessels) ». *In* S.Y. Waksman (ed.). *Archaeometric and Archaeological Approaches to Ceramics: Papers presented at EMAC '05, 8^th European Meeting on Ancient Ceramics, Lyon, 2005*. Archaeopress, British Archaeological Reports S1691, Oxford, p. 187-193.

Teslenko 2016a : TESLENKO I., 2016. « Crimean local glazed pottery of the 15th Century ». *In* M.J. Gonçalves, S. Gómez-Martínez (eds.). *Actas do X Congresso Internacional a Cerâmica Medieval no Mediterrâneo, Silves, 22-27 outubro 2012*. Câmara municipal de Silves, Campo Arqueológico de Mértola, p. 928-933.

Teslenko 2016b : TESLENKO I., 2016. « Ceramics of the « Golden Horde Time » from Funa (Analysis of Materials from the Complexes which Existed before the Construction of the Theodoro's Fortress) ». *History & Archaeology of the Crimea*, 4, p. 97-100 ; 132-157.

Teslenko & Waksman 2016 : TESLENKO I., WAKSMAN S.Y., 2016. « Lusta, a small glazed pottery workshop on the southern coast of Crimea ». *In* M. Ferri, C. Moine, L. Sabbionesi (eds.). *In&Around. Ceramiche e comunità. Secondo convegno tematico*

dell' AIECM3, Faenza 17-19 April 2015. All'Insegna del Giglio, Fiorentino, p. 192-194.

Thirion-Merle 2014 : THIRION-MERLE V., 2014. « Spectrométrie de fluorescence X ». *In* P. Dillmann, L. Bellot-Gurlet (dir.). *Circulation et provenance des matériaux dans les sociétés anciennes*. Editions des archives contemporaines, Paris, p. 291-296.

Thiriot 1997 : THIRIOT J., 1997. « Les fours pour la préparation des glaçures dans le monde méditerranéen ». *In* D. d'Archimbaud (ed.). *Acte du VI^{ème} Congrès International sur la Céramique Médiévale en Méditerranée, Aix-en-Provence, 13-18 novembre 1995*. Narrations, Aix-en-Provence, p. 243-260.

Tite 1988 : TITE M.S., 1988. « Inter-relationship between Chinese and Islamic ceramics from the ninth to sixteenth century AD. *In* R.M. Farquhar, R.G.V. Hancock, L.A. Pavlish (eds.). *Proceedings of the 26th international archaeometry symposium: Toronto 1988*. University of Toronto, Toronto, p. 30-34.

Tite 1989 : TITE M.S., 1989. « Iznik Pottery : an Investigation of the Methods of Production ». *Archaeometry*, 31(2), p. 115-132.

Tite 2009 : TITE M.S., 2009. « The production technology of Italian maiolica: a reassessment ». *Journal of Archaeological Science*, 36, p. 2065-2080.

Tite & Shortland 2003 : TITE M.S., SHORTLAND A.J., 2003. « Production technology for copper – and cobalt – blue vitreous materials from the New Kingdom site of Amarna – a reappraisal. *Archaeometry*, 45(2), p. 285-312.

Tite *et al.* 1998 : TITE M.S., FREESTONE I.C., MASON R.B., MOLERA J., VENDRELL-SAZ M., WOOD N., 1998. « Lead glazes in Antiquity: methods of production and reasons for use ». *Archaeometry*, 40(2), p. 241-260.

Tite *et al.* 2008 : Tite M.S., Pradell T., Shortland A.J., 2008. « Discovery, production and use of tin-based opacifiers in glasses, enamels and glazes from the late Iron Age onwards: a reassessment ». *Archaeometry*, 50(1), p. 67-84.

Tite *et al.* 2009 : TITE M.S., MANIATIS Y., KAVOUSSANAKI D., PANAGIOTAKI M., SHORTLAND A.J., KIRK S.F., 2009. « Colour in Minoan faience ». *Journal of Archaeological Science*, 36, p. 370-378.

Tite *et al.* 2011 : TITE M.S., WOLF S., MASON R.B., 2011. « The technological development of stonepaste ceramics from the Islamic Middle East ». *Journal of Archaeological Science*, 38(3), p. 570-580.

Tite *et al.* 2015 : TITE M.S., WATSON O., PRADELL T., MATIN M., MOLINA G., DOMONEY K., BOUQUILLON A., 2015. « Revisiting the beginnings of tin-opacified Islamic glazes ». *Journal of Archaeological Science*, 57, p. 80-91.

Tite *et al.* 2016 : TITE M.S., SHORTLAND A.J., SCHIBILLE N., DEGRYSE P., 2016. « New data on the soda flux used in the production of Iznik glazes and Byzantine glasses ». *Archaeometry*, 58, p. 57-67.

Tonghini 1998 : TONGHINI C., 1998. *Qal`at Ja'bar Pottery: a Study of a Syrian Fortified Site of the Late 11th-14th*. Oxford Universtity Press, Oxford.

Tonghini 2003 : TONGHINI C., 2003. « La graffita policroma nel Mediterraneo orientale islamic : il caso di Qal'at Ja'bar (Siria) ». *In* C. Bakirtzis (ed.). *Actes du VII^{e} Congrès international sur la céramique médiévale en Méditerranée, Thessaloniki, 11-16 octobre 1999*. Caisse des Recettes Archéologiques, Athènes, p. 605-612.

Trépanier 2014 : TREPANIER N., 2014. *Foodways and Daily Life in Medieval Anatolia: A New Social History*. University of Texas Press, Austin.

Turan 2008 : TURAN O., 2008. « Anatolia in the Period of the Seljuks and the *Beyliks* ». *In* P.M. Holt, A.K.S. Lambton, B. Lewis (eds.). *The Cambridge history of Islam. Volume IA The Central Islamic lands from pre-Islamic times to the First World War*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 231-262.

Türe 2014 : TÜRE S., 2014. *Ayasuluk Kalesi Doğu Kapisi Çevresindeki 2000-2002 Kurtarma Kazilarindan Ele Geçen Seramikler*. Mémoire de Master, Université Trakya, Turquie.

U

Uysal 2013 : UYSAL A.O., 2013. « Akköy : un centre de céramique peu connu à l'époque des beylicats ». *In* F. Hitzel (ed.). *14th International Congress of Turkish Art, Paris, 19-21 September 2011*. Collège de France, Paris, p. 831-839.

V

Vatin 1989a : VATIN N., 1989. « L'ascension des Ottomans (1362-1451) ». *In* R. Mantran (ed.). *Histoire de l'Empire ottoman*. Fayard, Paris, p. 36-80.

Vatin 1989b : VATIN N., 1989. « L'ascension des Ottomans (1451-1512) ». *In* R. Mantran (ed.). *Histoire de l'Empire ottoman*. Fayard, Paris, p. 81-116.

Vittel 1982 : VITTEL C., 1982. *Pâtes et glaçures céramiques*. Delta & Spes, Denges.

Vogt C. 1997 : VOGT C., 1997. « Les céramiques ommeyyades et abbassides d'Istabl'Antar – Fostat : traditions méditerranéennes et influences orientales ». *In* D. d'Archimbaud (ed.). *Acte du VIe Congrès International sur la Céramique Médiévale en Méditerranée, Aix-en-Provence, 13-18 novembre 1995*. Narrations, Aix-en-Provence, p. 243-260.

Vogt *et al.* 1997 : VOGT C., BOUQUILLON A., DUBUS M., QUERRE G., 1997. « Glazed wall tiles of Constantinople: physical and chemical characterization, manufacturing, and decorative processes ». *In* H. Maguire (ed.). *Materials Analysis of Byzantine Pottery*. Dumbarton Oaks, Washington D.C., p. 51-65.

Vroom 2005 : VROOM J., 2005. « Medieval pottery from the Artemision in Ephesus: Imports and locally produced wares ». *In* F. Krinzinger (ed.). *Spatantike und Mittelalterliche Keramik aus* Ephesos. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Archäologische Forschungen, Band 13, Wien, p. 17-49.

Vroom 2009 : VROOM J., 2009. « A medieval pottery workshop in Ephesus/modern Selçuk (Turkey) ». *In* J. Zozaya, M. Retuerce, M.A. Hervás, A. De Juan (eds.). *Actas del VIII Congreso Internacional de Cerámica Medieval, Ciudad Real - Almagro, del 27 de febrero al 3 de marzo de 2006*. Asociación Española de Arqueología Medieval, Ciudad Real, p. 245-247.

Vroom & Fındık 2015 : VROOM J., FINDIK E. 2015. « The pottery finds ». *In* S. Ladstäter (ed.). *Die Türbe im Artemision: Ein frühosmanischer Grabbau in Ayasoluk/Selçuk und sein kulturhistorisches Umfeld*. Sonderschriften, Band 53, Wien, p. 205-292.

W

Waksman 1995 : WAKSMAN S.Y., 1995. *Les céramiques byzantines des fouilles de Pergame. Caractérisation des productions locales et importées par l'analyse élémentaire par les méthodes PIXE et INAA et par pétrographie*. Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur de Strasbourg.

Waksman 2005 : WAKSMAN S.Y., 2005. « A propos de quelques analyses élémentaires de glaçures de céramiques byzantines médiévales ». *In* C. Ney, P. Peduto, M. Schvoerer (eds.). *Décor de lustre métallique et céramique glaçurée*. Edipuglia, Scienze e materiali del patrimonio culturale, 7, p. 83-89.

Waksman 2012 : WAKSMAN S.Y., 2012. « Chemical analysis of Western Mediterranean ceramic imports ». *In* E.J. Stern (dir.). *'Akko I: The 1991-1998 Excavations: The Crusader-period Pottery. Part I*. IAA Reports, 51, Jerusalem, p. 127-132.

Waksman 2013 : WAKSMAN S.Y., 2013. « The identification and diffusion of Anaia's ceramic products: a preliminary approach using chemical analysis ». *In* Z. Mercangöz (ed.). *Byzantins craftsmen – Latin patrons. Reflections from the Anaian commercial production in the light of the excavations at Kadikalesi nearby Kuşadasi*. Ege Yayinlari, Istanbul, p. 101-111.

Waksman 2014a : WAKSMAN S.Y., 2014. « Études de provenance de céramiques ». *In* P. Dillmann, L. Bellot-Gurlet (dir.). *Circulation et provenance des matériaux dans les sociétés anciennes*. Editions des archives contemporaines, Paris, p. 195-215.

Waksman 2014b : WAKSMAN S.Y., 2014. « Long-term pottery production and chemical reference groups: examples from Medieval Western Turkey ». *In* H. Meyza, K. Domzalski (eds.). *Late Hellenistic to Medieval fine wares of the Aegean coast of Anatolia. Their production, imitation and use*. Wydawnictwo Neriton, Warszawa, p. 107-125.

Waksman 2015 : WAKSMAN S.Y., 2015. « Medieval ceramics from the Türbe excavations in Ephesos / Ayasuluk: an archaeometric viewpoint ». *In* S. Ladstäter (ed.). *Die Türbe im Artemision: Ein frühosmanischer Grabbau in Ayasoluk/Selçuk und sein kulturhistorisches Umfeld*, Sonderschriften, Band 53, Wien, p. 293-311.

Waksman à paraître : WAKSMAN S.Y., à paraître. « Defining the main « Middle Byzantine Production » (MBP): changing perspectives in Byzantine pottery studies ». *In Proceedings of the 11th International Congress AIECM3 on Medieval and Modern Period Mediterranean Ceramics, Antalya, 19-24October 2015.*

Waksman & François 2004-2005 : WAKSMAN S.Y., FRANÇOIS V., 2004-2005. « Vers une redéfinition typologique et analytique des céramiques byzantines du type Zeuxippus Ware ». *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 128-129, 2(1), p. 87-182.

Waksman & Girgin 2008 : WAKSMAN S.Y., GIRGIN Ç., 2008. « Les vestiges de production de céramiques des fouilles de Sirkeci (Istanbul). Premiers éléments de caractérisation ». *Anatolia Antiqua*, XVI ; p. 443-469.

Waksman & Spieser 1997 : WAKSMAN S.Y., SPIESER J.-M., 1997. « Byzantine ceramics excavated in Pergamon. Archaeological classification and characterization of the local and imported productions by PIXE and INAA elemental analysis, mineralogy and

petrography ». *In* H. Maguire (ed.). *Materials Analysis of Byzantine Pottery*. Dumbarton Oaks, Washington D.C., p. 105-133.

Waksman & Teslenko 2010 : WAKSMAN S.Y., TESLENKO I., 2015. « 'Novy Svet Ware', an Exceptional Cargo of Glazed Wares from a 13th-Century Shipwreck near Sudak (Crimea, Ukraine) – Morphological Typology and Laboratory Investigations ». *The International Journal of Nautical Archaeology*, 39(2), p. 357-375.

Waksman & von Wartburg 2006 : WAKSMAN S.Y., VON WARTBURG M.-L., 2006. « Fine sgraffito Ware, Aegean Ware and other Wares: new evidence for a major production of byzantine ceramics ». *Report of the Department of Antiquities of Cyprus*, p. 369-388.

Waksman *et al.* 1994 : WAKSMAN S.Y., PAPE A., HEITZ C., 1994. « PIXE analysis of byzantine ceramics ». *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B85, p. 824-829.

Waksman *et al.* 1996 : WAKSMAN S.Y., ROSSINI I., HEITZ C., 1996. « Byzantine Pergamon: characterization of the ceramics production centre ». *In* S. Demirci, A.M. Özer, G.D. Summers (eds.). *Archaeometry 94, The Proceedings of the 29th International Symposium on Archaeometry*. Tübitak, Ankara, p. 209-218.

Waksman *et al.* 2007 : WAKSMAN S.Y., BOUQUILLON A., CANTIN N., KATONA I., 2007. « The first Byzantine 'Glazed White Wares' in the early medieval technological context ». *In* S.Y. Waksman (ed.). *Archaeometric and Archaeological Approaches to Ceramics: Papers presented at EMAC '05, 8th European Meeting on Ancient Ceramics, Lyon, 2005*. British Archaeological Reports S1691, Oxford, p. 129-135.

Waksman *et al.* 2008a : WAKSMAN S.Y., BOUQUILLON A., CANTIN N., KATONA I., 2008. « Approche archéométrique des premières 'byzantine glazed white ware' et de productions glaçurées romaines et romaines tardives ». *Rei Cretariae Romanae Fautorum Acta*, 40, p. 531-536.

Waksman *et al.* 2008b : WAKSMAN S.Y., STERN E.J., SEGAL I., PORAT N., YELLIN J., 2008. « Elemental and Petrographic Analyses of Local and Imported Ceramics from Crusader Acre ». *'Atiqot*, 59, p. 157-190.

Waksman *et al.* 2009 : WAKSMAN S.Y., ERHAN N., ESKALEN S., 2009. « Les ateliers de céramiques de Sirkeci (Istanbul). Résultats de la campagne 2008 ». *Anatolia Antiqua*, XVII, p. 457-467.

Waksman *et al.* 2010 : WAKSMAN S.Y., ERHAN N., ESKALEN S., 2010. « Caractérisation des céramiques produites dans les ateliers de Sirkeci (Istanbul). Résultats de la campagne 2009 ». *Anatolia Antiqua*, XVIII, p. 329-337.

Waksman *et al.* 2014 : WAKSMAN S.Y., KONTOGIANNIS N.D., SKARTSIS S.S., VAXEVANIS G., 2014. « The Main 'Middle Byzantine Production' and Pottery Manufacture in Thebes and Chalcis ». *The Annual of the British School at Athens*, 109, p. 379-422

Waksman *et al.* 2017 : WAKSMAN S.Y., CAPELLI C., CABELLA R., 2017. « Etudes en laboratoire de céramiques islamiques du Caire : l'apport des fouilles récentes ». *In* R.P. Gayraud, L. Vallauri (eds.). *Fustat II : Fouilles d'Istabl 'Antar. Céramiques d'ensembles des IXe et Xe siècles*. Institut français d'archéologie orientale, Le Caire, p. 383-414.

Waksman *et al.* sous presse : WAKSMAN S.Y., BURLOT J., BÖHLENDORF-ARSLAN B., VROOM J., sous presse. « Moulded wares production in the Early Turkish/Beylik period in Western Anatolia: A case study from Ephesus and Miletus ». *In* R. Tomber, M. Spataro

(eds.). *Contextualising science: advances in ceramic production, use and function*. Journal of Archaeological Sciences Reports, doi:10.1016/j.jasrep.2015.11.015.

Walton 2004 : WALTON M.S., 2004. *A Materials Chemistry Investigation of Archaeological Lead Glazes*. PhD Thesis, University Oxford.

Walton & Tite 2010 : WALTON M.S., TITE M.S., 2010. « Production technology of Roman lead-glazed pottery and its continuance into Late Antiquity ». *Archaeometry*, 52, p. 733-759.

Watson 2004 : WATSON O., 2004. *Ceramics from Islamic Lands. Kuwait National Museum. The Al-Sabah Collection*. Thames & Hudson, London.

Watson 2006 : WATSON O., 2006. *Ceramics from Islamic Lands. Kuwait National Museum. The Al-Sabah Collection*. Thames & Hudson Ltd, London.

Weiβl 2005 : WEIBL M., 2005. « Mittelalterliche Grabungsbefunde im Artemision von Ephesos». *In* F. Krinzinger (ed.). *Spatantike und Mittelalterliche Keramik aus* Ephesos. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Archäologische Forschungen, Band 13, Wien, p. 9-16.

White 2009 : WHITE H.E., 2009. *An investigation of Production Technologies of Byzantine Glazed Pottery from Corinth, Greece in the eleventh to thirteenth centuries*. Ph.D. thesis, University of Sheffield, United Kingdom.

Wisseman *et al.* 1997 : WISSEMAN S., DE SENA E., LANDSBERGER S., YLANFAN R., ALTANER S., MOORE D., 1997. « Compositional analyses of ceramics from Serre and Thessaloniki ». *In* H. Maguire (ed.). *Materials Analysis of Byzantine Pottery*. Dumbarton Oaks, Washington D.C., p. 157-169.

Wittek 1934 : WITTEK P., 1934. « Das Fürstentum Mentesche. Studie zur Geschichte Westkleinasiens im 13. – 15. Jh ». *Istanbuler Mitteilungen*, 2.

Wittek 1935 : WITTEK P., 1935. « Milet in der türkischen Zeit ». *In* K. Wulzinger, P. Wittek, F. Sarre (eds.). *Das Islamische Milet*. W. de Gruyter, Milet : Ergebnisse der Ausgrabungen und Untersuchungen Seit dem Jahre 1899, Band III, Heft 4, Berlin, p. 1-10.

Wulf 1966 : WULF H.E., 1966. *Traditional Crafts of Persia. Their Development, Technology, and Influence on Eastern and Werstern Civilizations*. MIT Presse, Cambridge.

Wulf 1994 : WULF U., 1994. « Der Stadtplan von Pergamon ». *Istanbuler Mitteilungen*, 44, p. 135-175.

Wulzinger 1935 : WULZINGER K., WITTEK P., SARRE F., 1935. « Die Entstehung der islamischen Stadt. *In* K. Wulzinger, P. Wittek, F. Sarre (eds.). *Das Islamische Milet*. W. de Gruyter, Milet : Ergebnisse der Ausgrabungen und Untersuchungen Seit dem Jahre 1899, Band III, Heft 4, Berlin, p.11-68.

Wulzinger *et al.* 1935 : WULZINGER K., WITTEK P., SARRE F., 1935. *Das Islamische Milet*. W. de Gruyter, Milet : Ergebnisse der Ausgrabungen und Untersuchungen Seit dem Jahre 1899, Band III, Heft 4, Berlin.

Y

Yalman 1983 : YALMAN B., 1983. « Iznik Theatre, 1982 ». *Anatolian Studies*, 33, p. 250- 252.

Yalman 1984 : YALMAN B., 1984. « Iznik Theatre, 1983 ». *Anatolian Studies*, 34, p. 222-223.

Yeğingil & Freestone 2008 : YEGINGIL Z., FREESTONE I., 2008. The Composition and Technology of Seljuk Tiles from Kubad Abad. *In* R. Arik, O. Arik (eds.). *Tiles: treasures of Anatolian soil. Tiles of the Seljuk and Beylik periods*. Kale Group Cultural Publications, Istanbul, p. 209-217.

Yenişehirlioğlu 2004 : YENİŞEHİRLİOĞLU F., 2004. « Ottoman Ceramics in European Contexts ». *Muqarnas*, 21, p. 373-382.

Yenişehirlioğlu 2014 : YENİŞEHİRLİOĞLU F., 2014. « Other Histories, Other Stories and Ottoman Art ». *In* M. Sariyannis (ed.). *New Trends in Ottoman Studies: Papers presented at the 20th CIEPO Symposium, Rethymno, 27 June- 1 July 2012*. University of Crete, Foundation for Research and Technology-Hellas, Institute for Mediterranean Studies, Rethymno, p. 892-911.

Yılmaz 2009 : YILMAZ G., 2009. « Edirne-Zindanalti Kurtarma Kazılarında Bulunan erken Osmanlı Seramikleri – I ». *Türk Arkeoloji ve Etnografya Dergisi*, 9, p. 25-42.

Yılmaz 2010 : YILMAZ G., 2010. « Edirne Zindanalti Kurtarma Kazılarında Bulunan erken Osmanlı Seramikleri – II ». *Türk Arkeoloji ve Etnografya Dergisi*, 10, p. 39-55.

Yilmaz 2012 : YILMAZ G., 2012. *Edirne Müzesi Osmanlı Seramikleri*. Trakya Kalkinma Ajansi, Edirne.

Yılmaz 2014 : YILMAZ G., 2014. « Ayasuluk Kalesi ve St. Jean Anıtı Kazılarinda Bulunan Seramikler ». *In* M. Acara Eser, E. Bilget Fataha, G. Koyun (eds.). *XVI. Ortaçağ-Türk Dönemi Kazıları ve Sanat Tarihi Araştırmaları Sempozyumu Bildirileri, 18-20 Ekim 2012*. Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları, 152, Sivas, p. 863-871.

Yilmaz 2015 : YILMAZ G., 2015. « St. Jean (Aziz Yuhanna) Kilisesi Atrium Kazılarinda Bulunan Seramik Eserler ». *In* C. Şimşek, B. Duman, E. Konakçi (eds.). *Mustafa Büyükkolancı'ya Armağan*. Ege Yayınları, Istanbul, p. 767-779.

Z

Zabrana 2011 : ZABRANA L., 2011. « Vorbericht zur sogenannten Tribüne im Artemision von Ephesos – ein neues Odeion im Heiligtum der Artemis ». *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien*, 80, p. 341-363.

Zabrana 2012 : ZABRANA L., 2012. « Im heiligen Bezirk des Artemisions. Neue Erkenntnisse zur « Tribüne » in Ephesos ». *Antike Welt*, 43(5), p. 74-81.

Zachariadou 1983 : ZACHARIADOU E.A., 1983. *Trade and Crusade. Venetian Crete and the Emirates of Menteche and Aydin (1300-1415)*. Library of the Hellenic Institute of Byzantine and Post-Byzantine Studies, n°11, Venice.

Zachariadou 2011 : ZACHARIADOU E.A., 2011. « L'Asie Mineure turque ». *In* A. Laiou, C. Morrisson (eds.). *Le monde byzantin III*. Presses Universitaires de France « Nouvelle Clio », Paris, p. 369-399.

Zucchiatti *et al.* 2006 : ZUCCHIATTI A., BOUQUILLON A., KATONA I., D'ALESSANDRO A., 2006. « Pigments in ceramics the 'Della Robbia Blue': a case study for the use of cobalt pigments in ceramics during the Italian Renaissance ». *Archaeometry*, 48(1), p. 131-152.

.

Premières productions de céramiques turques en Anatolie occidentale : contextualisation et études techniques.

Depuis les années 1990, des études archéométriques ont permis d'attester la production de nouveaux types céramiques en Anatolie occidentale, liée à l'installation de populations turques dans la région à partir de la fin du XIII^{e} siècle. Parmi ces nouveaux types figurent des céramiques dont les formes et les décors, très répandus dans le monde islamique, témoignaient de l'introduction de nouvelles techniques de fabrication. Sur la base d'un échantillonnage de 87 tessons découverts sur cinq sites turcs et trois sites de Crimée, l'étude, associant approche archéologique et analyses physico-chimiques, a permis de proposer des cadres chronologiques pour ces premières productions turques et de déterminer les techniques de fabrication de leurs revêtements – engobes et glaçures – servant au décor. La définition de ces techniques repose essentiellement sur des analyses élémentaires et structurales par MEB-EDS et par spectrométrie Raman, dont les résultats permettent de confirmer l'utilisation de nouvelles recettes et de nouveaux matériaux.

Alors que les décors des céramiques byzantines étaient essentiellement constitués d'une glaçure plombifère transparente, colorée par une gamme réduite d'oxydes métalliques et reposant sur un engobe argileux, les décors des premières céramiques turques, d'époque *beylik*, produites dans la région, étaient bien plus variés. Leurs glaçures, témoignent d'une plus grande diversité, aussi bien dans la nature des fondants et des opacifiants, que dans celle des colorants utilisés. Considérée comme l'un des premiers types de céramiques ottomanes, la *Miletus Ware* présente le décor le plus élaboré. L'engobe n'est plus argileux, mais synthétique, préfigurant ainsi les productions plus tardives à pâte synthétique d'Iznik qui feront la renommée de la céramique ottomane au XVI^{e} siècle. Notre étude a ainsi permis de caractériser et de contextualiser les évolutions techniques qui marquent la transition entre céramiques byzantines et ottomanes en Anatolie occidentale.

Mots clés : Anatolie occidentale ; Turquie ; XIII^{e}-XV^{e} siècles ; byzantin ; *beylik* ; ottoman ; céramique ; engobe ; glaçure ; technique de fabrication ; archéométrie ; archéologie ; MEB-EDS ; spectrométrie Raman

The First Production of Turkish Ceramics in Western Anatolia: Contextualisation and Technical Studies

Since the 1990s, archaeometric studies have attested to the production of new types of ceramic in Western Anatolia, linked to the arrival of Turkish populations in the region from the end of the 13th century. Among these new types are ceramics whose shapes and decoration are very commonly found in the Islamic world, and which show the introduction of new techniques of fabrication. Taking a sample of 87 sherds discovered at five Turkish sites and three sites in the Crimea, this study, combining an archaeological approach with physicochemical analyses, enabled us to propose a chronological framework for these initial Turkish productions and to determine the techniques of fabrication of their coatings – slips and glazes – used for the decoration. The definition of these techniques relies in the main on elementary and structural analyses by SEM-EDS and by Raman spectroscopy, the results of which permit us to confirm the use of new recipes and new materials.

While the decoration of Byzantine ceramics was essentially constituted of a high-lead transparent glaze, coloured by a reduced range of metallic oxides resting on a clay slip, the decoration of the initial Turkish ceramics, from the *Beylik* period, produced in the region, were much more varied. Their glazes attest to a greater diversity in the nature of the fluxes and opacifiers, as well as in the colorants used. Considered to be one of the first types of Ottoman ceramics, the Miletus Ware shows the most elaborate decoration. The slip is no longer clay-based but synthetic, prefiguring in this way the later production using synthetic paste of the Iznik Fritwares upon which the fame of 16th century Ottoman ceramics was based. Our study thus enabled us to characterise and contextualise the technical evolution which marked the transition from Byzantine to Ottoman ceramics in Western Anatolia.

Keywords: Western Anatolia; 13th-15th centuries; Byzantines; *Beyliks*; Ottomans; ceramics; slips; glazes; techniques of fabrication; archaeometry; archaeology; SEM-EDS; Raman spectroscopy

Université Lumière Lyon 2

École doctorale 483 Sciences Sociales

Laboratoire ArAr – UMR5138

THESE

présentée pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE LUMIERE LYON 2

Par Jacques BURLOT

Premières productions de céramiques turques en Anatolie occidentale :

Contextualisation et études techniques

Volume II : Annexes

Directeurs de thèse : Yona WAKSMAN et Armand DESBAT

Liste des annexes

TABLEAUX 6

Tableau A.1 : Synthèse des données de contextualisation et des études techniques des productions médiévales et postmédiévales d'Anatolie occidentale étudiées dans cette thèse. 7

Tableau A.2 : Informations bibliographiques concernant les échantillons illustrés et/ou analysés dans la littérature. 13

Tableau A.3 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des standards analysés en début et fin de séance, comparées aux compositions certifiées (en % mass.). 17

Tableau A.4 : Epaisseurs (en µm) des glaçures et des engobes de la catégorie technique 1. 19

Tableau A.5 : Compositions élémentaires des glaçures des échantillons de la catégorie technique 1 (en % mass., analyses globales, MEB-EDS). 21

Tableau A.6 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des cristaux de diopside des glaçures de la catégorie technique 1. 23

Tableau A.7 : Compositions élémentaires globales (en % mass., analyses MEB-EDS) des engobes de la catégorie technique 1. 24

Tableau A.8 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses MEB-EDS) des matrices argileuses des engobes de la catégorie technique 1. 26

Tableau A.9 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses MEB-EDS) des cristaux situés à l'interface engobe/glaçure dans des échantillons de la catégorie technique 1. 28

Tableau A.10 : Epaisseurs (en µm) des glaçures et des engobes de la catégorie technique 2. 29

Tableau A.11 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des glaçures de la catégorie technique 2. 30

Tableau A.12 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des cristaux de diopside observés dans les glaçures monochromes turquoise. 30

Tableau A.13 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des engobes de la catégorie technique 2. 31

Tableau A.14 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des matrices argileuses de la catégorie technique 2. 31

Tableau A.15 : Epaisseurs (en µm) des glaçures et des engobes de la catégorie technique 3. 32

Tableau A.16 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des glaçures de la catégorie technique 3. 32

Tableau A.17 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions riches en fer, cobalt, nickel et cuivre issues des glaçures bleues de la catégorie technique 3. 33

Tableau A.18 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des engobes de la catégorie technique 3. 34

Tableau A.19 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des matrices argileuses des engobes de la catégorie technique 3. 34

Tableau A.20 : Epaisseurs (en µm) des glaçures et des engobes de la catégorie technique 4. 35

Tableau A.21 : Compositions élémentaires des glaçures (en % mass., analyses globales, MEB-EDS.) de la catégorie technique 4. 36

Tableau A.22 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions riches en fer, cobalt, nickel et cuivre observées dans les glaçures bleues de la catégorie technique 4. 39

Tableau A.23 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions riches en chrome observées dans les glaçures noires de la catégorie technique 4. 42

Tableau A.24 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des engobes synthétiques. 44

Tableau A.25 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions avec microstructure « en feuillets » observées dans les engobes synthétiques. 45

Tableau A.26 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des reliquats de verre présents dans les engobes synthétiques. 46

PLANCHES 47

Planche A.1.1 : Echantillons de la production « Pergame tardo-byzantin ». 48

Planche A.1.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Pergame tardo-byzantin ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm) 49

Planche A.1.3 : Images BSE des engobes de la production « Pergame tardo-byzantin) ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm). 51

Planche A.2.1 : Echantillons de la production « Ephèse local (c/4) ». 53

Planche A.2.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Ephèse local (c/4) ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm) 54

Planche A.2.3 : Images BSE des engobes de la production « Ephèse local (c/4) ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm). 58

Planche A.3.1 : Echantillons de la production « Ephèse régional (b/2) ». 62

Planche A.3.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Ephèse régional (b/2) ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm) 65

Planche A.3.3 : Images BSE des engobes de la production « Ephèse régional (b/2) ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm). 68

Planche A.4.1 : Echantillons de la production « Milet local ». 71

Planche A.4.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Milet local) ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm) 72

Planche A.4.3 : Images BSE des engobes de la production « Milet local ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm). 73

Planche A.5.1 : Echantillons de la production « Pergame F ». 74

Planche A.5.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Pergame F ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm) 76

Planche A.5.3 : Images BSE des engobes de la production « Pergame F ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm). 79

Planche A.6.1 : Echantillons de la production « Pergame *Rote Halle* ». 82

Planche A.6.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Pergame *Rote Halle* ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm)..... 83

Planche A.6.3 : Images BSE des engobes de la production « Pergame *Rote Halle* ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm). 84

Planche A.7.1 : Echantillons de la production « Iznik local ». 85

Planche A.7.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Iznik local ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm) 87

Planche A.7.3 : Images BSE des engobes de la production « Iznik local ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm). 92

Planche A.8.1 : Echantillons de la production « *Miletus Ware* non localisée ». 96

Planche A.8.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « *Miletus Ware* non localisée ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm) 98

Planche A.8.3 : Images BSE des engobes de la production « *Miletus Ware* non localisée ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm). 103

TABLEAUX

Annexes. *Tableau A.1 : Synthèse des données de contextualisation et des études techniques des productions médiévales et postmédiévales d'Anatolie occidentale étudiées dans cette thèse.*

Tableau A.1 : Synthèse des données de contextualisation et des études techniques des productions médiévales et postmédiévales d'Anatolie occidentale étudiées dans cette thèse.

Eph. : Ephèse ; Perg. : Pergame ; Mil. : Milet ; Sar. : Sardes ; Iz. : Iznik ; Alou. : Alouchta ; Fou. : Founa ; Bala. : Balaklava ; Id. : identifiant échantillon ; Prov. : provenance (site de découverte) ; Recto : face interne ; Verso : face externe.

° Contexte d'atelier ; * Echantillon issu du contexte de Pergame daté d'environ 1350-1375 (Böhlendorf-Arslan 2004) ; ** Echantillon issu d'un des contextes de Crimée datés entre fin XV^{e} et début XVI^{e} siècle (Teslenko 2007).

Id.	Prov.	Type	Période	Revêtements	
				Glaçure	*Engobe*
Production « Pergame tardo-byzantin »					
BY-27	Perg.	Dérivé de *Zeuxippus Ware*	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 2
BY-37	Perg.	Dérivé de *Zeuxippus Ware*	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 2
CY-92	Perg.	Sgraffito monochrome tardo-byzantin	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 2
CY-95	Perg.	Sgraffito monochrome tardo-byzantin	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 2
CY-150	Perg.	Sgraffito monochrome tardo-byzantin	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 2
DY-24	Perg.	Sgraffito monochrome tardo-byzantin	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 2
DY-46	Perg.	Sgraffito monochrome tardo-byzantin	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 2
EY-118	Perg.	Sgraffito monochrome tardo-byzantin	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 2
EY-119	Perg.	Céramique à glaçure monochrome tardo-byzantine	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 2

Id.	Prov.	Type	Période	Revêtements	
				Glaçure	*Engobe*
Production « Ephèse local (c/4) »					
BYZ430	Eph.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZN 70	Sar.	Céramique à décor moulé	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY287	Eph.°	Sgraffito polychrome tardo-byzantin	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 1
BZY288	Eph.°	Sgraffito polychrome tardo-byzantin	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 1
BZY291	Eph.°	Dérivé de *Zeuxippus Ware*	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 1
BZY293	Eph.°	Sgraffito polychrome tardo-byzantin	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 1
BZY298	Eph.°	Dérivé de *Zeuxippus Ware*	Tardo-byzantine	Plombifère	Argileux 1
BZY363	Eph.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY364	Eph.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY370	Eph.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY386	Eph.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY387	Eph.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY388	Eph.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY913	Eph.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY932	Eph.	Céramique à décor moulé	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY934	Eph.	Céramique à décor moulé	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY957	Eph.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1

Annexes. *Tableau A.1 : Synthèse des données de contextualisation et des études techniques des productions médiévales et postmédiévales d'Anatolie occidentale étudiées dans cette thèse.*

Id.	Prov.	Type	Période	Revêtements	
				Glaçure	*Engobe*
Production « Ephèse régional (b/2) »					
BYZ428	Eph.	Céramique à glaçure monochrome turquoise	*Beylik*	Recto alcalino-plombifère opacifiée à l'étain	Argileux 1
BZY365	Eph.	Céramique à glaçure monochrome turquoise	*Beylik*	Recto alcalino-plombifère opacifiée à l'étain / Verso jaune plombifère	Argileux 1
BZY366	Eph.	Céramique à glaçure monochrome turquoise	*Beylik*	Recto alcalino-plombifère opacifiée à l'étain / Verso jaune plombifère	Argileux 1
BZY371	Eph.	Céramique à glaçure monochrome turquoise	*Beylik*	Recto alcalino-plombifère opacifiée à l'étain / Verso jaune plombifère	Argileux 1
BZY373	Eph.	Céramique à décor moulé	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY931	Eph.	Céramique à décor moulé	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY956	Eph.	Céramique à décor moulé	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY906	Eph.	Céramique à glaçure monochrome turquoise	*Beylik*	Recto alcalino-plombifère opacifiée à l'étain	Argileux 1
BZY907	Eph.	Céramique à glaçure monochrome turquoise	*Beylik*	Recto alcalino-plombifère opacifiée à l'étain	Argileux 1
BZY962	Eph.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1

Id.	Prov.	Type	Période	Revêtements	
				Glaçure	*Engobe*
Production « Milet local »					
BZN 54	Mil.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZN 60	Mil	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZN 61	Mil	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1
BZY997	Mil	Céramique à décor moulé	*Beylik*	Plombifère	Argileux 1

Id.	Prov.	Type	Période	Revêtements	
				Glaçure	*Engobe*
Production « Pergame F »					
BYZ506	Perg.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 3
BYZ507	Perg.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 3
BZN 33	Sar.	Céramique à glaçure monochrome turquoise	*Beylik*	Alcalino-plombifère opacifiée à l'étain	Argileux 3
BZN 74	Sar.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux marginal
BZN 75	Sar.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 3
BZN 76	Sar.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 3
BZN 77	Sar.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 3
BZN103	Mil	Céramique à glaçure monochrome turquoise	*Beylik*	Alcalino-plombifère opacifiée à l'étain	Argileux 3
BZN105	Mil	Céramique à glaçure monochrome turquoise	*Beylik*	Alcalino-plombifère opacifiée à l'étain	Argileux 3
BZN135	Perg.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 3
BZN152	Perg.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik*	Plombifère	Argileux 3
BZY384	Eph.	Céramique à glaçure monochrome turquoise	*Beylik*	Alcalino-plombifère opacifiée à l'étain	Argileux 1
BZY431	Perg.	Céramique à glaçure monochrome turquoise	*Beylik*	Alcalino-plombifère opacifiée à l'étain	Argileux 3
BZY433	Perg.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik**	Plombifère	Argileux 3
BZY436	Perg.	Sgraffito polychrome *beylik*	*Beylik**	Plombifère	Argileux 3

Id.	Prov.	Type	Période	Revêtements	
				Glaçure	*Engobe*
Production « Pergame *Rote Halle* »					
BZN124	Perg.°	Miletus Ware	Ottomane	alcalino-plombifère transparente	Argileux 2
BZN125	Perg.°	Miletus Ware	Ottomane	alcalino-plombifère transparente	Argileux 2
BZY443	Perg.°	Miletus Ware (biscuit)	Ottomane	-	Argileux 2
BZY450	Perg.°	Biscuits de sgraffito ottomans	Ottomane	-	Argileux 2
BZY451	Perg.°	Biscuits de sgraffito ottomans	Ottomane	-	Argileux 2

Annexes. *Tableau A.1 : Synthèse des données de contextualisation et des études techniques des productions médiévales et postmédiévales d'Anatolie occidentale étudiées dans cette thèse.*

Id.	Prov.	Type	Période	Revêtements	
				Glaçure	*Engobe*
Production « Iznik local »					
BYZ284	Iz.°	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN205	Alou.	Miletus Ware	Ottomane**	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN206	Alou.	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN209	Alou.	Miletus Ware	Ottomane**	Recto alcalino-plombifère transparente / Verso monochrome vert plombifère	Recto synthétique / Verso argileux 3
BZN210	Alou.	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente Verso monochrome vert plombifère	Recto synthétique / Verso argileux 3
BZN221	Fou.	Miletus Ware	Ottomane**	Recto/Verso alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique / Verso argileux 3
BZN222	Fou.	Miletus Ware	Ottomane**	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN223	Fou.	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN228	Bala.	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN229	Bala.	Miletus Ware	Ottomane	Recto/Verso alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique / Verso argileux 3
BZN231	Bala.	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN232	Bala.	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN233	Bala.	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique

Annexes. *Tableau A.1 : Synthèse des données de contextualisation et des études techniques des productions médiévales et postmédiévales d'Anatolie occidentale étudiées dans cette thèse.*

Id.	Prov.	Type	Période	Revêtements	
				Glaçure	*Engobe*
Production « *Miletus Ware* non localisée »					
BZN 43	Mil	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN 44	Mil	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN 45	Mil	Miletus Ware	Ottomane	Recto/Verso alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique / Verso argileux 3
BZN 46	Mil	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente / Verso monochrome vert plombifère	Recto synthétique / Verso argileux 3
BZN 47	Mil	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente / Verso monochrome vert plombifère	Recto synthétique / Verso argileux 3
BZN 49	Mil	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN 50	Mil	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN118	Sar	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN119	Sar	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN285	Sar	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente / Verso monochrome vert plombifère	Recto synthétique / Verso argileux 3
BZN286	Sar	Miletus Ware	Ottomane	Recto/Verso alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique / Verso argileux 3
BZN287	Sar.	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN288	Eph.	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente	Recto synthétique
BZN289	Eph.	Miletus Ware	Ottomane	Recto alcalino-plombifère transparente / Verso monochrome vert plombifère	Recto synthétique / Verso argileux 3

Tableau A.2 : Informations bibliographiques concernant les échantillons illustrés et/ou analysés dans la littérature.

