Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 103 (2014)

Artikel: Analyses scientifiques de quelques catelles de poêles fribourgeois du XVIIIe s.

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-583609

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Analyses scientifiques de quelques catelles de poêles fribourgeois du XVIIIe s.

MARINO MAGGETTI[1], GIULIO GALETTI[2] et MARIE-THERESE TORCHE-JULMY[3]

[1] Département des Géosciences, Université, CH-1700 Fribourg
[2] Impasse du Long-Champ 2, CH-1762 Givisiez
[3] Place du Petit-Saint-Jean 11, CH-1700 Fribourg

Résumé

Quatre catelles, un pied de poêle et une terre de remplissage provenant de poêles issus des plus importants ateliers (Rudolf Stern, André Nuoffer et Jean-Baptiste Nuoffer) de la ville de Fribourg du XVIIIe siècle ont fait l'objet d'études archéométriques. Pour la terre de remplissage, l'analyse chimique, minéralogique et pétrographique a montré sa pauvreté en CaO, en net contraste avec la pâte calcifère des catelles. Du point de vue chimique, beaucoup de points communs existent entre les catelles Stern d'une part et celles des ateliers Nuoffer d'autre part, les deux productions pouvant être séparés aisément par leurs teneurs en éléments traces, p .ex. de chrome et de nickel. L'étude des glaçures a permis de différencier les produits des ateliers Nuoffer et Stern, les catelles des Nuoffer ayant plus d'étain et moins de plomb. En outre, l'étude technologique indique que les matières premières de la pâte des objets céramiques ne subirent que peu de traitement, que la glaçure fut posée sur des dégourdis, c. à. d. sur des objets déjà cuits, et que la température de la deuxième cuisson se situa entre 950 et 1050°C. Des différences apparaissent si l'on compare ces résultats avec celles de la faïence de Fribourg de la fin du XVIIIe s. La pâte de la vaisselle de table est chimiquement bien distincte, notamment plus riche en CaO que les catelles, et ses glaçures sont aussi bien séparées.

Zusammenfassung

Vier Ofenkacheln, ein Kachelofenfuss und eine Kachel-Füllerde aus den drei wichtigsten Kachelofenmanufakturen der Stadt Freiburg des 18. Jh. (Rudolf Stern, André Nuoffer und Jean-Baptiste Nuoffer) wurden mit archäometrischen Methoden untersucht. Die chemischen, mineralogischen und petrographischen Resultate zeigen die kalziumarme Zusammensetzung der Füllerde und eine kalziumreiche Natur der fünf keramischen Objekte. Die Kacheln der einzelnen Manufakturen sind unter sich chemisch ähnlich. Mit Hilfe ausgewählter Spurenelemente, wie beispielsweise Chrom und Nickel, lassen sich die Produkte der Stern'schen Manufaktur von denjenigen der Nuoffer'schen gut trennen. Weitere Trennungsmöglichkeiten ergeben sich auch bei den Glasuren, denn die Nuoffer'schen sind Zinn-reicher und Blei-ärmer als die Stern'schen. Laut technologischer Analyse wurden die Tone ohne grosse Aufbereitung verwendet. Die Glasuren wurden auf schon gebrannte Objekte aufgebracht und die Temperaturen des zweiten Brandes erreichten 950-1050°C. Das gleichzeitig fabrizierte städtische Fayencegeschirr ist kalziumreicher und seine Glasuren sind chemisch anders zusammengesetzt als diejenigen der Ofenkeramik.

Abstract

Four stove tiles, the foot of a stove and a filling clay coming from the most important manufactures of the city of Fribourg (Rudolf Stern, André Nuoffer and Jean-Baptiste Nuoffer) in the 18th century were the object of archaeometric studies. In the case of the filling clay, the chemical, mineralogical and petrographical studies showed a low CaO content, contrasting sharply with the calciferous paste of the tiles. From a chemical point of view, there are many similarities between the Stern stove tiles on the one hand and those from the Nuoffer manufactures on the other hand, and both

productions can easily be distinguished through their trace element contents, in chromium and nickel, for example. The study of the glazes has made it possible to differentiate the productions of the Nuoffer and the Stern manufactures as the Nuoffer tiles contain more tin and less lead. Moreover, the technological study has revealed that the raw materials used in the composition of the paste of the ceramic objects underwent little treatment, and that the glaze was placed on already fired (biscuit fired) objects, and that the temperature of the second firing was between 950 and 1050°C. Differences are brought to light if one compares these results with those of the contemporaneous Fribourg faience tableware from the late 18th century. The paste of the tableware is chemically quite distinct, and particularly richer in CaO, and the stove tiles and their glazes are also clearly different.

1. Introduction

Dès le Moyen Age, le poêle joue un rôle capital dans le chauffage domestique. Historiquement, ce type de grand fourneau était installé d'abord dans la pièce de séjour, ensuite dans plusieurs chambres de la maison. Le chauffage se faisait depuis la cuisine avoisinante ou depuis un minuscule local de chauffage. En Suisse, la séparation de la cuisine et du séjour, auparavant réunies en une seule pièce, eut lieu dès le XIIIe s., tout d'abord pour les domiciles de la noblesse et du clergé. De nombreuses publications furent consacrées à ces poêles et leurs catelles (p. ex. BLÜMEL 1965, TORCHE-JULMY 1979a, b, BELLWALD 1980, TAUBER 1980, FRANZ 1981, MATTER & WILD 1997, 2003, SCHNYDER 1997, 1998, 2012, HIGY 1999, ROTH 1999, KULLING 2001, FRÜH 2005, 2014, BOSCHETTI-MARADI 2006, ROTH-HEEGE 2009, BOURGAREL 2013, VON FISCHER ET AL. 2013, HEEGE 2014). Les détails techniques de ce type de céramique et de la construction du poêle ont été traités par p. ex. par ROTH KAUFMANN et al. (1994) et ROTH HEEGE (2012).

1. 1 Bref historique des poêles fribourgeois du XVIIIe siècle

De nombreux poêles peints sont conservés dans le canton de Fribourg et particulièrement en ville de Fribourg, mais aussi à Bulle, Estavayer, Gruyères, Morat, dans les anciens châteaux baillivaux et les maisons de campagne patriciennes (CASTELLA 1922, DE ZURICH 1928, TORCHE-JULMY 1979a, COLLECTIF 1981). On en trouve également dans différents musées, châteaux ou maisons privées en Suisse où ils ont été remontés. Certains poêles ont également été vendus à l'étranger. Il est intéressant de présenter brièvement, à la lumière de quelques événements de l'histoire fribourgeoise, le développement de l'architecture profane et des arts de la décoration, dont dépend directement la céramique de poêle. Ce rappel historique débute au XVe siècle seulement et non aux origines de la ville, car avant cette date, on ignore tout de la poêlerie locale. Il faut relever que les poêles peints, de par leur matière et leur technique de fabrication, sont des objets relativement somptuaires, réservés avant tout aux édifices patriciens, bourgeois et conventuels ainsi qu'aux édifices appartenant au gouvernement. Les demeures villageoises et les fermes connaissent, pour des raisons d'économie, un système de chauffage vernaculaire avec des fourneaux en pierre ou de simples cheminées. En 1481, la ville de Fribourg, dont l'identité se confond avec celle du canton, devient membre de la Confédération suisse. Elle connaît alors une remarquable prospérité industrielle et économique. Depuis sa fondation, divers métiers artisanaux, notamment la draperie, la tannerie et la fabrication de faux ont passé du stade de production locale à celui d'une florissante industrie d'exportation. Le transport des matériaux se faisait par la Sarine où nombreux bateaux circulaient jusqu'à la construction du barrage de Rossens. A Fribourg les artisans, notamment les tisserands, les chargeaient de draps, les tanneurs de peaux de moutons (d'où le nom du Café des Tanneurs) et les poêliers leurs poêles. Les embarcations descendaient la Sarine qui se jetait dans l'Aare et la marchandise était vendue en Suisse alémanique.

Les poêles étaient particulièrement somptueux dans la partie haute de la ville habitée par les familles patriciennes, alors que la Basse-ville était réservée aux artisans. Il faut rappeler que les familles patriciennes résidaient en ville de Fribourg depuis la Toussaint jusqu'à la Fête Dieu. Elles se rendaient ensuite dans leurs maisons de campagne que l'on appelait « château » et y demeuraient jusqu'à la Toussaint, Il existe plus de 200 maisons de campagne dans le canton. Les édifices appartenant au Gouvernement, notamment la Maison de Justice, l'Hôtel de Ville, l'Hôtel de la Monnaie, l'ancienne Chancellerie, la Maison du Tir et l'Hôtel de Ville actuelle, sans oublier nombre de bâtiments à destination artisanale ou économique: fonderie de cloches et de canons, abattoirs, ateliers divers, greniers et autres étaient également chauffés par des poêles.

Les trois plus importants poêliers du XVIIIe s. furent Rudolf Stern, André Nuoffer et Jean-Baptiste Nuoffer (TORCHE-JULMY 1979a).

Fig. 1: ***Poêle de Rudolf Stern, 1768, Musée gruérien. Photo YVES EIGENMANN, Musée gruérien, Bulle (TORCHE-JULMY 1979a, p. 228, cat. 63).***

1.1.1 Rudolf Stern

Il est le fils de Josef-Heinrich Stern - probablement le potier Christu-Heinrich Stern - et l'époux de Maria Francesca Weber (TORCHE-JULMY 1979a, p. 185, 266-267). Il reprend vraisemblablement l'atelier de son père, après un séjour de formation à l'étranger. Devenu membre de la Corporation des Maçons en 1765, car les potiers de terre dépendaient de cette corporation, il obtient sa maitrise en 1767. Il réalise peu de commandes importantes pour l'Etat de Fribourg. Par contre, il fournit de nombreux poêles à des particuliers ou des couvents et parmi eux, au monastère d'Hauterive dont il est le potier attitré, car son nom figure à de nombreuses reprises jusqu'en 1787 dans les comptes du couvent. Il a été possible de lui attribuer une vingtaine de poêles, réalisés vraisemblablement entre 1760 et 1780 (TORCHE-JULMY, 1979a, cat. 60 à 79). Le décor iconographique d'un de ces poêles (Fig. 1, 2), provenant du château de Plaisance sur Riaz, conservé actuellement au musée gruérien de

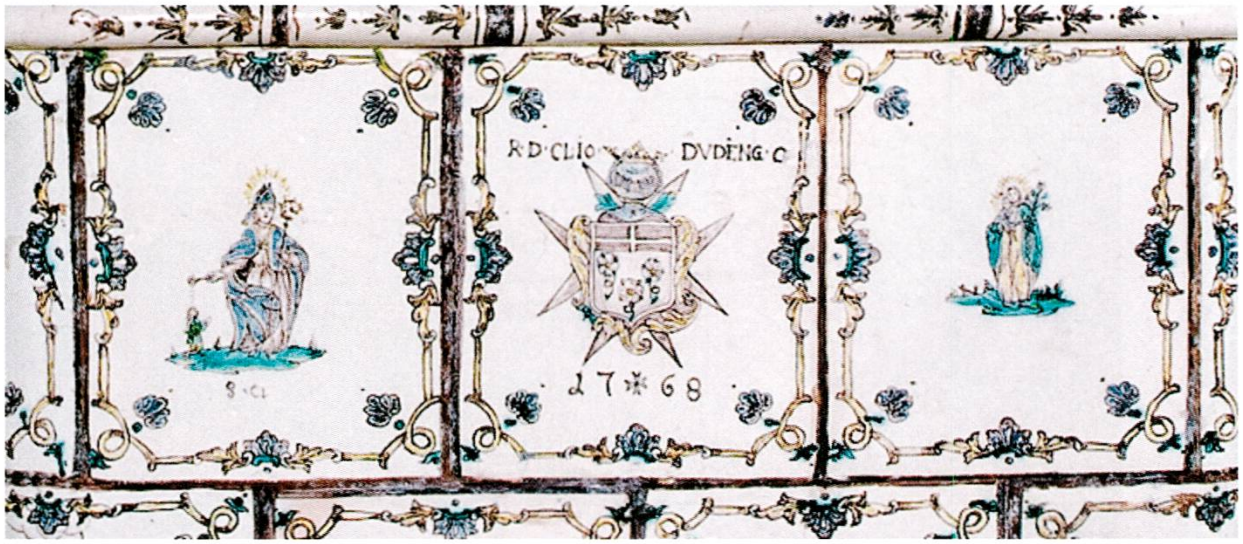


Fig. 2: ***Agrandissement de la Fig. 1 avec deux catelles aux scènes religieuses entourant la catelle centrale aux armes DUDING, à la croix de Malte (2x), datée 1768.***

Bulle, a été étudié par FRÜH (1974, p. 150). C'est à Riaz que la famille Dudeng, originaire de cette commune, passa les mois d'été (TORCHE-JULMY, 1979a, p. 228). Le texte *R. D. CL. IO. DUDENG. CO. (Reverendus Dominus Claudius Josephus Dudeng Commendator)* nous révèle le nom du mandant: CLAUDE-JOSEPH DUDING (1712-1788), originaire de Riaz et bourgeois de Fribourg dès 1737, chevalier de Malte, commandeur de Worms, Aix-la-Chapelle et Malines, administrateur de la Commanderie de Fribourg (1763-1766). La base du poêle porte les initiales *M. R. ST.* – c'est la signature du MAITRE RUDOLF STERN respectivement du MEISTER RUDOLF STERN. Ce poêle fut d'ailleurs choisi par la poste Suisse pour le timbre postal de 70^{+30}cts. PRO PATRIA de l'année 1984 (http://www.propatria.ch/index.php ?option=comsobi2&catid=87&ltemid=248&lang=de, courriel de M. FRÜH à M. MAGGETTI du 5.1.2015. Le texte d'explication du timbre contient deux erreurs dans la transcription de la catelle centrale).

1.1.2 André Nuoffer

Il est le fils de Fridolin qui est originaire de Laufenburg (TORCHE-JULMY 1979a, p. 186-191, 264). Il est toléré à Fribourg en 1759 et obtient la bourgeoisie en 1764. Sa maison est située dans le quartier de l'Auge à Fribourg. Pendant vingt ans environ, il sera le potier le plus important de Fribourg, évinçant tous ses confrères. Il meurt en 1778. Sa veuve reprend son atelier et réalise un poêle en 1782 (TORCHE-JULMY 1979a, cat. 146). Il exécute la plupart des commandes officielles et décore de nombreuses maisons particulières. Ainsi, 65 poêles ont pu lui être attribués (TORCHE-

JULMY 1979a, cat. 81 à 145). Marcel Strub lui attribue les deux poêles placés dans les angles nord de la salle du grand Conseil datés de 1776 et 1777 (STRUB 1964). Des études sur leur histoire et leur décor iconographique ont paru récemment (TORCHE-JULMY 2000, JORDAN 2000, FRÜH 2014, p. 63, 151-152).