Echantillon	Catalogue / figure / tableau
BYZ428	Vroom 2005, cat. 24 Sauer & Waksman 2005, id. EPH-ART 5 Waksman 2014b, fig. 3e
BYZ429	Sauer & Waksman 2005, id. EPH-ART 7 Waksman 2014b, tab. 3
BYZ430	Sauer & Waksman 2005, id. EPH-ART 8 Waksman 2014b, tab. 3
BYZ506	Waksman 1995, fig. 33, id. FY-69 Waksman *et al.* 1996, fig. 2 Waksman & Spieser 1997, app. I Waksman 2005, fig. 1
BYZ507	Waksman 1995, fig. 33, id. FY-70 Waksman *et al.* 1996, fig. 2 Waksman & Spieser 1997, app. I Waksman 2005, fig. 1
BZN 43	Böhlendorf-Arslan 2008, cat. 74
BZN 44	Böhlendorf-Arslan 2008, cat. 73
BZN125	Mania 2006 cat.1
BZN205	Teslenko 2007, fig. 2:5
BZN209	Teslenko 2007, fig. 2:1
BZN221	Teslenko 2007, fig. 3:2
BZN222	Teslenko 2007, fig. 3:1
BZN286	Crane 1987, fig. 15
BZN287	Crane 1987, fig. 15
BZN288	Vroom et Findik 2015, cat. 114
BZN289	Vroom et Findik 2015, cat. 115
BZY287	Waksman 2014b, tab. 3 Vroom et Findik 2015, cat. 82 Waksman 2015, pl. 2, tab. 1-2

Tableau A.2 suite

Echantillon	Catalogue / figure / tableau
BZY288	Waksman 2014b, tab. 3 Waksman 2015, tab. 1-2
BZY291	Waksman 2014b, tab. 3 Waksman 2015, tab. 1-2
BZY293	Waksman 2014b, tab. 3 Waksman 2015, tab. 1-2
BZY298	Waksman 2014b, tab. 3 Waksman 2015, pl. 1, tab. 1-2
BZY363	Waksman 2014b, fig.3c, tab. 3
BZY364	Waksman 2014b, fig.3c tab. 3
BZY365	Vroom 2005, cat. 25 Waksman 2014b, tab. 3
BZY366	Waksman 2014b, tab. 3
BZY370	Waksman 2014b, tab. 3
BZY371	Waksman 2014b, tab. 3 Waksman 2015, tab. 1-2
BZY372	Waksman 2014b, tab. 3 Vroom et Findik 2015, cat. 93 Waksman 2015, pl. 3, tab. 1-2
BZY373	Waksman 2014b, fig.3f, tab. 3 Vroom et Findik 2015, cat. 144 Waksman 2015, pl. 1, 3, tab. 1-2 Waksman *et al.* sous presse, tab. 1-2
BZY384	Waksman 2014b, tab. 3
BZY386	Waksman 2014b, tab. 3
BZY387	Waksman 2014b, tab. 3
BZY388	Waksman 2014b, tab. 3
BZY390	Waksman 2014b, tab. 3
BZY430	Spieser 1996, cat. 68

Tableau A.2 suite

Echantillon	Catalogue / figure / tableau
BZY433	Spieser 1996, cat. 508 Böhlendorf-Arslan 2004, pl. 190:15
BZY436	Spieser 1996, cat. 514 Böhlendorf-Arslan 2004, pl. 190:13
BZY443	Japp 2009, Perga 116 Mania 2006, cat. 8
BZY450	Mania 2006, cat. 6 Waksman 2014, fig. 1g
BZY451	Mania 2006, cat. 9 Waksman 2014b, tab. 3
BZY931	Waksman *et al.* sous presse, tab. 1-2
BZY932	Waksman *et al.* sous presse, fig. 4, tab. 1-2
BZY934	Waksman *et al.* sous presse, tab. 1-2
BZY956	Waksman *et al.* sous presse, fig. 4, tab. 1-2
BZY962	Vroom 2005, cat. 17
BZY997	Waksman *et al.* sous presse, tab. 1-2
BY-27	Waksman 1995, fig. 29 Waksman *et al.* 1996, fig. 2 Waksman & Spieser 1997, app. I Waksman & François 2004-2005, tab. 1
BY-37	Waksman 1995, fig. 29 Waksman *et al.* 1996, fig. 2 Waksman & Spieser 1997, app. I Waksman & François 2004-2005, tab. 1 Waksman 2014b, fig. 1b, tab. 3
CY-92	Waksman 1995, fig. 30 Waksman & Spieser 1997, app. I
CY-95	Waksman 1995, fig. 30 Waksman & Spieser 1997, app. I

Tableau A.2 suite

Echantillon	Catalogue / figure / tableau
CY-150	Waksman 1995, fig. 30 Waksman & Spieser 1997, app. I
DY-24	Waksman 1995, fig. 31 Waksman & Spieser 1997, app. I
DY-46	Waksman 1995, fig. 31 Waksman & Spieser 1997, app. I Waksman 2014b, fig. 1b
EY-118	Waksman 1995, fig. 32 Waksman & Spieser 1997, app. I
EY-119	Waksman 1995, fig. 32 Waksman & Spieser 1997, app. I Waksman 2014b, fig. 1b

Tableau A.3 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des standards analysés en début et fin de séance, comparées aux compositions certifiées (en % mass.).

n. : nombre d'analyses ; Min : minimum ; Max : maximum

DR-N	CaO	Fe_2O_3	TiO_2	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	P_2O_5
Moyenne (n = 280)	**6.63**	**8.71**	**0.85**	**1.95**	**53.87**	**19.67**	**4.88**	**0.15**	**3.11**	**0.18**
Ecart-type	0.18	0.31	0.10	0.08	0.45	0.39	0.15	0.04	0.14	0.07
Min	5.97	7.45	0.54	1.73	52.82	18.80	4.35	0.00	2.45	0.00
Max	7.52	9.38	1.20	2.26	55.56	20.62	5.46	0.35	3.55	0.45
Composition certifiée (normalisée)	**7.21**	**9.92**	**1.11**	**1.74**	**54.06**	**17.92**	**4.50**	**0.23**	**3.06**	**0.26**

BRILL-B	CaO	Fe_2O_3	TiO_2	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	P_2O_5	PbO	CuO	SnO_2	Cr_2O_3	CoO	Sb_2O_5	B_2O_3	BaO	ZnO	SrO	NiO
Moyenne (n = 20)	**7.92**	**0.26**	**0.01**	**0.95**	**61.39**	**4.32**	**0.99**	**0.17**	**16.97**	**0.61**	**0.78**	**2.12**	**0.12**	**0.11**	**0.16**	**0.81**	**0.80**	**0.28**	**0.42**	**0.63**	**0.22**
Ecart-type	0.24	0.07	0.03	0.07	1.43	0.10	0.10	0.08	0.32	0.15	0.21	0.23	0.15	0.08	0.06	0.38	1.03	0.14	0.12	0.15	0.07
Min	7.37	0.15	0.00	0.78	58.40	4.11	0.81	0.07	16.31	0.43	0.52	1.82	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.23	0.29	0.13
Max	8.28	0.43	0.14	1.06	63.70	4.51	1.20	0.37	17.49	0.92	1.18	2.53	0.57	0.25	0.34	1.67	2.45	0.58	0.66	0.95	0.42
Composition certifiée	**8.56**	**0.34**	**0.09**	**1.00**	**62.31**	**4.36**	**1.03**	**0.25**	**17.00**	**0.82**	**0.61**	**2.66**	**0.04**	**-**	**0.05**	**0.46**	**-**	**0.12**	**0.19**	**0.02**	**0.10**

BRILL-C	CaO	Fe_2O_3	TiO_2	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	P_2O_5	PbO	CuO	SnO_2	Cr_2O_3	CoO	Sb_2O_5	B_2O_3	BaO	ZnO	SrO
Moyenne (n = 280)	**4.56**	**0.29**	**0.02**	**2.67**	**36.05**	**1.13**	**2.92**		**1.37**	**0.18**	**33.22**	**0.92**	**0.11**	**0.09**	**0.23**	**0.36**	**0.47**	**13.60**	**0.41**	**1.40**
Ecart-type	0.15	0.13	0.11	0.08	1.04	0.15	0.24		0.20	0.14	0.66	0.25	0.14	0.13	0.13	0.40	0.66	0.63	0.19	0.18
Min	4.12	0.00	0.00	2.39	33.05	0.80	2.34		0.79	0.00	30.73	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.86	0.00	0.89
Max	5.06	0.82	0.89	2.99	37.94	1.62	3.41		1.84	0.74	34.85	1.79	0.66	0.55	0.70	1.43	2.75	15.69	1.06	1.95
Composition certifiée	**5.07**	**0.34**	**0.79**	**2.84**	**36.15**	**0.87**	**2.76**	**-**	**1.07**	**0.14**	**36.70**	**1.13**	**0.19**	**-**	**0.18**	**0.03**	**-**	**11.40**	**0.05**	**0.29**

BRILL-D	CaO	Fe_2O_3	TiO_2	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	P_2O_5	PbO	CuO	SnO_2	Cr_2O_3	CoO	Sb_2O_5	B_2O_3	BaO	ZnO	SrO
Moyenne (n = 36)	**13.68**	**0.34**	**0.23**	**10.80**	**55.37**	**5.54**	**4.15**	**0.37**	**1.38**	**3.67**	**0.39**	**0.33**	**0.43**		**0.13**	**1.68**	**0.03**	**0.42**	**0.35**	**0.72**
Ecart-type	0.47	0.10	0.11	0.51	0.47	0.32	0.24	0.09	0.16	0.19	0.10	0.11	0.13		0.05	0.40	0.18	0.15	0.13	0.16
Min	12.87	0.19	0.00	9.88	53.98	5.06	3.72	0.23	1.01	3.24	0.16	0.18	0.17		0.00	0.98	0.00	0.00	0.18	0.35
Max	14.45	0.60	0.45	11.72	55.96	6.00	4.63	0.65	1.61	3.95	0.62	0.60	0.74		0.21	2.77	1.09	0.74	0.69	1.06
Composition certifiée	**14.80**	**0.52**	**0.38**	**11.30**	**55.46**	**5.30**	**3.94**	**0.55**	**1.20**	**3.93**	**0.48**	**0.38**	**0.10**	**-**	**0.02**	**0.97**	**-**	**0.51**	**0.10**	**0.06**

Tableau A.4 : Epaisseurs (en µm) des glaçures et des engobes de la catégorie technique 1.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

*m : moyenne ; σ : écart-type (calculé sur 100 mesures) ; min : minimum ; max : maximum ; gl. : glaçure ; eng. : engobe. ; *engobe présentant une microstructure similaire, mais dont la composition chimique témoigne de certaines teneurs différentes.*

Echantillon/face/ couleur glaçure		**m**	**σ**	**min**	**max**		**m**	**σ**	**min**	**max**	**Groupe eng.**
Ephèse tardo-byzantin											
BZY287 R jaune	gl.	**49**	*9*	34	70	eng.	**110**	*19*	61	137	Argileux 1*
BZY288 R brun foncé	gl.	**33**	*8*	22	62	eng.	**127**	*17*	75	187	Argileux 1*
BZY291 R incolore	gl.	**41**	*7*	26	58	eng.	**74**	*17*	49	100	Argileux 1
BZY293 R incolore	gl.	**80**	11	56	119	eng.	**108**	*13*	78	160	Argileux 1
BZY298 R incolore	gl.	**122**	8	104	140	eng.	**32**	*7*	20	50	Argileux 1
BZY298 V vert	gl.	**45**	5	32	54	eng.	**60**	*10*	44	89	Argileux 1
Pergame tardo-byzantin											
BY-27 R jaune	gl.	**98**	*13*	60	142	eng.	**170**	*17*	138	221	Argileux 2
BY-37 R incolore	gl.	**112**	*11*	88	153						-
CY-92 R incolore	gl.	**123**	*8*	70	137	eng.	**96**	*13*	59	137	Argileux 2
CY-95 R incolore	gl.	**116**	*14*	67	151	eng.	**189**	*20*	132	253	Argileux 2
CY-150 R incolore	gl.	**113**	*5*	99	118	eng.	**236**	*16*	205	265	Argileux 2
DY-24 R jaune orangé	gl.	**121**	*16*	71	169	eng.	**182**	*26*	31	256	Argileux 2
DY-46 R jaune orangé	gl.	**135**	*5*	126	143	eng.	**220**	*1*	218	220	Argileux 2
EY-118 R vert	gl.	**140**	*12*	74	183	eng.	**123**	*24*	64	183	Argileux 2
EY-119 R vert	gl.	**62**	*16*	32	106	eng.	**192**	*32*	93	267	Argileux 2
Ephèse local (c/4)											
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*											
BYZ430 R vert	gl.	**39**	*10*	13	84	eng.	**57**	*14*	24	108	Argileux 1
BZY363 R incolore	gl.	**89**	*21*	35	126	eng.	**121**	*16*	93	161	Argileux 1
BZY364 R vert foncé	gl.	**86**	*13*	62	110	eng.	**112**	*9*	92	131	Argileux 1
BZY370 R vert	gl.	**100**	*12*	67	117	eng.	**51**	*8*	37	70	Argileux 1
BZY370 R vert clair	gl.	**104**	*2*	100	106	eng.	**54**	*9*	41	72	Argileux 1
BZY386 R vert	gl.	**85**	*16*	71	113	eng.	**186**	*20*	106	224	Argileux 1
BZY387 V vert	gl.	**108**	*20*	75	146	eng.	**80**	*13*	54	110	Argileux 1
BZY387 R violet	gl.	**99**	*8*	68	116	eng.	**105**	*10*	72	150	Argileux 1
BZY388 R vert	gl.	**68**	*6*	47	95	eng.	**130**	*7*	108	150	Argileux 1
BZY913 R vert	gl.	**62**	*12*	31	100	eng.	**74**	*14*	37	118	Argileux 1
BZY957 R vert	gl.	**69**	*6*	53	80	eng.	**94**	*14*	60	115	Argileux 1
CERAMIQUES A DECOR MOULE											
BZN 70 R vert clair	gl.	**54**	*10*	20	93	eng.	**95**	*15*	65	150	Argileux 1
BZY932 R vert	gl.	**57**	*9*	39	81	eng.	**136**	*31*	87	187	Argileux 1
BZY934 R jaune	gl.	**70**	*15*	19	135	eng.	**88**	*12*	41	105	Argileux 1
Milet local											
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*											
BZN 54 R jaune orangé	gl.	**82**	*7*	67	100	eng.	**134**	*16*	104	183	Argileux 1
BZN 60 R violet	gl.	**80**	*5*	58	91	eng.	**86**	*8*	72	106	Argileux 1
BZN 61 R violet	gl.	**62**	*14*	35	83	eng.	**99**	*10*	80	114	Argileux 1

Tableau A.4 suite

Echantillon/face/ couleur glaçure		m	σ	min	max		m	σ	min	max	Groupe eng.
CERAMIQUES A DECOR MOULE											
BZY997 R vert	gl.	**85**	*11*	33	137	eng.	**75**	*12*	52	98	Argileux 1
Ephèse régional (b/2)											
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*											
BZY962 R vert	gl.	**63**	*9*	33	94	eng.	**94**	*14*	58	122	Argileux 1
BZY962 R violet	gl.	**89**	*20*	50	141	eng.	**120**	*24*	65	176	Argileux 1
CERAMIQUES A DECOR MOULE											
BZY373 R vert	gl.	**88**	*54*	20	232	eng.	**103**	*37*	36	269	Argileux 1
BZY931 R vert	gl.	**62**	*8*	62	90	eng.	**293**	*32*	215	349	Argileux 1
BZY956 R vert	gl.	**29**	*7*	8	47	eng.	**91**	*17*	48	175	Argileux 1
CERAMIQUES A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE (VERSO JAUNE)											
BZY365 V jaune	gl.	**58**	*17*	24	94	eng.	**94**	*15*	62	130	Argileux 1
BZY366 V jaune	gl.	**55**	*9*	33	74	eng.	**46**	*15*	24	82	Argileux 1
BZY371 V jaune	gl.	**42**	*11*	16	70	eng.	**65**	*12*	38	110	Argileux 1
Production « Pergame F »											
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*											
BYZ506 R vert	gl.	**145**	*15*	100	180	eng.	**67**	*15*	23	114	Argileux 3
BYZ507 R violet	gl.	**87**	*19*	56	151	eng.	**143**	*9*	103	165	Argileux 3
BZN 74 R violet	gl.	**87**	*34*	26	159	eng.	**87**	*35*	9	154	Marginal
BZN 75 R vert	gl.	**77**	*3*	62	100	eng.	**121**	*16*	65	161	Argileux 3
BZN 76 R brun clair	gl.	**97**	*15*	68	126	eng.	**100**	*16*	69	136	Argileux 3
BZN 77 R brun foncé	gl.	**116**	*17*	83	165	eng.	**81**	*29*	22	145	Argileux 3
BZN135 R violet	gl.	**107**	*5*	98	115	eng.	**189**	*8*	167	208	Argileux 3
BZN135 R vert	gl.	**88**	*22*	52	124	eng.	**165**	*49*	68	239	Argileux 3
BZN152 R vert	gl.	**67**	*8*	48	85	eng.	**95**	*13*	51	128	Argileux 3
BZY433 R vert	gl.	**72**	*12*	43	102	eng.	**106**	*16*	66	150	Argileux 3
BZY433 R incolore	gl.	**50**	*10*	26	72	eng.	**116**	*11*	96	150	Argileux 3
BZY433 V vert	gl.	**64**	*21*	29	109	eng.	**113**	*12*	73	148	Argileux 3
BZY436 R violet	gl.	**106**	*16*	72	154	eng.	**72**	*20*	30	119	Argileux 3
Iznik local											
MILETUS WARE (VERSO VERT)											
BZN209 V vert	gl.	**30**	*5*	21	42	eng.	**51**	*8*	36	72	Argileux 3
BZN210 V vert	gl.	**27**	*4*	18	32	eng.	**69**	*11*	47	93	Argileux 3
Production « *Miletus Ware* non localisée »											
MILETUS WARE (VERSO VERT)											
BZN 46 V vert	gl.	**61**	*20*	20	123	eng.	**186**	*25*	129	240	Argileux 3
BZN 47 V vert	gl.	**45**	*10*	24	62	eng.	**62**	*17*	35	106	Argileux 3
BZN285 V vert	gl.	**44**	*11*	25	69	eng.	**84**	*16*	49	116	Argileux 3
BZN289 V vert	gl.	**40**	*10*	18	61	eng.	**29**	*14*	9	65	Argileux 3

Tableau A.5 : Compositions élémentaires des glaçures des échantillons de la catégorie technique 1 (en % mass., analyses globales, MEB-EDS).

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

Nbr. : nombreuses ; Incl. : inclusions.

Echantillon/face/couleur glaçure	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	PbO	CuO	Remarques
Ephèse tardo-byzantin											
BZY287 R jaune	0.73	1.86	-	32.47	4.25	0.79	-	0.64	58.50	-	
BZY288 R brun foncé	1.06	1.41	1.67	39.95	7.55	1.05	-	0.93	45.25	-	
BZY288 R incolore	0.93	1.17	-	37.10	7.10	1.01	-	0.61	50.13	-	
BZY291 R jaune	1.22	2.35	0.41	34.40	5.69	1.58	-	0.59	52.20	-	
BZY291 R incolore	1.41	0.67	0.51	38.39	4.15	1.00	-	0.62	50.87	0.43	
BZY293 R incolore	-	0.39	-	27.85	4.91	0.69	-	0.54	64.37	0.45	
BZY298 R incolore	-	0.43	-	35.34	5.47	0.67	-	0.62	55.83	-	
BZY298 V vert	-	0.78	1.00	41.33	8.76	0.58	-	0.56	44.38	1.39	
Pergame tardo-byzantin											
BY-27 R jaune	0.41	1.66	-	32.62	5.56	0.47	-	-	58.28	-	
BY-27 R incolore	0.44	0.34	-	34.12	7.01	0.56	-	-	55.53	-	
BY-37 R incolore	0.99	0.72	-	35.78	4.46	0.56	-	0.39	56.01	0.45	Diopside
CY-92 R incolore	-	-	-	29.39	6.21	0.60	-	0.50	61.55	-	
CY-95 R incolore	-	-	-	33.73	3.70	0.51	-	0.57	59.46	0.41	
CY-150 R incolore	-	-	-	31.85	4.65	0.64	-	0.52	60.32	-	
DY-24 R jaune orangé	0.94	2.31	0.49	32.04	6.20	0.60	0.40	-	55.57	0.37	
DY-46 R jaune orangé	0.70	3.73	-	37.51	2.62	0.49	-	0.37	52.90	-	
EY-118 R vert	0.68	0.42	-	35.66	4.02	0.55	-	0.46	55.64	1.49	
EY-119 R vert	0.43	0.52	-	30.93	6.11	0.84	-	-	58.58	1.33	Diopside
Ephèse local (c/4)											
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*											
BYZ430 R vert	1.59	1.83	-	35.95	5.71	1.22	0.44	0.58	48.13	2.79	Diopside
BZY363 R incolore	0.39	0.35	-	31.22	3.08	0.39	-	0.41	62.69	0.39	
BZY364 R vert fonce	0.51	1.16	-	36.33	4.09	1.00	-	0.71	51.97	2.98	
BZY370 R vert	0.46	0.60	-	31.35	5.05	0.49	-	0.41	59.10	1.17	
BZY386 R vert	0.76	0.49	-	27.44	4.37	1.62	-	1.00	58.36	4.44	Diopside
BZY386 R incolore	1.31	0.41	-	29.57	4.54	2.16	-	0.95	59.22	0.39	Diopside
BZY387 V vert	1.30	0.72	0.45	41.34	5.39	0.68	-	0.47	46.70	1.62	Nbr. bulles
BZY387 R violet	0.79	0.54	0.59	41.73	5.31	0.64	2.94	0.64	45.13	0.59	Nbr. bulles
BZY387 R incolore	0.97	0.75	0.43	39.09	6.08	0.68	-	0.57	49.67	0.47	Nbr. bulles
BZY388 R vert	0.55	0.44	-	29.28	4.17	1.30	-	0.95	59.57	2.00	
BZY913 R vert	0.37	0.59	-	33.79	5.43	0.35	-	0.43	55.64	2.42	
BZY913 R jaune foncé	0.53	2.22	-	27.71	7.35	1.17	-	0.37	59.54	-	
BZY957 R vert	-	0.37	-	33.76	3.07	0.51	-	0.40	58.53	1.79	
CERAMIQUES A DECOR MOULE											
BZN 70 R vert clair	-	-	-	31.81	3.26	0.63	-	0.68	61.88	0.72	
BZY932 R vert	0.95	0.62	-	30.73	4.72	0.57	-	0.56	58.52	2.09	
BZY934 R jaune	-	0.52	-	26.68	4.71	0.52	-	0.55	65.76	-	
Milet local											
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*											
BZN54 R jaune orangé	1.03	2.77	0.44	31.45	5.84	0.79	-	0.55	55.22	-	
BZN60 R violet	0.35	0.39	-	29.60	4.38	0.67	0.73	0.58	62.25	-	
BZN60 R incolore	-	-	-	30.37	5.50	0.68	-	0.69	61.05	-	

Tableau A.5 suite

Echantillon/face/couleur glaçure	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	PbO	CuO	Remarques
BZN61 R violet	1.69	1.10	-	28.29	4.27	1.23	0.57	0.58	60.69	-	
CERAMIQUES A DECOR MOULE											
BZY997 R vert	0.35	0.66	0.35	27.58	3.45	0.70	-	0.66	62.97	2.30	
Ephèse régional (b/2)											
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*											
BZY962 R violet	0.48	-	-	33.07	2.26	-	1.41	-	61.00	-	Incl. Mn
BZY962 R incolore	0.42	-	-	32.54	3.73	0.59	-	0.41	60.85	-	
BZY962 R vert clair	0.37	0.35	-	33.27	3.74	-	-	-	60.39	0.60	
CERAMIQUES A DECOR MOULE											
BZY373 R vert	0.47	0.81	-	32.63	2.77	0.59	-	0.38	56.54	4.05	
BZY931 R vert	0.79	0.81	0.45	37.36	4.11	0.58	-	0.43	51.55	2.95	
BZY956 R vert	1.51	1.22	0.78	44.80	5.03	0.58	-	0.57	41.10	3.08	
CERAMIQUES A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE (VERSO JAUNE)											
BZY365 V jaune	1.28	5.20	0.40	39.40	3.30	0.35	-	0.45	47.88	0.45	
BZY366 V jaune	1.35	3.38	0.59	42.39	5.25	0.70	-	0.45	44.53	-	Diopside Incl. Fe
BZY371 V jaune	0.76	4.22	0.75	39.71	4.71	0.60	-	0.55	46.71	0.47	Incl. Fe
Production « Pergame F »											
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*											
BYZ506 R vert	0.56	0.44	-	35.08	2.71	0.51	-	0.36	56.25	3.29	
BYZ507 R violet	0.96	0.44	0.43	36.44	4.06	0.92	1.38	0.76	52.78	0.62	
BZN 74 R violet	0.56	-	-	32.38	4.12	0.51	2.03	0.41	58.48	0.52	
BZN 75 R vert	0.50	0.66	-	29.71	3.80	0.43	-	-	61.24	2.26	
BZN 76 R brun clair	1.47	2.66	-	35.23	3.71	0.78	-	0.45	53.58	0.53	
BZN 77 R brun foncé	1.93	11.78	-	28.39	2.30	0.50	-	-	53.06	0.47	Diopside Incl. Fe
BZN135 R violet	1.07	0.57	-	35.18	3.19	0.42	2.97	-	55.51	0.35	
BZN135 R incolore	0.64	-	-	38.27	3.90	0.54	-	0.35	54.92	0.37	
BZN135 R vert	0.93	0.50	-	34.73	3.93	0.58	-	0.35	56.15	1.83	
BZN152 R vert	0.49	-	-	39.94	3.09	-	-	-	53.66	1.20	
BZY433 V vert	1.29	1.09	0.42	37.41	6.14	0.94	-	0.61	50.33	0.47	
BZY436 R violet	1.03	0.76	0.59	36.45	4.65	0.61	0.99	0.73	52.47	0.58	
Iznik local											
MILETUS WARE (VERSO VERT)											
BZN209 V vert	2.10	1.00	0.49	39.76	5.84	2.23	-	0.91	45.03	1.81	Diopside
BZN210 V vert	0.99	-	0.54	39.49	4.01	0.60	-	1.26	50.39	1.98	
Production « *Miletus Ware* non localisée »											
MILETUS WARE (VERSO VERT)											
BZN 46 V vert	0.96	-	-	39.67	3.48	0.91	-	0.75	51.44	1.93	
BZN 47 V vert	1.69	0.33	1.11	46.09	6.84	1.39	-	1.24	37.27	2.67	Diopside
BZN285 V vert	1.16	0.40	0.66	47.88	3.62	0.69	-	0.91	41.61	2.19	
BZN289 V vert	1.25	1.15	0.85	47.00	7.79	1.33	-	0.69	36.51	1.75	Diopside

Tableau A.6 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des cristaux de diopside des glaçures de la catégorie technique 1.

Echantillon / face / couleur de glaçure	**CaO**	**Fe_2O_3**	**SiO_2**	**Al_2O_3**	**MgO**	**PbO**	**CuO**	**Sb_2O_3**
BY-37 R incolore	21.79	1.73	52.31	5.26	17.11	1.49	-	-
BY-37 R incolore	19.43	1.68	50.88	3.00	20.33	2.27	-	0.42
BY-37 R incolore	22.21	2.40	48.32	7.53	15.77	1.66	-	0.85
BYZ430 R vert	22.31	4.11	45.31	4.84	12.75	4.37	1.95	2.29
BYZ430 R vert	19.50	3.37	43.92	5.38	11.44	10.47	2.50	1.49
BZY386 R vert	18.80	0.91	51.50	3.18	17.60	5.67	-	0.50
BZY386 R vert	14.71	1.15	45.45	2.63	13.86	17.15	2.45	-
BZN 61 R violet	17.97	4.17	45.79	4.46	14.12	9.56	-	0.78
BZN 61 R violet	13.32	2.77	40.54	3.80	10.05	26.26	-	0.78
BZN 77 R brun foncé	20.59	13.93	43.30	3.34	11.53	4.31	-	1.13
BZN 77 R brun foncé	22.45	10.86	40.83	8.97	10.62	3.04	-	1.43
BZN 77 R brun foncé	21.53	10.98	45.22	2.37	13.62	3.05	-	1.39
BZN 77 R brun foncé	22.94	17.81	23.86	1.73	15.61	15.24	0.41	0.78
BZN 77 R brun foncé	16.36	16.72	38.55	1.67	8.08	15.69	0.39	0.95
BZN209 V vert	15.52	1.89	48.07	2.93	14.36	13.35	0.96	1.04
BZN209 V vert	12.87	1.55	46.14	3.21	14.49	18.30	1.31	0.58
BZN209 V vert	18.65	3.35	47.67	3.87	14.24	8.58	0.95	0.91
BZN 47 V vert	22.09	0.68	47.76	9.23	15.14	1.23	0.93	0.93
BZN 47 V vert	20.22	0.52	49.87	4.13	19.58	1.77	0.87	0.61
BZN 47 V vert	15.22	0.43	48.92	4.57	24.02	3.12	1.48	0.62
BZN289 V vert	20.40	1.94	49.33	6.17	15.66	4.27	1.39	-
BZN289 V vert	17.27	1.92	48.99	4.47	13.94	9.44	1.11	1.35
BZN289 V vert	16.31	0.91	51.40	4.65	14.46	9.96	0.80	0.48

Tableau A.7 : Compositions élémentaires globales (en % mass., analyses MEB-EDS) des engobes de la catégorie technique 1.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

Echantillon / face	CaO	Fe_2O_3	TiO_2	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	CuO	Cl	Groupe engobe
Ephèse tardo-byzantin												
BZY287 R	0.56	3.22	0.54	4.07	50.94	21.92	1.85	2.58	13.59	-	-	Argileux 1*
BZY288 R	1.14	1.78	0.56	3.96	53.64	22.30	1.32	2.81	11.07	0.49	-	Argileux 1*
BZY293 R	0.18	0.98	0.62	2.16	67.12	14.60	0.67	0.56	12.33	0.41	-	Argileux 1
BZY291 R	1.03	2.02	0.49	2.75	69.15	12.17	1.09	0.88	9.59	0.36	-	Argileux 1
BZY298 V	-	0.98	0.62	2.10	76.14	14.62	0.62	0.61	3.28	0.38	-	Argileux 1
Pergame tardo-byzantin												
BY-27 R	0.56	0.65	0.69	2.57	70.71	21.83	0.97	0.42	0.63	-	-	Argileux 2
CY-92 R	0.59	1.34	0.65	2.56	71.00	19.14	1.06	0.61	2.06	-	-	Argileux 2
CY-95 R	1.71	0.72	0.87	3.39	68.07	21.80	1.32	0.60	0.35	-	-	Argileux 2
CY-150 R	0.36	0.57	-	3.59	74.32	16.74	0.73	0.41	1.73	0.35	-	Argileux 2
DY-24 R	0.69	0.71	0.60	4.67	68.17	16.88	1.12	0.74	5.53	0.40	-	Argileux 2
DY-46 R	0.49	0.48	0.52	2.60	67.28	21.20	1.00	0.51	5.00	-	-	Argileux 2
EY-118 R	0.98	0.90	0.51	3.23	69.91	20.49	1.05	0.79	1.45	-	-	Argileux 2
EY-119 R	1.69	1.19	0.48	2.85	67.54	22.49	1.97	0.50	0.23	-	-	Argileux 2
Ephèse local (c/4)												
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*												
BYZ430 R	0.41	0.92	0.48	2.38	73.01	11.47	0.71	0.81	8.80	0.39	-	Argileux 1
BZY363 R	0.26	0.61	0.49	1.91	75.09	10.55	0.48	0.46	9.35	0.37	-	Argileux 1
BZY364 R	1.03	0.56	0.37	1.79	75.17	8.74	0.86	0.92	9.27	-	-	Argileux 1
BZY370 R	0.55	0.88	0.64	2.65	62.84	15.11	0.68	0.86	14.79	0.44	-	Argileux 1
BZY386 R	0.49	0.68	0.48	2.12	70.65	12.40	0.71	0.72	10.71	-	-	Argileux 1
BZY387 V	0.71	0.96	0.50	2.54	64.30	14.31	0.67	0.83	14.11	0.35	-	Argileux 1
BZY387 R	0.42	1.03	0.45	2.13	69.90	11.82	0.76	0.73	11.64	-	-	Argileux 1
BZY388 R	0.92	0.59	0.54	1.89	65.16	13.89	1.09	0.84	13.92	0.35	-	Argileux 1
BZY913 R	-	0.77	0.47	2.50	68.61	12.94	0.45	0.38	13.18	0.39	-	Argileux 1
BZY957 R	-	0.92	0.72	1.65	69.86	11.48	0.66	0.50	12.82	0.49	-	Argileux 1
CERAMIQUE A DECOR MOULE												
BZY932 R	1.16	1.37	0.84	3.11	68.61	13.29	0.61	0.98	9.36	-	-	Argileux 1
BZY934 R	0.61	0.74	0.46	2.13	74.86	11.02	0.50	-	8.61	-	-	Argileux 1
BZN 70 R	0.52	1.37	0.68	3.16	60.23	19.42	1.48	1.36	10.88	-	-	Argileux 1
Milet local												
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*												
BZN54 R	0.39	1.81	0.83	3.65	62.30	19.23	1.10	0.81	9.29	-	-	Argileux 1
BZN60 R	0.37	1.00	0.82	2.53	66.02	17.46	0.81	0.85	9.38	-	-	Argileux 1
BZN61 R	-	0.71	0.44	2.75	63.60	16.31	0.71	0.57	13.86	-	-	Argileux 1
CERAMIQUE A DECOR MOULE												
BZY997 R	1.14	1.81	0.94	4.34	64.59	18.32	1.31	0.74	6.24	0.36	-	Argileux 1
Ephèse régional (b/2)												
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*												
BZY962 R	-	1.38	0.67	3.10	66.92	18.39	0.83	0.50	7.38	-	-	Argileux 1

Tableau A.7 suite

Echantillon / face	CaO	Fe_2O_3	TiO_2	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	CuO	Cl	Groupe engobe
BZY962 R	-	2.09	0.64	2.78	68.27	16.79	0.63	0.49	7.48	0.38	-	Argileux 1
CERAMIQUE A DECOR MOULE												
BZY373 R	0.38	1.79	0.86	3.33	66.63	22.20	0.94	0.58	2.14	0.59	-	Argileux 1
BZY931 R	0.60	1.52	0.82	2.85	69.28	19.93	0.93	0.61	2.83	-	-	Argileux 1
BZY956 R	1.53	3.26	0.77	2.74	64.36	19.86	1.93	0.77	4.15	0.39	-	Argileux 1
CERAMIQUES A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE (VERSO JAUNE)												
BZY365 V	0.49	3.57	0.59	2.30	68.03	14.92	0.88	0.87	7.67	0.37	-	Argileux 1
BZY366 V	0.75	2.60	0.95	2.60	63.92	15.77	0.98	0.70	10.71	-	-	Argileux 1
BZY371 V	0.46	1.56	0.94	3.52	60.99	21.02	1.21	1.05	8.32	-	-	Argileux 1
Production « Pergame F »												
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*												
BYZ506 R	0.90	0.29	-	1.37	84.71	7.24	0.73	0.56	2.82	0.34	-	Argileux 3
BYZ507 R	1.36	0.36	-	1.70	79.02	9.29	0.89	0.64	5.18	0.37	-	Argileux 3
BZN 74 R	0.81	0.48	0.37	1.14	58.88	16.12	0.41	0.57	19.93	0.50	-	Marginal
BZN 75 R	1.94	1.04	0.68	2.16	73.91	16.58	1.17	0.37	0.52	0.46	-	Argileux 3
BZN 76 R	1.92	1.13	0.49	1.98	72.39	12.02	1.00	0.85	6.85	-	-	Argileux 3
BZN 77 R	1.56	0.52	0.47	1.24	77.42	11.18	0.90	-	5.27	0.37	-	Argileux 3
BZN135 R	0.57	-	-	1.27	81.61	7.94	0.51	-	6.23	0.33	-	Argileux 3
BZN135 R	0.54	-	-	1.35	82.70	8.13	0.54	0.37	4.55	0.34	-	Argileux 3
BZN152 R	0.76	0.36	-	1.69	84.74	7.37	0.63	0.57	2.15	0.40	-	Argileux 3
BZY433 V	0.50	0.72	0.74	2.02	72.26	16.59	1.30	0.70	3.77	0.50	-	Argileux 3
BZY436 R	1.67	0.88	0.43	2.54	68.30	12.93	0.80	1.06	10.02	0.39	-	Argileux 3
Iznik local												
MILETUS WARE (VERSO VERT)												
BZN209 V	1.38	1.40	-	3.05	64.33	17.20	1.47	2.14	6.97	0.39	0.94	Argileux 3
BZN210 V	2.76	1.13	0.36	1.99	70.54	11.55	0.93	1.40	7.71	-	-	Argileux 3
Production « *Miletus Ware* non localisée »												
MILETUS WARE (VERSO VERT)												
BZN 46 V	1.28	0.63	0.43	1.36	79.97	9.77	0.95	1.11	0.61	0.21	2.66	
BZN 47 V	1.49	0.51	0.37	2.08	75.92	13.58	1.32	1.36	2.17	0.48	-	Argileux 3
BZN285 V	0.79	0.39	-	1.66	81.86	8.48	0.94	1.02	3.32	0.36	-	Argileux 3
BZN289 V	1.13	0.64	0.56	2.05	74.56	14.23	1.45	0.86	3.75	0.46	-	Argileux 3

Tableau A.8 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses MEB-EDS) des matrices argileuses des engobes de la catégorie technique 1.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

Echantillon / face / état de vitrification	CaO	Fe_2O_3	TiO_2	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	CuO	Cl	Groupe engobe
Ephèse tardo-byzantin												
BZY287 R non vitrifiée	-	1.83	0.45	3.82	41.77	28.48	1.93	2.00	18.82	-	-	Argileux 1*
1BZY288 R non vitrifiée	-	1.25	-	3.21	42.44	27.74	2.15	2.31	19.71	-	-	Argileux 1*
BZY293 R non vitrifiée	-	1.12	-	3.76	38.71	28.39	1.02	0.72	25.00	-	-	Argileux 1
BZY291 R non vitrifiée	0.64	1.34	-	3.48	44.45	23.89	1.64	1.45	22.14	-	-	Argileux 1
BZY298 V vitrifiée	-	1.48	0.58	4.16	46.27	36.02	1.26	1.06	8.06	0.43	-	Argileux 1
Pergame tardo-byzantin												
BY-27 R vitrifiée en surf.	0.75	0.97	0.76	3.67	55.71	33.44	1.57	0.65	1.64	-	-	Argileux 2
CY-92 R vitrifiée en surf.	0.76	1.33	0.37	4.35	54.58	34.99	1.90	0.79	-	-	-	Argileux 2
CY-95 R vitrifiée en surf.	0.97	1.09	0.21	4.51	56.54	32.47	2.39	0.71	-	-	-	Argileux 2
CY-150 R vitrifiée en surf.	0.44	0.97	0.34	6.29	52.01	30.69	1.46	0.66	6.17	-	-	Argileux 2
DY-24 R vitrifiée	0.66	0.74	0.36	4.58	52.03	27.38	2.04	0.83	10.69	-	-	Argileux 2
DY-46 R vitrifiée	0.65	0.60	0.58	3.56	52.79	32.07	1.69	0.63	6.82	-	-	Argileux 2
EY-118 R vitrifiée en surf.	0.93	0.91	-	4.21	54.65	33.01	1.73	0.95	2.73	-	-	Argileux 2
EY-119 R non vitrifiée	1.37	1.49	-	3.94	57.58	31.62	2.52	0.46	-	-	-	Argileux 2
Ephèse local (c/4)												
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*												
BYZ430 R non vitrifiée	-	1.62	0.49	5.50	42.19	28.62	1.10	1.07	18.40	0.46	-	Argileux 1
BZY363 R non vitrifiée	-	1.52	0.47	4.42	41.87	26.75	1.00	0.84	21.93	-	-	Argileux 1
BZY364 R non vitrifiée	0.36	1.02	0.32	2.75	39.10	23.96	1.68	1.38	28.54	-	-	Argileux 1
BZY370 R vitrifiée	-	1.41	0.29	3.75	42.92	30.93	1.71	1.41	16.50	0.38	-	Argileux 1
BZY386 R non vitrifiée	-	1.19	0.79	3.62	39.70	26.85	1.34	1.31	23.86	0.44	-	Argileux 1
BZY387 V non vitrifiée	0.44	1.83	0.35	4.19	42.36	25.05	1.10	1.11	22.52	0.48	-	Argileux 1
BZY387 R non vitrifiée	-	0.91	0.37	3.16	39.44	25.34	1.35	1.37	26.94	-	-	Argileux 1
BZY388 R non vitrifiée	0.36	0.79	0.33	2.75	37.61	25.01	1.64	1.10	29.18	0.42	-	Argileux 1
BZY913 R non vitrifiée	-	1.06	0.55	2.96	36.48	24.66	0.89	0.55	31.92	0.42	-	Argileux 1
BZY957 R non vitrifiée	-	1.24	0.55	2.26	37.89	25.06	0.81	0.73	30.16	0.54	-	Argileux 1
CERAMIQUE A DECOR MOULE												
BZN 70 R non vitrifiée	0.59	1.63	0.67	4.11	43.83	26.66	1.74	1.54	18.40	-	-	Argileux 1
BZY932 R non vitrifiée	-	1.52	0.44	5.34	41.78	28.56	1.09	0.78	19.89	-	-	Argileux 1
BZY934 R non vitrifiée	0.52	1.47	0.24	4.77	42.09	28.04	1.36	0.68	20.03	-	-	Argileux 1
Milet local												
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*												
BZN54 R vitrifiée	-	1.62	0.43	5.27	43.82	29.80	1.52	1.03	15.60	-	-	Argileux 1
BZN60 R vitrifiée	0.36	1.05	0.39	3.81	40.66	32.05	1.19	1.38	18.48	-	-	Argileux 1
BZN61 R non vitrifiée	0.44	0.99	0.66	4.20	43.31	25.67	0.93	0.68	22.40	-	-	Argileux 1
CERAMIQUE A DECOR MOULE												
BZY997 R non vitrifiée	0.74	1.27	-	5.60	44.06	29.68	1.44	0.98	15.03	0.49	-	Argileux 1
Ephèse régional (b/2)												
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*												
BZY962 R vitrifiée en surf.	0.35	1.46	2.42	4.93	45.59	31.74	1.41	0.68	10.71	-	-	Argileux 1

Tableau A.8 suite

Echantillon / face / état de vitrification	CaO	Fe_2O_3	TiO_2	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	CuO	Cl	Groupe engobe
BZY962 R zone vitrifiée	-	1.41	0.25	4.27	42.23	29.09	1.02	0.73	20.30	-	-	Argileux 1
BZY962 R zone non vitrifiée	-	1.73	0.26	4.56	47.98	33.80	1.09	0.67	9.13	0.40	-	Argileux 1
CERAMIQUE A DECOR MOULE												
BZY373 R vitrifiée	-	1.63	0.22	3.91	51.33	37.39	1.41	0.71	2.30	0.48	-	Argileux 1
BZY931 R vitrifiée	-	2.08	0.36	3.90	50.50	37.85	1.11	0.65	2.90	-	-	Argileux 1
BZY956 R vitrifiée	-	1.65	0.41	3.32	49.32	34.97	1.35	0.79	7.35	0.50	-	Argileux 1
CERAMIQUES A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE (VERSO JAUNE)												
BZY365 V non vitrifiée	-	1.31	0.75	2.65	38.64	26.26	1.01	1.25	27.05	0.47	-	Argileux 1
BZY366 V non vitrifiée	1.10	2.21	1.00	3.99	42.41	25.98	1.31	0.87	20.26	-	-	Argileux 1
BZY371 V non vitrifiée	-	1.07	0.35	3.17	38.12	27.30	1.43	1.18	26.64	-	-	Argileux 1
Production « Pergame F »												
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*												
BYZ506 R vitrifiée	0.83	0.72	0.39	3.90	49.98	27.93	2.27	1.46	11.53	0.46	-	Argileux 3
BYZ507 R vitrifiée	0.87	1.25	0.53	4.08	48.63	31.41	2.59	1.64	7.83	-	-	Argileux 3
BZN 74 R non vitrifiée	0.46	0.35	-	1.74	44.84	20.47	0.59	0.77	29.74	-	-	Marginal
BZN 75 R non vitrifiée	1.87	1.36	1.43	3.19	62.52	24.46	1.92	0.52	1.35	0.40	-	Argileux 3
BZN 76 R vitrifiée	1.00	1.19	0.70	3.59	47.30	32.24	2.84	1.34	8.91	-	-	Argileux 3
BZN 77 R vitrifiée	0.72	0.89	-	2.83	45.91	31.28	2.27	0.92	13.92	0.36	-	Argileux 3
BZN135 R vitrifiée	0.50	0.69	-	3.28	44.45	30.17	2.13	0.99	16.67	-	-	Argileux 3
BZN135 R vitrifiée	0.79	0.65	-	3.05	44.60	26.03	1.55	0.78	21.20	-	-	Argileux 3
BZN152 R vitrifiée	1.17	1.06	-	4.20	52.11	28.83	2.49	1.14	7.34	0.40	-	Argileux 3
BZY433 V non vitrifiée	0.59	1.37	0.64	4.03	63.50	26.08	1.57	1.09	0.07	-	-	Argileux 3
BZY436 R vitrifiée	0.56	0.74	2.63	3.60	41.25	25.28	1.94	1.34	21.92	-	-	Argileux 3
Iznik												
MILETUS WARE (VERSO VERT)												
BZN209 V vitrifiée	0.80	1.63	0.43	3.36	47.15	30.75	1.89	1.38	11.77	0.62	-	Argileux 3
BZN210 V non vitrifiée	0.57	0.62	-	3.24	45.50	26.02	1.86	1.83	19.61	-	-	Argileux 3
Production « *Miletus Ware* non localisée »												
MILETUS WARE (VERSO VERT)												
BZN 46 V vitrifiée	0.53	0.64	0.47	3.61	46.66	34.32	1.83	1.57	9.78	0.36	-	Argileux 3
BZN 46 V non vitrifiée	0.48	0.81	0.47	2.83	54.47	36.24	2.69	0.88	-	-	-	Argileux 3
BZN 47 V vitrifiée	1.04	0.86	0.46	3.99	49.96	32.72	2.23	2.25	5.31	0.69	-	Argileux 3
BZN285 V vitrifiée	1.04	0.87	0.26	3.75	49.17	30.89	3.37	2.22	7.54	0.60	-	Argileux 3
BZN289 V vitrifiée	1.26	1.05	0.44	3.32	48.89	31.05	3.25	1.29	8.44	0.72	-	Argileux 3

Tableau A.9 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses MEB-EDS) des cristaux situés à l'interface engobe/glaçure dans des échantillons de la catégorie technique 1.