1.1.3 Jean-Baptiste Nuoffer

Jean-Baptiste Nuoffer s'est sans doute installé à Fribourg lors du décès de son parent André Nuoffer (TORCHE-JULMY 1979a, p. 192-196, 265). Après sa mort, c'est son épouse qui prend la direction de l'atelier. Pendant quelques années, elle est assistée par le potier Johan Muller. On ignore si Jean-Baptiste a repris entre temps l'ancien atelier d'André Nuoffer ou s'il a fondé le sien. Toujours est-il qu'il apparaît régulièrement dans les livres de l'Etat et qu'il devient le potier le plus recherché de son temps. 74 poêles sont attribués à lui et ses successeurs (TORCHE-JULMY, 1972/73, TORCHE-JULMY 1979a, cat. 148 à 221). A son décès, sa manufacture est dirigée par ses fils qui la maintiennent en activité pendant une partie du XIXème siècle. Les mentions d'archives citant le potier sont généralement laconiques et précisent rarement le travail effectué. Seul est indiqué le nom de l'artisan et le prix payé.

1.2 Technologie des faïences

La *faïence* est de la céramique, c. à. d. une terre cuite poreuse, recouverte d'une glaçure blanche, qui est rendue opaque par de minuscules grains d'oxyde d'étain (SnO_2). Les aspects techniques et historiques sont bien connus (p. ex. ROSEN 1995, 2009, MAGGETTI 2007b, 2012) et ce qui suit en est un très bref condensé. Plusieurs étapes sont nécessaires pour la production d'une faïence à glaçure stannifère, élaborée à partir d'argiles riches en CaO. Après la mise en forme et le séchage, la pièce va subir une cuisson à des températures maximum de 900-950°C (première cuisson, appelée cuisson du dégourdi). Pendant ce traitement thermique, l'eau et les autres composants volatils vont s'évaporer. Les *dégourdis* (ou *biscuits*, comme ils sont habituellement appelés – mais cette dénomination est techniquement fausse car il s'agit d'objets cuits une seule fois) sont alors plongés dans un bain de glaçure en suspension dans l'eau. Le corps de la céramique encore poreux absorbe l'eau contenue dans le revêtement pulvérulent de la glaçure et le fixe ainsi à sa surface. Si l'on souhaite obtenir un produit uniquement blanc, les pièces seront placées après un deuxième séchage dans des récipients en terre réfractaire (*cazettes*) et la pièce glaçurée subira une deuxième cuisson à environ 950-1050°C, appelée aussi *cuisson de grand feu*. Pour les pièces décorées, les couleurs de grand feu sont posées directement sur la glaçure stannifère sèche avant d'être passées au four. C'est là une étape plutôt délicate, car le décor peint ne peut être repris qu'avec de grandes difficultés, les pigments étant déjà absorbés par la glaçure blanche et sèche. Si l'on veut faire des corrections, la partie à reprendre doit être soigneusement grattée et la glaçure et la couleur reposées ensuite. Les couleurs de grand feu, sous forme d'une poudre soit de fritte vitrifiée, soit de matière minérale ou d'un mélange des deux, sont broyées ensemble avec de l'eau et un liant, comme l'amidon, par exemple. Pendant la cuisson, les particules de pigment sont enrobées par une mince couche de glaçure fondue. Elles seront finalement soit dissoutes dans la glaçure, soit présentes sous forme de cristaux insolubles ou précipitées sous une phase colloïdale. Seul un nombre restreint d'oxydes métalliques résiste aux températures élevées. Par conséquent, et la palette de couleurs est restreinte au bleu, au brun, au jaune, au vert, au rouge, au noir, et au blanc.

La peinture de réverbère (BASTIAN 2002, p. 106 ff) "consiste à appliquer les couleurs sur l'émail déjà cuit, avant de lui faire subir une troisième cuisson destinée à fixer le décor, dans un four spécial à réverbère, également baptisé moufle" (ROSEN 1995, p. 44). Les températures dans ce four étaient plus basses que celles de grand feu et permettaient l'utilisation d'une gamme de couleur beaucoup plus vaste. Dans de rares cas, les artistes avaient recours, pour le même objet, à la

technique-mixte. Pour ce faire, ils appliquèrent, en une première phase, certaines couleurs sur la glaçure blanche crue, et dans une deuxième phase, après la cuisson de grand feu, des couleurs de réverbère qui étaient ensuite cuites dans le four à moufle (BASTIAN 2002, p. 96-98). Si les coefficients de dilatation ou les températures de fixation des couleurs étaient trop divergentes, on pouvait cuire chaque couleur individuellement, ce qui nécessitait plusieurs passages au four de réverbère. Il est évident que ces techniques impliquaient un renchérissement des produits.

1.3 Etudes archéométriques de catelles suisses: état de la question

Les catelles de poêles suisses n'ont fait que très rarement l'objet d'études archéométriques. Les travaux de JANKE (1989) et JANKE ET AL. (1991) sur des catelles du XIe au XIVe s. provenant de fouilles archéologiques de cinq châteaux forts du Jura Suisse démontrèrent un caractère non calcifère (= pauvre en oxyde de calcium CaO) des pâtes et une nature plombique des glaçures.
Sept catelles, dont deux de la deuxième moitié du XVe s. (Rathausgasse/Berne et Rathaus/Nidau), trois d'un poêle daté 1518 du château de Holligen près de Berne et deux datés d'avant 1528 de la Münsterplattform à Berne, furent analysées par SCHEIDIGER (1998), cf. discussion dans ROTH (1999). Les glaçures blanches opaques de ces pièces bernoises de la fin du XV^{e}s. et du début XVIe s. contiennent des cristaux de cassitérite (oxyde d'étain SnO_2). Une catelle contemporaine de NYON a aussi ce même type de glaçure stannifère (ROTH 1999, annotation 23).

THIERRIN-MICHAEL (2011) définit un groupe de référence pour la poterie Oberaltstadt 3 de la ville de Zug, daté de la deuxième moitié du XVIe s. (ROTH HEEGE 2011). Les catelles appartiennent toutes à ce groupe local, pauvre en CaO et possèdent soit une glaçure plombifère opaque blanche, riche en cassitérites, posée alors sur un engobe blanc riche en CaO, soit une glaçure plombifère sans cassitérites, posée sur un engobe blanc pauvre en CaO. Selon THIERRIN-MICHAEL, les potiers tenaient compte des coefficients de dilation différents des pâtes, engobes et des glaçures selon leur nature chimique. Trois catelles de la deuxième moitié du XVIIIe s. furent analysées par BLANC (2007a, b): FR 83, une catelle trouvée dans les déchets de la tessonnière de l'atelier de faïence fribourgeois du Sauvage, est non calcifère et pourrait avoir été produit dans cet atelier. FR 150, un vase d'amortissement de poêle, riche en CaO et chimiquement très proche du groupe de référence « faïence de l'atelier fribourgeois du Sauvage » pourrait dès lors être issu de cet atelier. FR 183, une catelle de couronnement, diffère légèrement de ce groupe de référence. Son origine demeure donc inconnue.

2. Echantillons et problématique

Au XVIIIe s., la ville de Fribourg hébergeait non seulement une dizaine de manufactures de poêle (TORCHE-JULMY 1979a), mais aussi une manufacture de vaisselle de table de luxe, où l'on produisait des objets en faïence. Cette manufacture, située d'abord à l'emplacement de l'auberge du Sauvage de 1758 à 1810 et ensuite au Pertuis jusqu'en 1844, a été récemment étudiée par un groupe de recherche interdisciplinaire (MAGGETTI 2007a). La coexistence d'ateliers où l'on produisait soit des catelles en faïence, soit de la vaisselle en faïence, est une constellation idéale pour initier une étude archéométrique comparative entre des productions contemporaines, c.à.d. entre la faïence fribourgeoise, déjà documentée archéométriquement (Blanc 2007a, b) et les poêles des trois ateliers les plus importants de la deuxième moitié du XVIIIe s. Pour ce travail préliminaire quatre catelles - deux de l'atelier J. R. Stern, une de l'atelier A. Nuoffer et une de l'atelier J. B. Nuoffer & successeurs -, un pied d'un poêle de l'atelier A. Nuoffer ainsi qu'une terre de remplissage furent choisis dans le dépôt du Service des Biens Culturels du canton de Fribourg (Fig. 3, Tab. 1). L'origine des catelles FR 4 et FR 5 de l'atelier Stern ne fait pas de doute vu la signature. De plus, elle est corroborée par des critères stylistiques. Des critères stylistiques attribuent les autres catelles

aux ateliers des Nuoffer; FR 7 a p. ex. un décor identique des pieds du poêle d'André Nuoffer illustré à la p. 115 de TORCHE-JULMY (1979).

Les travaux archéométriques présentés ici sont focalisés sur plusieurs questions: (1) Y a-t-il des différences chimiques entre les pâtes des catelles des trois ateliers? (2) Quelles sont les différences chimiques et morphologiques entre les glaçures des catelles de ces trois ateliers? (3) Y a-t-il des différences chimiques et morphologiques des pâtes et des glaçures de ces catelles de poêles avec celles de la faïence de Fribourg?

Fig. 3: ***Vue d'ensemble de quatre objets analysés. Largeur: FR 5 = 8.6 cm, FR 6 = 20.3 cm, FR 8 = 8cm, FR 13 = 20.1 cm. Photos MARINO MAGGETTI.***

3. Méthodes d'analyse

3.1 Prélèvement et broyage

Sur ces objets, les échantillons furent prélevés à la scie. Une partie était destinée à l'analyse MEB, l'autre à l'analyse FRX et la DRX. Les échantillons pour ces deux mesures (FR 4: 25 g, FR 5: 14 g, FR 6: 4,5 g, FR 7: 10 g, FR 8: 29 g) furent nettoyés en enlevant la glaçure et ca. 1 mm de la couche externe. Ils furent ensuite placés dans une meule électrique en carbure de tungstène pour obtenir une poudre très fine.

3.2 Fluorescence de rayons X (FRX)

Les analyses chimiques (Tab. 2) ont été réalisées à l'aide d'un spectromètre (fluorescence X) Philips PW 2400 selon la méthodologie du laboratoire d'analyse du Département des Géosciences

de l'Université de Fribourg. Perte au feu (PF): calcination de 2 g de poudre à 1000°C durant une heure. 0.7 g de cette poudre calcinée furent homogénéisés avec 6.650 g MERCK spectromelt A 10 MERCK ($Li_2B_4O_7$) et 0.350 g de LiF MERCK et transformés en une perle vitreuse à 1150°C à l'aide d'un PHILIPS PERL X-2. Cette perle fut analysée avec un spectromètre RX PHILIPS PW 2400 (Anode Rhodium, 60 kV et 30 mA) en ayant recours à 40 standards géochimiques internationaux pour l'analyse quantitative. Estimation de l'erreur d'analyse: < 5 % pour tous les oxydes et éléments dosés.

3.3 Microscopie électronique à balayage (MEB)

Des micro-échantillons ont été inclus dans de la résine, polis avec des pâtes diamant de différente granulométrie et ensuite recouverts d'une mince couche de carbone afin de la rendre conducteur. L'observation se fit avec un microscope électronique à balayage FEI XL30 Sirion FEG. Les conditions d'analyse semi-quantitative EDX étaient les suivantes : 20 kV, $6{,}4.10^{-9}$ A, distance de travail 5 mm, testes de calibrage avec des verres étalons (DLH2, Corning, Lab. sperimentale del vetro, Murano). Temps d'analyse: 50 sec.

3.4 Diffractométrie des rayons X (DRX)

Ce type d'analyse a été réalisé sur toutes les échantillons sous forme de poudre (sauf celle de l'échantillon FR 13 par manque de poudre) avec un diffractomètre Philips PW 1800 à anticathode Cu (CuKα, 40 kV, 40 mA, 2Θ 2-65°).

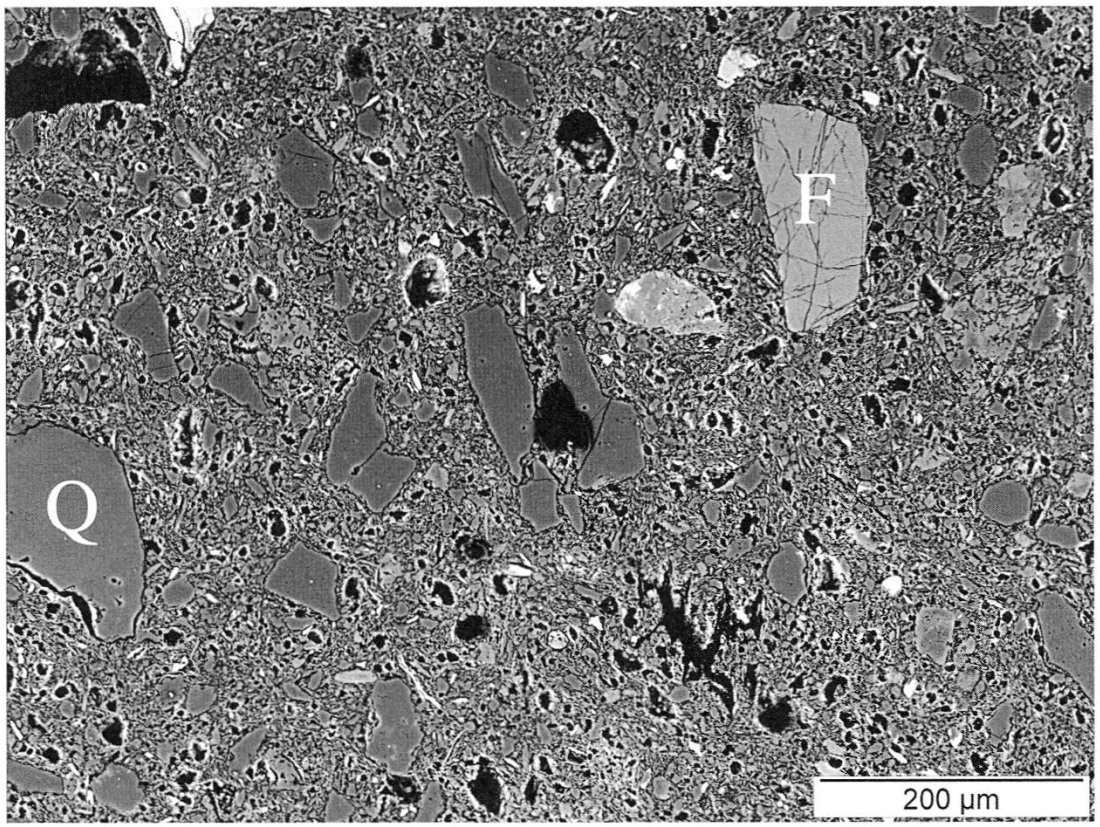


Fig. 4: *Aspect typique des pâte, ici celle de FR 6, vue au MEB en mode électrons rétrodiffusés. F = feldspath potassique, Q = quartz. Photo* MARINO MAGGETTI.