Echantillon / face / couleur glaçure	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	CuO
BZY291 R incolore	0.97	1.56	3.96	43.82	21.01	0.45	1.36	25.90	-
BZY291 R incolore	0.95	2.20	3.49	41.58	17.09	0.52	1.21	30.60	0.40
BZY291 R incolore	0.93	1.69	3.66	42.83	18.48	0.54	1.27	29.44	-
BZN298 R jaune	0.26	1.36	3.25	41.82	21.23	0.58	1.14	30.01	-
BZN298 R jaune	0.47	1.97	2.85	39.53	18.95	0.81	1.12	33.13	-
BZN298 R jaune	0.41	2.61	0.88	34.73	11.04	1.19	0.78	47.43	-
DY-24 R jaune orangé	0.40	1.08	6.37	46.21	18.15	0.42	-	25.48	-
DY-24 R jaune orangé	0.39	1.94	6.09	44.17	15.11	-	-	29.29	0.56
DY-24 R jaune orangé	0.78	1.38	4.15	40.35	14.25	0.57	-	36.23	-
BZY934 R jaune	-	0.39	4.85	41.28	14.93	0.41	0.51	36.62	-
BZY934 R jaune	-	0.42	5.63	43.70	18.66	-	0.69	29.80	-
BZY934 R jaune	-	-	3.66	39.24	19.50	-	0.64	35.56	-
BZN 54 R jaune orangé	0.56	1.74	4.32	40.44	14.41	0.62	0.74	35.05	0.37
BZN 54 R jaune orangé	0.63	1.81	4.00	40.60	13.31	0.47	0.70	36.83	-
BZN 54 R jaune orangé	0.37	1.39	5.79	44.80	16.87	0.36	0.66	28.07	0.37
BZN 61 R brun	-	0.87	3.60	37.49	19.89	0.50	0.55	34.71	0.41
BZN 61 R brun	0.44	0.74	3.74	38.54	20.41	0.55	0.51	33.85	-
BZN 61 R brun	-	0.70	3.65	38.91	20.38	0.50	0.50	34.44	-
BZY436 R violet	0.48	0.78	2.85	37.63	22.06	1.10	0.81	32.23	0.56
BZY436 R violet	-	0.51	2.96	39.13	24.38	0.78	0.71	29.93	-
BZN209 V vert	0.63	1.68	3.76	43.69	16.44	0.85	1.48	29.74	0.82
BZN209 V vert	0.65	1.06	3.86	44.54	13.06	0.38	1.35	32.91	0.91
BZN209 V vert	0.98	1.20	3.60	43.06	20.70	0.89	1.72	26.01	0.87

Tableau A.10 : Epaisseurs (en µm) des glaçures et des engobes de la catégorie technique 2.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

m : moyenne ; σ : écart-type (calculé sur 100 mesures) ; min : minimum ; max : maximum ; gl. : glaçure ; eng. : engobe.

Echantillon/face/ couleur glaçure		m	σ	min	max		m	σ	min	max	Groupe eng.
Ephèse régional (b/2)											
CERAMIQUE A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE											
BYZ428 R turquoise	gl.	**100**	*9*	67	129	eng.	**28**	*12*	5	76	Argileux 1
BZY365 R turquoise	gl.	**123**	*9*	99	143	eng.	**60**	*8*	39	77	Argileux 1
BZY366 R turquoise	gl.	**174**	*15*	136	201	eng.	**55**	*13*	28	128	Argileux 1
BZY371 R turquoise	gl.	**169**	*16*	123	203	eng.	**64**	*15*	30	92	Argileux 1
BZY906 R turquoise	gl.	**266**	*16*	210	341	eng.	**62**	*22*	19	159	Argileux 1
BZY907 R turquoise	gl.	**344**	*25*	288	380	eng.	**98**	*36*	47	211	Argileux 1
Production « Pergame F »											
CERAMIQUE A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE											
BZN 33 R turquoise	gl.	**739**	*13*	707	770	eng.	**188**	*22*	144	225	Argileux 3
BZN103 R turquoise	gl.	**195**	*9*	168	216	eng.	**108**	*17*	76	177	Argileux 3
BZN105 R turquoise	gl.	**132**	*10*	127	144	eng.	**67**	*12*	28	91	Argileux 3
BZY384 R turquoise	gl.	**155**	*13*	135	179	eng.	**48**	*11*	28	66	Argileux 1
BZY431 R turquoise	gl.	**112**	*13*	95	129	eng.	**121**	*14*	82	149	Argileux 3

Tableau A.11 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des glaçures de la catégorie technique 2.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

qtz. : quartz ; di. : diopside ; bul. : bulles.

Echantillon / face / couleur glaçure	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	SnO_2	CuO	PbO/ SnO_2	Remarques
Ephèse régional (b/2)												
CERAMIQUE A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE												
BYZ428 R turquoise	1.77	0.61	1.59	44.76	2.72	1.15	2.33	33.10	8.38	1.38	4.0	
BZY365 R turquoise	0.99	0.98	2.02	51.81	2.43	0.80	11.83	17.85	6.42	2.30	2.8	
BZY366 R turquoise	2.28	-	0.62	37.15	1.15	0.93	1.66	46.78	7.21	1.20	6.5	qtz., di.
5BZY371 R turquoise	1.84	0.94	2.36	43.77	2.60	1.74	3.85	28.66	11.15	1.58	2.6	qtz., di., bul.
BZY906 R turquoise	2.66	0.43	1.15	42.14	2.56	1.06	4.61	36.29	6.69	1.22	5.4	
BZY907 R turquoise	2.79	0.45	0.94	41.40	1.66	0.77	4.39	36.49	8.77	1.29	4.2	di.
Production « Pergame F »												
CERAMIQUE A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE												
BZN 33 R turquoise	2.83	0.40	0.97	47.45	1.85	1.20	4.32	31.63	6.93	1.22	4.6	qtz., di., bul.
BZN103 R turquoise	3.03	0.93	1.43	46.46	2.50	1.36	3.72	27.17	10.92	1.15	2.5	qtz., di., bul.
BZN105 R turquoise	2.56	0.40	1.54	43.31	3.88	1.28	3.63	37.21	3.16	1.67	11.8	di.
BZY384 R turquoise	2.75	0.84	1.43	44.02	4.50	1.22	4.42	31.98	6.35	1.04	5.0	
BZY431 R turquoise	3.29	0.55	2.51	42.29	1.89	2.07	0.86	34.25	9.50	1.62	3.6	di.

Tableau A.12 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des cristaux de diopside observés dans les glaçures monochromes turquoise.

Echantillon	CaO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	SnO_2	CuO
BZY366	20.06	1.09	52.19	0.62	15.57	1.41	4.74	1.15	1.02
BZY366	20.59	0.89	49.13	0.54	11.91	1.03	8.52	3.89	1.12
BZY371	21.23	0.42	54.91	0.77	19.40	0.95	0.14	0.15	-
BZY371	20.87	-	54.63	0.72	19.19	1.02	0.20	0.36	-
BZN 33	17.94	2.51	51.64	1.19	13.92	2.26	3.82	3.91	0.50
BZN 33	16.59	3.75	49.39	1.58	11.94	1.83	7.35	3.23	0.56
BZN103	16.10	3.55	50.27	0.75	12.62	2.56	3.78	8.31	0.60
BZN103	20.80	1.71	54.12	1.17	16.39	1.39	1.70	1.10	-
BZN103	19.31	4.32	53.38	1.94	16.06	1.47	-	1.67	-
BZN105	20.86	0.45	50.76	4.28	15.86	1.24	1.88	2.33	-
BZN105	20.66	0.74	46.01	4.63	16.46	1.14	1.14	7.01	-
BZN105	20.69	0.73	45.45	6.13	14.81	1.16	0.90	7.46	-
BZY431	19.55	0.79	52.96	-	19.07	1.01	-	-	3.55
BZY431	18.72	0.84	52.11	0.39	19.11	0.84	-	-	4.84
BZY431	17.08	2.48	50.43	0.70	21.30	0.91	0.48	-	3.69

Tableau A.13 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des engobes de la catégorie technique 2.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

Echantillon / face	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	Groupe engobe
Ephèse régional (b/2)									
CERAMIQUE A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE									
BYZ428 R	-	1.00	4.44	63.78	22.28	1.14	3.84	1.30	Argileux 1
BZY365 R	0.97	1.21	1.82	70.48	15.73	0.79	7.32	-	Argileux 1
BZY366 R	0.72	1.56	3.10	71.37	16.70	0.82	2.78	1.25	Argileux 1
BZY371 R	1.10	1.74	3.97	64.54	20.82	1.38	3.12	1.60	Argileux 1
BZY906 R	0.59	1.44	2.89	65.42	21.25	1.03	4.65	0.46	Argileux 1
BZY907 R	0.51	1.24	2.89	67.11	20.97	0.94	4.31	0.36	Argileux 1
Production « Pergame F »									
CERAMIQUE A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE									
BZN 33 R	1.00	0.85	2.17	75.90	14.62	1.27	2.17	-	Argileux 3
BZN103 R	0.52	0.49	1.61	83.53	8.87	0.83	1.82	0.45	Argileux 3
BZN105 R	0.89	0.52	2.40	79.17	11.66	0.95	2.30	-	Argileux 3
BZY384 R	0.71	1.40	2.75	64.63	20.30	0.90	4.98	1.14	Argileux 1
BZY431 R	0.55	0.50	2.89	80.48	10.78	1.11	0.99	0.87	Argileux 3

Tableau A.14 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des matrices argileuses de la catégorie technique 2.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

Echantillon / face / état de vitrification	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	Groupe engobe
Ephèse régional (b/2)									
CERAMIQUE A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE									
BYZ428 R vitrifiée	-	0.85	5.54	53.45	30.94	1.41	4.34	1.87	Argileux 1
BZY365 R non vitrifiée	1.01	1.08	3.01	46.15	31.49	0.67	15.13	-	Argileux 1
BZY366 R vitrifiée	0.60	1.48	5.35	47.50	36.44	1.60	4.04	2.20	Argileux 1
BZY371 R vitrifiée	0.39	1.18	6.86	49.02	35.82	1.53	3.60	0.62	Argileux 1
BZY906 R vitrifiée	0.40	1.43	4.03	49.99	35.77	1.23	5.51	0.79	Argileux 1
BZY907 R vitrifiée	0.57	1.21	3.83	48.49	36.71	1.26	6.28	0.42	Argileux 1
Production « Pergame F »									
CERAMIQUE A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE									
BZN 33 R vitrifiée	2.46	0.94	4.10	49.23	33.28	2.31	4.32	1.07	Argileux 3
BZN103 R vitrifiée	0.63	1.40	4.17	46.85	36.95	2.73	4.57	1.44	Argileux 3
BZN105 R vitrifiée	0.61	1.34	5.15	47.77	35.99	2.70	4.17	0.70	Argileux 3
BZY384 R vitrifiée	0.33	1.32	4.00	48.52	34.97	1.35	6.19	1.66	Argileux 1
BZY431 R vitrifiée	0.90	0.69	7.25	50.64	33.09	2.31	1.74	1.90	Argileux 3

Tableau A.15 : Epaisseurs (en µm) des glaçures et des engobes de la catégorie technique 3.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

m : moyenne ; σ : écart-type (calculé sur 100 mesures) ; min : minimum ; max : maximum ; gl. : glaçure ; eng. : engobe.

Echantillon/face/ couleur glaçure		m	σ	min	max		m	σ	min	max	Groupe eng.
Iznik local											
MILETUS WARE (VERSO AU DÉCOR PEINT)											
BZN221 V bleu	gl.	**45**	*17*	16	85	eng.	**65**	*11*	37	87	Argileux 3
BZN229 V gris clair	gl.	**74**	*13*	46	93	eng.	**96**	*19*	57	135	Argileux 3
Production « *Miletus Ware* non localisée »											
MILETUS WARE (VERSO AU DÉCOR PEINT)											
BZN 45 V turquoise	gl.	**21**	*8*	6	45	eng.	**48**	*10*	14	93	Argileux 3
BZN286 V turquoise	gl.	**35**	*11*	9	52	eng.	**109**	*15*	83	149	Argileux 3
Pergame *Rote Halle*											
MILETUS WARE (DECOR PEINT)											
BZN124 R bleu	gl.	**126**	*6*	117	140	eng.	**81**	*9*	55	105	Argileux 2
BZN125 R brun	gl.	**108**	*9*	81	125	eng.	**97**	*20*	66	155	Argileux 2
BZY443 R						eng.	**132**	*26*	68	186	Argileux 2
BISCUITS											
BZY450 R						eng.	**83**	*22*	29	118	Argileux 2
BZY451 R incolore						eng.	**151**	*21*	107	189	Argileux 2

Tableau A.16 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des glaçures de la catégorie technique 3.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

di. : diopside ; incl. : inclusions ; nbr. bul. : nombreuses bulles.

Echantillon / face / Couleur	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	PbO	CuO	CoO	NiO	Remarques
Iznik local													
MILETUS WARE (VERSO AU DÉCOR PEINT)													
BZN221 V bleu	1.50	4.74	1.20	48.55	2.48	0.91	-	5.43	30.06	1.34	1.06	1.30	di ; incl. Cr ; incl. Fe-Co-Ni-Cu
BZN229 V incolore	1.52	-	1.29	55.79	2.12	0.80	-	6.53	30.91	-	-	-	nbr. bul. ; di.
BZN229 V bleu clair	1.58	1.72	1.24	49.89	2.75	0.89	-	4.60	35.05	0.44	0.40	0.36	nbr. bul. ; di.
Production « *Miletus Ware* non localisée »													
MILETUS WARE (VERSO AU DÉCOR PEINT)													
BZN 45 V turquoise	1.50	0.94	1.80	62.39	6.58	0.73	-	13.18	8.54	3.37	-	-	
BZN286 V turquoise	1.08	0.42	1.27	50.73	4.31	0.65	-	5.04	32.98	3.05	-	-	di.
Pergame *Rote Halle*													
MILETUS WARE (DECOR PEINT)													
BZN124 R bleu	2.28	1.17	1.20	49.81	1.80	1.38	-	13.02	26.53	0.80	0.37	0.58	
BZN125 R violet	0.85	0.46	1.23	52.30	2.18	0.41	5.98	14.50	20.62	-	-	-	incl. Mn-Si-Fe

Tableau A.17 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions riches en fer, cobalt, nickel et cuivre issues des glaçures bleues de la catégorie technique 3.

Echantillon - n° d'analyse	**Fe_2O_3**	**SiO_2**	**Al_2O_3**	**MgO**	**Na_2O**	**PbO**	**CuO**	**CoO**	**NiO**
BZN221 – 19	55.79	9.28	0.83	0.39	1.70	4.32	3.18	10.02	13.43
BZN124 – 3	37.55	4.12	0.20	-	0.82	1.01	0.81	18.79	35.81
BZN124 – 4	62.17	1.31	0.61	-	-	-	1.37	19.59	13.10
BZN124 – 5	63.33	2.15	1.87	-	1.35	0.25	4.74	13.09	12.96
BZN124 – 6	28.73	3.07	1.06	0.24	0.30	1.05	0.64	3.40	60.05
BZN124 – 7	6.03	9.30	1.09	0.47	1.33	3.90	0.56	1.68	73.18
BZN124 – 8	59.94	1.94	2.04	0.25	0.45	0.59	0.56	9.41	22.85
BZN124 – 9	33.81	1.43	0.53	0.45	-	0.37	0.70	7.22	53.87
BZN124 – 10	56.81	6.35	4.44	0.34	1.62	1.46	5.83	10.28	12.59
BZN124 – 11	53.12	9.17	4.23	0.20	2.71	1.31	3.88	10.42	13.76
BZY443 - 1	64.15	1.70	4.95	-	-	0.29	13.79	8.49	4.04
BZY443 - 2	62.79	3.56	3.22	0.28	0.39	0.69	12.89	9.83	3.36
BZY443 - 3	74.78	13.26	1.68	-	-	0.32	2.94	5.04	0.38
BZY443 - 4	44.73	33.57	6.43	-	0.43	1.05	5.43	3.63	0.21
BZY443 - 5	73.82	3.01	6.53	0.34	-	0.58	6.61	5.40	0.78
BZY443 - 6	30.85	37.00	0.38	2.89	-	0.69	0.54	11.95	13.74
BZY443 - 7	47.89	26.22	0.71	1.01	-	0.79	8.29	10.26	0.95
BZY443 - 8	53.82	10.27	5.48	0.41	0.50	1.36	9.70	10.98	3.58
BZY443 - 9	32.01	41.08	3.60	0.72	-	0.63	1.00	10.05	5.57
BZY443 - 10	41.17	38.70	4.81	0.77	0.53	1.20	3.17	3.70	0.46

Tableau A.18 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des engobes de la catégorie technique 3.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

Echantillon / face	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	Groupe engobe
Iznik local									
MILETUS WARE (VERSO AU DÉCOR PEINT)									
BZN221 V	1.31	1.15	1.83	75.05	12.35	0.99	4.13	0.50	Argileux 3
BZN229 V	1.43	0.35	1.32	82.68	8.69	1.10	2.37	0.54	Argileux 3
Production « *Miletus Ware* non localisée »									
MILETUS WARE (VERSO AU DÉCOR PEINT)									
BZN 45 V	0.53	0.52	1.36	78.46	11.45	0.97	4.67	-	Argileux 3
BZN286 V	0.59	0.40	1.29	84.06	9.42	0.59	2.35	-	Argileux 3
Pergame *Rote Halle*									
MILETUS WARE (DECOR PEINT)									
BZN124 R	0.56	0.80	2.77	61.32	25.08	1.02	6.42	0.43	Argileux 2
BZN125 R	0.67	0.56	2.79	70.63	20.13	0.96	2.65	-	Argileux 2
BZY443 R	0.71	0.73	3.91	63.39	27.25	1.63	0.48	-	Argileux 2
BISCUITS									
BZY450 R	1.07	0.54	3.63	62.56	27.08	1.02	0.63	2.25	Argileux 2
BZY451 R	0.69	0.44	3.54	61.96	29.23	0.96	0.61	0.70	Argileux 2

Tableau A.19 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des matrices argileuses des engobes de la catégorie technique 3.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

Echantillon / face / état de vitrification	CaO	Fe_2O3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	Groupe engobe
Iznik local									
MILETUS WARE (VERSO AU DÉCOR PEINT)									
BZN221 V vitrifié	0.55	0.68	3.13	56.56	28.68	1.75	6.60	1.01	Argileux 3
BZN229 V vitrifié	2.92	0.60	1.86	49.62	27.99	2.75	5.48	2.80	Argileux 3
Production « *Miletus Ware* non localisée »									
MILETUS WARE (VERSO AU DÉCOR PEINT)									
BZN 45 V	0.80	1.61	2.15	51.65	31.62	2.21	8.55	-	Argileux 3
BZN286 V	1.51	0.76	2.48	51.06	33.61	2.17	6.71	0.94	Argileux 3
Pergame *Rote Halle*									
MILETUS WARE (DECOR PEINT)									
BZN124 R	0.48	0.88	3.65	52.72	35.60	1.60	3.74	0.42	Argileux 2
BZN125 R	0.54	0.67	4.35	54.17	35.04	1.21	2.97	-	Argileux 2
BZY443 R	0.75	0.70	4.19	53.90	36.76	1.88	0.54	-	Argileux 2
BISCUITS									
BZY450 R	1.02	1.12	5.17	53.97	33.52	1.79	0.68	1.69	Argileux 2
BZY451 R	0.75	0.38	5.39	54.80	35.32	1.36	0.43	0.74	Argileux 2

Tableau A.20 : Epaisseurs (en µm) des glaçures et des engobes de la catégorie technique 4.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

m : moyenne ; σ : écart-type (calculé sur 100 mesures) ; min : minimum ; max : maximum ; gl. : glaçure ; eng. : engobe.

Echantillon/face/couleur glaçure		m	σ	min	max		m	σ	min	max	Groupe engobe
Iznik local											
MILETUS WARE (RECTO)											
BYZ284 R bleu	gl.	**136**	*27*	65	171	eng.	**184**	*18*	142	221	Synthétique
BYZ284 R noir	gl.	**169**	*0*	167	169	eng.	**171**	*23*	120	209	Synthétique
BYZ284 R incolore	gl.	**232**	*11*	210	261	eng.	**162**	*20*	123	220	Synthétique
BZN205 R bleu	gl.	**178**	*18*	140	199	eng.	**219**	*16*	188	242	Synthétique
BZN206 R violet	gl.	**197**	*39*	65	237	eng.	**123**	*47*	42	230	Synthétique
BZN206 R bleu	gl.	**97**	*22*	57	129	eng.	**154**	*23*	111	198	Synthétique
BZN209 R violet	gl.	**118**	*22*	62	163	eng.	**139**	*14*	98	162	Synthétique
BZN210 R violet	gl.	**164**	*12*	138	181	eng.	**335**	*22*	266	378	Synthétique
BZN210 R bleu	gl.	**37**	*13*	18	76	eng.	**144**	*22*	94	170	Synthétique
BZN210 R violet foncé	gl.	**129**	*15*	71	162	eng.	**128**	*9*	119	151	Synthétique
BZN210 R bleu fonce	gl.	**101**	*27*	44	159	eng.	**139**	*12*	122	172	Synthétique
BZN221 R bleu	gl.	**195**	*9*	178	218	eng.	**224**	*12*	190	247	Synthétique
BZN222 R bleu	gl.	**200**	*45*	101	286	eng.	**295**	*20*	210	338	Synthétique
BZN223 R bleu	gl.	**98**	*19*	69	133	eng.	**170**	*11*	144	200	Synthétique
BZN223 R noir	gl.	**110**	*14*	84	132	eng.	**167**	*16*	139	187	Synthétique
BZN228 R noir	gl.	**183**	*23*	137	221	eng.	**267**	*18*	242	305	Synthétique
BZN228 R bleu	gl.	**111**	*22*	76	147	eng.	**271**	*25*	226	310	Synthétique
BZN229 R noir	gl.	**191**	*18*	127	216	eng.	**170**	*17*	127	202	Synthétique
BZN229 R bleu	gl.	**218**	*16*	180	248	eng.	**167**	*16*	129	197	Synthétique
BZN231 R bleu	gl.	**182**	*16*	143	211	eng.	**208**	*11*	176	225	Synthétique
BZN232 R bleu	gl.	**162**	*22*	74	197	eng.	**191**	*25*	130	254	Synthétique
BZN233 R noir	gl.	**114**	*13*	82	135	eng.	**204**	*18*	162	234	Synthétique
BZN233 R bleu	gl.	**88**	*17*	57	122	eng.	**218**	*19*	175	246	Synthétique
Production « *Miletus Ware* non localisée »											
MILETUS WARE (RECTO)											
BZN 43 R bleu	gl.	**165**	*9*	146	181	eng.	**288**	*27*	245	338	Synthétique
BZN 44 R violet	gl.	**36**	*11*	18	61	eng.	**345**	*27*	265	393	Synthétique
BZN 45 R bleu	gl.	**114**	*26*	33	171	eng.	**197**	*18*	142	239	Synthétique
BZN 46 R incolore	gl.	**145**	*23*	75	200	eng.	**374**	*21*	300	433	Synthétique
BZN 49 R turquoise	gl.	**189**	*40*	98	261	eng.	**267**	*25*	209	305	Synthétique
BZN 50 R turquoise	gl.	**74**	*17*	25	101	eng.	**204**	*34*	93	268	Synthétique
BZN 50 R bleu	gl.	**142**	*30*	48	260	eng.	**186**	*17*	93	268	Synthétique
BZN118 R bleu	gl.	**114**	*14*	80	142	eng.	**251**	*36*	162	340	Synthétique
BZN119 R bleu	gl.	**144**	*27*	86	188	eng.	**203**	*19*	149	241	Synthétique
BZN285 R turquoise	gl.	**160**	*23*	126	205	eng.	**224**	*36*	150	285	Synthétique
BZN285 R bleu	gl.	**292**	*29*	246	433	eng.	**168**	*24*	44	206	Synthétique
BZN286 R bleu	gl.	**194**	*17*	159	239	eng.	**161**	*19*	118	199	Synthétique
BZN286 R noir	gl.	**62**	*10*	35	98	eng.	**162**	*17*	105	193	Synthétique
BZN287 R bleu	gl.	**174**	*1*	172	175	eng.	**297**	*10*	281	308	Synthétique
BZN288 R bleu	gl.	**218**	*29*	147	253	eng.	**126**	*30*	80	199	Synthétique
BZN288 R noir	gl.	**96**	*22*	63	143	eng.	**229**	*23*	182	280	Synthétique
BZN289 R noir	gl.	**112**	*18*	65	131	eng.	**182**	*56*	51	245	Synthétique

Tableau A.21 : Compositions élémentaires des glaçures (en % mass., analyses globales, MEB-EDS.) de la catégorie technique 4.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

**Les glaçures marquées bleues et violettes correspondent à des zones où nous observons sur le tesson que les deux couleurs se juxtaposent ; incl : inclusions*

Glaçure totale	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	PbO	CuO	CoO	NiO	Cr_2O_3	Na_2O/K_2O	Na_2O/MgO	Na_2O/CaO	$PbO/(Na_2O+K_2O)$	Remarques
Iznik local																		
MILETUS WARE (RECTO)																		
BYZ284 R bleu	1.00	2.71	1.63	62.08	2.10	0.60	-	12.39	14.50	0.50	0.56	0.41	-	7.58	20.76	12.35	1.03	
BYZ284 R noir	1.02	1.50	1.27	61.33	2.53	1.05	0.53	12.97	13.25	0.57	-	-	2.64	10.19	12.35	12.67	0.93	Incl. Cr
BYZ284 R incolore	1.08	0.65	1.50	63.42	2.05	0.58	-	13.63	14.70	0.35	-	-	-	9.08	23.63	12.66	0.97	
BZN205 R bleu	0.81	2.32	1.22	61.39	1.64	0.47	-	14.75	15.42	0.39	0.38	-	-	12.13	31.38	18.30	0.97	Incl. Co
BZN206 R bleu et violet*	0.80	4.87	1.50	57.58	2.40	0.38	2.25	10.05	18.01	0.53	0.62	0.57	-	6.70	26.31	12.53	1.56	Incl. Mn ; Incl. Co
BZN209 R violet	1.03	0.92	2.01	57.69	5.00	0.75	3.68	12.52	15.26	-	-	-	-	6.22	16.74	12.18	1.05	
BZN209 R incolore	0.77	0.34	2.25	61.99	6.68	0.82	-	12.30	13.76	-	-	-	-	5.46	15.07	16.01	0.95	
BZN210 R violet	0.83	0.58	1.39	62.87	2.07	0.46	1.77	14.84	13.34	-	-	-	-	10.72	32.44	17.94	0.82	Incl. Mn
BZN210 R violet fonce	0.77	0.80	1.57	62.75	1.70	0.37	2.28	14.09	13.85	-	-	-	-	8.97	37.89	18.35	0.88	Incl. Mn
BZN210 R bleu	0.64	3.12	1.66	64.04	1.85	0.39	-	13.51	12.59	-	0.51	0.38	-	8.14	34.82	21.11	0.83	Incl. Co
BZN210 R incolore	0.78	0.54	1.42	63.20	1.89	0.47	-	13.90	16.09	-	-	-	-	9.82	29.41	17.87	1.05	
BZN221 R bleu	1.04	1.95	1.53	65.59	1.53	0.36	-	13.26	11.51	0.68	0.67	0.51	-	8.68	37.03	12.70	0.78	Incl. Co
BZN222 R bleu	1.13	4.44	1.97	61.14	1.86	0.39	-	9.35	16.04	1.16	1.22	0.72	0.21	5.67	12.52	13.71	1.42	Incl. Co
BZN222 R noir	0.84	4.11	2.03	62.29	2.73	0.92	-	11.52	12.82	0.41	-	-	1.49	4.75	24.10	8.26	0.95	Incl. Cr
BZN223 R noir	1.14	3.60	1.46	54.44	4.03	2.15	0.60	10.86	13.84	0.79	0.49	-	5.97	7.46	5.04	9.53	1.12	Incl. Cr
BZN223 R bleu	1.15	2.58	1.77	61.05	2.01	0.73	-	10.80	17.44	0.54	0.64	0.53	-	6.12	14.79	9.43	1.39	
BZN223 R incolore	1.00	-	1.46	61.12	1.91	0.65	-	10.92	21.59	0.44	-	-	-	7.48	16.92	10.92	1.74	
BZN228 R bleu	1.14	2.22	1.61	61.76	2.51	0.72	-	16.26	10.98	0.46	0.61	0.63	-	10.09	22.65	14.31	0.61	
BZN228 R noir	1.49	5.44	1.41	50.43	4.76	3.88	-	13.34	7.89	0.77	0.84	0.86	7.74	9.49	3.44	8.95	0.53	Incl. Cr
BZN229 R noir	1.52	1.78	1.36	63.66	2.11	1.03	-	14.65	10.75	0.38	-	-	1.95	10.79	14.18	9.65	0.67	Incl. Cr
BZN231 R bleu	1.42	5.11	1.74	58.04	2.56	0.65	-	11.27	13.54	1.12	2.05	1.64	-	6.46	17.29	7.91	1.04	Incl. Co
BZN232 R incolore	1.04	0.49	0.89	65.22	1.61	0.61	-	13.68	14.95	0.32	-	-	-	15.33	22.61	13.15	1.03	
BZN233 R noir	1.49	4.23	0.88	53.47	4.36	2.54	0.64	11.65	11.82	1.43	-	-	6.36	13.23	4.59	7.82	0.94	Incl. Cr

Tableau A.21 suite

Glaçure totale	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	PbO	CuO	CoO	NiO	Cr_2O_3	Na_2O/K_2O	Na_2O/MgO	Na_2O/CaO	$PbO/(Na_2O+K_2O)$	Remarques
Production « MW non localisée »																		
MILETUS WARE (RECTO)																		
BZN 43 R bleu	0.81	1.24	0.95	66.41	1.37	0.48	-	12.92	14.10	0.48	-	0.35		13.60	26.73	16.02	1.02	
BZN 44 R bleu et violet*	1.12	8.59	1.25	55.89	3.19	0.84	2.13	15.32	7.60	0.45	1.14	1.08		12.26	18.24	13.63	0.46	Incl. Mn ; Incl. Co
BZN 45 R bleu	1.59	5.29	1.07	59.90	1.87	0.51	-	14.47	10.80	1.43	1.45	1.15	-	13.48	28.16	9.11	0.69	Incl. Co
BZN 46 R incolore	2.77	0.96	0.41	50.14	1.97	0.64	-	7.75	33.25	0.50	-	0.40		18.89	12.17	2.79	4.07	
BZN 49 R turquoise	1.86	0.82	0.94	56.87	2.53	1.02	-	10.37	20.87	3.86	-	-		11.03	10.16	5.58	1.85	
BZN 50 R bleu	1.39	1.06	1.02	61.11	1.40	0.45	-	11.06	20.19	0.74	0.42	0.57		10.84	24.75	7.95	1.67	
BZN 50 R turquoise	1.10	0.40	1.23	60.80	2.46	0.54	-	8.80	21.06	2.37	-	-		7.13	16.39	7.97	2.10	
BZN118 R bleu	0.77	5.53	1.26	59.85	2.04	0.71	-	17.28	9.32	0.56	0.68	0.81		13.75	24.23	22.54	0.50	Incl. Co
BZN119 R bleu	0.73	2.67	1.38	61.20	2.06	0.93	-	15.85	10.65	0.48	0.43	0.43	-	11.46	17.10	21.71	0.62	
BZN285 R bleu	0.91	4.12	1.19	65.04	1.35	-	-	11.29	12.31	0.82	1.04	0.92	-	9.48	50.84	12.35	0.99	Incl. Co
BZN285 R turquoise	1.56	0.61	1.15	62.51	1.46	0.72	-	12.26	15.28	3.74	-	-	-	10.70	16.93	7.87	1.14	
BZN286 R bleu	0.67	3.19	1.23	69.40	1.04	-	-	13.05	8.81	0.74	0.67	0.58	-	10.61	118.67	19.43	0.62	
BZN286 R noir	0.28	2.88	1.23	60.24	3.87	2.53	-	13.73	6.22	0.44	-	-	7.75	11.21	5.44	49.04	0.42	Incl. Cr
BZN287 R bleu et violet*	0.91	5.34	0.86	55.79	1.62	-	1.76	14.05	14.13	1.20	1.34	2.20	-	16.43	49.30	15.40	0.95	Incl. Mn ; Incl. Co
BZN288 R noir	0.74	3.39	0.96	59.14	3.70	1.92	0.57	15.24	8.10	-	-	-	4.76	15.84	7.94	20.71	0.50	Incl. Cr
BZN288 R incolore	1.21	0.22	0.88	65.05	1.69	0.61	-	16.23	12.71	0.48	-	-	-	18.52	26.47	13.45	0.74	
BZN288 R bleu	1.03	6.85	0.87	58.93	1.81	0.57	-	16.11	9.90	0.81	1.28	1.05	-	18.52	28.35	15.72	0.58	Incl. Co
BZN289 R bleu foncé	2.25	9.90	1.42	61.11	1.86	1.16	-	5.41	10.17	2.47	2.21	1.81	-	3.81	4.68	2.40	1.49	Incl. Co

Tableau A.22 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions riches en fer, cobalt, nickel et cuivre observées dans les glaçures bleues de la catégorie technique 4.

Echantillon / n° d'analyse	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	PbO	CuO	CoO	NiO
CLASSE 01 : hématite												
BZN210 - 09	-	91.80	-	3.69	0.44	-	-	0.55	0.40	-	1.35	-
BZN231 - 21	-	83.82	-	1.08	1.39	0.46	-	0.73	1.05	0.95	5.87	2.28
BZN 45 - 04	-	79.60	-	0.72	2.69	0.74	-	-	0.28	2.38	6.40	5.50
BZN287 - 19	-	85.32	-	1.01	0.75	-	1.32	-	0.40	1.03	9.48	-
BZN288 - 28	-	92.95	-	1.78	1.35	-	-	0.85	0.67	-	1.03	-
BZN288 - 30	-	83.87	-	1.89	2.51	-	-	0.74	-	0.89	6.33	2.36
BZN288 - 33	-	93.89	-	1.95	0.95	-	-	0.95	-	-	1.19	-
BZN288 - 36	-	92.56	-	2.57	1.20	-	-	0.64	0.63	-	1.09	-
CLASSE 02 : trévorite												
BZN205 - 01	-	60.95	-	3.97	3.43	0.35	-	0.77	0.37	0.48	19.98	8.86
BZN206 - 01	-	53.29	-	1.60	8.59	0.52	2.41	0.37	0.53	2.76	19.40	9.21
BZN206 - 02	-	60.80	-	0.82	0.51	-	6.66	-	-	-	21.99	7.45
BZN209 - 02	-	72.02	-	2.02	2.61	-	0.38	-	0.92	0.69	13.38	5.11
BZN209 - 03	-	69.09	-	1.61	1.34	-	0.53	-	0.75	0.34	21.01	2.41
BZN210 -10	-	64.99	-	1.11	0.29	-	0.40	-	0.40	0.48	20.07	10.59
BZN221 - 11	-	74.54	-	1.90	0.34	-	-	0.51	0.71	0.86	13.82	4.45
BZN222 - 02	-	60.16	-	1.36	3.27	0.49	-	0.55	0.97	2.42	17.00	10.73
BZN222 - 03	-	63.41	-	0.95	2.04	0.64	-	-	0.52	0.94	20.10	8.98
BZN222 - 04	-	64.31	-	0.92	2.78	0.59	-	-	-	4.91	11.20	12.33
BZN231 - 12	-	56.07	-	1.89	5.60	0.51	-	1.51	0.88	4.42	19.66	6.61
BZN231 - 17	-	62.30	0.40	2.16	1.85	-	-	1.42	1.62	3.57	14.51	9.99
BZN231 - 20	-	57.49	-	1.95	2.16	0.49	-	0.35	0.50	0.63	21.62	12.37
BZN 44 - 02	-	49.23	-	5.22	6.86	0.28	-	-	-	0.44	6.13	29.42
BZN 44 - 10	-	60.37	-	1.35	1.84	0.58	5.75	-	-	3.22	17.24	8.89
BZN 44 - 11	-	52.67	-	3.44	5.37	0.49	5.70	1.09	0.48	4.99	12.63	11.63
BZN 44 - 12	-	52.93	-	6.30	3.99	0.31	3.61	1.92	1.14	3.08	16.47	9.19
BZN 45 - 01	-	59.74	-	1.26	2.52	-	-	-	1.77	0.39	26.65	6.05
BZN 45 - 02	-	55.22	-	1.00	0.32	0.50	-	-	0.39	0.75	32.29	7.98
BZN 45 - 03	-	63.24	-	1.83	0.60	-	-	1.14	1.02	3.33	12.09	15.82
BZN 45 - 05	-	65.93	-	1.16	-	-	-	0.41	-	3.54	20.02	7.60
BZN118 - 01	-	55.46	-	9.63	1.12	0.50	-	2.71	2.10	0.52	8.40	18.25
BZN285 - 01	-	58.48	-	1.73	3.82	-	-	-	0.59	5.54	18.70	7.93
BZN285 - 02	-	60.73	-	0.89	3.24	0.46	0.40	-	0.59	9.94	15.23	5.80
BZN285 - 08	-	70.67	-	1.12	-	-	0.62	-	0.37	0.98	20.91	3.94
BZN285 - 09	-	62.89	-	1.68	-	-	-	-	-	0.42	26.05	7.38
BZN285 - 10	-	60.72	-	1.98	3.83	-	-	-	-	2.37	23.76	5.35
BZN287 - 01	-	51.44	-	13.70	1.08	-	2.79	3.60	2.49	1.53	9.08	13.05
BZN287 - 02	-	63.22	-	1.32	2.10	-	2.10	-	-	6.88	11.37	12.15
BZN287 - 05	-	66.48	-	1.32	3.72	-	0.65	0.28	-	6.51	10.42	9.76
BZN287 - 11	-	62.62	-	1.02	4.25	-	2.37	0.27	-	8.45	11.23	8.97
BZN287 - 12	-	64.70	-	1.70	5.12	-	0.93	0.59	0.46	6.32	9.29	8.98
BZN287 - 13	-	60.64	-	0.70	4.65	-	1.54	-	-	6.25	13.40	11.48

Tableau A.22 suite

Echantillon / nº d'analyse	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	PbO	CuO	CoO	NiO
BZN287 - 14	-	73.20	-	2.68	0.82	-	2.99	0.58	0.49	2.76	12.36	3.36
BZN287 - 16	-	60.19	-	1.18	9.14	-	3.14	0.52	0.65	5.26	12.79	5.79
BZN287 - 17	-	71.34	-	0.84	0.27	-	0.74	-	-	2.53	16.42	6.84
BZN288 - 35	-	65.83	-	1.35	1.47	-	-	0.35	-	2.95	22.40	4.39
BZN288 - 37	-	61.71	-	1.23	4.51	-	-	-	-	4.89	21.67	5.08
BZN289 - 01	-	61.58	-	1.44	2.03	1.21	-	0.36	1.20	5.83	14.60	9.81
BZN289 - 02	-	64.24	-	1.67	0.99	1.60	-	0.61	0.45	6.58	15.47	7.31
BZN289 - 04	-	63.94	-	1.64	1.28	1.70	-	0.48	0.69	4.86	14.81	9.89
BZN289 - 05	-	61.46	-	5.77	0.33	1.02	-	0.69	1.29	3.04	10.81	14.91
BZN289 - 06	-	67.46	-	0.88	0.20	0.91	-	-	-	5.88	15.30	8.25
BZN289 - 13	-	59.68	-	1.15	2.45	-	-	-	-	1.65	10.69	22.64
BZN289 - 15	-	58.53	-	2.30	6.70	0.53	-	0.48	0.42	11.53	12.65	5.89
BZN289 - 16	-	66.65	-	1.23	0.28	0.60	-	-	-	4.26	20.82	4.82
BZN289 - 21	-	57.40	-	1.68	5.58	1.02	-	0.23	1.27	6.40	19.73	5.44
CLASSE 03 : « mixte »												
BZN205 - 02	-	42.81	-	5.99	1.83	-	-	1.53	0.67	-	4.64	40.31
BZN205 - 03	-	23.84	0.37	0.89	0.80	-	-	-	0.69	0.67	1.76	68.09
BZN231 - 13	0.51	15.19	0.56	8.18	1.54	-	-	0.51	2.16	1.44	5.11	61.95
BZN287 - 21	-	32.26	-	0.68	-	-	-	-	-	0.35	27.29	37.84
BZN287 - 22	-	41.71	-	0.70	-	-	-	-	-	0.49	22.88	32.04
BZN289 - 14	-	33.39	-	5.38	-	1.40	-	-	-	3.19	8.84	47.42
CLASSE 04 : inclusions riches en Ni												
BZN 44 - 01	-	10.91	-	0.67	0.48	0.36	0.49	-	0.37	1.93	11.37	71.15
BZN209 - 01	-	0.90	-	0.85	-	0.40	0.38	-	0.43	4.04	2.04	88.21
BZN210 - 11	-	1.51	-	4.13	-	-	-	0.76	-	1.18	1.83	89.36
BZN231 - 11	-	1.85	-	0.53	0.45	0.45	-	-	0.56	1.65	6.56	85.15
BZN 44 - 09	-	7.49	-	0.68	0.73	0.91	0.46	-	0.50	2.00	1.62	84.38
BZN285 - 03	-	4.59	-	0.42	-	-	-	-	-	0.75	5.87	85.78
BZN287 - 10	-	11.03	-	0.37	-	0.41	0.49	-	-	1.27	4.70	80.12
BZN289 - 17	-	6.84	-	0.29	-	0.26	-	-	-	5.46	6.73	78.94
CLASSE 05 : inclusions comprenant aussi des éléments de la glaçure												
BZN210 - 12	1.09	49.82	-	35.09	0.94	0.93	-	7.76	0.47	-	1.66	0.45
BZN231 - 16	4.21	31.26	-	41.38	0.49	0.93	-	8.73	0.62	0.46	4.79	5.95
BZN231 - 19	2.42	49.31	-	34.04	0.64	0.85	-	8.10	1.29	-	0.85	0.93
BZN 44 - 14	1.16	33.33	-	38.34	1.07	0.66	2.72	9.78	0.91	-	6.18	4.49
BZN 44 - 15	2.48	24.55	-	38.93	0.88	0.90	12.47	10.52	1.25	1.78	2.80	2.37
BZN 44 - 16	1.68	32.66	-	40.98	0.88	0.35	4.24	10.83	0.83	0.36	3.26	2.94
BZN 44 - 17	1.24	42.25	-	38.17	0.79	0.56	1.86	10.45	0.64	-	2.54	0.48
BZN118 - 02	1.54	48.27	-	35.18	0.48	0.51	-	8.28	0.61	-	2.96	0.53
BZN118 - 03	1.84	40.22	-	38.77	0.81	0.67	-	10.98	0.74	-	2.46	1.86
BZN285 - 04	-	38.72	1.00	32.58	1.33	-	-	2.56	1.18	0.50	9.87	10.05
BZN285 - 05	-	37.54	1.20	33.71	1.38	-	-	3.63	1.41	0.40	8.69	9.52
BZN287 - 06	-	19.86	-	25.58	2.07	0.76	12.04	7.11	9.05	1.75	3.95	11.86
BZN287 - 08	1.10	45.61	-	35.96	1.07	-	1.87	8.88	1.52	0.53	1.79	0.92
BZN287 - 15	1.12	41.51	-	35.42	0.43	-	4.01	8.47	0.37	0.52	4.10	3.39

Tableau A.22 suite

Echantillon / n° d'analyse	**CaO**	**Fe_2O_3**	**K_2O**	**SiO_2**	**Al_2O_3**	**MgO**	**MnO**	**Na_2O**	**PbO**	**CuO**	**CoO**	**NiO**
BZN287 - 18	1.09	42.54	-	33.43	0.63	-	0.75	7.72	1.39	0.84	6.97	3.79
BZN287 - 20	0.95	36.98	-	37.85	1.53	0.63	1.89	9.23	2.13	0.72	5.12	2.29
BZN288 - 29	1.38	45.72	-	37.67	0.30	0.28	-	9.65	-	0.34	3.88	0.73
BZN288 - 31	2.63	31.16	-	47.18	0.73	-	-	9.44	1.04	0.37	3.76	2.91

Tableau A.23 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions riches en chrome observées dans les glaçures noires de la catégorie technique 4.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

Echantillon (- nº analyse)	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	CuO	CoO	NiO	Cr_2O_3
Iznik local										
MILETUS WARE (RECTO)										
BYZ284	5.91	0.57	12.39	11.99	3.59	0.39	3.63	2.56	0.73	55.72
BYZ284	5.47	0.63	14.48	9.92	5.48	0.37	4.00	4.18	1.77	50.74
BYZ284	5.38	1.51	14.76	6.19	4.41	0.67	3.63	8.03	4.90	47.29
BZN205	4.54	-	15.68	9.75	3.36	-	2.20	9.71	3.82	49.44
BZN205	4.46	-	13.68	10.62	3.32	-	1.65	9.50	2.72	52.56
BZN222 - 11	6.53	-	15.17	7.34	0.39	-	4.49	9.05	5.16	49.70
BZN222 - 12	6.09	-	16.66	10.11	0.58	-	5.11	6.11	2.67	50.66
BZN222 - 13	8.40	-	5.34	9.96	0.87	0.42	5.95	3.47	1.11	62.48
BZN222 - 14	9.09	0.35	13.91	10.91	1.36	-	5.09	4.89	1.66	50.82
BZN222 - 15	6.57	0.93	1.62	7.55	1.09	0.53	5.04	7.19	2.67	64.19
BZN222 - 16	6.42	0.49	16.33	10.03	0.75	-	4.22	7.81	2.50	49.57
BZN222 - 17	5.86	0.44	10.41	5.94	1.18	-	4.61	10.55	4.55	54.07
BZN223 - 13	7.22	0.53	21.08	12.25	2.81	0.52	6.41	0.83	0.22	48.04
BZN223 - 14	4.53	-	20.98	13.52	3.69	-	5.07	2.25	1.00	47.37
BZN223 - 15	6.33	1.02	8.14	11.82	4.15	0.63	6.63	1.27	0.43	58.89
BZN223 - 16	4.82	-	6.74	9.90	5.55	0.35	6.33	2.51	1.06	61.56
BZN223 - 17	6.33	-	22.43	14.03	2.22	0.46	5.57	1.11	0.34	47.23
BZN223 - 18	4.13	0.38	22.29	13.37	3.79	0.56	5.29	3.05	1.30	45.26
BZN223 - 19	3.70	0.39	19.11	9.98	4.42	-	4.38	5.44	3.95	47.43
BZN223 - 20	4.00	0.39	19.25	10.95	4.21	-	3.87	5.48	2.64	48.80
BZN228	3.51	0.41	18.08	13.51	-	0.47	4.67	5.94	2.78	49.96
BZN228	4.86	-	17.93	12.96	-	0.60	3.40	5.94	3.02	50.72
BZN228	4.98	-	17.45	20.00	-	-	4.05	0.73	1.72	51.08
BZN228	6.01	-	15.91	19.20	-	0.31	4.51	0.89	1.57	50.37
BZN228	3.60	-	18.55	19.68	-	0.48	4.14	0.91	1.55	50.90
BZN229	13.92	-	16.85	11.19	-	0.44	5.32	1.20	1.96	48.01
BZN229	7.51	-	19.00	8.97	-	0.70	4.66	1.55	2.24	54.84
BZN229	8.45	0.46	7.87	10.55	-	-	4.60	0.74	1.64	64.43
BZN229	18.59	5.81	3.09	8.12	-	2.01	4.36	3.35	5.36	47.67
BZN229	18.19	3.15	5.07	9.17	-	1.37	4.98	1.10	3.84	51.18
BZN229	10.65	-	3.48	9.65	-	0.48	4.85	1.83	3.20	64.73
BZN229	7.21	-	19.69	15.02	-	-	4.13	0.62	1.87	51.04
BZN229	6.76	-	18.99	15.91	-	0.69	4.18	0.74	1.86	49.31
BZN231 - 18	4.40	0.62	18.59	14.31	0.77	0.46	4.54	7.10	1.62	46.06
BZN231 - 14	5.50	0.36	17.49	16.48	-	0.36	6.81	2.31	0.53	48.80
BZN231 - 15	6.40	-	17.15	17.34	-	0.47	5.54	1.83	0.37	49.81
BZN232 - 10	7.52	-	15.84	16.90	-	-	4.23	0.43	0.37	53.49
BZN232 - 11	7.91	-	17.36	14.62	-	0.48	6.27	0.34	0.37	51.49
BZN232 - 12	6.50	0.35	17.33	10.85	1.32	0.77	7.02	3.23	2.73	48.84
BZN232 - 13	6.66	0.92	15.56	12.56	1.19	0.53	2.82	6.65	3.38	48.33

Echantillon (- nº analyse)	**Fe_2O_3**	**SiO_2**	**Al_2O_3**	**MgO**	**MnO**	**Na_2O**	**CuO**	**CoO**	**NiO**	**Cr_2O_3**
BZN233 - 11	4.76	-	17.65	17.69	2.24	0.36	4.97	0.20	0.35	50.58
BZN233 - 12	4.93	-	17.15	14.48	1.72	0.42	9.59	0.63	-	49.72
BZN233 - 13	5.42	-	18.82	15.00	1.40	-	9.77	0.47	-	48.66
BZN233 - 19	5.59	-	18.09	15.47	1.73	0.48	6.70	1.22	-	49.02
BZN233 - 20	5.31	0.42	17.72	13.78	1.77	0.44	6.82	2.99	1.01	48.82
BZN233 - 21	5.24	0.28	17.91	14.42	2.49	0.44	9.60	-	-	47.63
Production « *Miletus Ware* non localisée »										
MILETUS WARE (RECTO)										
BZN286	5.67	1.60	22.08	15.32	1.91	1.05	2.37	0.50	0.40	48.56
BZN286	5.80	0.32	17.51	14.90	2.49	0.37	3.00	1.97	2.46	51.11
BZN286	6.98	-	19.50	21.09	2.04	-	0.67	0.37	-	48.79
BZN286	7.01	0.49	17.93	16.24	2.00	0.47	2.17	1.12	0.31	51.56
BZN286	6.33	0.21	18.10	17.58	2.17	-	2.16	1.11	0.59	51.51
BZN288 - 10	5.49	0.48	20.27	17.39	4.82	0.61	0.70	1.54	0.35	48.35
BZN288 - 11	5.59	0.49	19.41	18.89	4.99	0.38	0.33	0.67	-	49.05
BZN288 - 13	7.57	0.24	15.24	13.46	4.37	0.57	1.49	0.71	1.19	54.62
BZN288 - 14	7.29	0.55	7.11	12.98	4.64	0.40	1.21	0.73	0.34	64.24
BZN288 - 15	6.51	0.34	19.99	15.36	4.20	0.21	1.30	1.53	0.26	50.21
BZN289	6.61	0.54	15.65	13.16	1.88	0.46	4.48	3.01	1.71	51.52

Tableau A.24 : Compositions élémentaires (en % mass., analyses globales, MEB-EDS) des engobes synthétiques.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

Echantillon / face	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	PbO	Cl	Groupe engobe
Iznik local										
MILETUS WARE (RECTO)										
BYZ284 R	1.35	0.55	0.97	86.34	5.94	0.88	2.16	-		Synthétique
BZN205 R	2.71	0.52	1.22	84.04	4.90	0.62	2.46	-	1.48	Synthétique
BZN206 R	0.96	0.39	1.15	84.54	5.91	0.63	2.76	0.52	1.81	Synthétique
BZN209 R	9.95	0.53	1.38	71.47	8.77	1.68	2.26	0.90	1.15	Synthétique
BZN210 R	2.07	0.73	1.02	84.34	5.30	0.74	2.45	-	1.75	Synthétique
BZN221 R	1.75	0.54	1.04	84.64	5.35	0.61	2.71	-	1.87	Synthétique
BZN222 R	2.95	0.71	1.06	82.48	7.35	1.07	1.89	-	0.66	Synthétique
BZN223 R	1.18	0.38	1.03	83.16	8.83	0.92	2.81	-	-	Synthétique
BZN228 R	0.91	-	0.93	86.72	5.94	0.80	2.59	-	-	Synthétique
BZN229 R	2.03	0.45	0.97	83.36	8.35	1.05	2.59	-	-	Synthétique
BZN231 R	1.92	0.90	1.60	84.53	6.38	0.88	2.63	-	-	Synthétique
BZN232 R	1.61	0.43	0.68	85.45	6.39	0.88	3.04	-	-	Synthétique
BZN233 R	0.93	-	0.56	88.57	5.60	0.51	2.40	-	-	Synthétique
Production « *Miletus Ware* non localisée »										
MILETUS WARE (RECTO)										
BZN 43 R	1.29	-	0.61	86.93	5.66	1.01	2.42	0.48	-	Synthétique
BZN 44 R	1.02	0.40	1.33	85.49	6.26	0.89	1.62	1.61	-	Synthétique
BZN 45 R	1.05	0.67	0.95	86.96	5.43	0.81	2.50	0.47	-	Synthétique
BZN 46 R	0.83	0.35	0.70	87.99	5.19	1.18	1.55	0.75	-	Synthétique
BZN 49 R	1.62	0.36	0.79	86.67	5.66	1.06	2.07	0.37	-	Synthétique
BZN 50 R	4.80	0.53	0.98	82.33	6.18	0.81	2.08	0.56	-	Synthétique
BZN118 R	1.24	0.42	0.89	85.67	5.84	0.90	2.15	0.86	-	Synthétique
BZN119 R	0.78	-	0.78	88.58	4.48	0.83	2.12	0.39	-	Synthétique
BZN285 R	0.61	-	0.92	88.72	5.47	0.71	1.97	-	-	Synthétique
BZN285 R	0.64	0.67	0.88	88.80	5.45	0.59	1.72	-	-	Synthétique
BZN286 R	0.64	-	0.71	89.60	5.22	0.54	2.07	-	-	Synthétique
BZN286 R	0.67	-	0.74	89.40	5.00	0.60	2.00	-	-	Synthétique
BZN287 R	0.51	-	0.52	92.17	3.09	0.54	1.49	0.54	-	Synthétique
BZN288 R	1.56	0.40	0.74	81.63	8.14	1.18	3.78	1.24	-	Synthétique
BZN288 R	1.51	-	0.69	83.89	7.12	1.09	3.27	0.82	-	Synthétique
BZN289 R	0.64	-	0.79	90.78	4.29	0.52	1.32	-	-	Synthétique

Tableau A.25 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des inclusions avec microstructure « en feuillets » observées dans les engobes synthétiques.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

Echantillon - n° analyse	CaO	Fe_2O_3	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	Na_2O	PbO	CuO	CoO
Iznik local											
MILETUS WARE (RECTO)											
BZN210	4.86	-	3.59	76.57	10.20	2.14	-	0.58	-	-	-
BZN210	3.48	0.57	3.25	78.50	11.88	0.54	-	0.48	-	-	-
BZN210	6.20	-	2.58	76.51	8.58	3.45	-	0.91	-	-	-
BZN210	8.22	0.45	2.83	72.39	7.67	5.32	0.27	0.94	-	-	-
BZN233 - 5	3.33	0.82	2.94	76.68	12.22	0.39	0.45	0.69	0.50	-	1.24
BZN233 - 6	3.23	0.77	2.75	77.07	11.85	0.60	0.59	0.78	-	-	1.23
BZN233 - 7	3.36	0.73	3.01	76.48	12.04	0.47	0.44	0.73	-	-	1.22
Production « *Miletus Ware* non localisée »											
MILETUS WARE (RECTO)											
BZN118	2.11	0.26	1.37	84.72	7.65	0.81	-	0.57	-	0.41	-
BZN118	1.88	0.27	1.13	86.46	6.89	0.90	-	0.65	-	-	-
BZN118	2.27	0.39	1.59	82.15	8.34	1.06	-	0.81	0.92	0.47	0.37
BZN119	0.87	0.29	1.23	90.43	4.13	0.60	-	0.60	0.39	0.43	-
BZN285 -12	7.79	1.29	2.15	78.92	8.24	-	-	-	-	0.55	0.36
BZN285 -13	4.78	0.56	1.55	80.39	11.08	-	-	-	-	0.38	-
BZN286	6.36	0.23	0.50	83.19	2.09	4.87	-	0.83	0.48	-	-
BZN286	4.77	0.26	0.50	85.98	2.04	3.15	-	0.45	1.83	-	-
BZN288	3.83	0.33	1.14	85.66	5.30	1.78	-	0.38	-	0.35	-
BZN288	5.58	0.36	1.45	80.22	5.68	3.27	-	0.46	1.29	0.39	-

Tableau A.26 : Compositions élémentaires (en % mass., MEB-EDS) des reliquats de verre présents dans les engobes synthétiques.

Les échantillons sont présentés par production, puis par type à l'intérieur d'une production donnée.

Echantillon	CaO	Fe2O3	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	MnO	Na2O	PbO	CuO	Cl	PbO/(K_2O+Na_2O)
Iznik local												
MILETUS WARE (RECTO)												
BZN221	11.89	0.58	1.57	67.21	3.78	1.49	0.45	8.13	2.31	0.37	1.23	0.24
BZN221	11.26	0.59	1.55	68.66	3.08	1.55	0.36	8.07	2.33	0.41	1.12	0.24
BZN221	9.04	0.59	1.78	69.36	4.07	1.99	0.35	7.83	2.19	0.38	1.09	0.23
BZN222	3.36	1.21	2.44	69.89	4.90	1.26	1.23	5.88	6.74	1.50	0.86	0.81
BZN222	5.85	1.59	2.25	69.47	3.88	3.22	1.44	3.81	5.98	1.17	0.69	0.99
BZN223	2.32	0.52	1.69	58.74	5.04	0.79	-	1.84	26.06	-	1.14	7.38
BZN223	2.90	0.65	1.99	63.26	5.33	0.43	-	1.24	21.34	0.40	1.02	6.61
BZN231	1.89	1.49	1.68	64.94	5.96	0.73	0.90	3.38	16.18	0.43	0.54	3.20
BZN231	2.33	1.69	1.40	64.48	4.72	1.91	0.99	3.48	15.85	1.12	0.59	3.25
BZN231	1.44	1.16	1.20	69.66	4.05	0.93	0.96	2.93	14.40	1.26	0.52	3.49
BZN231	1.48	1.24	1.61	64.12	5.01	0.87	0.82	3.33	15.75	1.46	1.12	3.19
BZN233	5.38	1.09	1.73	63.31	9.17	3.01	-	7.81	6.90	0.33	-	0.72
BZN233	4.64	0.75	1.92	64.33	9.75	2.19	-	7.13	7.45	0.20	0.28	0.82
Production « *Miletus Ware* non localisée »												
MILETUS WARE (RECTO)												
BZN 44 - 5	0.46	4.86	0.80	45.62	5.97	0.67	3.05	2.46	23.56	0.75	-	7.23
BZN 44 - 7	0.95	0.71	1.72	53.57	7.35	0.86	0.47	2.19	30.41	0.24	-	7.78
BZN 46 - 4	2.00	0.62	0.45	51.50	6.57	0.40	0.53	2.01	30.67	4.02	-	12.47
BZN285	6.32	0.29	0.77	55.09	4.80	0.61	-	3.37	25.46	-	1.10	6.15
BZN285	2.14	0.70	1.34	69.31	5.84	0.66	-	2.89	15.46	-	0.54	3.65
BZN285	2.86	0.52	0.95	70.37	4.83	0.76	-	2.14	15.52	0.37	0.58	5.02
BZN285	7.45	0.30	0.98	62.50	3.82	1.63	-	3.62	16.55	0.42	0.82	3.60
BZN285	3.91	0.38	0.97	64.72	4.59	1.72	-	4.75	16.51	0.69	0.83	2.89
BZN285	2.68	1.02	1.10	64.19	6.40	0.38	0.62	1.99	19.53	-	0.52	6.32
BZN285	2.23	1.16	1.50	59.25	6.84	0.28	0.41	2.16	22.90	-	1.47	6.26
BZN286	3.05	0.52	0.89	66.96	5.03	0.44	0.44	3.34	17.40	-	-	4.11
BZN286	2.46	0.53	0.87	53.26	3.64	0.53	0.55	3.36	31.69	0.43	1.07	7.49
BZN286	2.78	0.53	0.80	51.86	3.49	0.69	0.38	3.15	32.67	0.36	1.08	8.27
BZN286	2.66	0.27	0.44	66.78	2.79	0.65	-	3.13	21.52	0.36	0.80	6.03
BZN286	2.33	0.47	0.87	63.81	4.66	0.48	-	4.11	21.48	-	0.64	4.31
BZN287	5.45	1.47	1.26	60.78	2.31	1.06	-	3.84	22.10	0.42	0.51	4.33
BZN287	5.59	1.24	1.22	60.61	2.23	1.16	-	4.00	22.32	0.38	0.48	4.28
BZN287	5.79	1.49	1.09	59.78	2.61	1.16	-	4.10	22.51	-	0.46	4.34
BZN287	2.68	1.80	0.80	60.80	2.69	1.78	-	3.36	24.49	0.56	0.37	5.89
BZN287	6.68	1.52	0.89	56.39	2.66	1.57	-	3.60	25.43	0.23	0.34	5.66
BZN288	3.28	0.97	1.13	67.73	5.02	2.59	0.45	2.69	14.14	0.26	-	3.70

PLANCHES

Production « Pergame tardo-byzantin »

Planche A.1.1 : Echantillons de la production « Pergame tardo-byzantin ».

Photos : S.Y. Waksman ; Dessins : S.Y. Waksman ; DAO : J. Burlot, M. Garcia-Martinez ; C. Brun

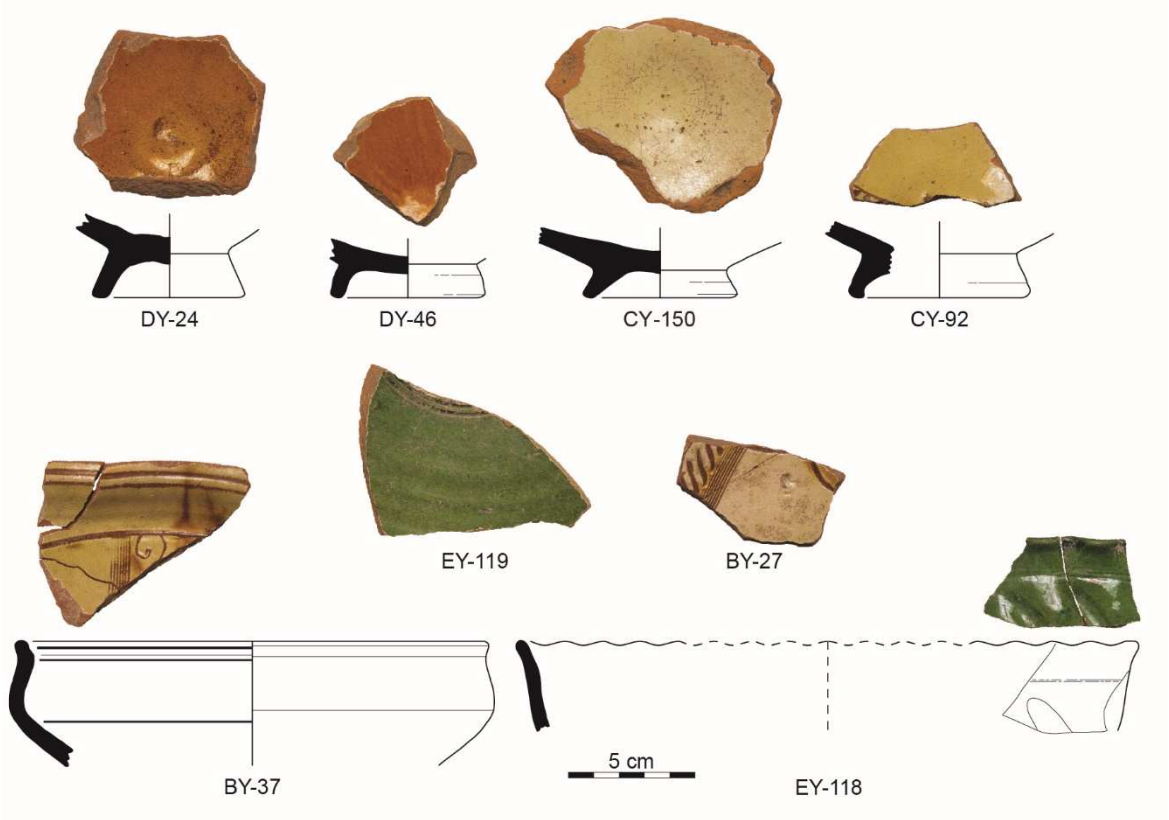
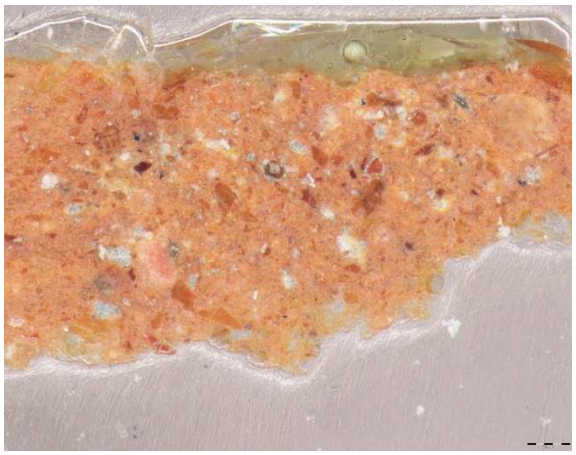


Planche A.1.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Pergame tardo-byzantin ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm)

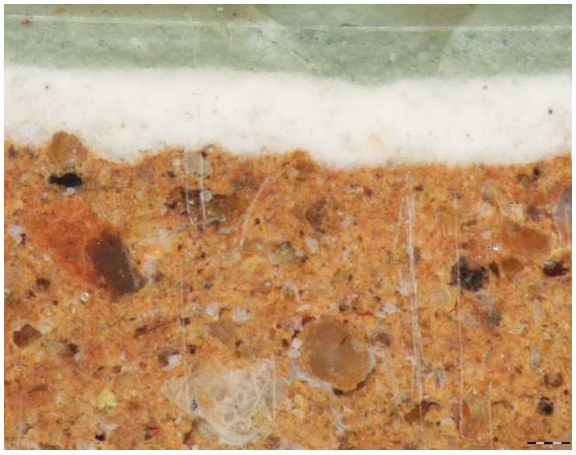
CERAMIQUES TARDO-BYZANTINES

BY-27 R jaune



BY-37 R incolore

CY-92 R incolore

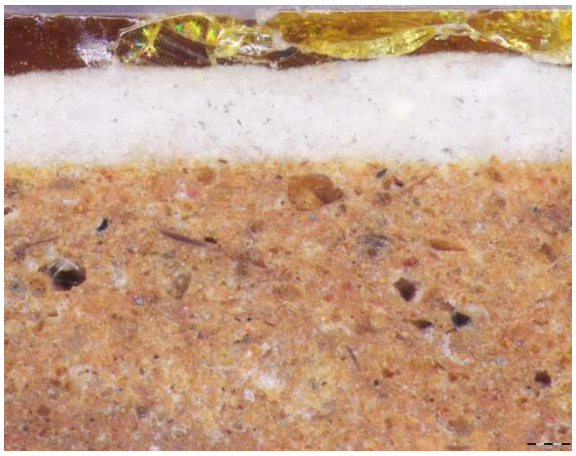


CY-95 R incolore

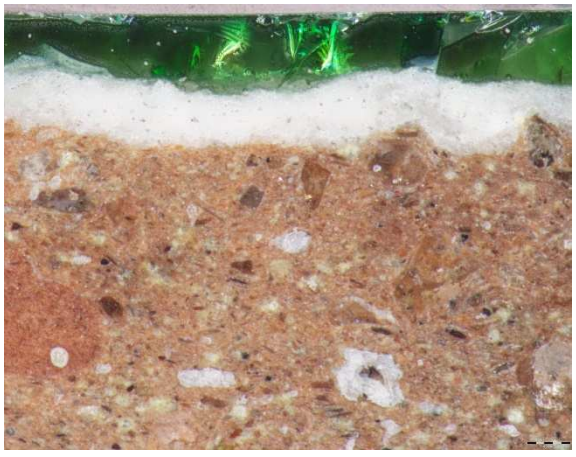
CY-150 R crème

CY-150 R crème et incolore

DY-24 R jaune orangé



DY-46 R jaune orangé

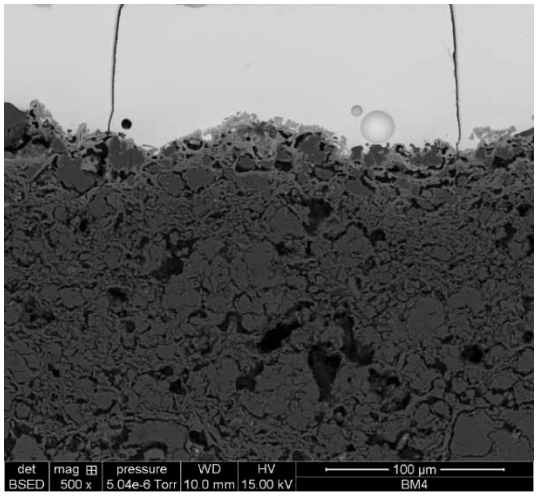


EY-118 R vert

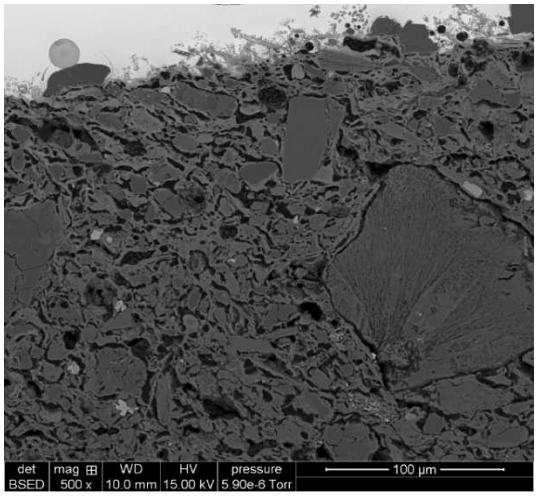
EY-119 R vert

Planche A.1.3 : Images BSE des engobes de la production « Pergame tardo-byzantin) ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm).

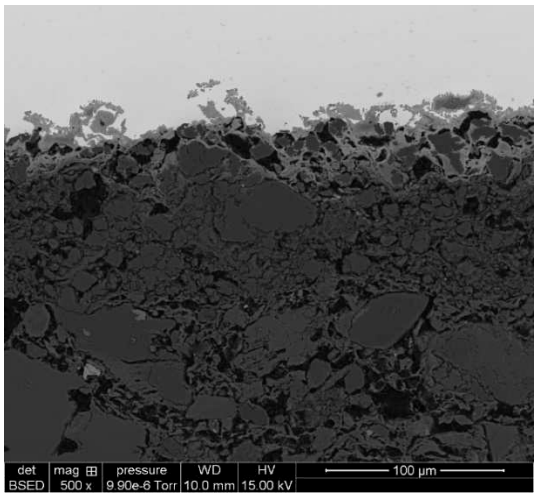
CERAMIQUES TARDO-BYZANTINES



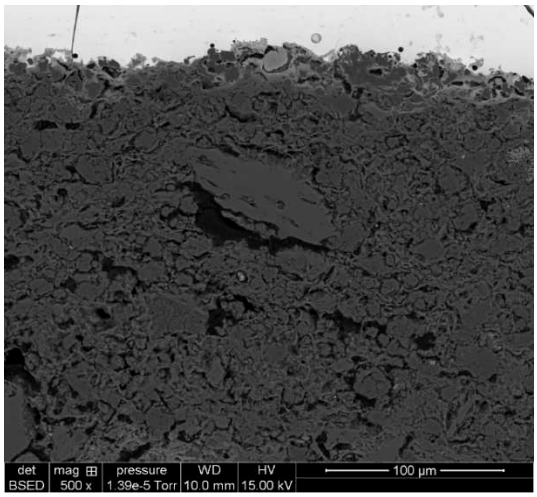
BY-27 Recto



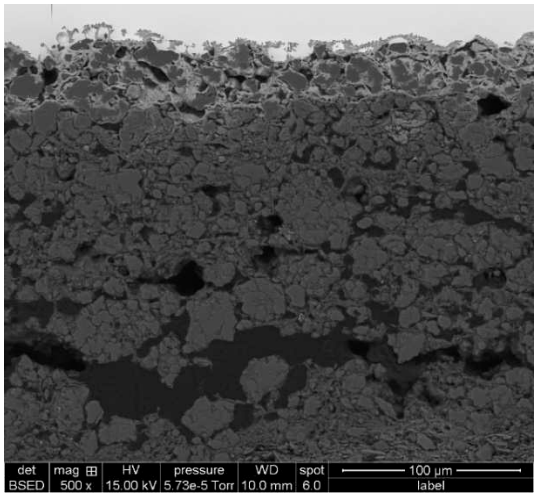
BY-37 Recto



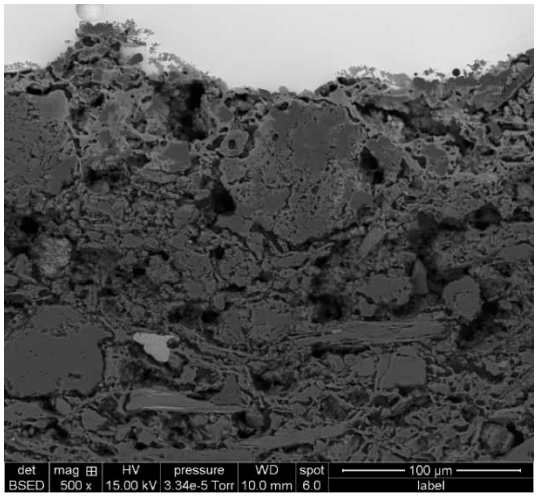
CY-92 Recto



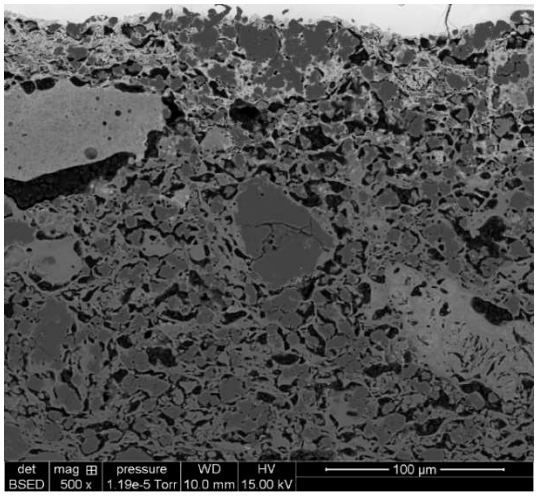
CY-95 Recto



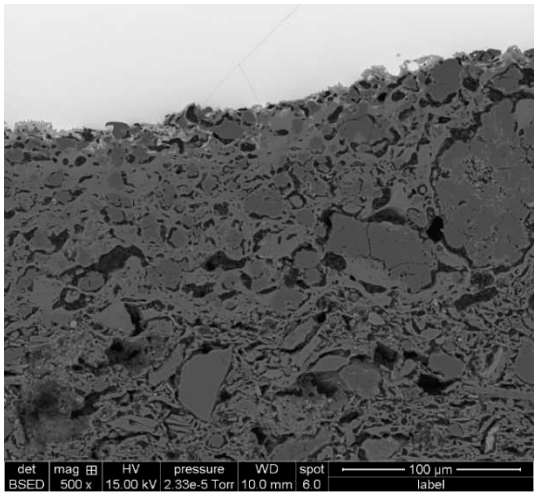
CY-150 Recto



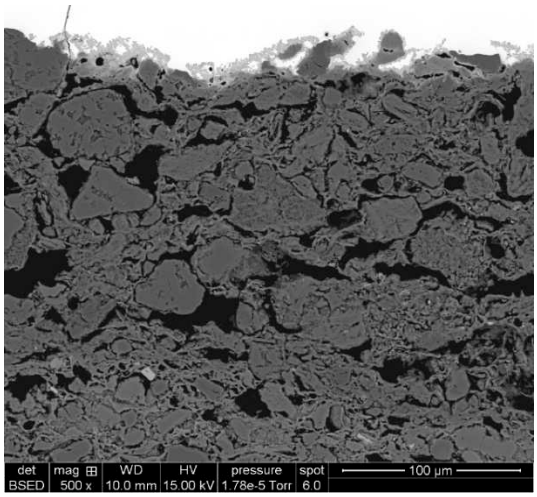
DY-24 Recto



DY-46 Recto



EY-118 Recto



EY-119 Recto

Production « Ephèse local (c/4) »

Planche A.2.1 : Echantillons de la production « Ephèse local (c/4) ».

a) céramiques tardo-byzantines ; b) sgraffito polychromes *beyliks* ; c) céramiques à décor moulé