4. Résultats

4.1 Nature des pâtes des objets en céramique et de la terre de remplissage

L'observation macroscopique à l'œil nu des objets en céramique montre une couleur rougeâtre des pâtes. On y voit des grains de quartz et de feldspath pouvant atteindre 0.3 mm de diamètre. L'observation microscopique au MEB révèle la richesse en quartz et un contenu inférieur en feldspath potassique (Tab. 3) de ces pâtes (Fig. 4). Ces gros grains présentent des contours anguleux aux angles arrondis. Quelques micas, probablement des biotites dégradées du type illite si l'on se réfère à la moyenne de cinq analyses ponctuelles (Tab. 3), font aussi partie de ces grains non plastiques grossiers.

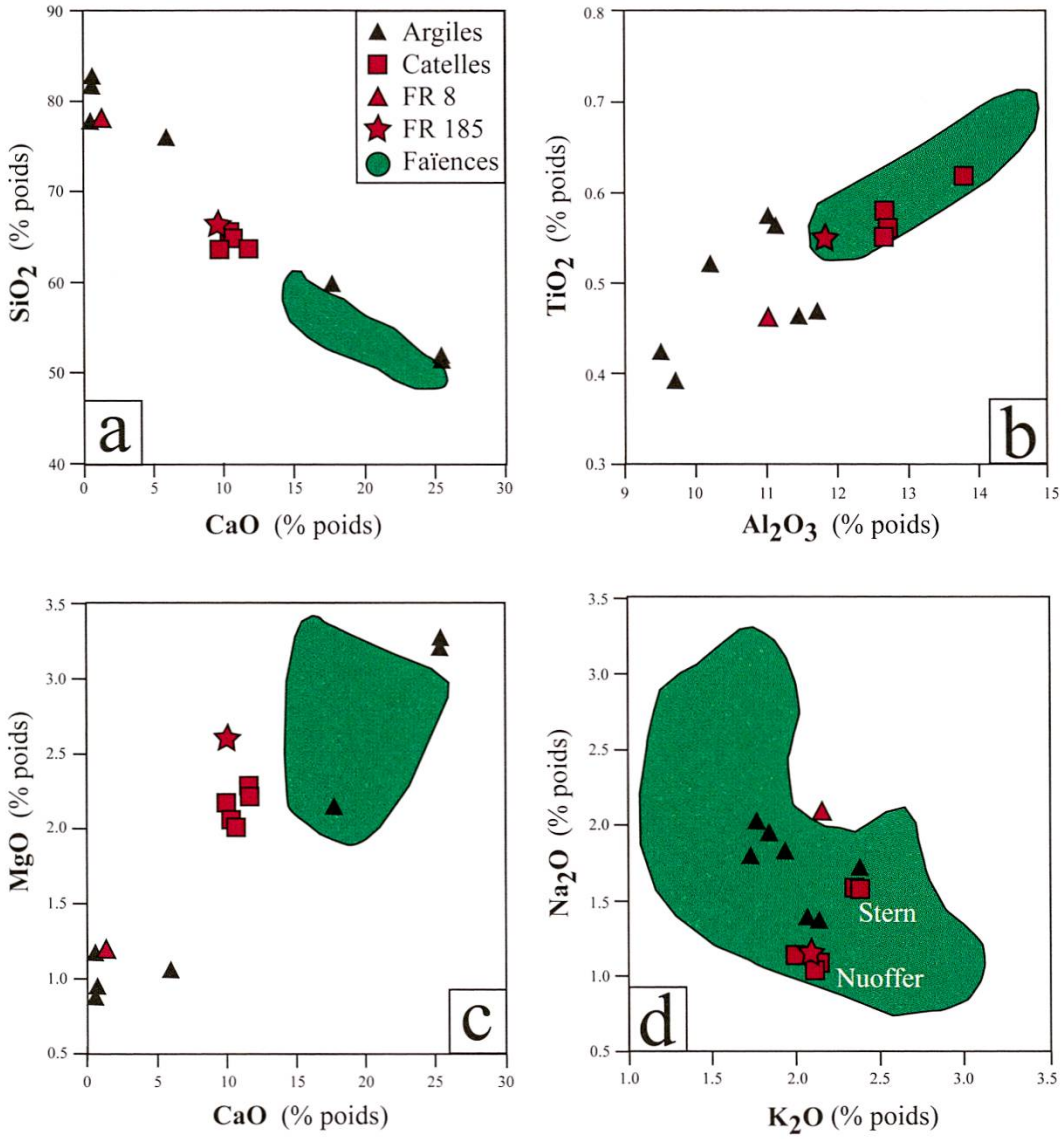


Fig. 5: ***Diagrammes binaires de quelques oxydes choisis comparant les objets analysés (Catelles = les cinq catelles et le pied) aux faïences de la manufacture du Sauvage (n=149), au perroquet FR 158 et aux huit argiles de Fribourg (BLANC 2007a, b).***

Les résultats des analyses chimiques démontrent la richesse en oxyde de calcium des objets étudiés (Tab. 2, CaO: 10-12 % poids). Par contre, la terre de remplissage FR 8 est une argile très pauvre en CaO (Fig. 5a, Tab. 2). Cette nette différence chimique entre les catelles, le pied et FR 8 se manifeste

pour presque tous les oxydes et éléments (Fig. 5b-g). Les deux catelles FR 4 et FR 5 sont chimiquement très proches, sauf pour le cuivre (Cu), ce qui n'étonne guère, car elles proviennent du même poêle de l'atelier J. R. Stern. La seule différence réside dans la perte au feu, qui est beaucoup plus élevée pour FR 5. Les trois catelles des deux ateliers Nuoffer forment un groupe assez homogène, si l'on ne considère que les oxydes. L'analyse détaillée des éléments traces et de la perte au feu révèle quelques différences non négligeables. Leurs teneurs en Na_2O et K_2O (Fig. 5d) et en Cr et Ni (Fig. 5e) les séparent très clairement des produits de J. R. Stern. On remarque pour toutes les catelles une forte concentration en plomb (Pb), qui dépasse largement celle de la terre de