Photos : S.Y. Waksman ; Dessins : S.Y. Waksman, J. Burlot, équipe de fouilles d'Ephèse, équipe de J. Vroom ; DAO : J. Burlot, M. Garcia-Martinez

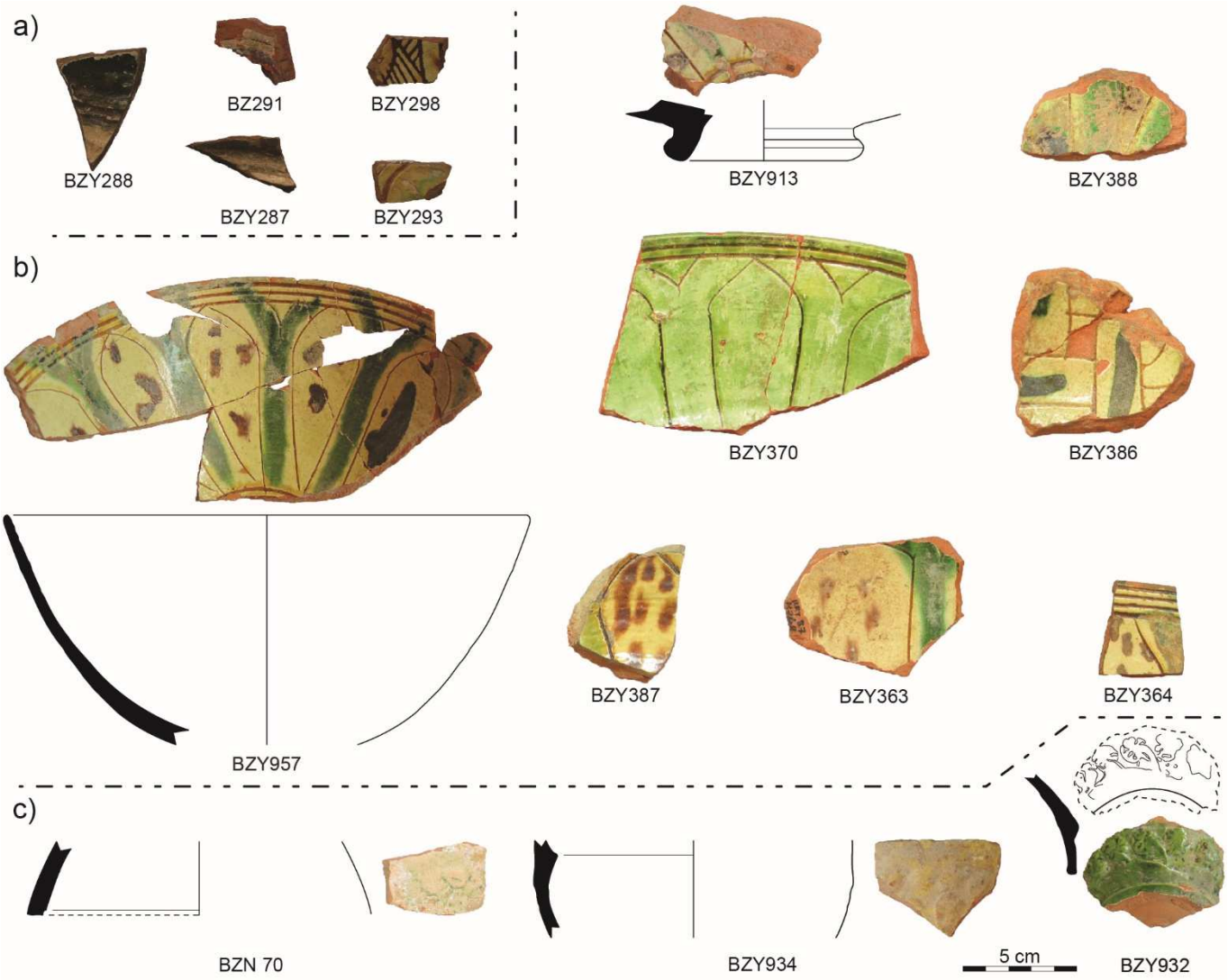
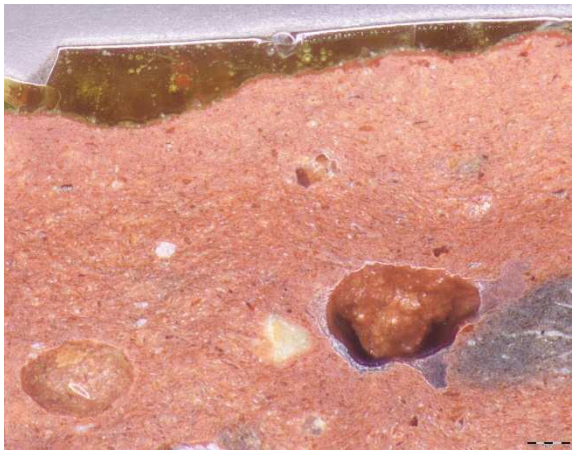


Planche A.2.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Ephèse local (c/4) ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm)

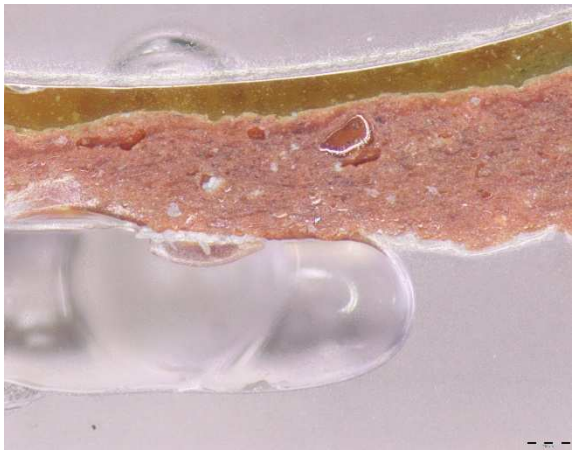
CERAMIQUES TARDO-BYZANTINES

BZY287 R jaune

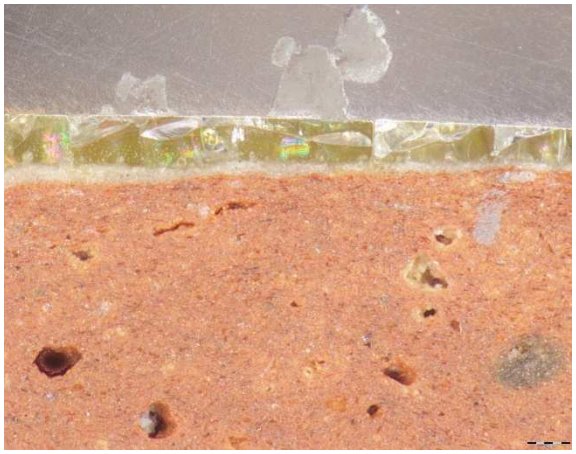
BZY288 R incolore



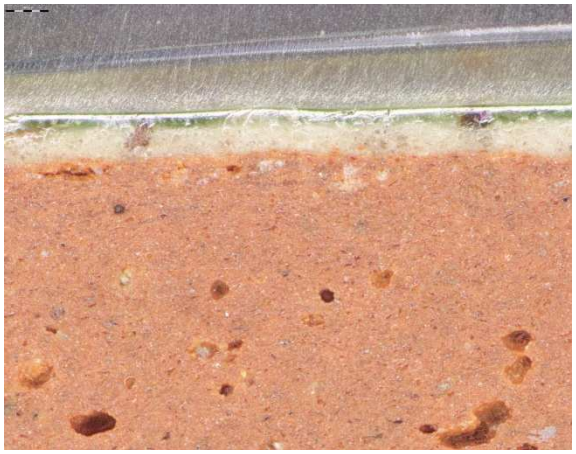
BZY291 R jaune



BZY293 R jaune



BZY298 R incolore

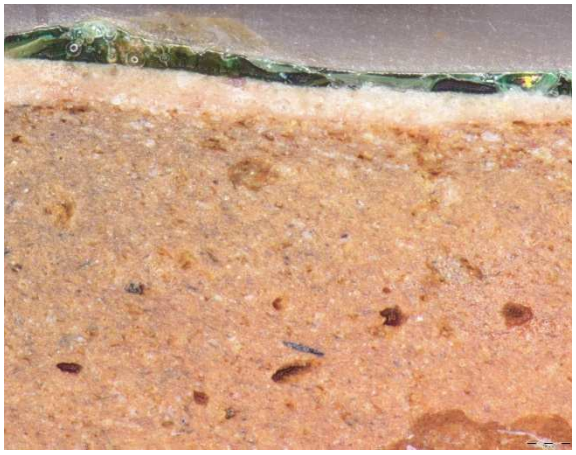


BZY298 V vert

SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*

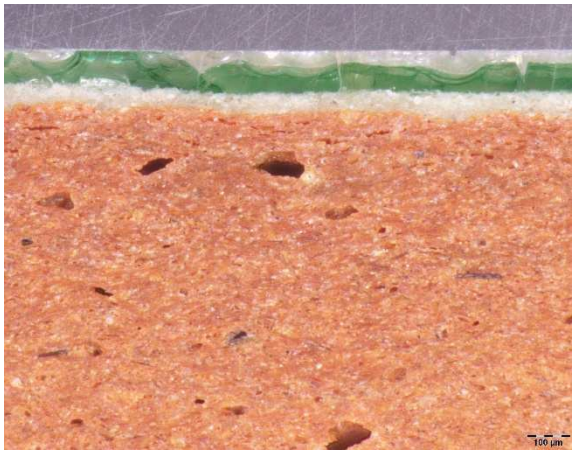
BYZ430 R vert

BZY363 R incolore



BZY364 R vert foncé

BZY364 V vert



BZY370 R vert

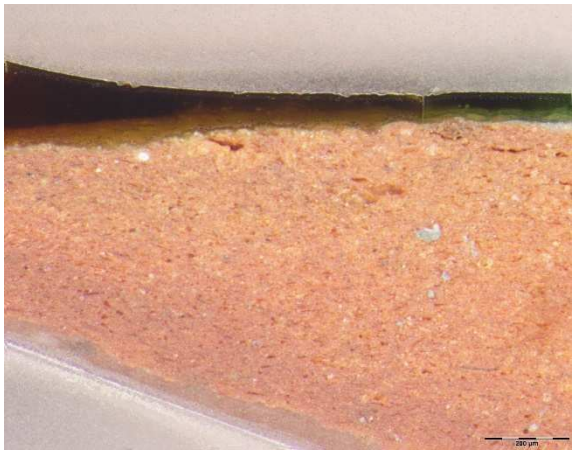
BZY386 R vert

BZY387 R violet

BZY387 V vert

BZY388 R vert

BZY957 R vert



BZY913 R jaune foncé et vert

BZY913 R vert

CÉRAMIQUES À DÉCOR MOULÉ

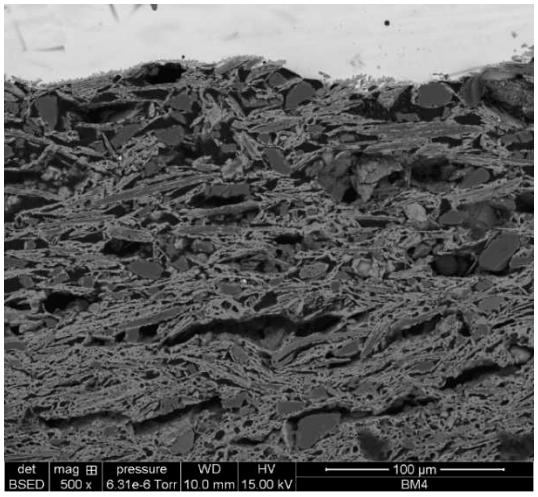
BZN 70 R vert

BZY932 R vert

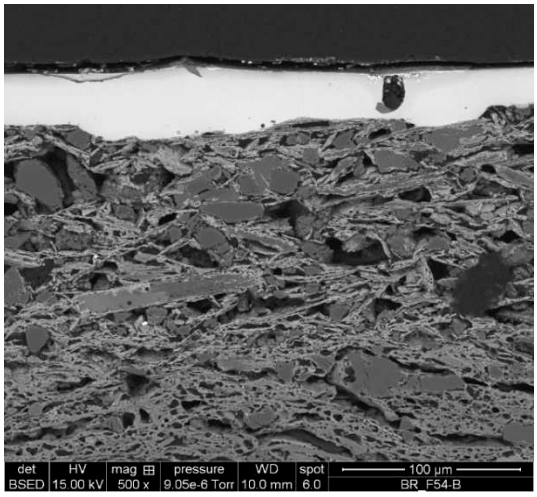
BZY934 R jaune

Planche A.2.3 : Images BSE des engobes de la production « Ephèse local (c/4) ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm).

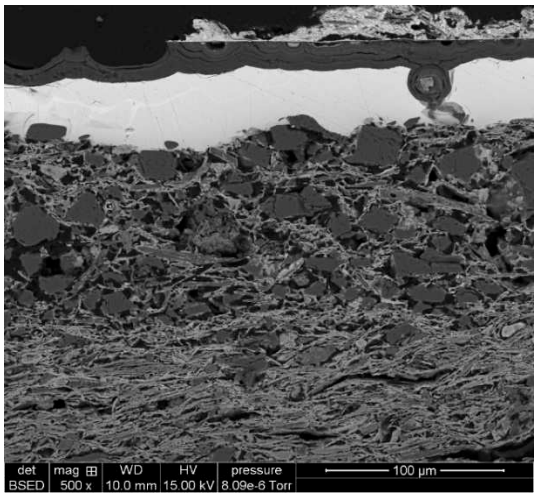
CERAMIQUES TARDO-BYZANTINES



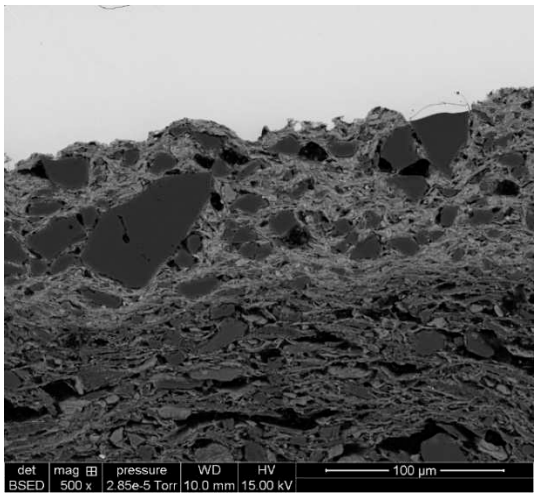
BZY287 Recto



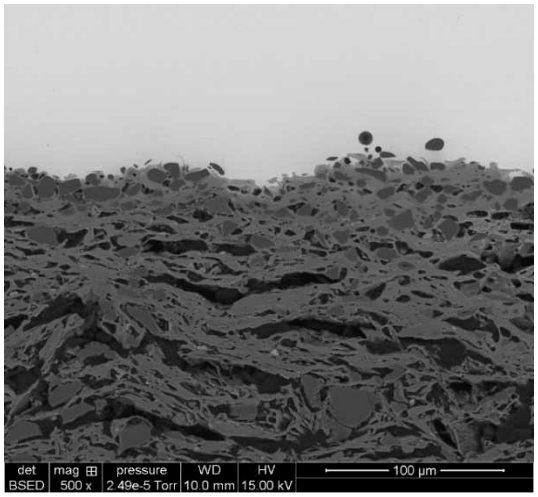
BZY288 Recto



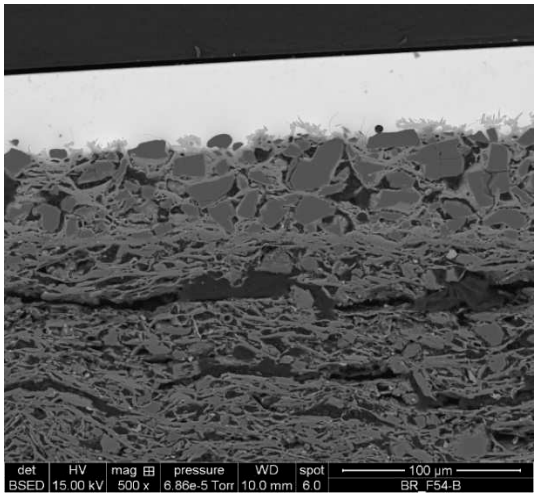
BZY291 Recto



BZY293 Recto

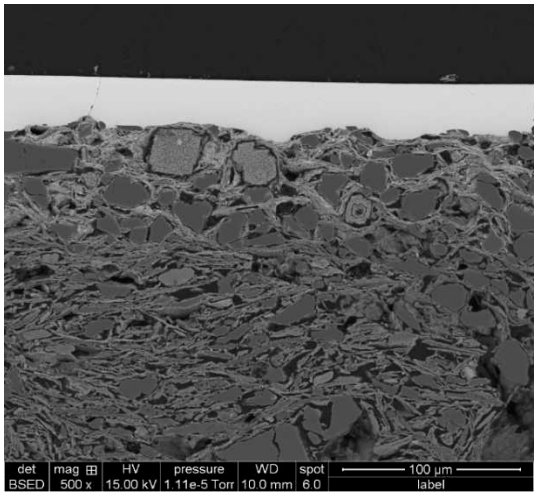


BZY298 Recto

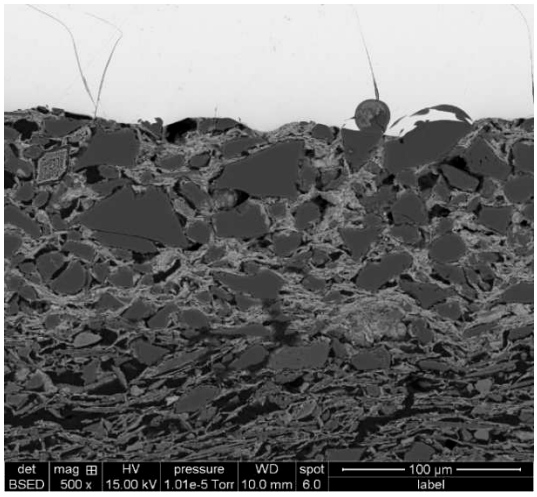


BZY298 Verso

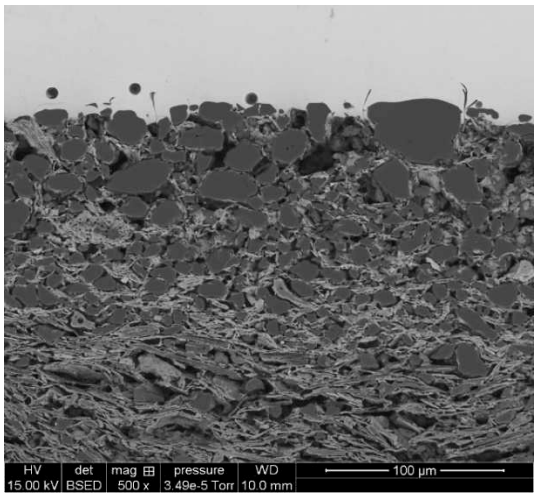
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*



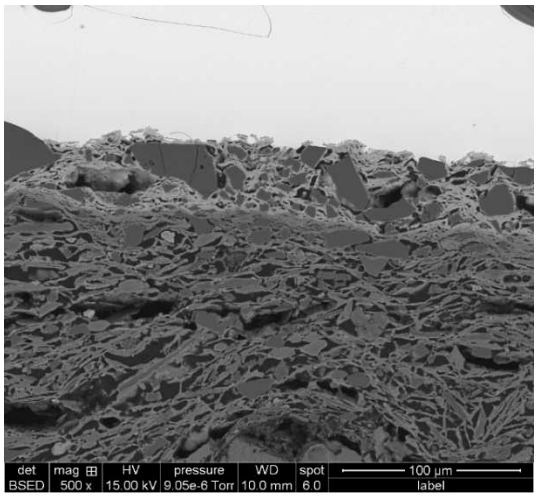
BYZ430 Recto



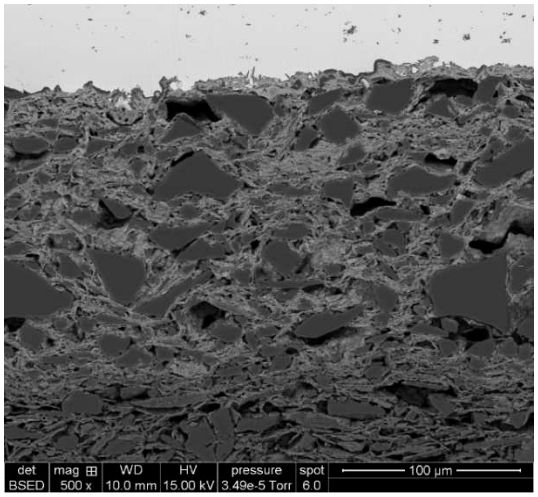
BZY363 Recto



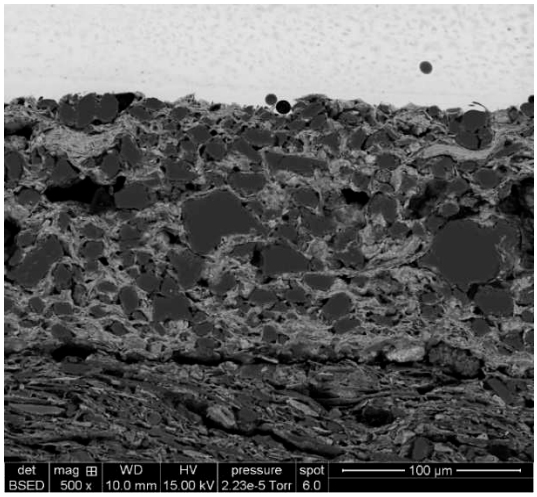
BZY364 Recto



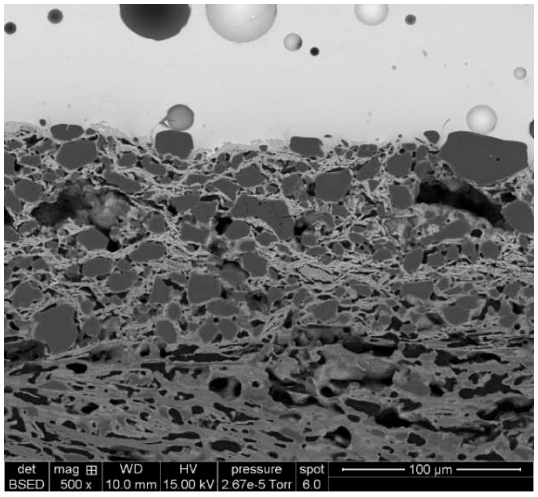
BZY370 Recto



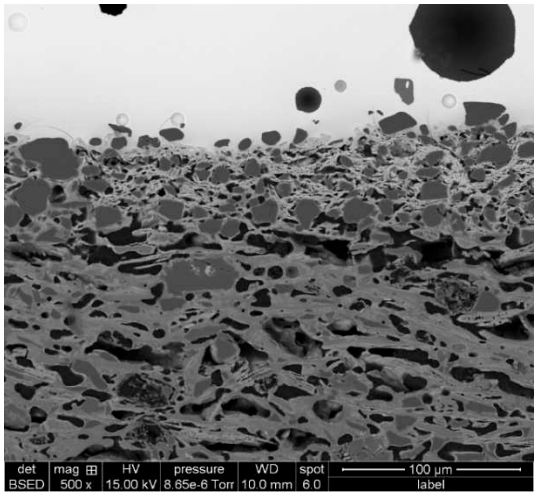
BZY386 Recto



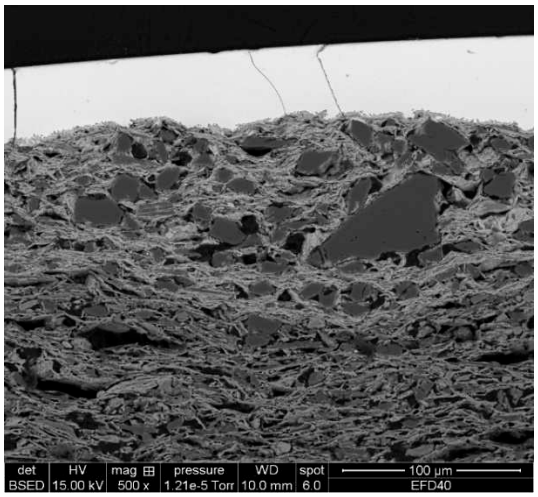
BZY388 Recto



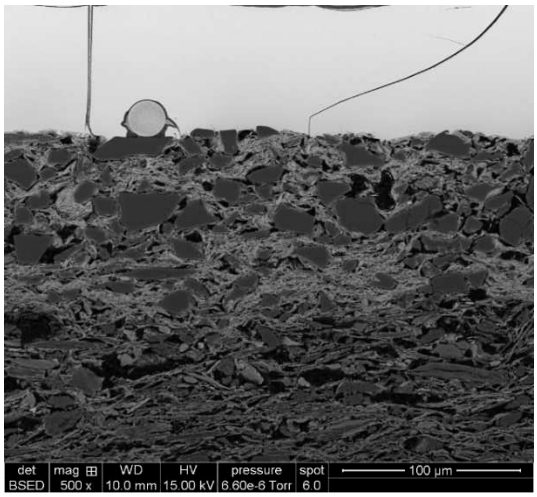
BZY387 Recto



BZY387 Verso

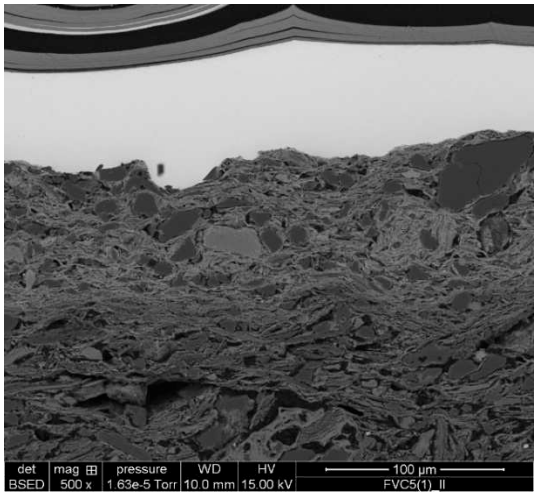


BZY913 Recto

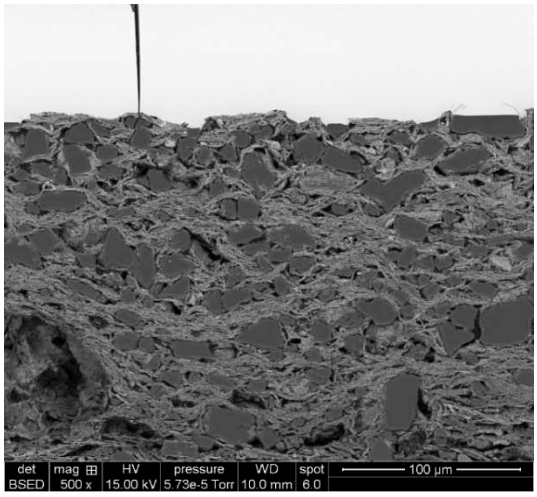


BZY957 Recto

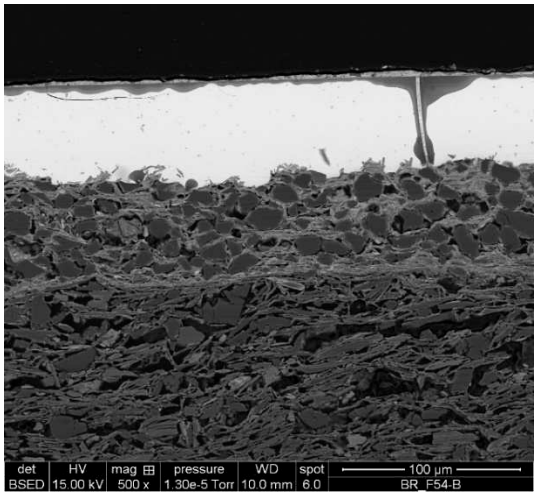
CÉRAMIQUES À DÉCOR MOULÉ



BZN 70 Recto



BZY932 Recto



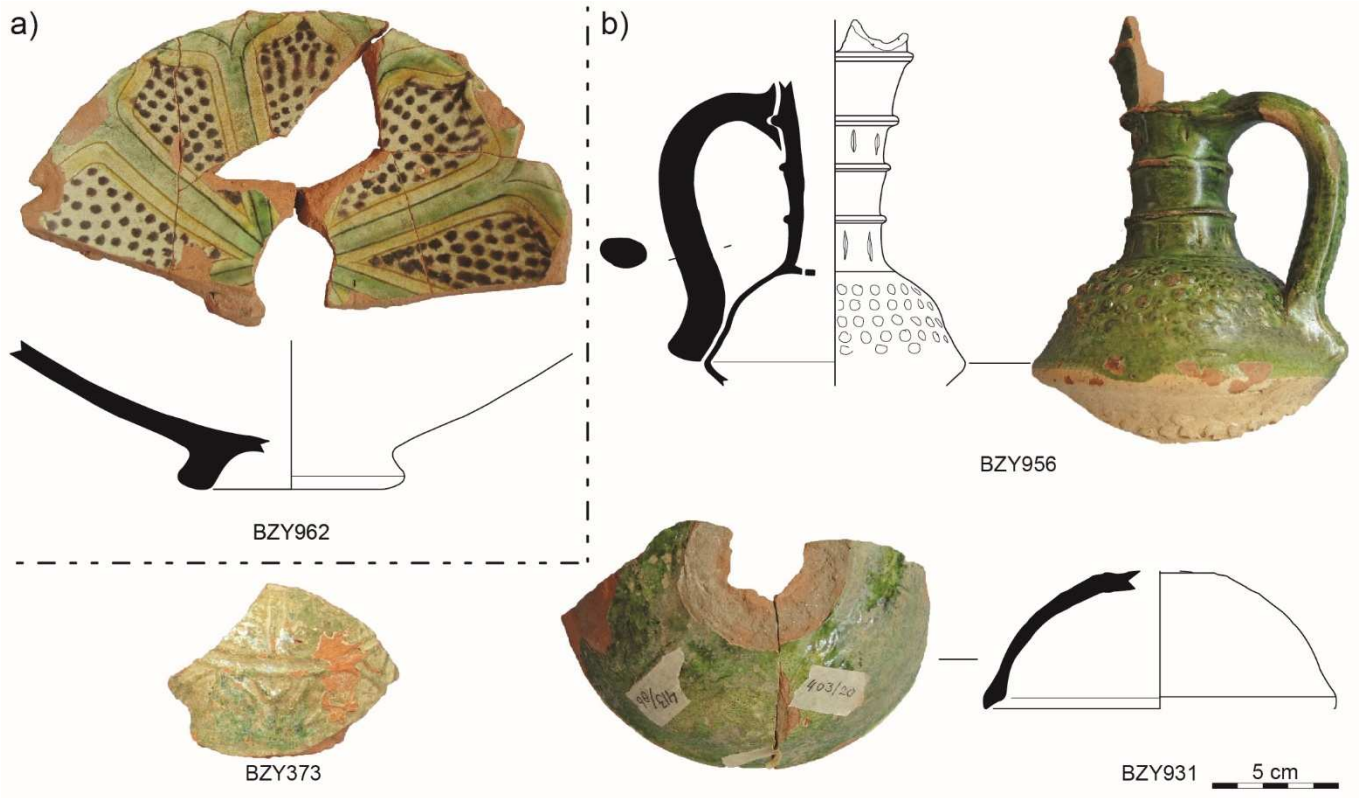
BZY934 Recto

Production « Ephèse régional (b/2) »

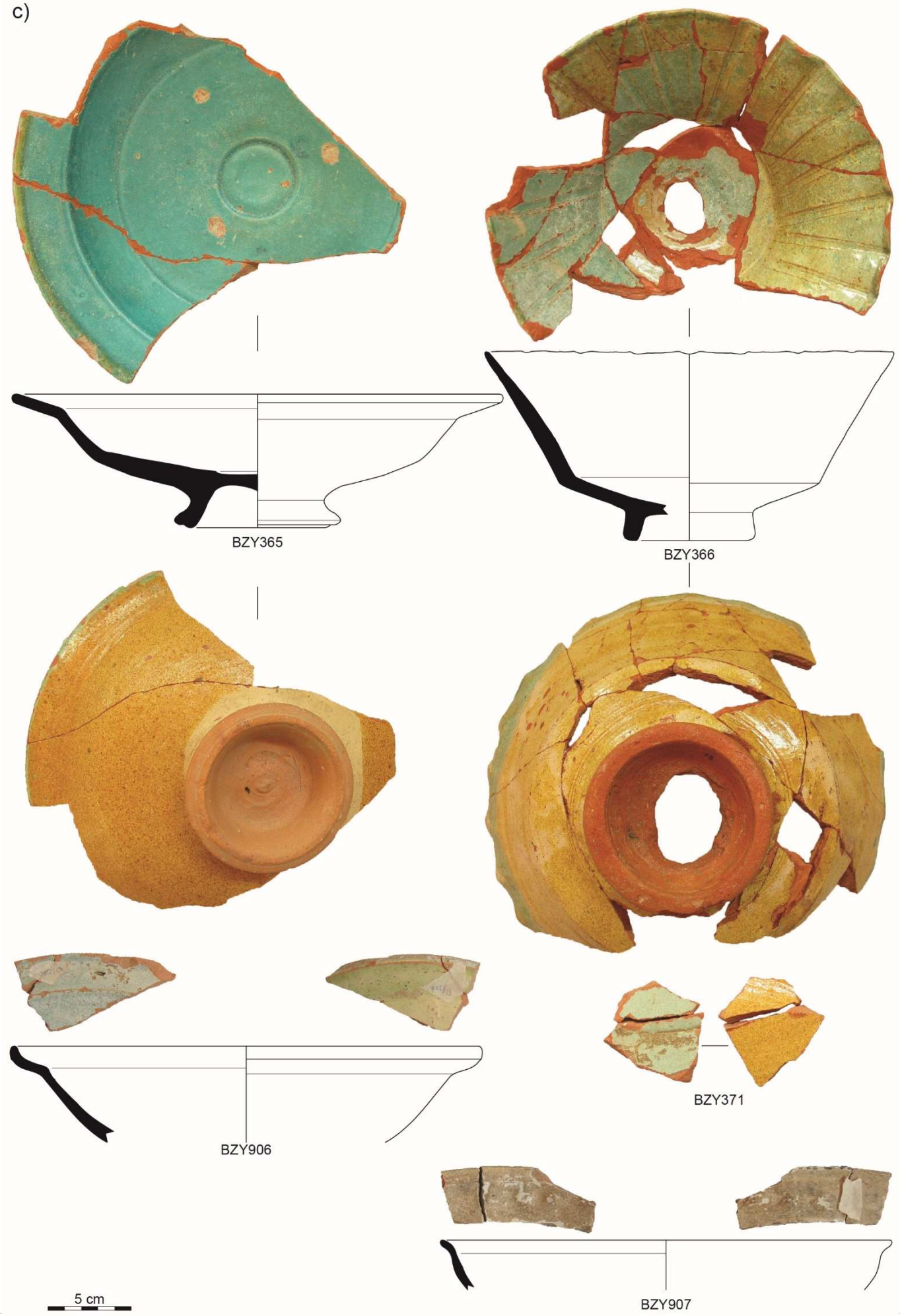
Planche A.3.1 : Echantillons de la production « Ephèse régional (b/2) ».

a) sgraffito polychrome *beylik* ; b) céramiques à décor moulé; c) céramiques à glaçure monochrome turquoise

Photos : S.Y. Waksman ; Dessins : S.Y. Waksman, J. Burlot, équipe de fouilles d'Ephèse, équipe de J. Vroom ; DAO : J. Burlot, M. Garcia-Martinez



Annexes. *Production « Ephèse régional (b/2) »*



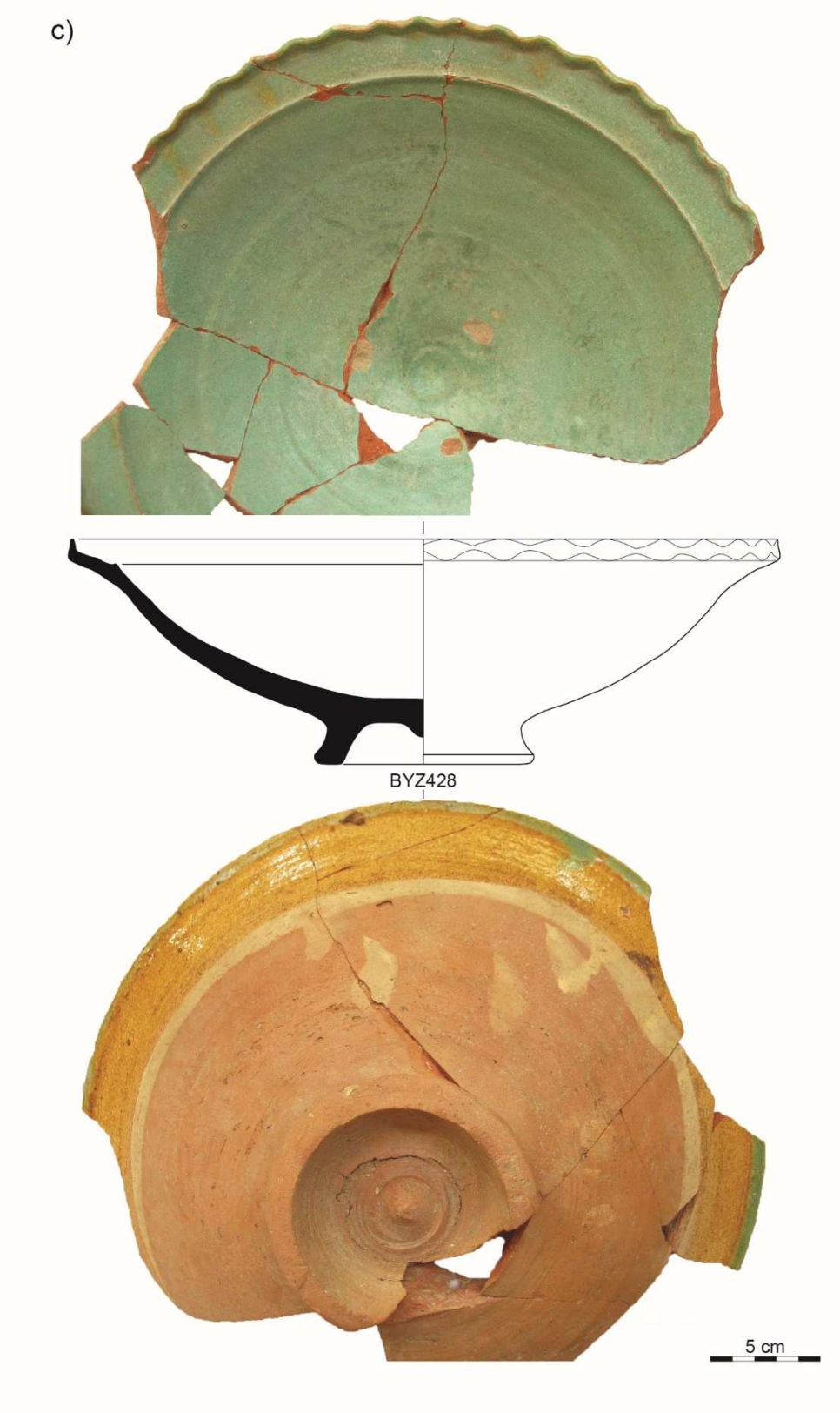

c)
BYZ428
5 cm

Planche A.3.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Ephèse régional (b/2) ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm)

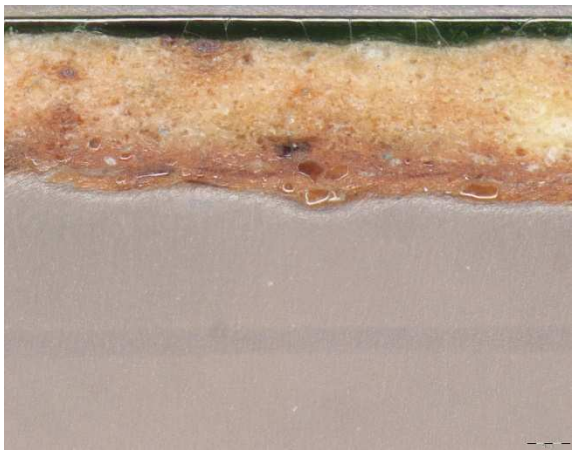
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*

BZY962 R vert clair

BZY962 R violet

CERAMIQUES A DECOR MOULE

BZY373 R vert

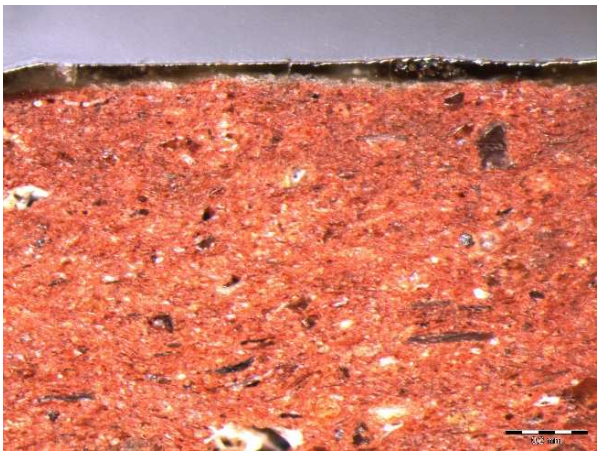


BZY931 R vert

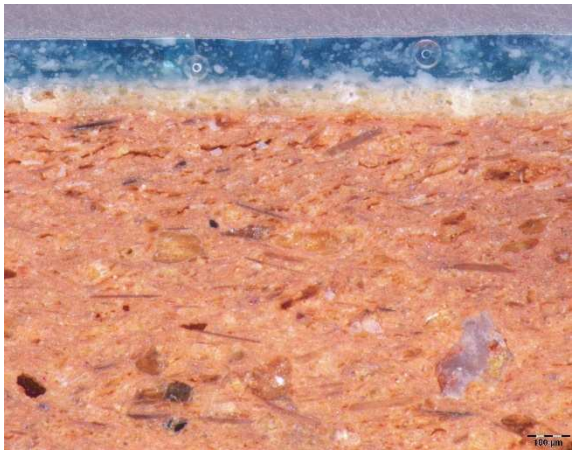
BZY956 R vert clair

CERAMIQUES A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE

BYZ428 R turquoise

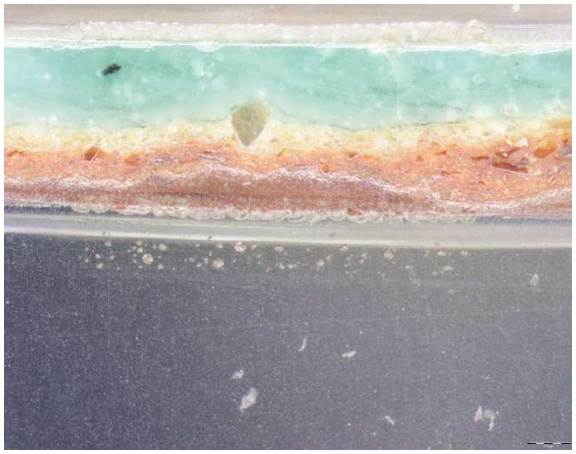


BZY428 V jaune



BZY365 R turquoise

BZY365 V jaune

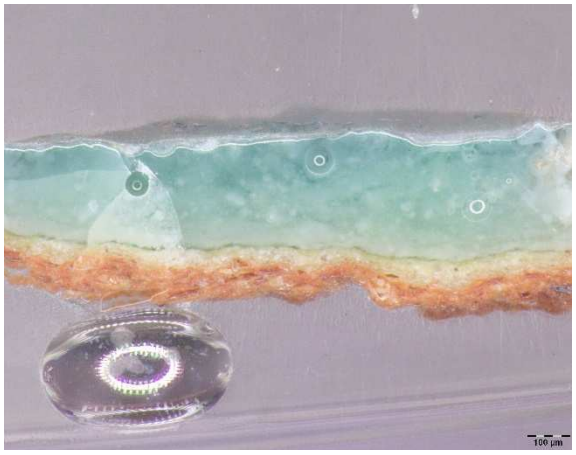


BZY366 R turquoise

BZY366 V jaune

BZY371 R turquoise

BZY371 V jaune

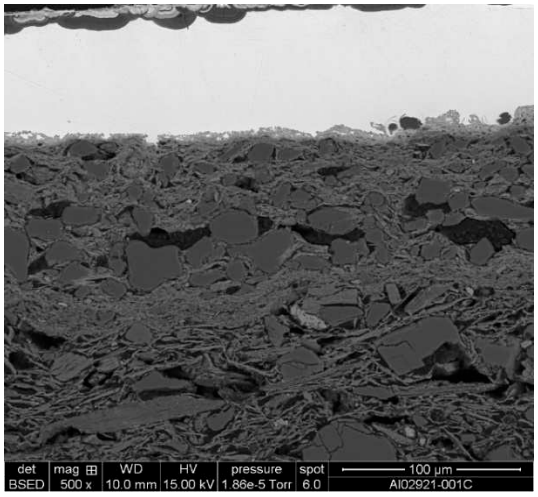


BZY906 R turquoise

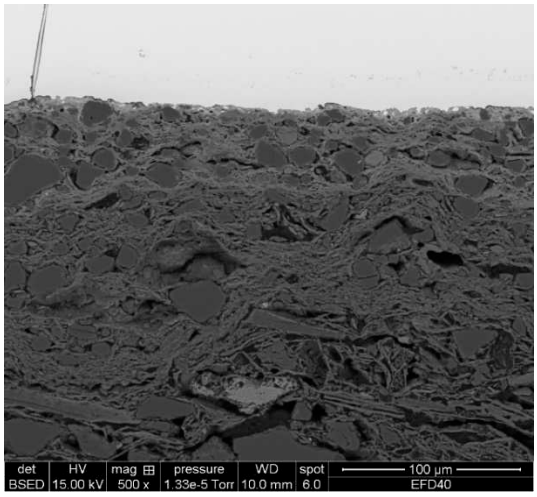
BZY907 R turquoise

Planche A.3.3 : Images BSE des engobes de la production « Ephèse régional (b/2) ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm).

SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*

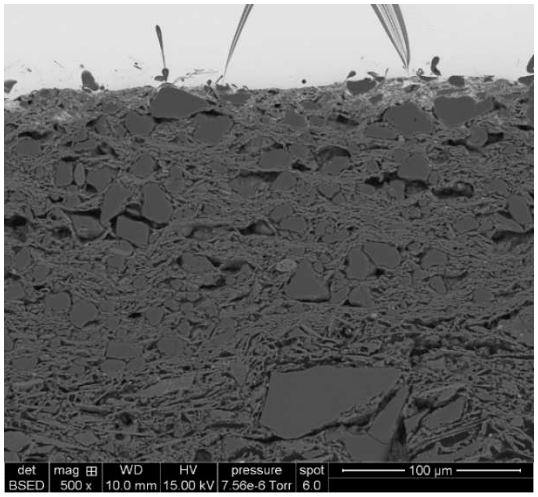


BZY962 Recto

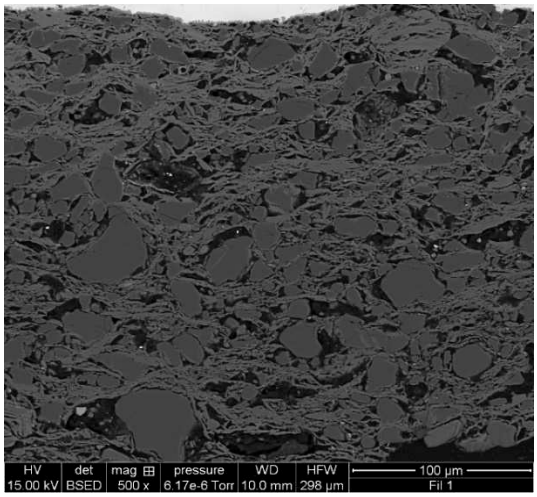


BZY962 Recto

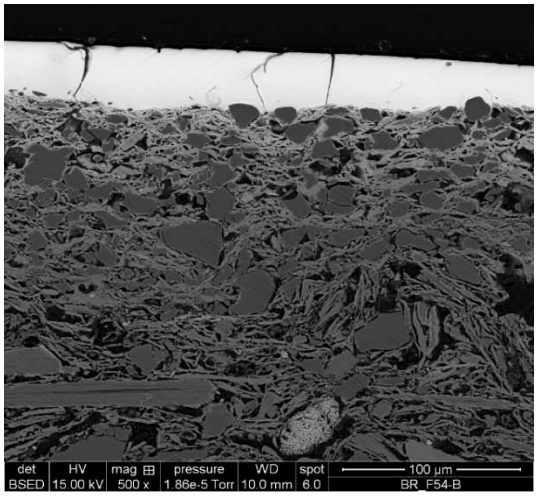
CERAMIQUES A DECOR MOULE



BZY373 Recto

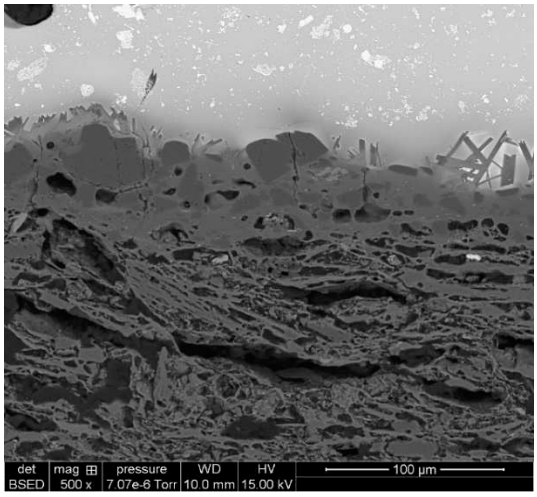


BZY931 Recto

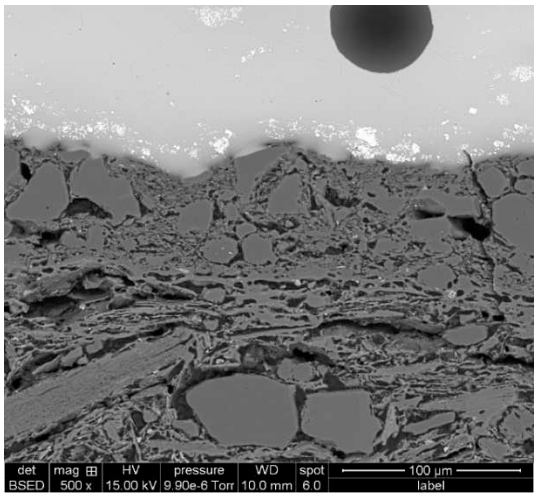


BZY956 Recto

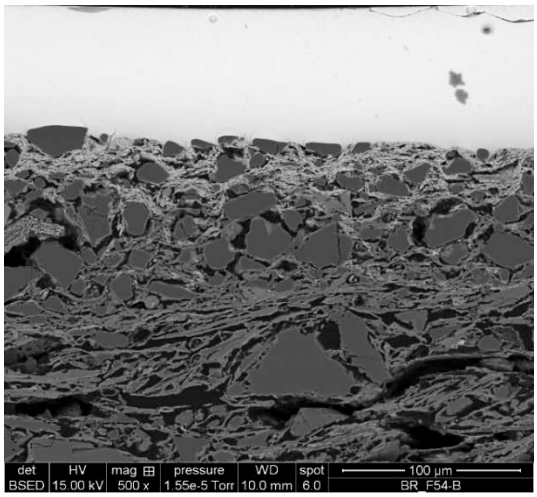
CERAMIQUES A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE



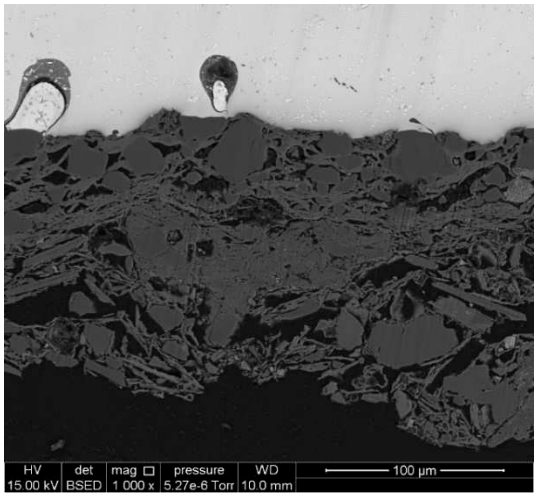
BYZ428 Recto



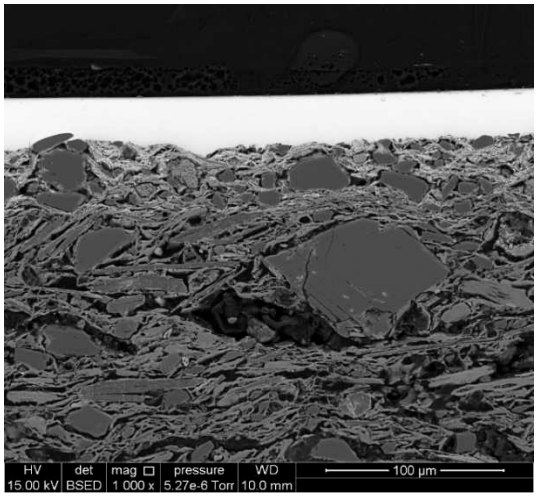
BZY365 Recto



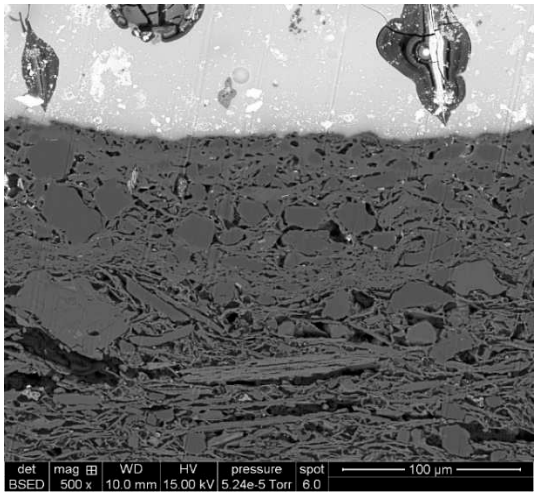
BZY365 Verso



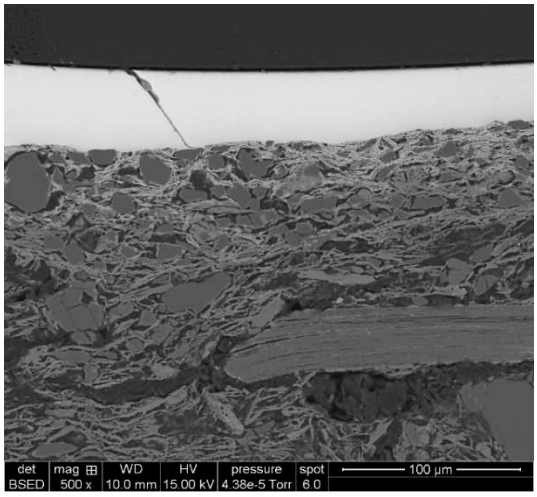
BZY366 Recto



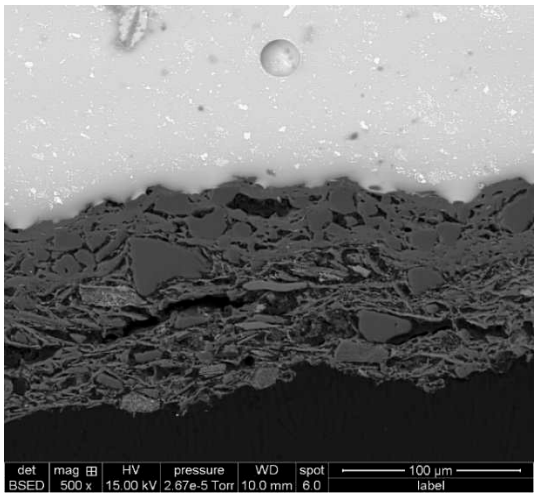
BZY366 Verso



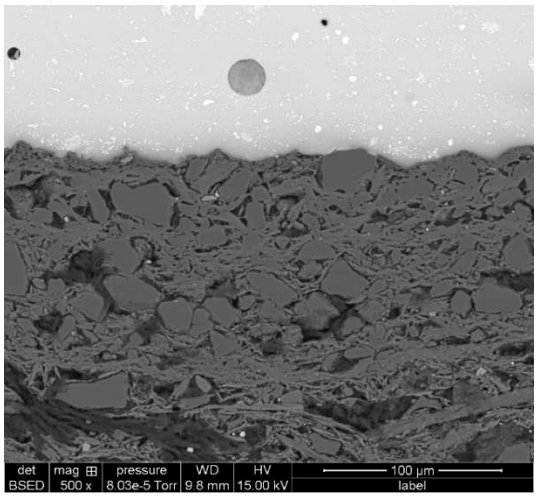
BZY371 Recto



BZY371 Verso



BZY906 Recto



BZY907 Recto

Production « Milet local »

Planche A.4.1 : Echantillons de la production « Milet local ».

a) sgraffito polychromes *beyliks* ; b) céramique à décor moulé

Photos : S.Y. Waksman ; Dessins : S.Y. Waksman, J. Burlot, équipe de B. Böhlendorf-Arslan ; DAO : J. Burlot, M. Garcia-Martinez

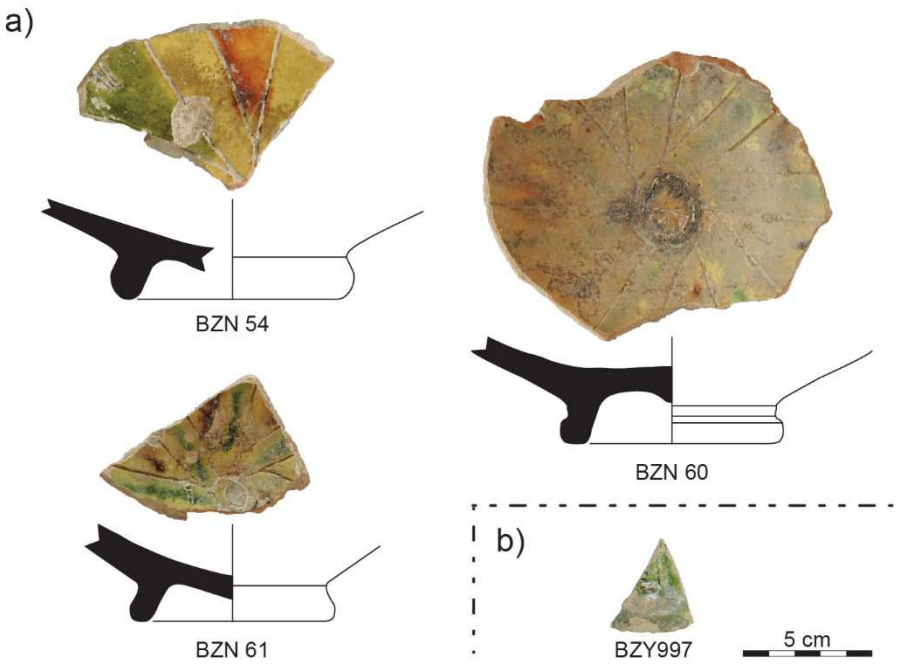
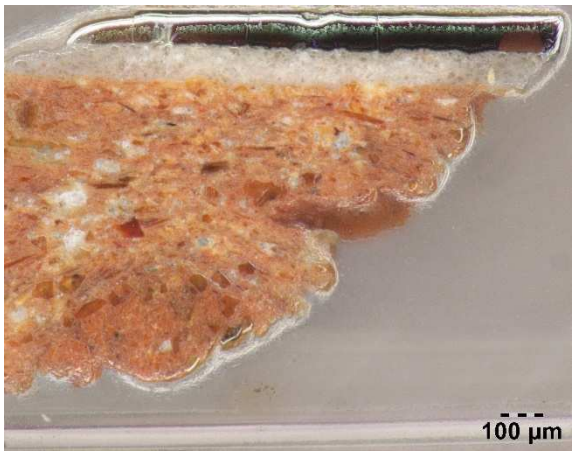


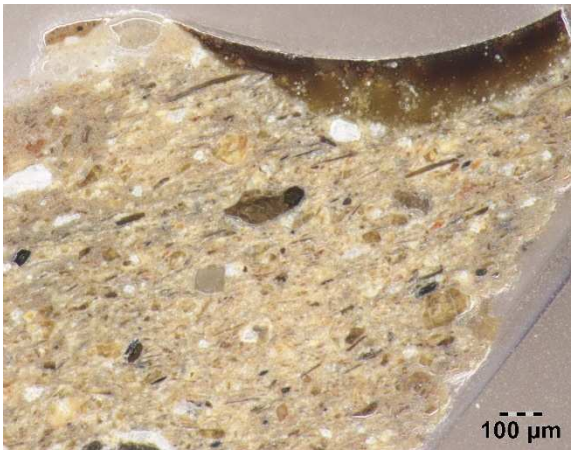
Planche A.4.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Milet local) ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm)

SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*

BZN 54 R jaune orangé



BZN 60 R violet



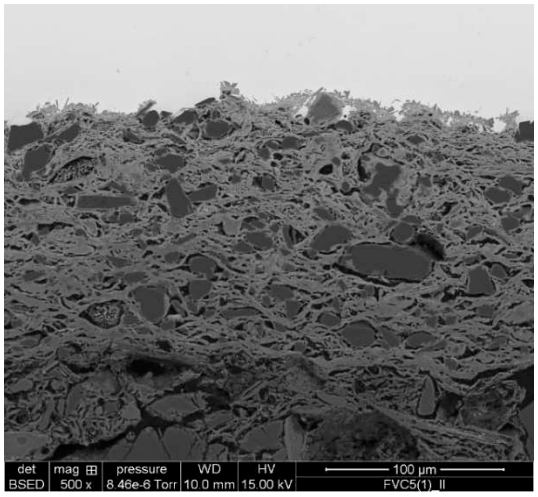
BZN 61 R violet

CERAMIQUES A DECOR MOULE

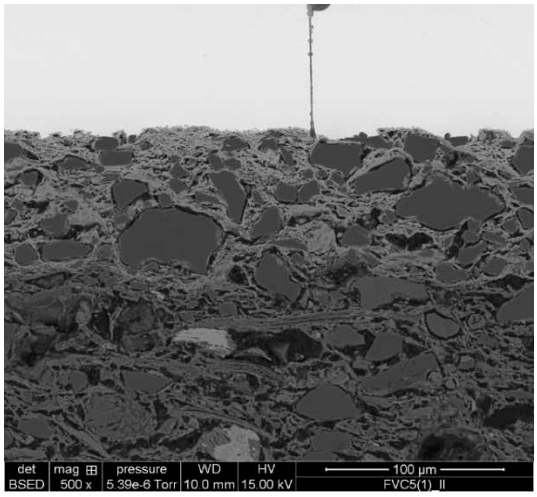
BZY997 R vert

Planche A.4.3 : Images BSE des engobes de la production « Milet local ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm).

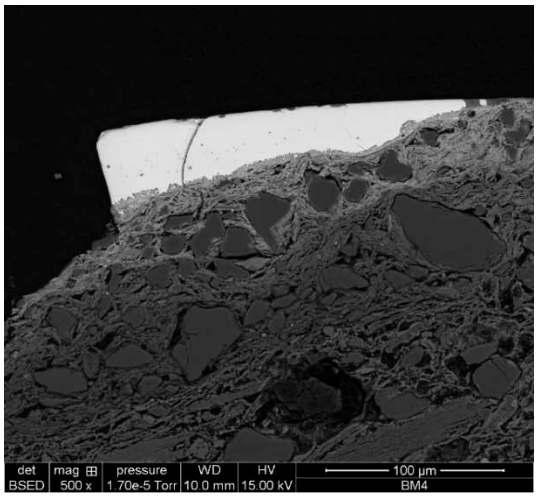
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*



BZN 54 Recto

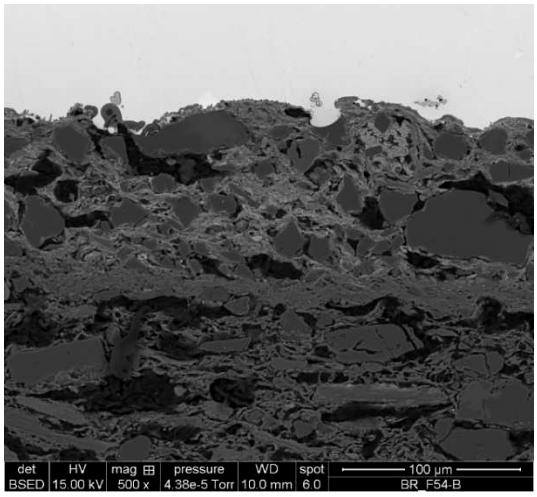


BZN 60 Recto



BZN 61 Recto

CERAMIQUES A DECOR MOULE



BZY997 Recto

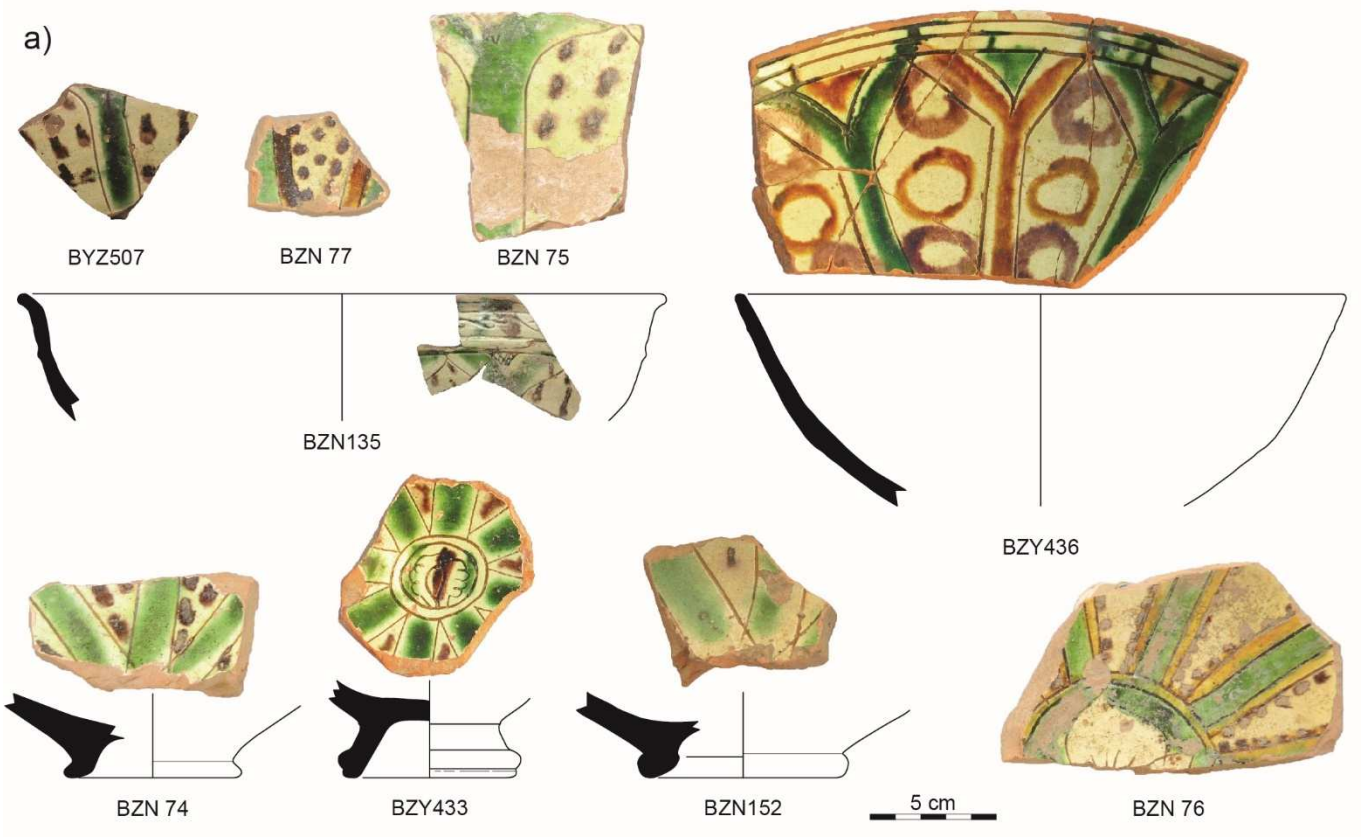
Production « Pergame F »

Planche A.5.1 : Echantillons de la production « Pergame F ».

a) sgraffito polychromes *beyliks* ; b) céramiques à glaçure monochrome turquoise

Photos : S.Y. Waksman ; Dessins : S.Y. Waksman, J. Burlot, B. Böhlendorf-Arslan ; DAO : J. Burlot, M. Garcia-Martinez

Annexes. *Production « Pergame F »*



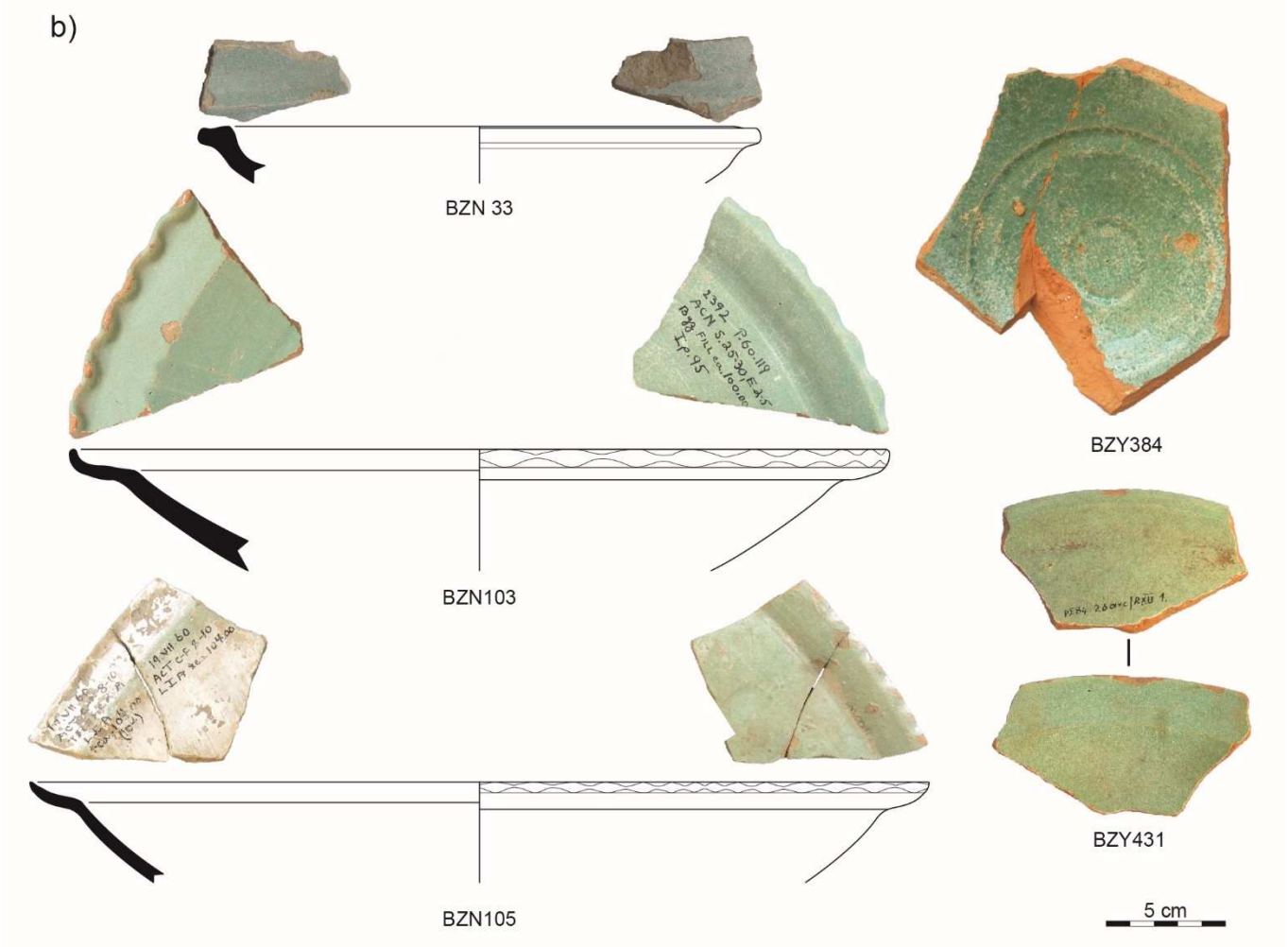
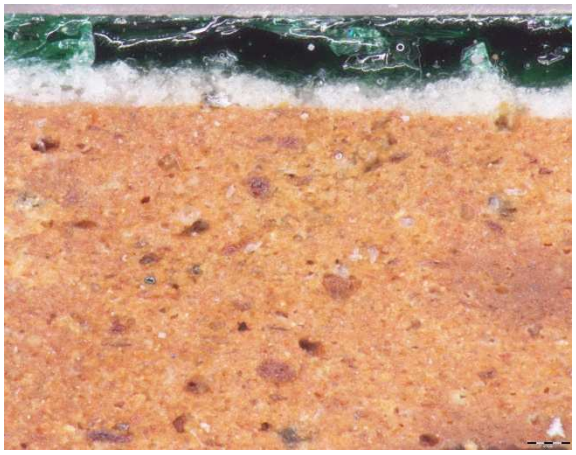
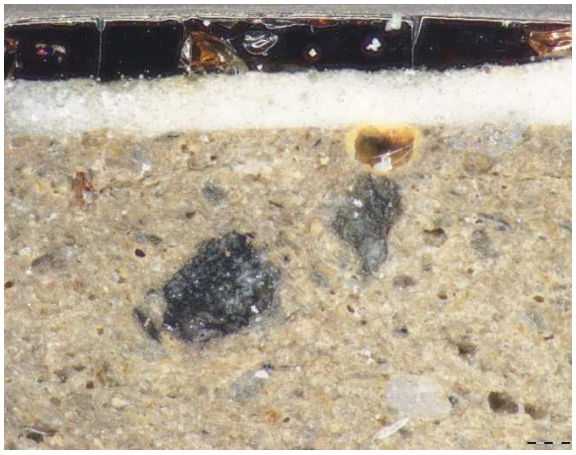


Planche A.5.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Pergame F ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm)

SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*

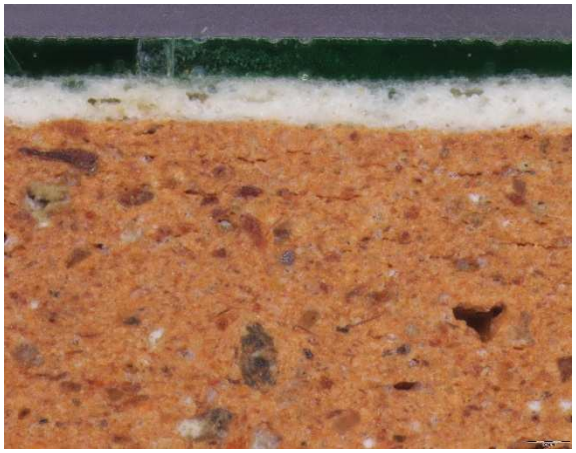


BYZ506 R vert



BYZ507 R violet

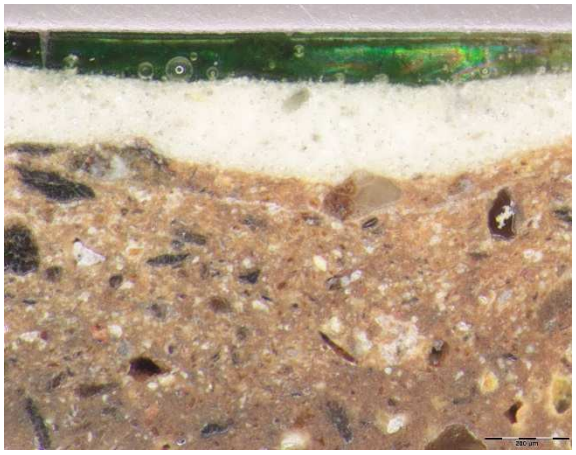
BZN 74 R violet



BZN 75 R vert

BZN 76 R brun

BZN 77 R brun



BZN135 R vert

BZN135 R violet

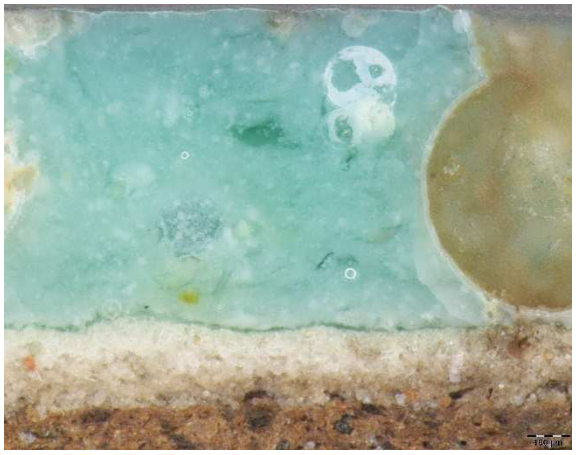
BZN152 R vert

BZY436 R violet

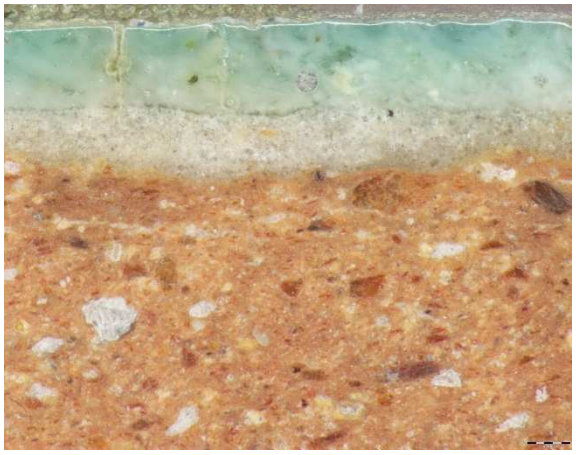
BZY433 R vert

BZY433 V vert

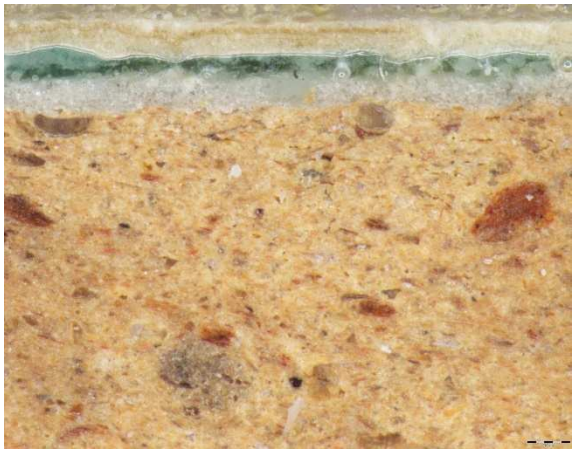
CERAMIQUES A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE



BZN 33 R turquoise



BZN103 R turquoise



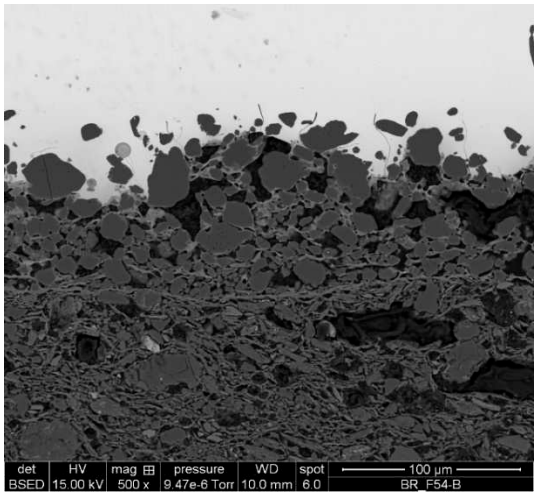
BZN105 R turquoise

BZY384 R turquoise

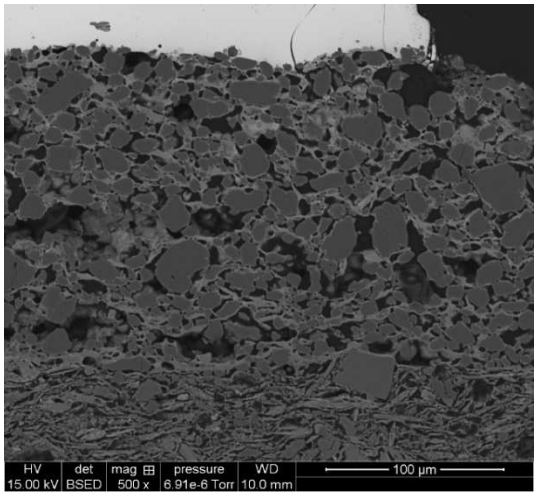
BZY431 R turquoise

Planche A.5.3 : Images BSE des engobes de la production « Pergame F ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm).