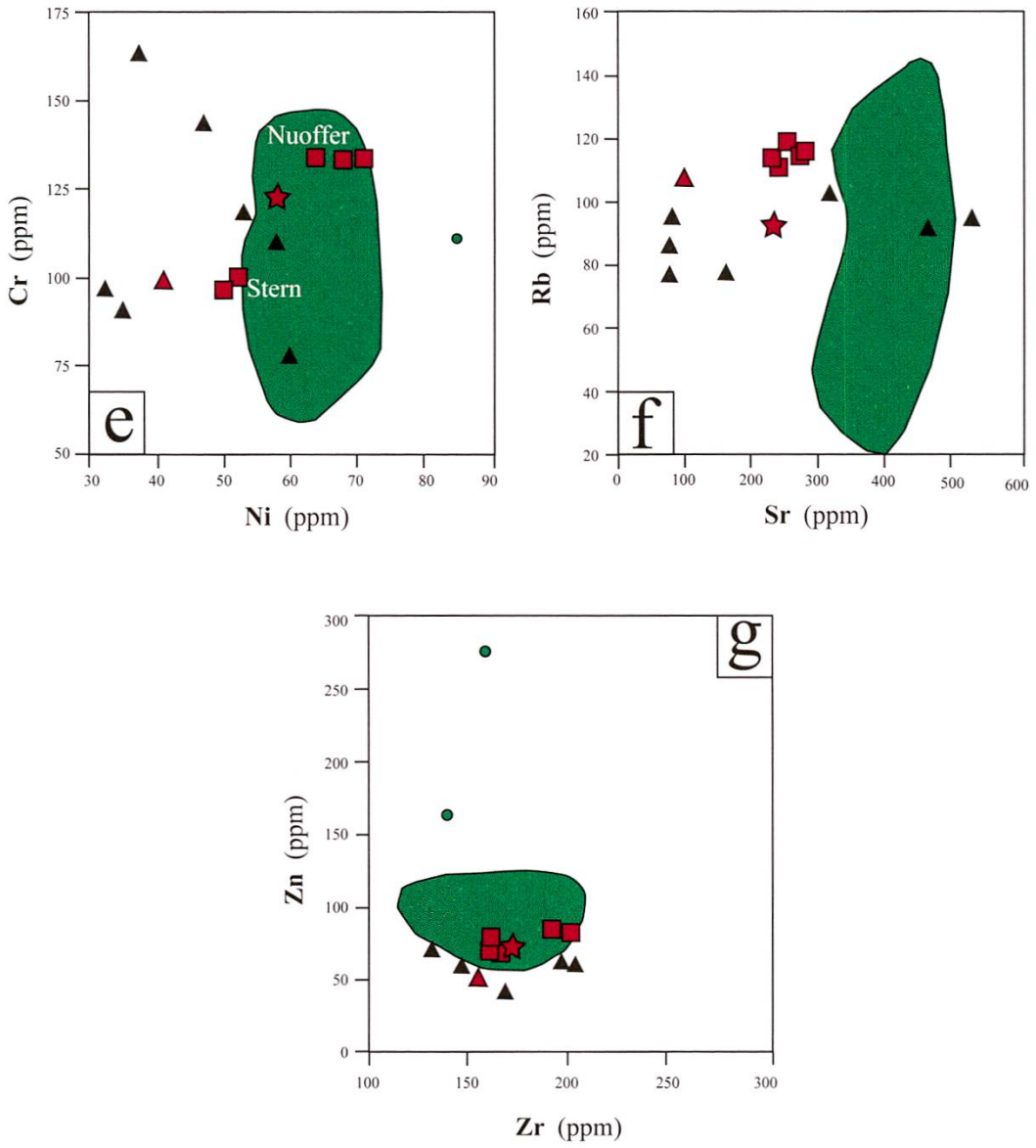


Fig. 5 (suite): ***Diagrammes binaires de quelques éléments traces comparant les objets analysées (Catelles = les cinq catelles et le pied) aux faïences de la manufacture du Sauvage (n=149), au perroquet FR 158 et aux huit argiles de Fribourg (BLANC 2007a, b).***

remplissage. Ceci s'explique par une contamination chimique, un phénomène récurrent dans une faïencerie (cf. ci-après).

L'analyse DRX permet la classification de la terre et des catelles en trois associations minéralogiques:

(a) Chlorite + illite + quartz + feldspath potassique + plagioclase: FR 8
(b) Illite + quartz + feldspath potassique + plagioclase + diopside + géhlénite + hématite: FR 5, Fr 6
(c) Quartz + feldspath potassique + plagioclase + diopside + géhlénite + hématite +/- calcite: FR 4, FR 7.

4.2 Les glaçures blanches opaques et les décors bleus

4.2.1 Les glaçures blanches opaques

L'épaisseur des glaçures diffère d'un atelier à l'autre. Celles des catelles FR 4 et FR 5 de Stern ont une épaisseur constante de 0.36 mm, celle de l'atelier d'André Nuoffer est plus mince (0.24 mm pour FR 6), et celle de Jean-Baptiste Nuoffer encore plus (0.14 mm pour FR 13). Aucune interface pâte/glaçure n'a pu être observée (Fig. 6a). Les microstructures sont complexes (Fig. 6): on observe dans la matrice vitreuse: (1) des cristaux de cassitérite (SnO_2) à nette dominance, présents majoritairement sous forme d'amas souvent anguleux, rarement sous forme de minuscules cristaux isolés (Fig. 7, 8a). Ils sont responsables de l'opacification et de la couleur blanche de la glaçure; (2) des cristaux esquilleux de SiO_2, probablement du quartz, à bords et angles arrondis et irrégulièrement répartis. Ces quartz sont absents dans l'échantillon FR 4; (3) quelques bulles de gaz; (4) quelques reliques d'anciens grains vitreux (Fig. 8b).

Chimiquement, la composition des glaçures est dominée par les oxydes de silicium (SiO_2), de plomb (PbO) et d'étain (SnO_2). Deux analyses furent faites pour chaque catelle de l'atelier Stern pour déterminer la variation chimique sur une seule catelle. Comme le montre le Tab. 3, il n'y a que de minimes différences. Une analyse par catelle est donc amplement suffisante. La glaçure des deux catelles de Stern diffèrent quelque peu dans leur composition, contrairement aux catelles de André Nuoffer et de Jean-Baptiste Nuoffer, qui sont chimiquement presque identiques. La glaçure des deux catelles de l'atelier Stern se distingue de celle des catelles d'André et Jean-Baptiste Nuoffer par des teneurs en PbO plus hautes et en SnO_2 plus basses (Tab. 3, Fig. 9).