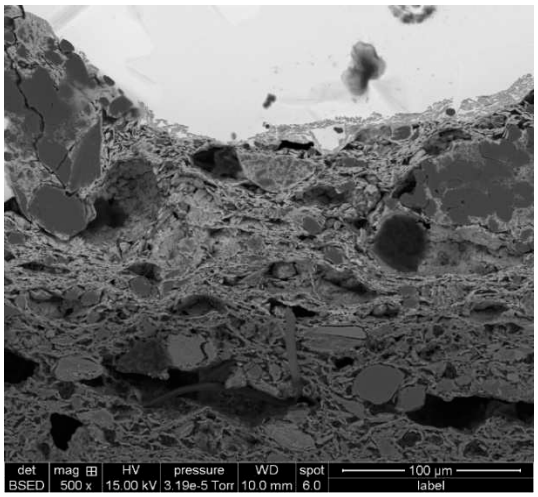
SGRAFFITO POLYCHROMES *BEYLIKS*



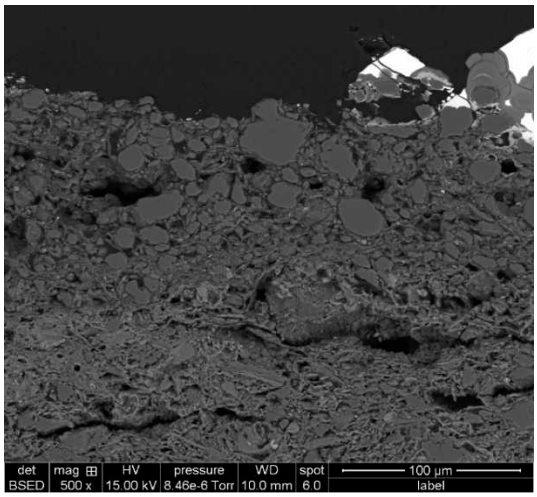
BYZ506 Recto



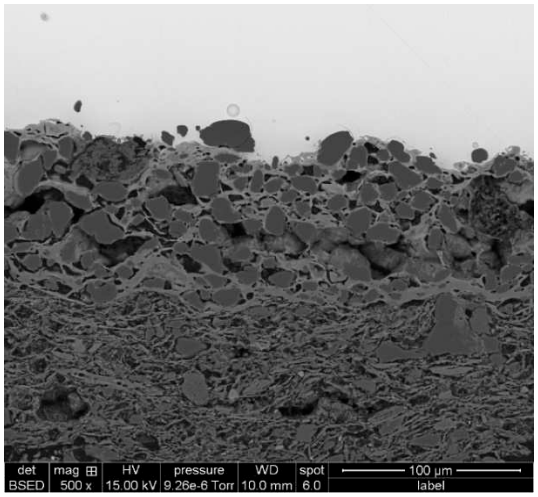
BYZ507 Recto



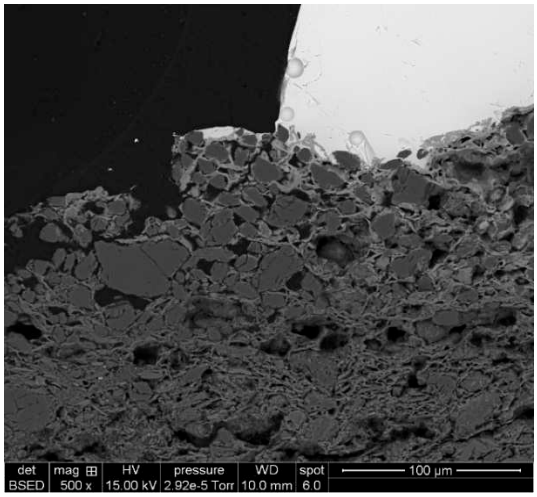
BZN 74 Recto



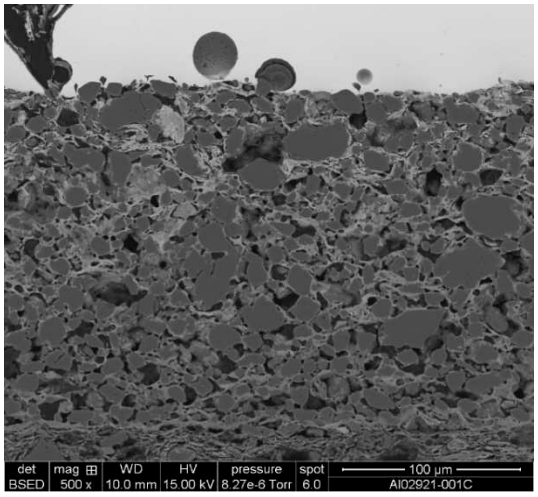
BZN 75 Recto



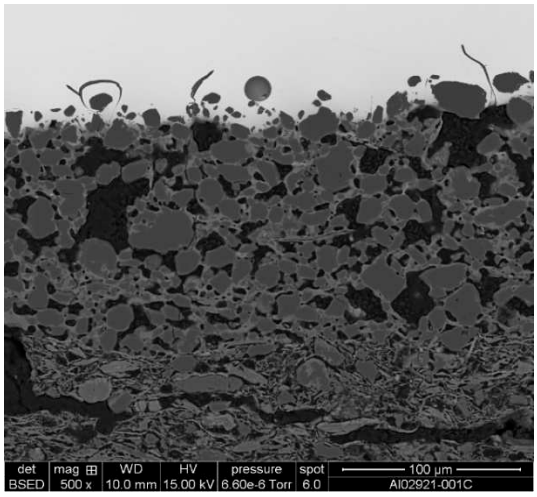
BZN 76 Recto



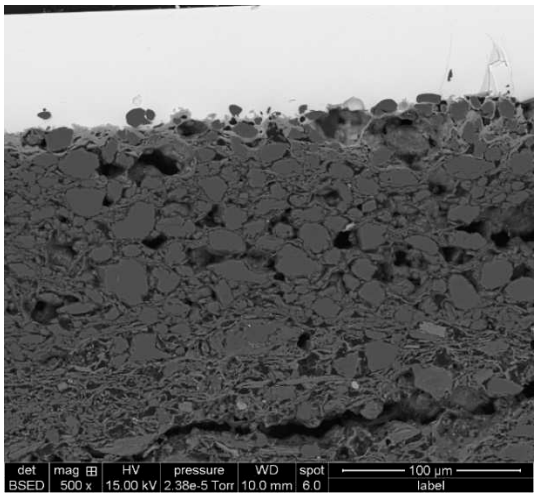
BZN 77 Recto



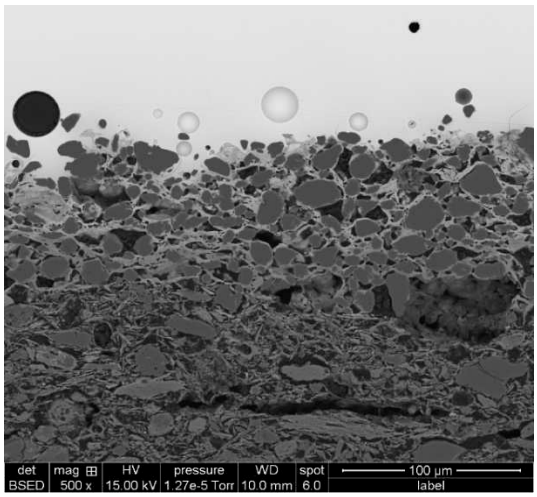
BZN135 Recto



BZN152 Recto

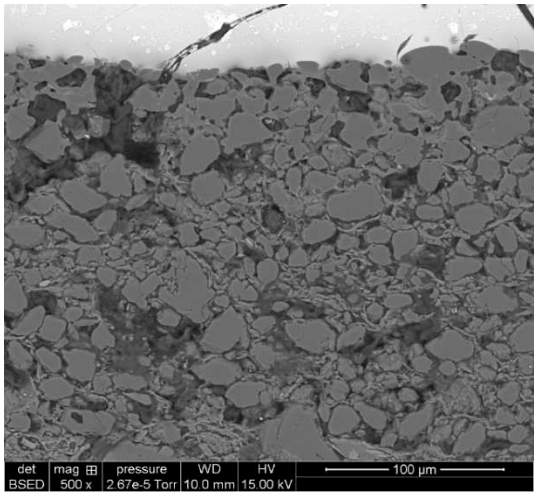


BZY433 Recto

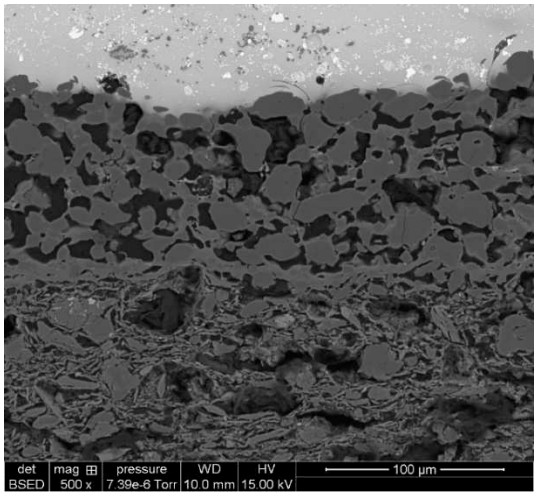


BZY436 Recto

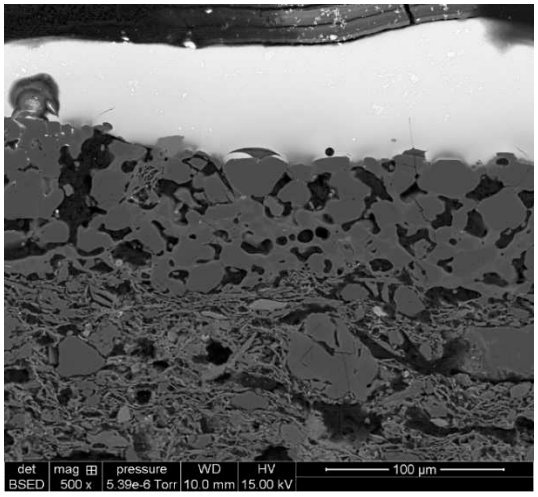
CERAMIQUES A GLAÇURE MONOCHROME TURQUOISE



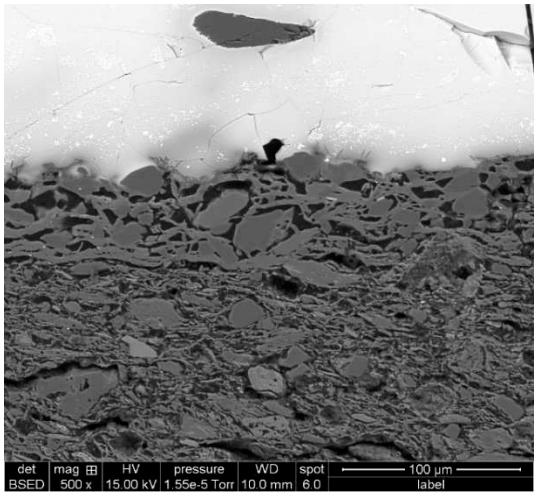
BZN 33 Recto



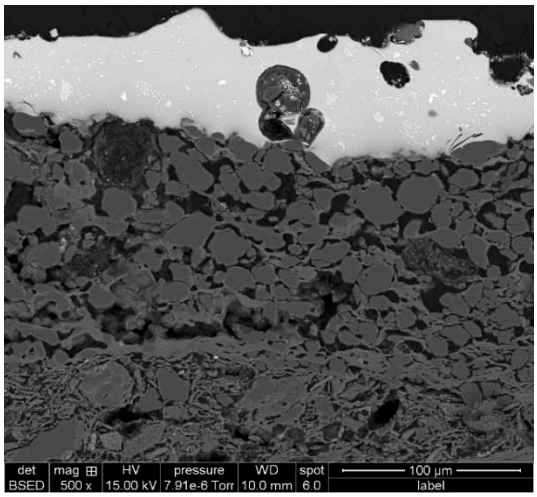
BZN103 Recto



BZN105 Recto



BZY384 Recto



BZY431 Recto

Production « Pergame *Rote Halle* »

Planche A.6.1 : Echantillons de la production « Pergame *Rote Halle* ».

a) biscuits ; b) *Miletus Wares* (dont biscuit : BZY443)

Photos : S.Y. Waksman ; Dessins : S.Y. Waksman, J. Burlot ; DAO : J. Burlot, M. Garcia-Martinez

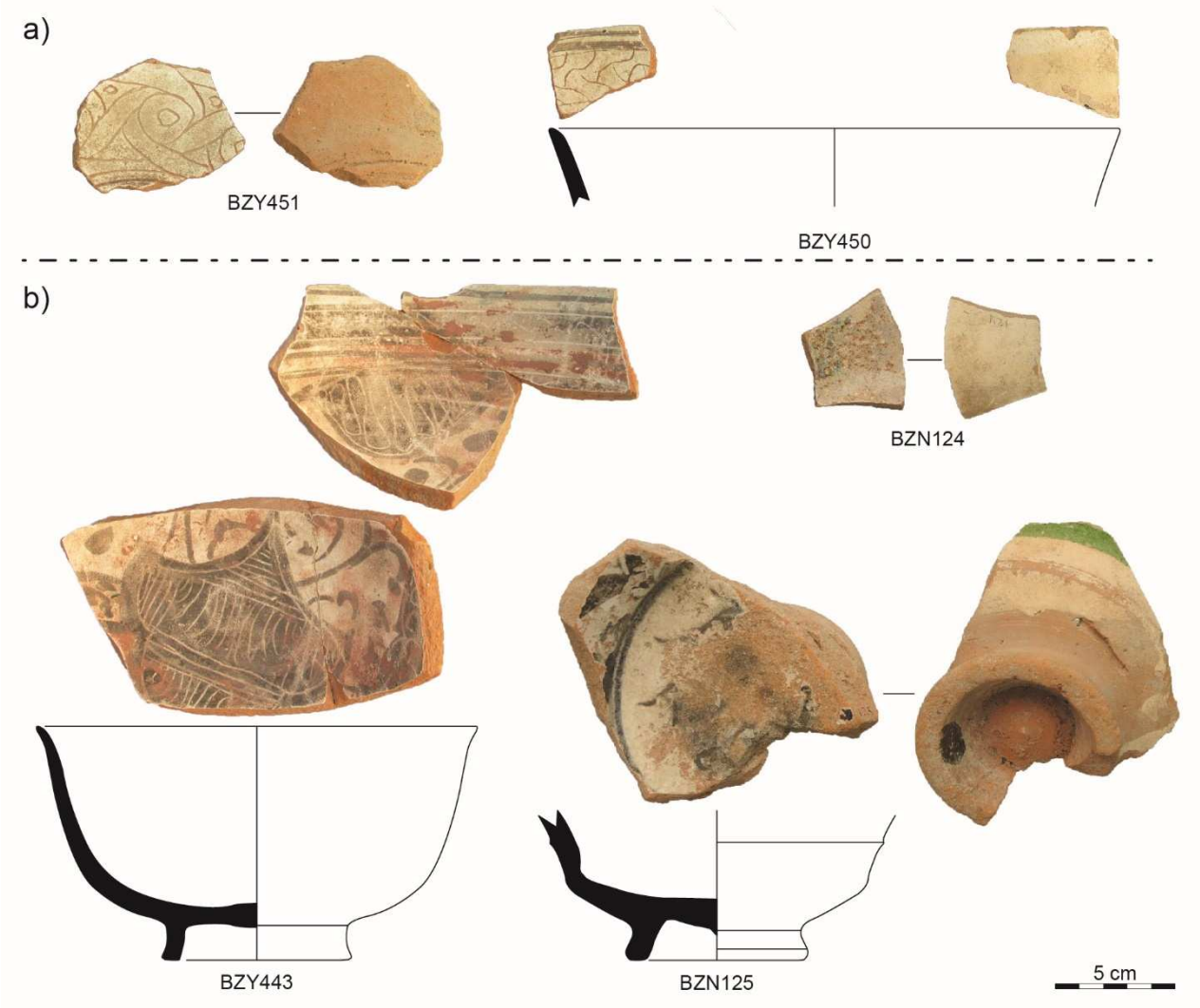


Planche A.6.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Pergame *Rote Halle* ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm)

BISCUITS

BZY450 R

BZY451 R

MILETUS WARES

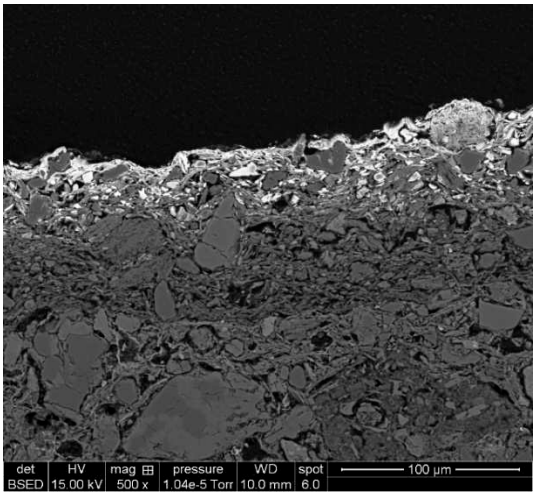
BZN124 R bleu

BZN125 R violet

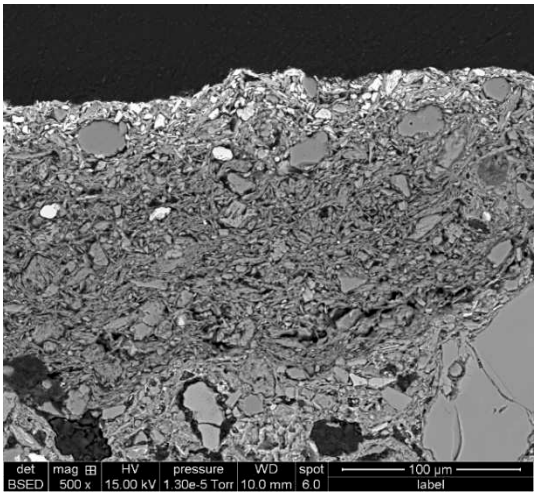
BZY443 R bleu (biscuit)

Planche A.6.3 : Images BSE des engobes de la production « Pergame *Rote Halle* ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm).

BISCUITS

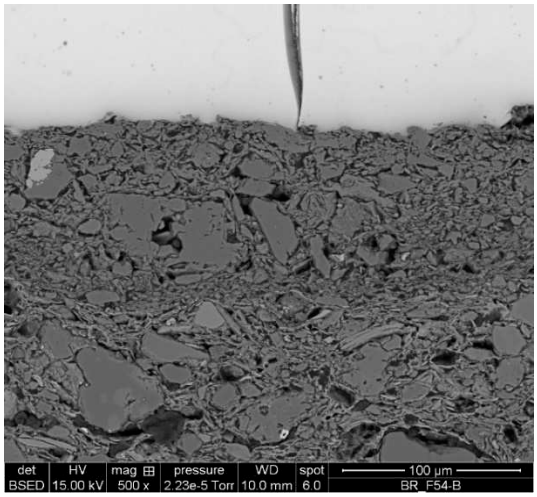


BZY450 Recto

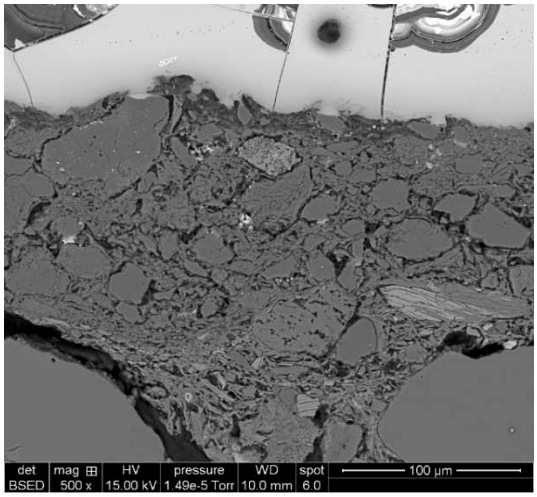


BZY451 Recto

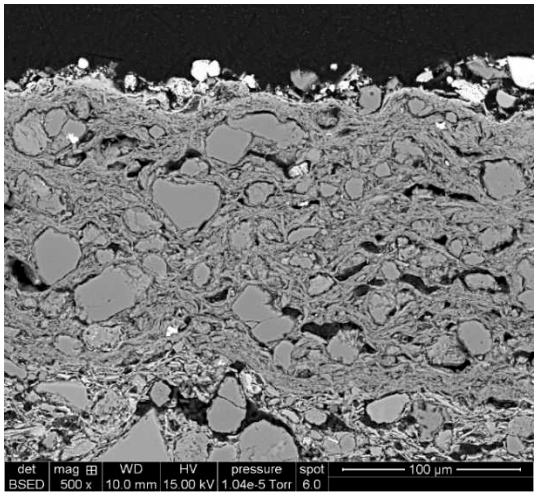
MILETUS WARES



BZN124 Recto



BZN125 Recto



BZY443 Recto (biscuit)

Production « Iznik local »

Planche A.7.1 : Echantillons de la production « Iznik local ».

a) *Miletus Wares*

Photos : I. Teslenko ; Dessins : I. Teslenko ; DAO : J. Burlot, M. Garcia-Martinez

a)

Annexes. *Production « Iznik local »*

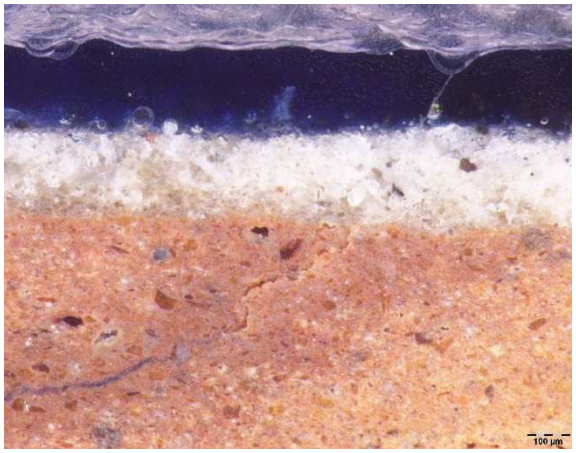
Planche A.7.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « Iznik local ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm)

MILETUS WARES

BZY284 R bleu

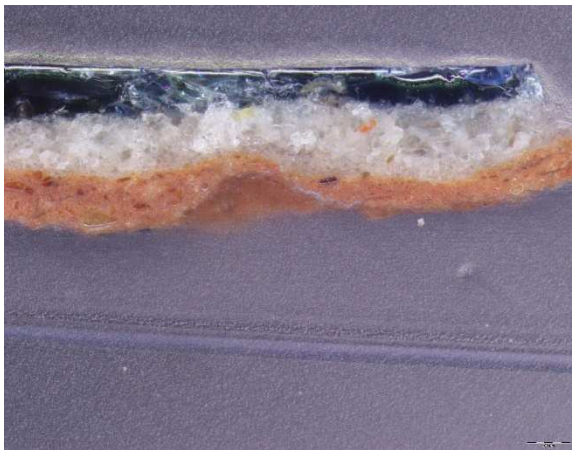
BYZ284 R incolore

BYZ284 R noir



BZN205 R bleu

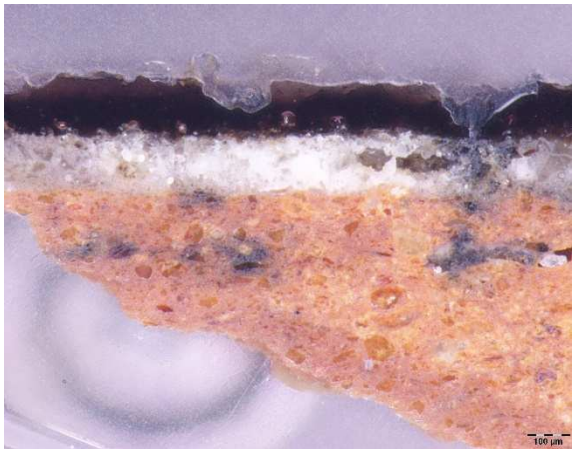
BZN206 R violet



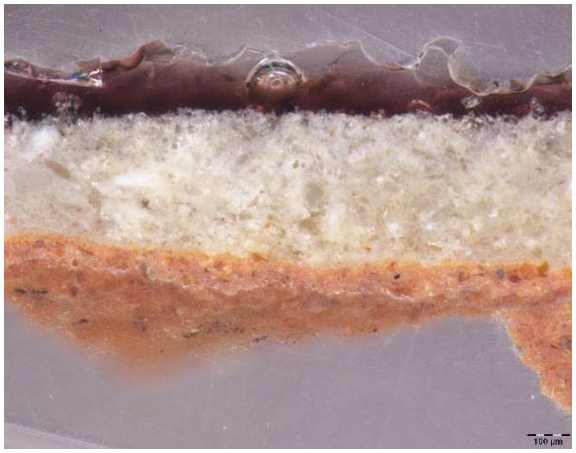
BZN206 R violet et bleu

BZN209 R violet

BZN209 V vert



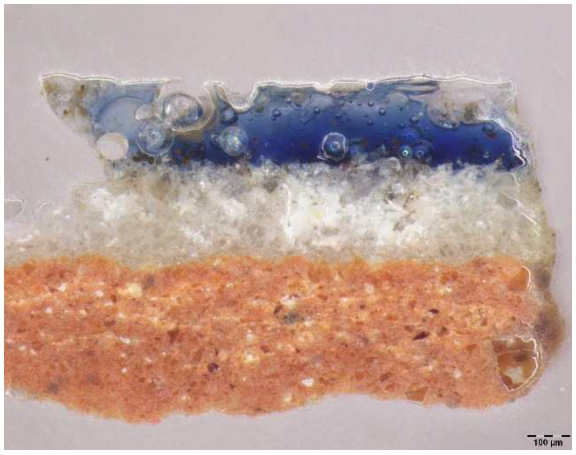
BZN210 R violet foncé



BZN210 R violet

BZN210 R bleu

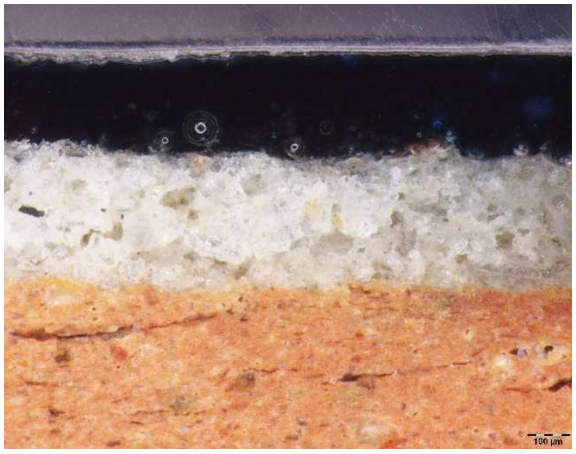
BZN210 V vert



BZN221 R bleu

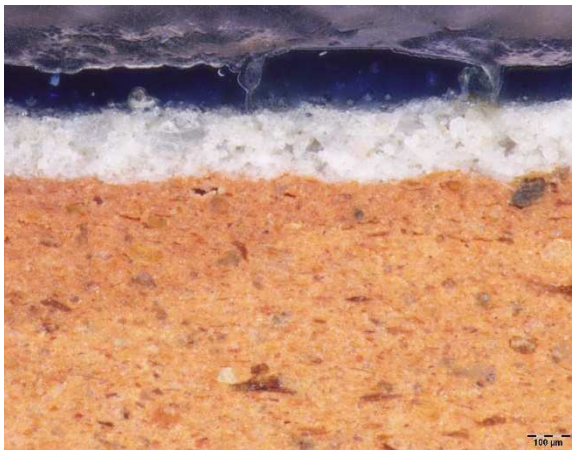
BZN221 V bleu

BZN222 R noir et bleu



BZN222 R bleu

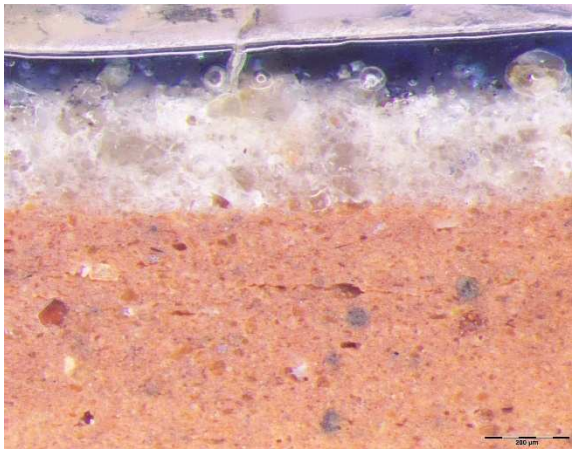
BZN222 R noir



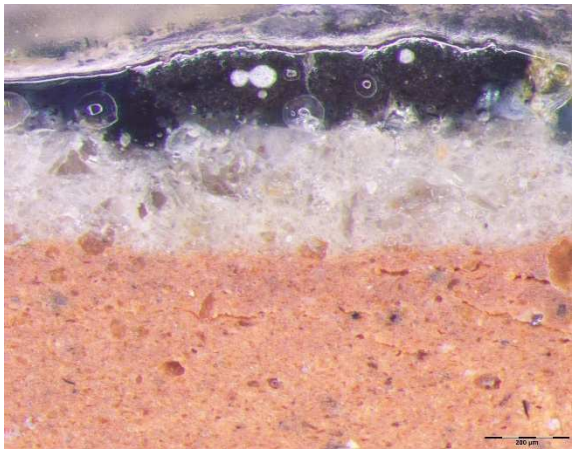
BZN223 R bleu

BZN223 R bleu et noir

BZN223 R noir



BZN228 R bleu



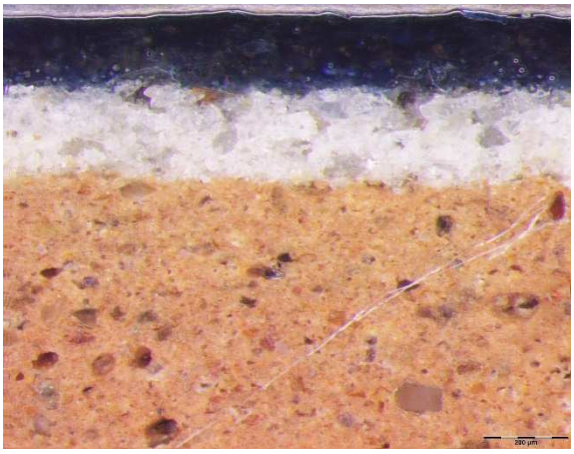
BZN228 R noir

BZN229 R bleu

BZN229 R noir

BZN229 V bleu clair et incolore

BZN229 V bleu clair



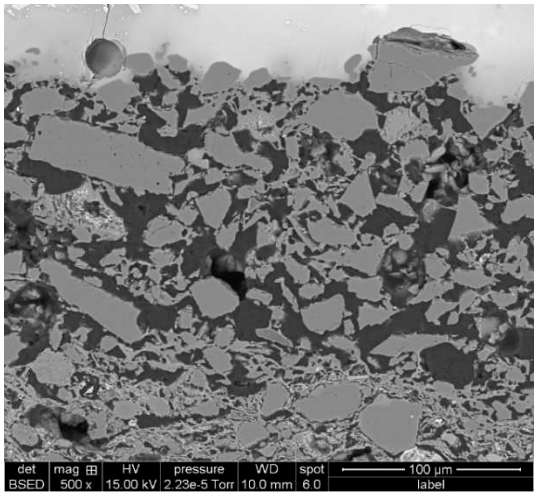
BZN231 R bleu

BZN232 R incolore et bleu

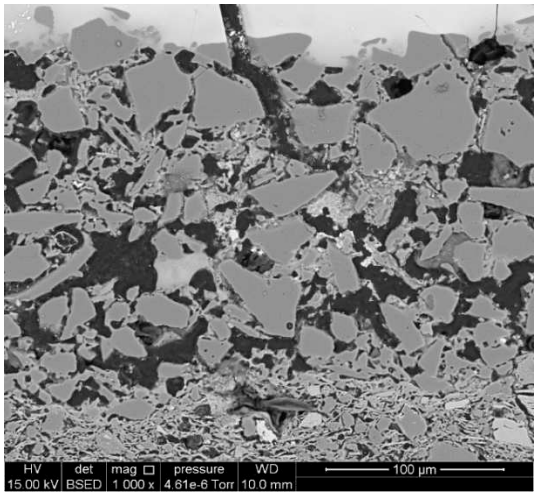
BZN233 R noir

Planche A.7.3 : Images BSE des engobes de la production « Iznik local ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm).

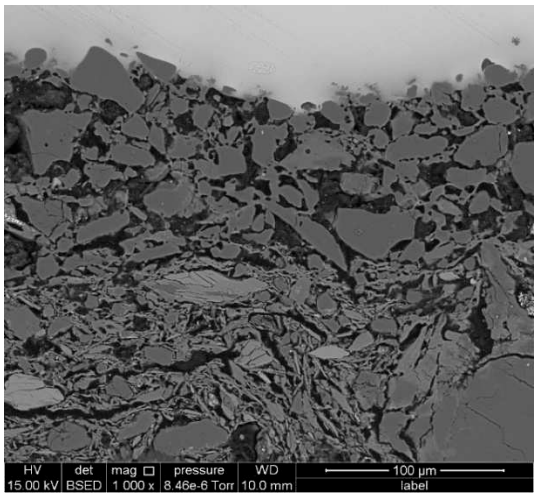
MILETUS WARES



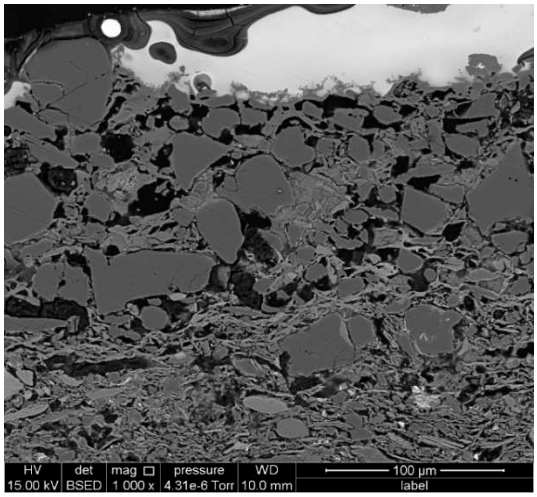
BYZ284 Recto



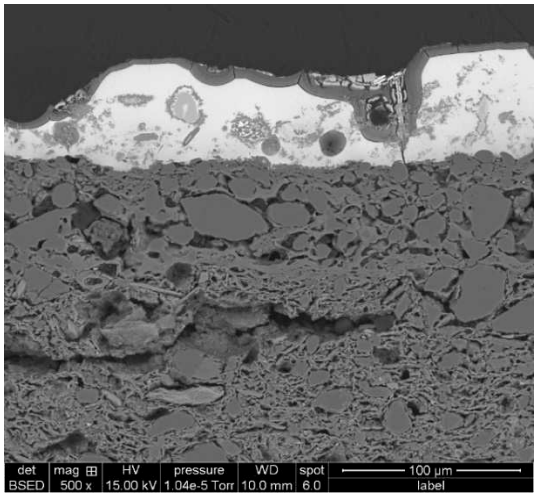
BZN205 Recto



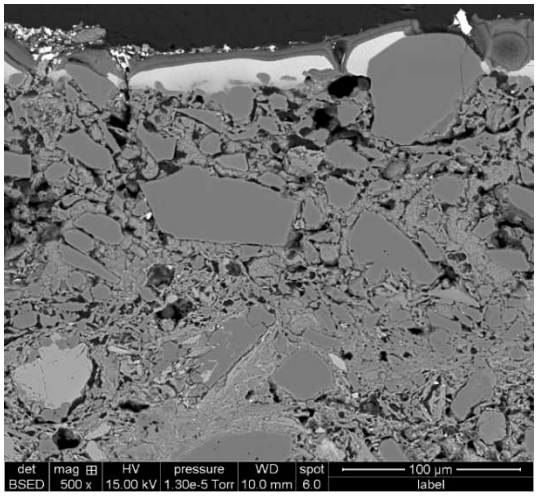
BZN206 Recto



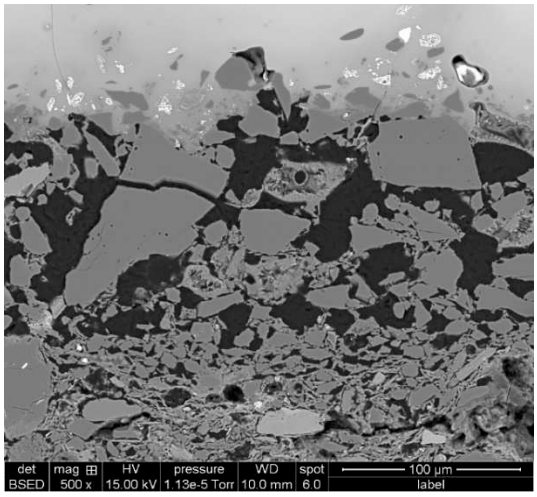
BZN209 Recto



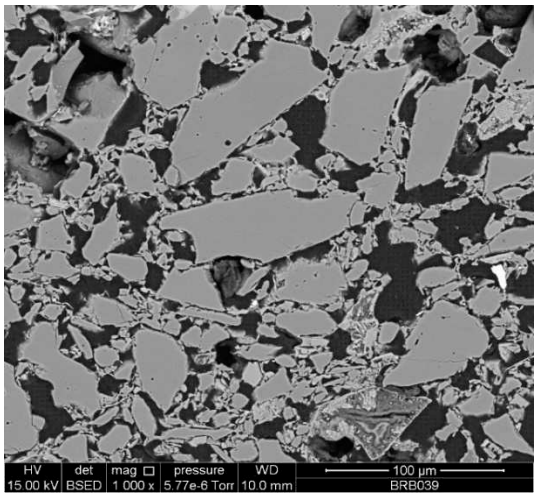
BZN209 Verso



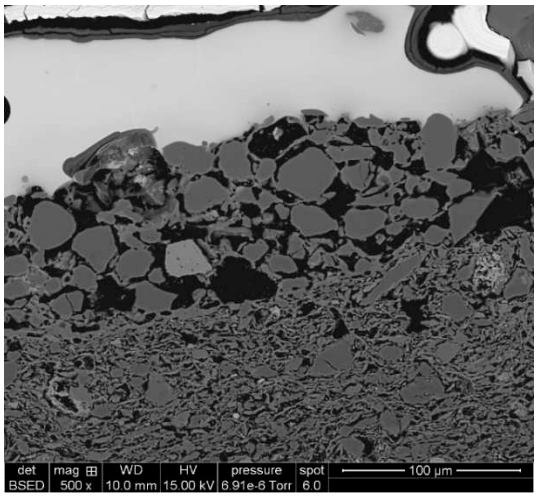
BZN210 Recto



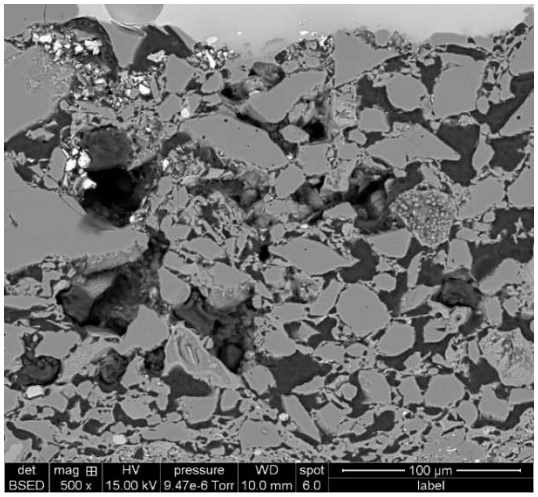
BZN210 Recto



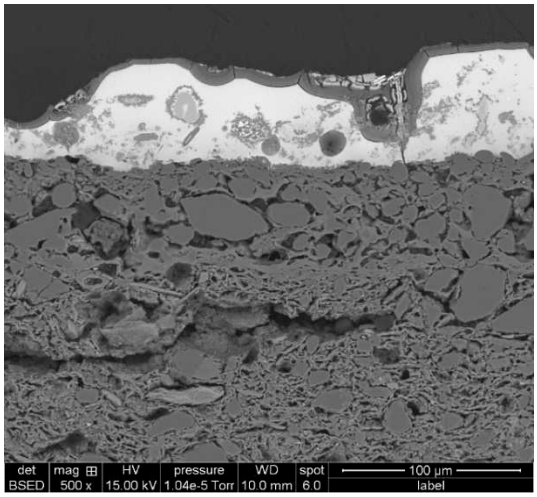
BZN210 Recto



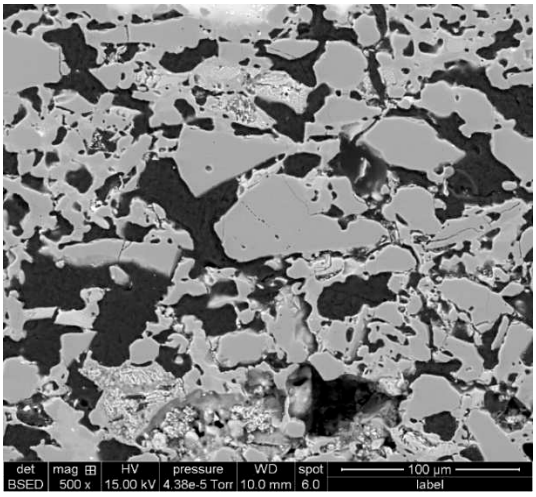
BZN210 Verso



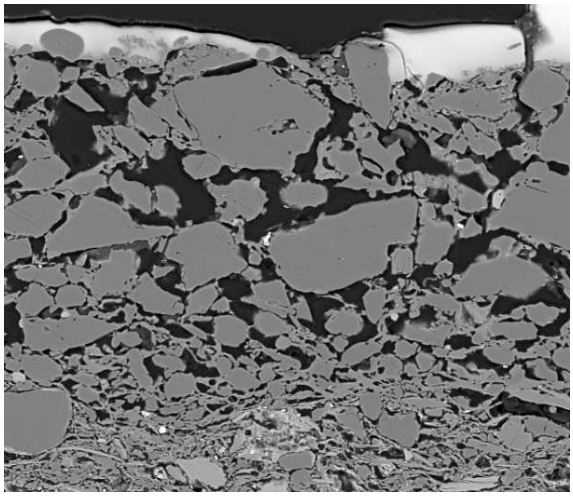
BZN221 Recto



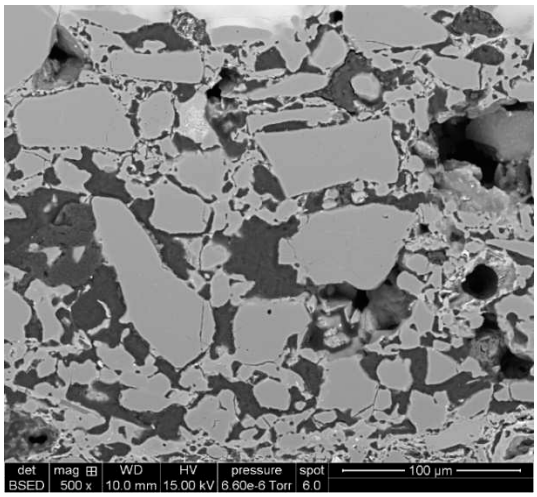
BZN221 Verso



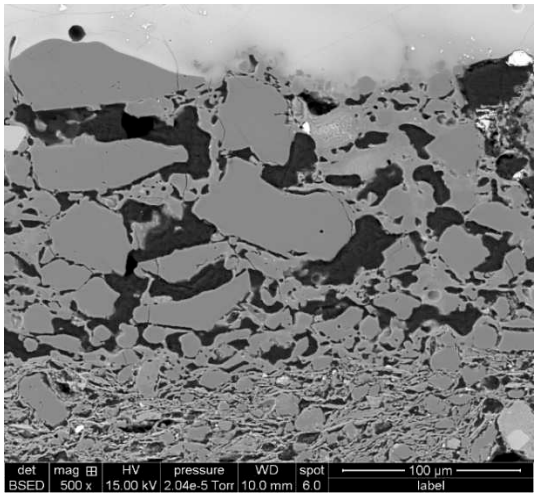
BZN222 Recto



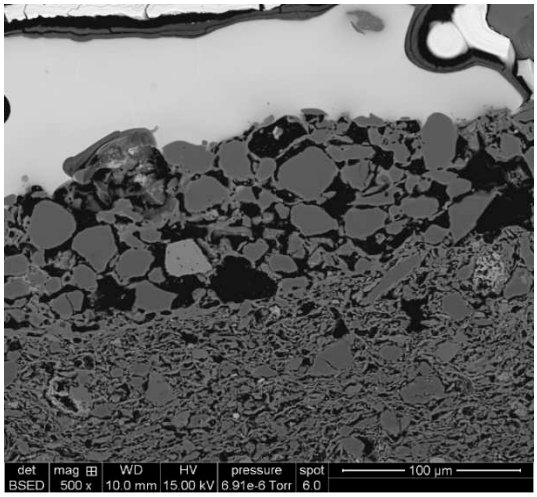
BZN223 Rector



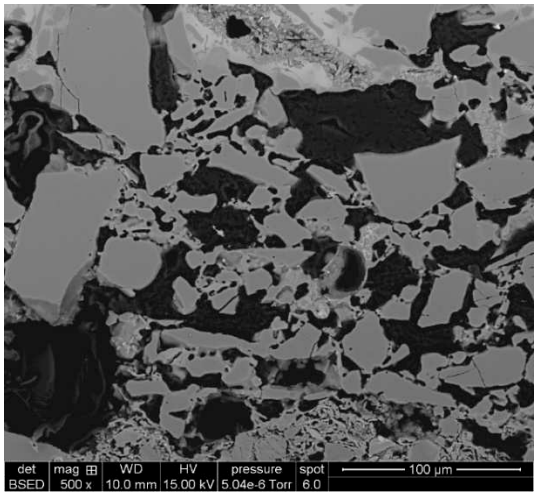
BZN228 Recto



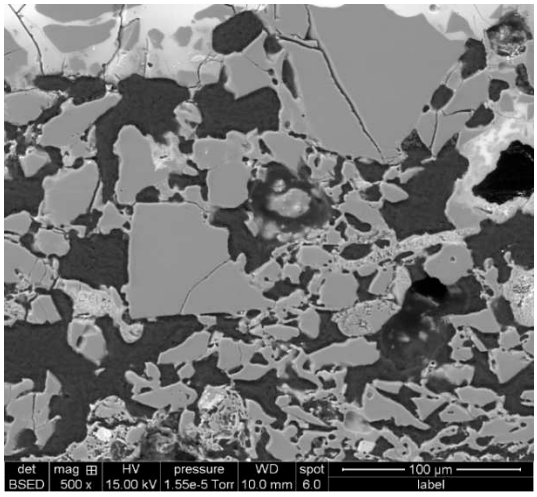
BZN229 Recto



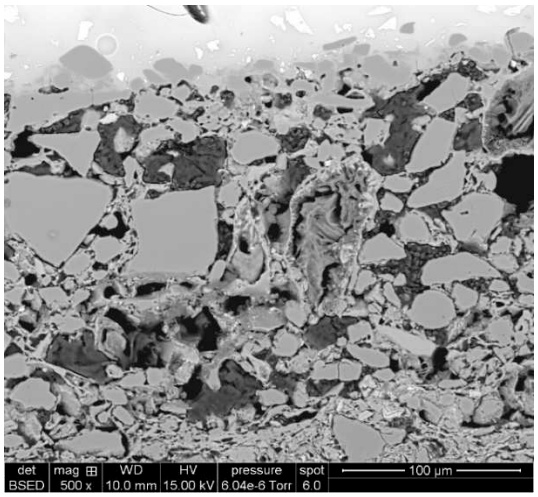
BZN229 Verso



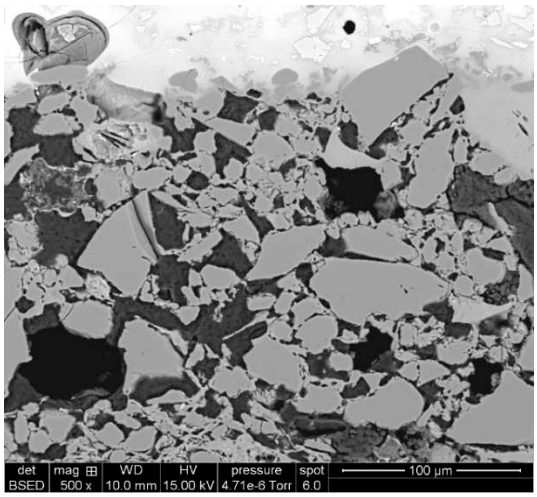
BZN231 Recto



BZN231 Recto



BZN232 Recto



BZN233 Recto

Production « *Miletus Ware* non localisée »

Planche A.8.1 : Echantillons de la production « *Miletus Ware* non localisée ».

a) *Miletus Wares*

Photos : S.Y. Waksman ; Dessins : S.Y. Waksman, J. Burlot, équipes de B. Böhlendorf-Arslan et de J. Vroom ; DAO : J. Burlot, M. Garcia-Martinez

a)

Annexes. *Production « Miletus Ware non localisée »*

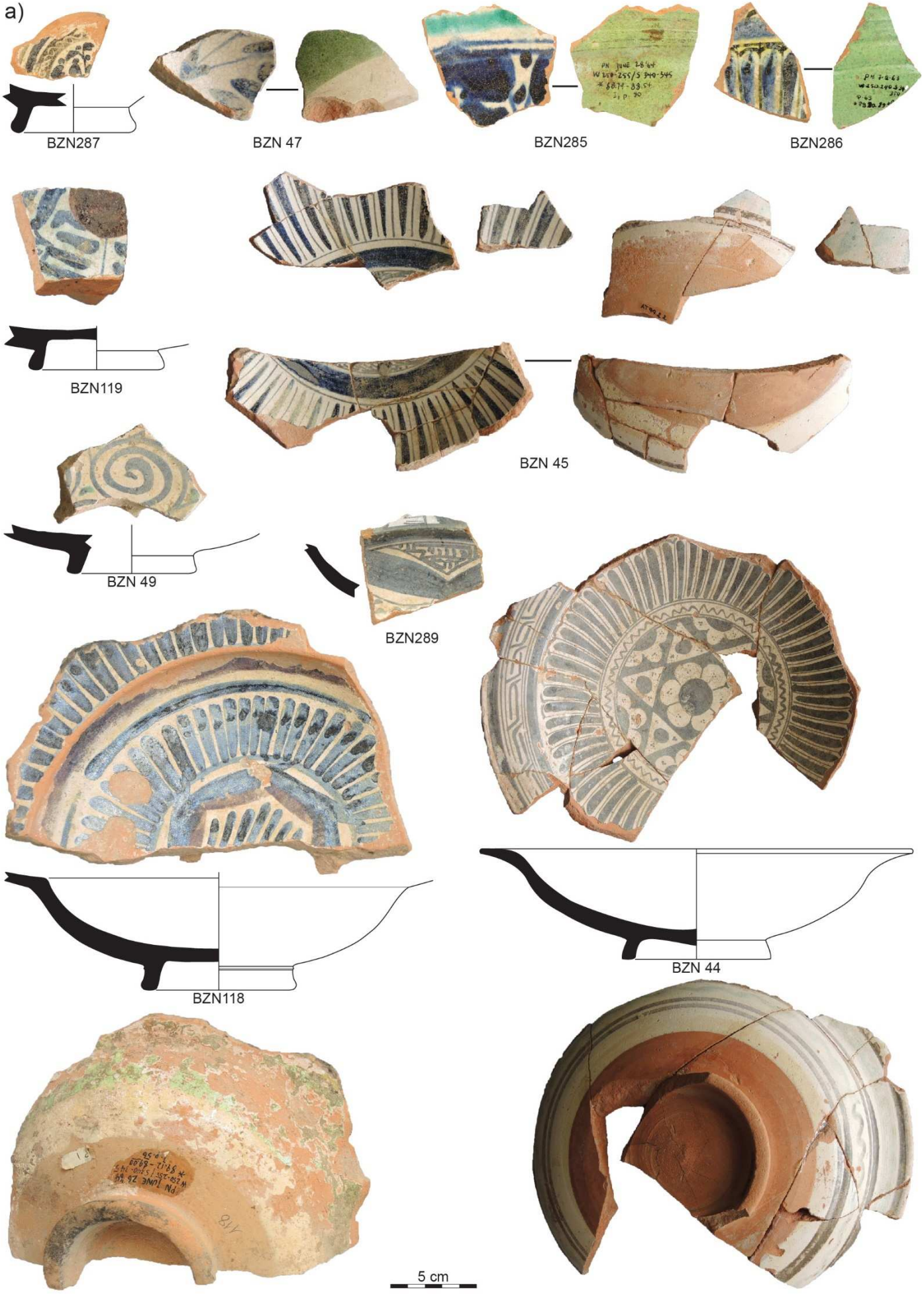
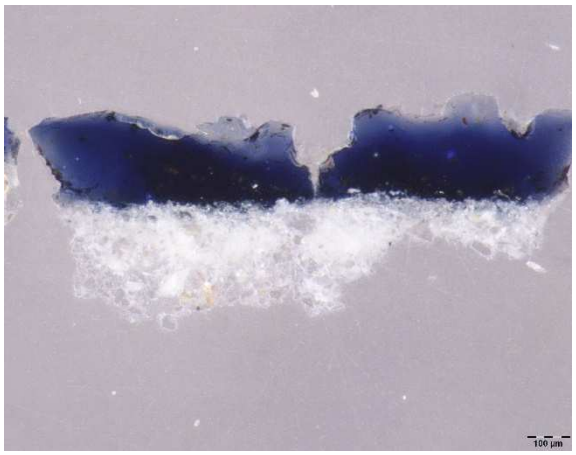


Planche A.8.2 : Photographies prises à la loupe binoculaire de coupes transversales des échantillons de la production « *Miletus Ware* non localisée ». (Dimensions réelles des cadres : 1,4 x 1,1 mm)

MILETUS WARES

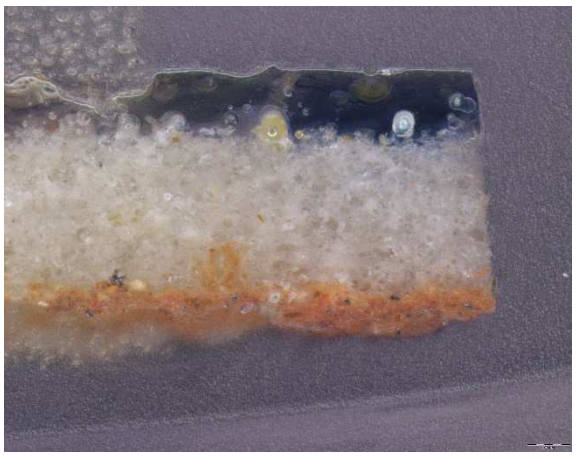


BZN 43 R bleu

BZN 44 R bleu et violet

BZN 45 R bleu

BZN 45 V turquoise



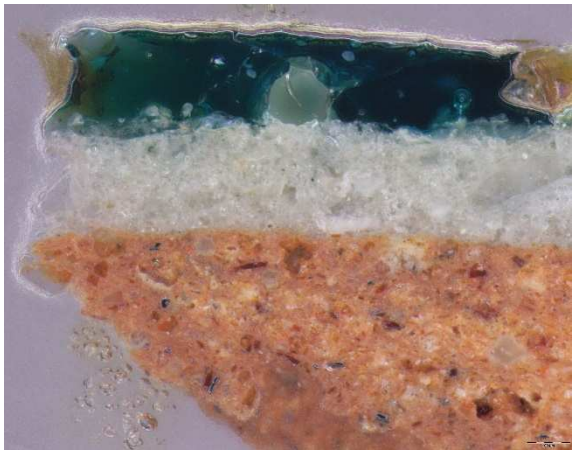
BZN 46 R bleu

BZN 46 R incolore

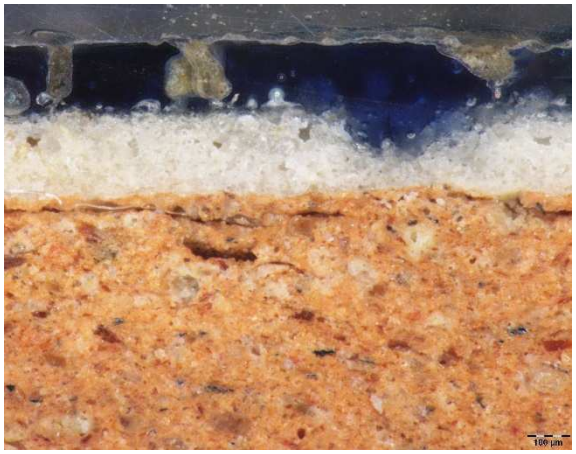
BZN 46 R bleu

BZN 46 V vert

BZN 47 V vert



BZN 49 R turquoise

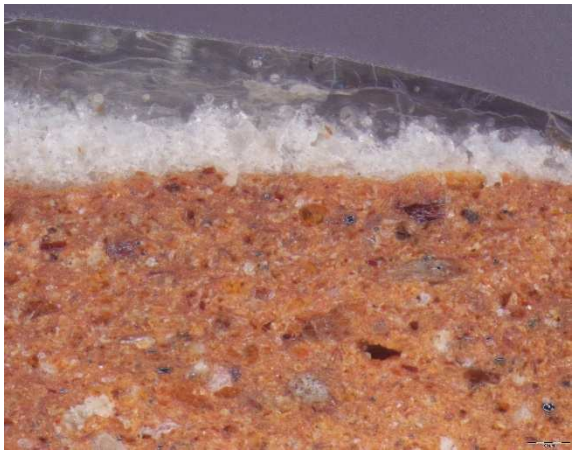


BZN 50 R bleu

BZN 50 R turquoise

BZN118 R bleu

BZN119 R bleu

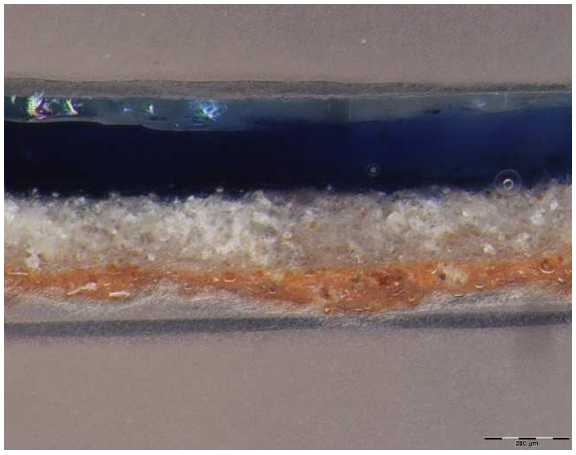


BZN119 R incolore

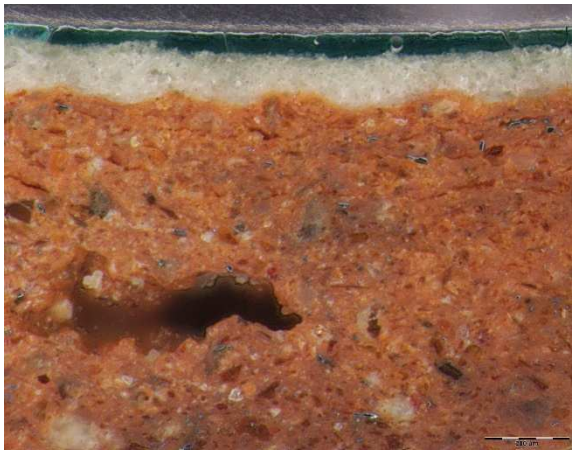
BZN285 R bleu

BZN285 R turquoise

BZN285 V vert

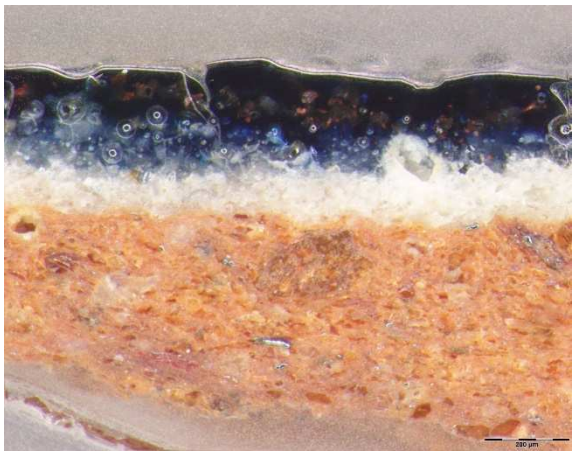


BZN286 R bleu



BZN286 V turquoise

BZN287 R bleu et violet



BZN288 R bleu

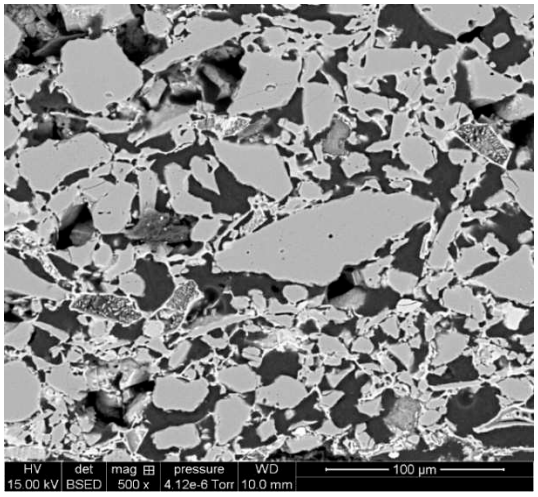
BZN288 R noir

BZN289 R noir

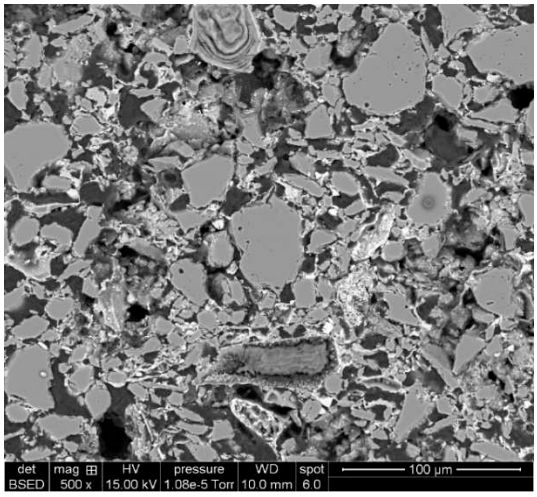
BZN289 V vert

Planche A.8.3 : Images BSE des engobes de la production « *Miletus Ware* non localisée ». (Dimensions réelles des cadres : 296 x 272 µm).

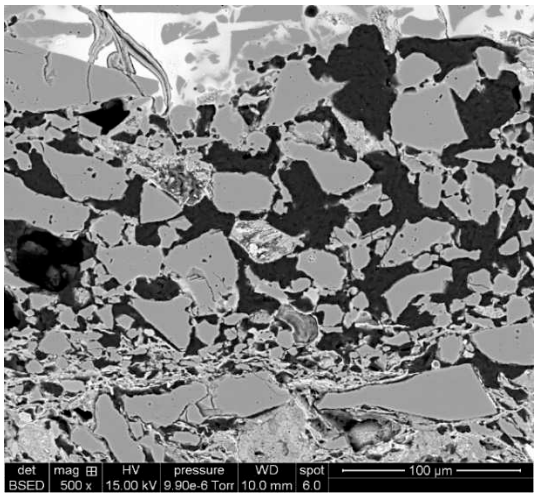
MILETUS WARES



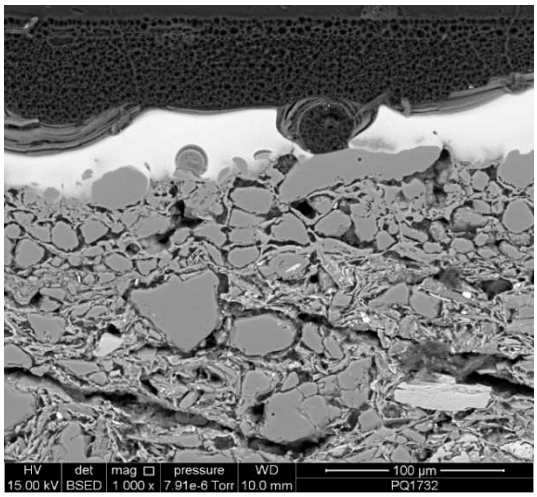
BZN 34 Recto



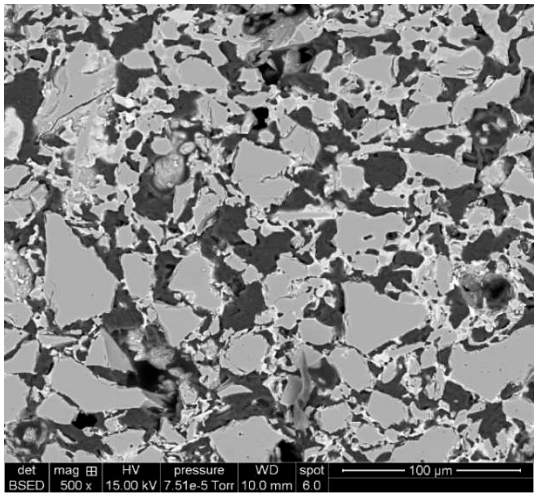
BZN 44 Recto



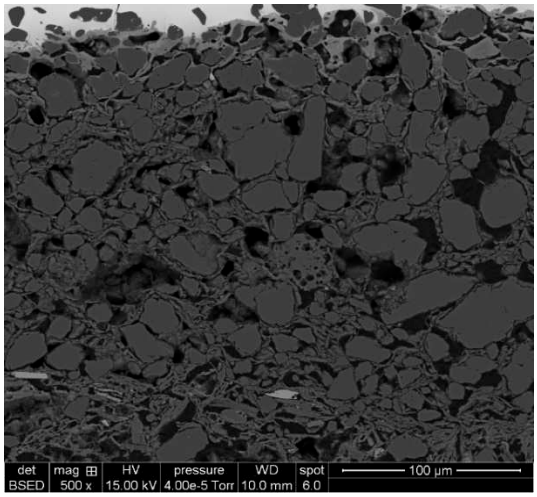
BZN 45 Recto



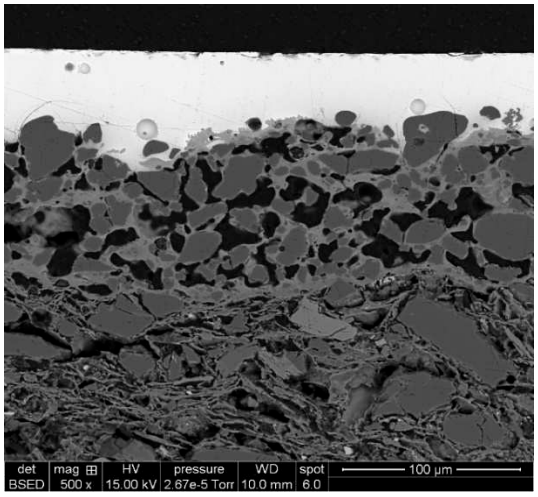
BZN 45 Verso



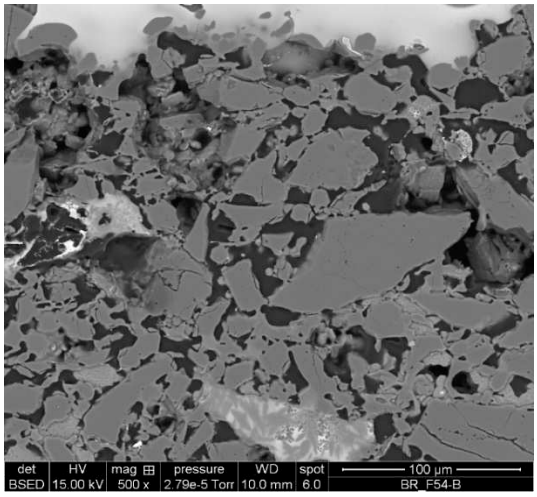
BZN 46 Recto



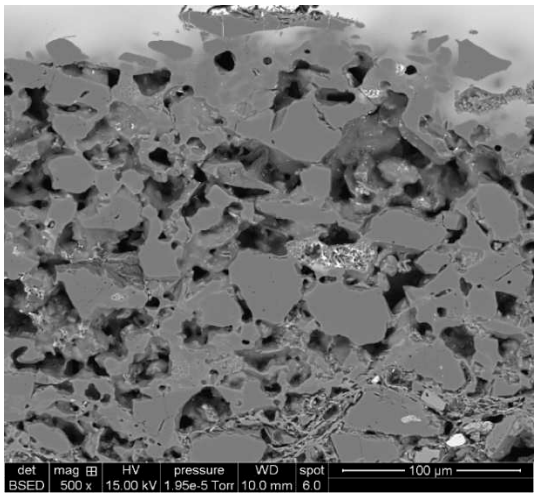
BZN 46 Verso



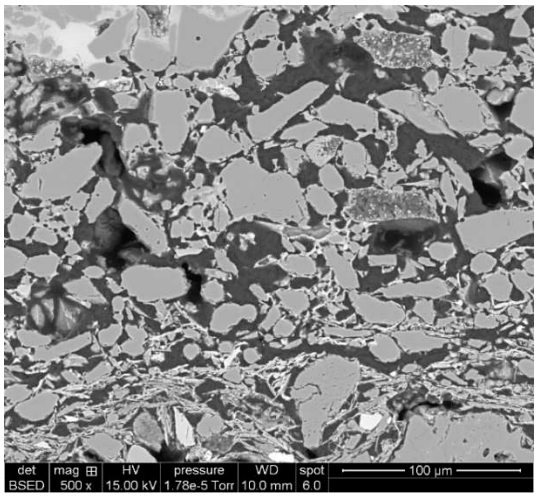
BZN 47 Verso



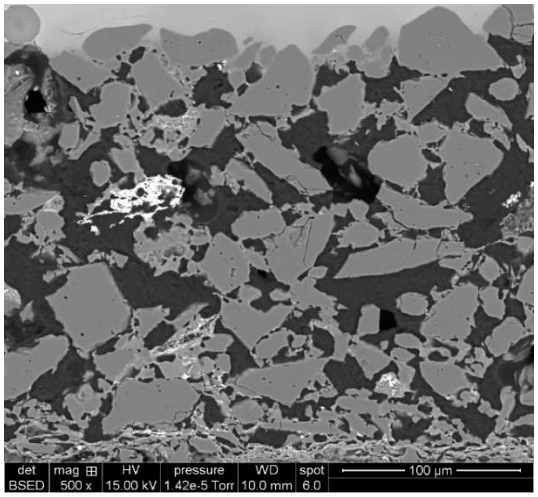
BZN 49 Recto



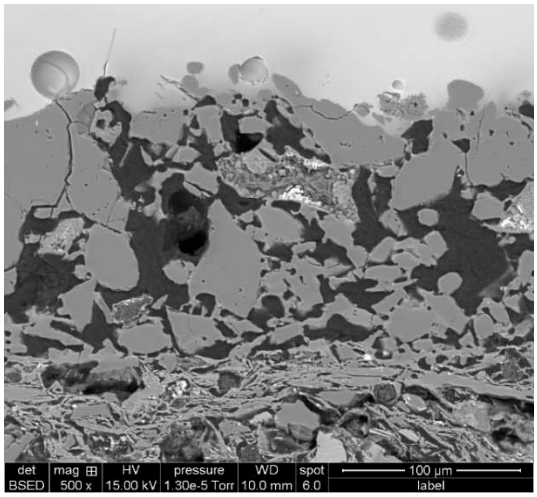
BZN 50 Recto



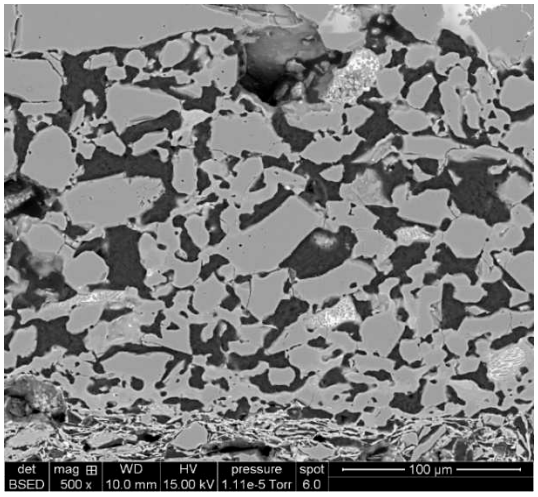
BZN118 Recto



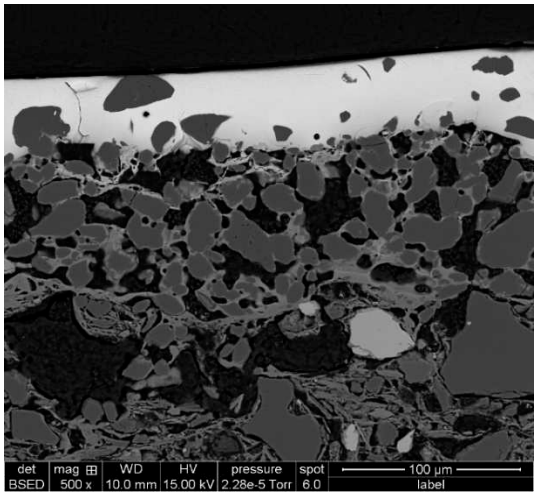
BZN119 Recto



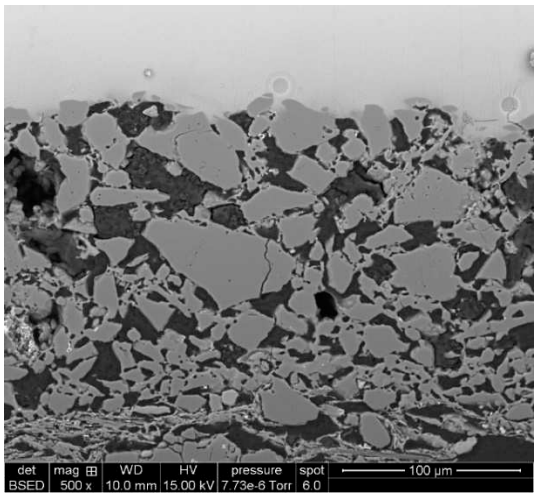
BZN285 Recto



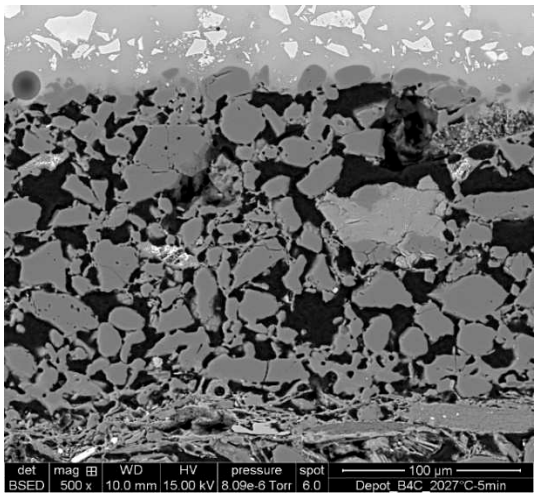
BZN285 Recto



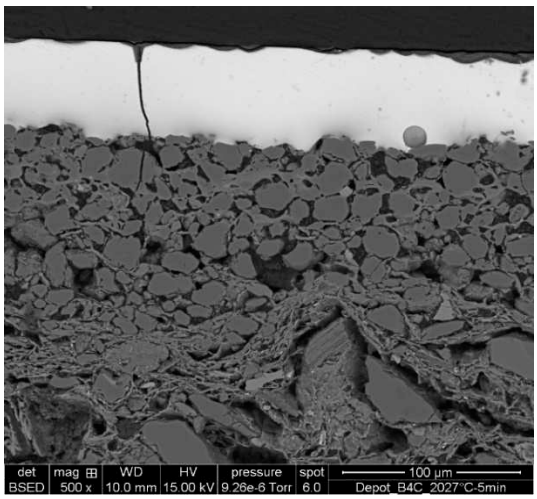
BZN285 Verso



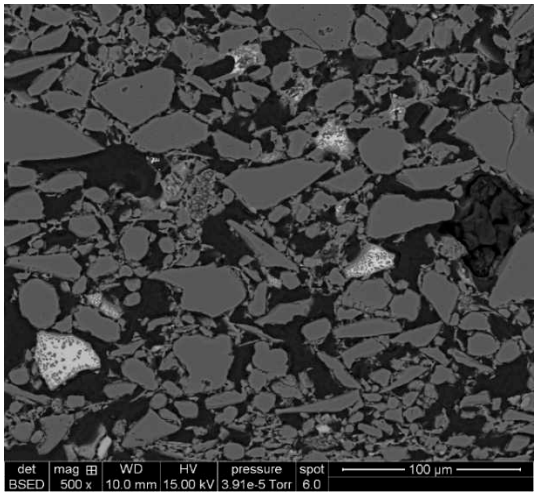
BZN286 Recto



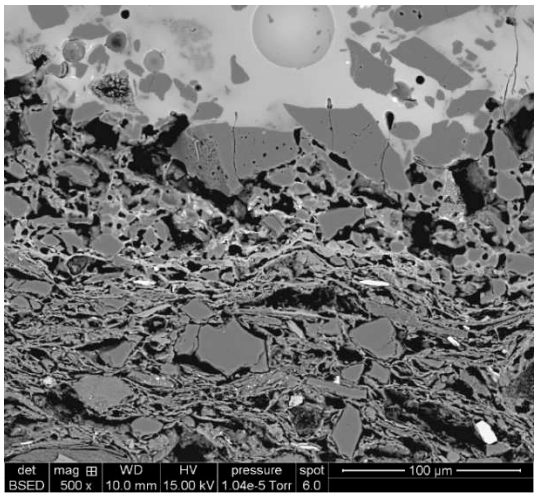
BZN286 Recto



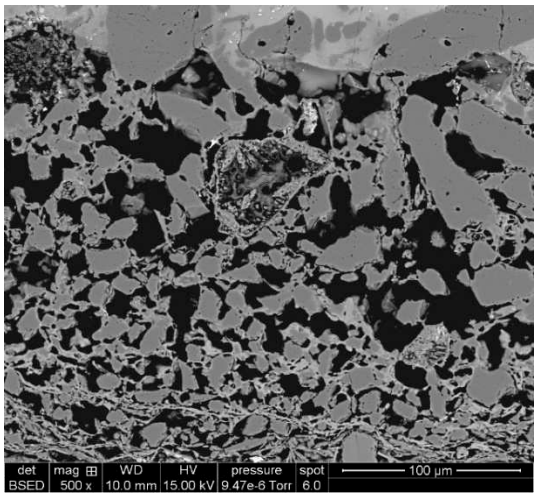
BZN286 Verso



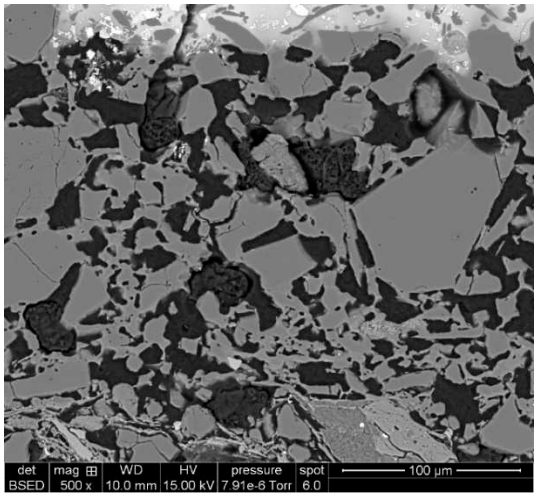
BZN287 Recto



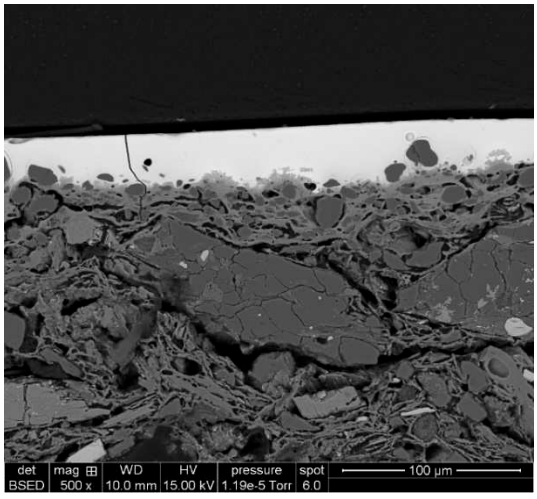
BZN288 Recto



BZN288 Recto



BZN289 Recto



BZN289 Verso

Premières productions de céramiques turques en Anatolie occidentale : contextualisation et études techniques.

Depuis les années 1990, des études archéométriques ont permis d'attester la production de nouveaux types céramiques en Anatolie occidentale, liée à l'installation de populations turques dans la région à partir de la fin du XIII^{e} siècle. Parmi ces nouveaux types figurent des céramiques dont les formes et les décors, très répandus dans le monde islamique, témoignaient de l'introduction de nouvelles techniques de fabrication. Sur la base d'un échantillonnage de 87 tessons découverts sur cinq sites turcs et trois sites de Crimée, l'étude, associant approche archéologique et analyses physico-chimiques, a permis de proposer des cadres chronologiques pour ces premières productions turques et de déterminer les techniques de fabrication de leurs revêtements – engobes et glaçures – servant au décor. La définition de ces techniques repose essentiellement sur des analyses élémentaires et structurales par MEB-EDS et par spectrométrie Raman, dont les résultats permettent de confirmer l'utilisation de nouvelles recettes et de nouveaux matériaux.

Alors que les décors des céramiques byzantines étaient essentiellement constitués d'une glaçure plombifère transparente, colorée par une gamme réduite d'oxydes métalliques et reposant sur un engobe argileux, les décors des premières céramiques turques, d'époque *beylik*, produites dans la région, étaient bien plus variés. Leurs glaçures, témoignent d'une plus grande diversité, aussi bien dans la nature des fondants et des opacifiants, que dans celle des colorants utilisés. Considérée comme l'un des premiers types de céramiques ottomanes, la *Miletus Ware* présente le décor le plus élaboré. L'engobe n'est plus argileux, mais synthétique, préfigurant ainsi les productions plus tardives à pâte synthétique d'Iznik qui feront la renommée de la céramique ottomane au XVI^{e} siècle. Notre étude a ainsi permis de caractériser et de contextualiser les évolutions techniques qui marquent la transition entre céramiques byzantines et ottomanes en Anatolie occidentale.

Mots clés : Anatolie occidentale ; Turquie ; XIII^{e}-XV^{e} siècles ; byzantin ; *beylik* ; ottoman ; céramique ; engobe ; glaçure ; technique de fabrication ; archéométrie ; archéologie ; MEB-EDS ; spectrométrie Raman

The First Production of Turkish Ceramics in Western Anatolia: Contextualisation and Technical Studies

Since the 1990s, archaeometric studies have attested to the production of new types of ceramic in Western Anatolia, linked to the arrival of Turkish populations in the region from the end of the 13th century. Among these new types are ceramics whose shapes and decoration are very commonly found in the Islamic world, and which show the introduction of new techniques of fabrication. Taking a sample of 87 sherds discovered at five Turkish sites and three sites in the Crimea, this study, combining an archaeological approach with physicochemical analyses, enabled us to propose a chronological framework for these initial Turkish productions and to determine the techniques of fabrication of their coatings – slips and glazes – used for the decoration. The definition of these techniques relies in the main on elementary and structural analyses by SEM-EDS and by Raman spectroscopy, the results of which permit us to confirm the use of new recipes and new materials.

While the decoration of Byzantine ceramics was essentially constituted of a high-lead transparent glaze, coloured by a reduced range of metallic oxides resting on a clay slip, the decoration of the initial Turkish ceramics, from the *Beylik* period, produced in the region, were much more varied. Their glazes attest to a greater diversity in the nature of the fluxes and opacifiers, as well as in the colorants used. Considered to be one of the first types of Ottoman ceramics, the *Miletus Ware* shows the most elaborate decoration. The slip is no longer clay-based but synthetic, prefiguring in this way the later production using synthetic paste of the Iznik Fritwares upon which the fame of 16th century Ottoman ceramics was based. Our study thus enabled us to characterise and contextualise the technical evolution which marked the transition from Byzantine to Ottoman ceramics in Western Anatolia.

Keywords: Western Anatolia; 13th-15th centuries; Byzantines; *Beyliks*; Ottomans; ceramics; slips; glazes; techniques of fabrication; archaeometry; archaeology; SEM-EDS; Raman spectroscopy