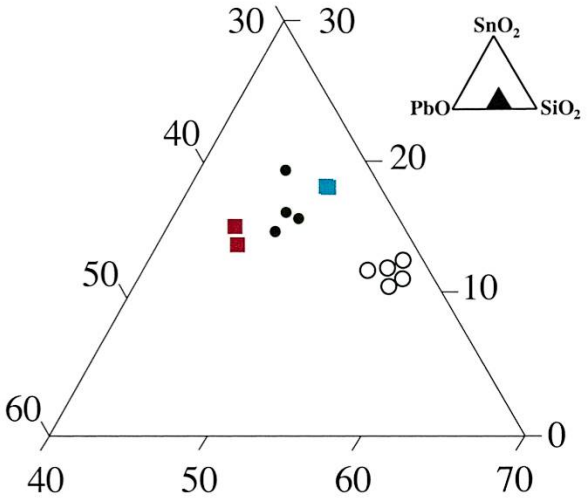
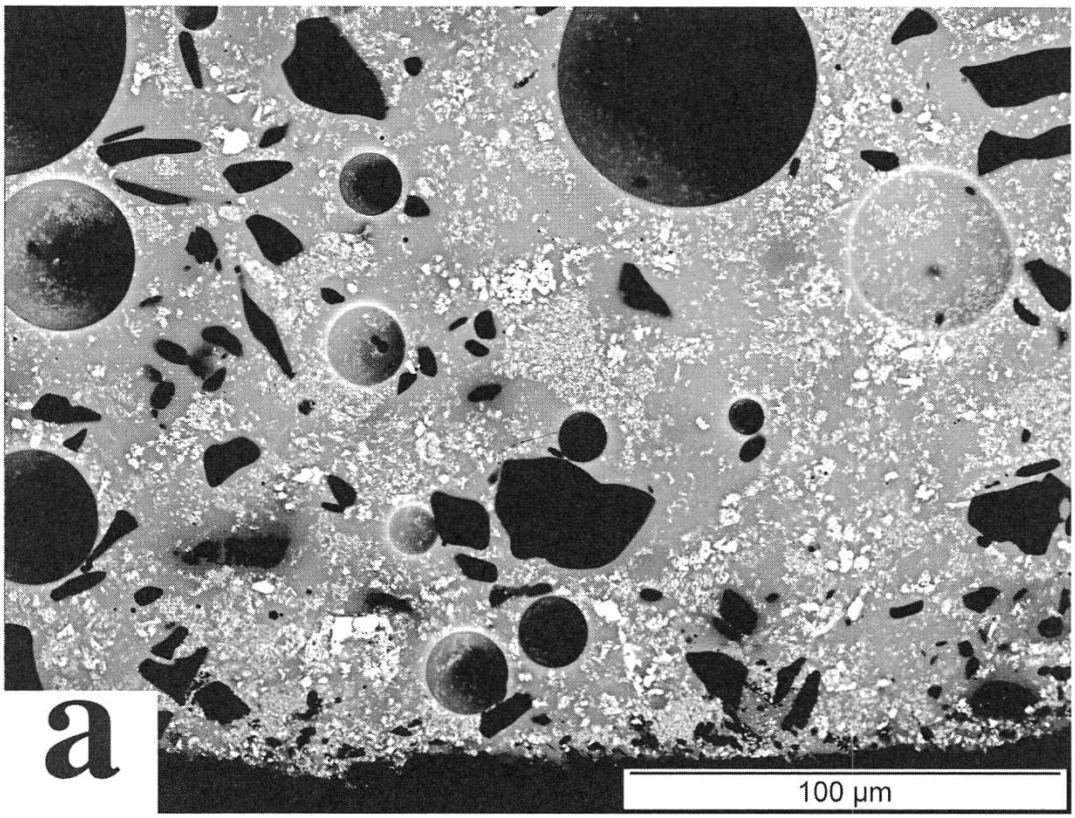


Fig. 9: ***Diagramme ternaire comparant la composition chimique des glaçures utilisées dans les deux ateliers d'André et Jean-Baptiste Nuoffer (2 carrés bleus), de Rudolf Stern (2 carrés rouges) et de la manufacture du Sauvage (Glaçure type A = points noirs, type B = cercles noirs, BLANC 2007a).***



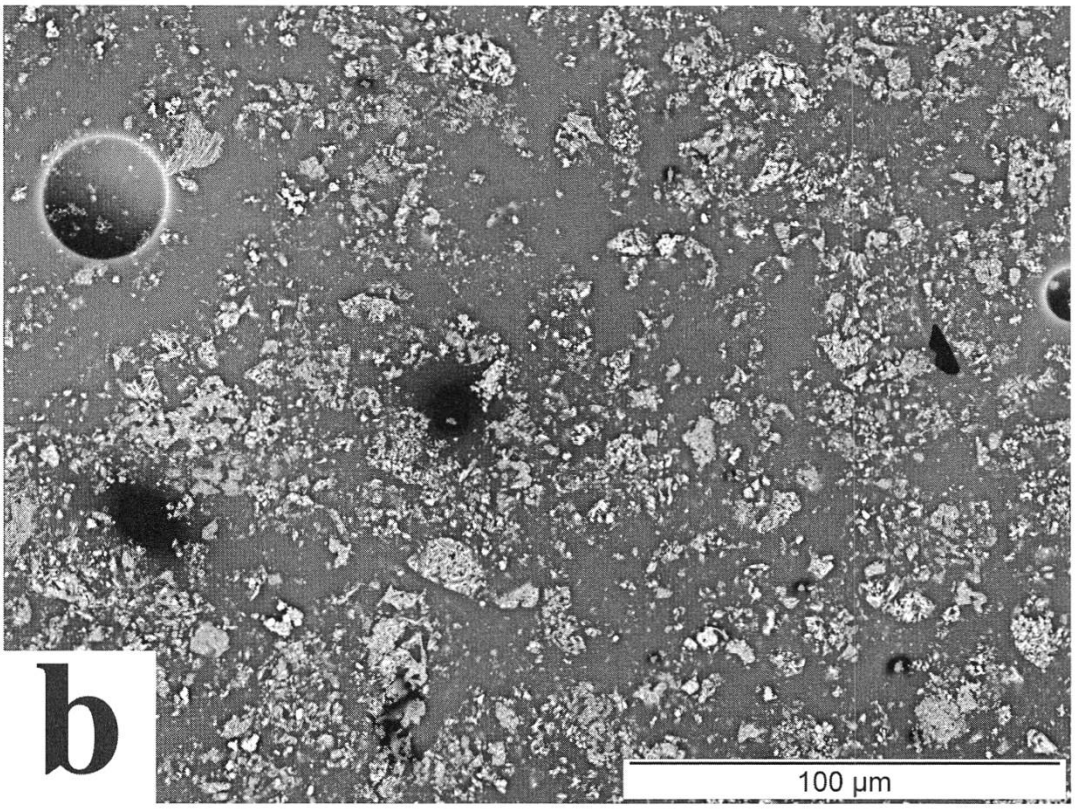
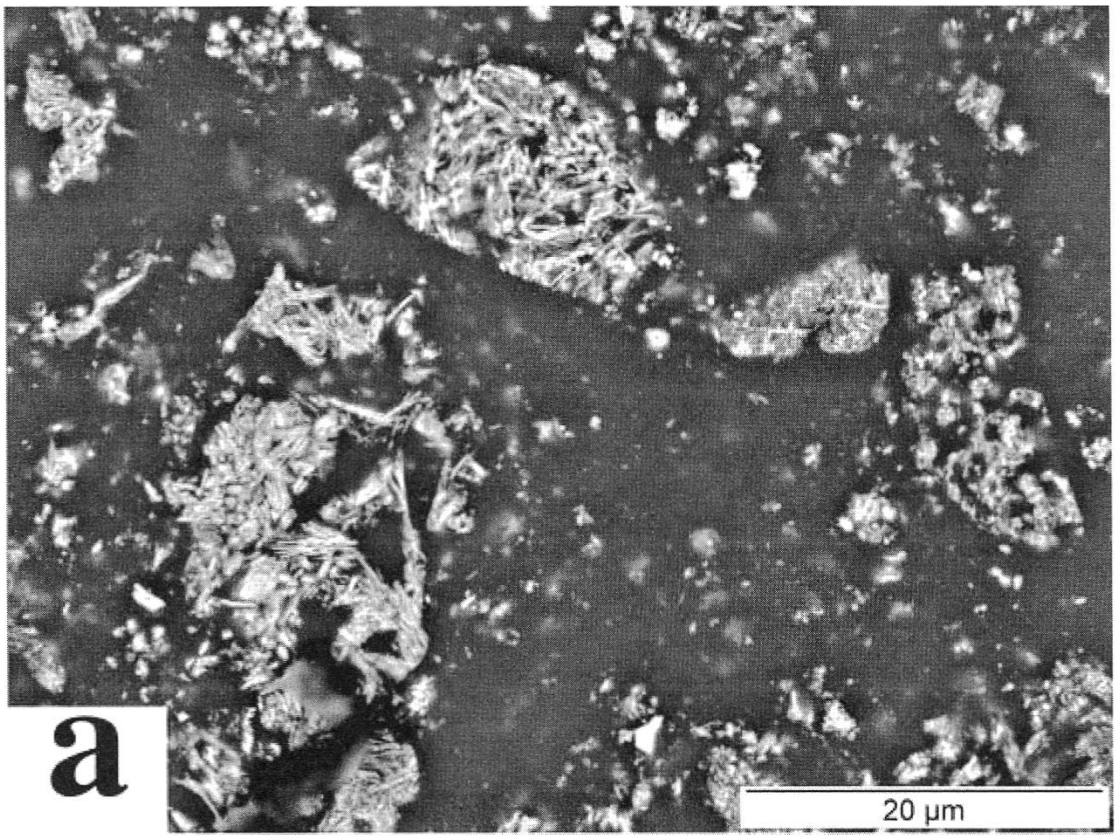


Fig. 6: ***Images au MEB en mode électrons rétrodiffusés de deux glaçures. Coupes perpendiculaires à la surface. On reconnaît des bulles de gaz, des cristaux de quartz (noirs) aux contours arrondis et des minuscules cristaux de cassitérite (blancs), majoritairement groupés en amas. (a) FR 6. Le contact entre glaçure et la pâte (zone noire en bas) est franc; (b) FR 4. Photos MARINO MAGGETTI.***



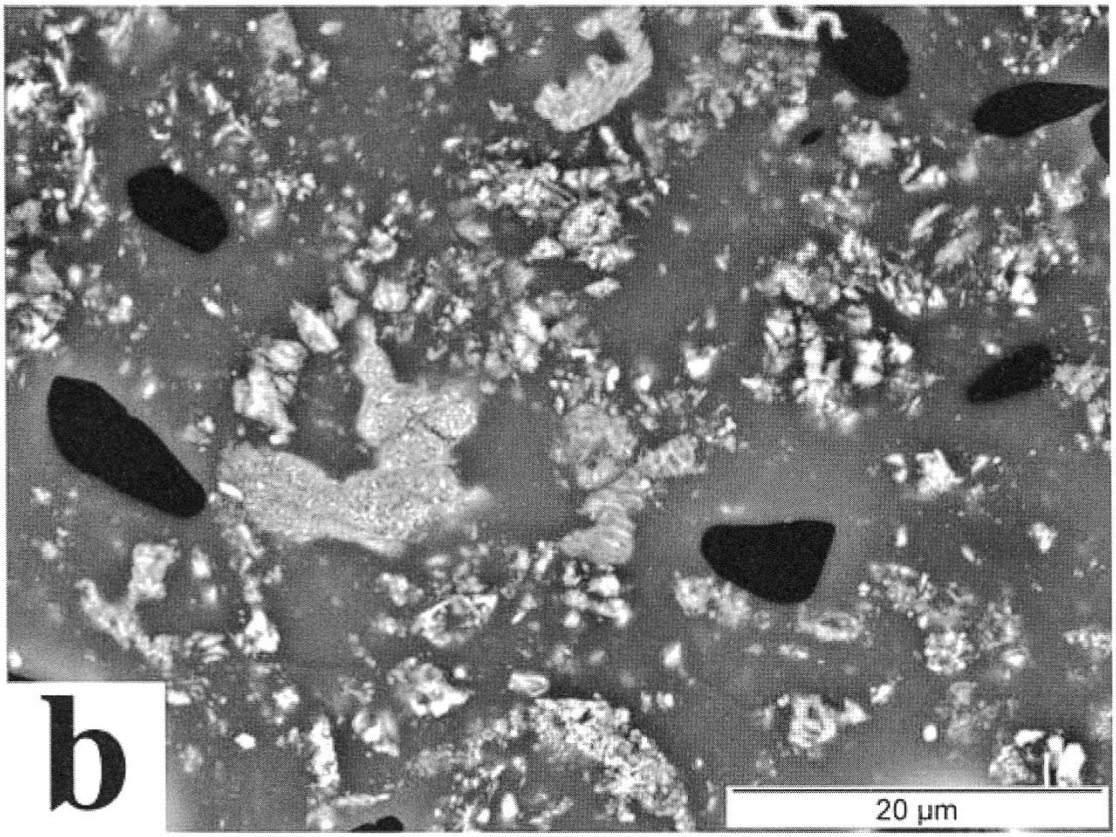
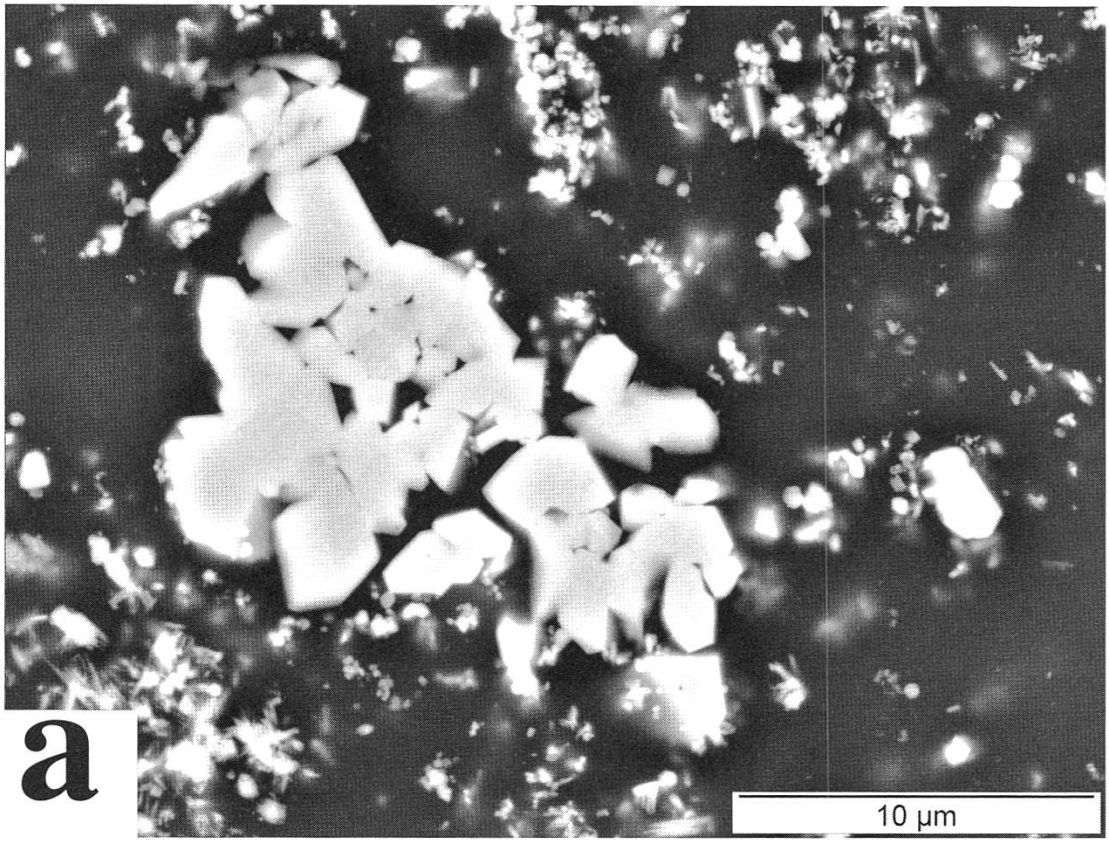


Fig. 7: ***Aspect des cassitérites au MEB en mode électrons rétrodiffusés. La microstructure est bien différente entre FR 4 (a) et FR 5 (b). Photos MARINO MAGGETTI.***



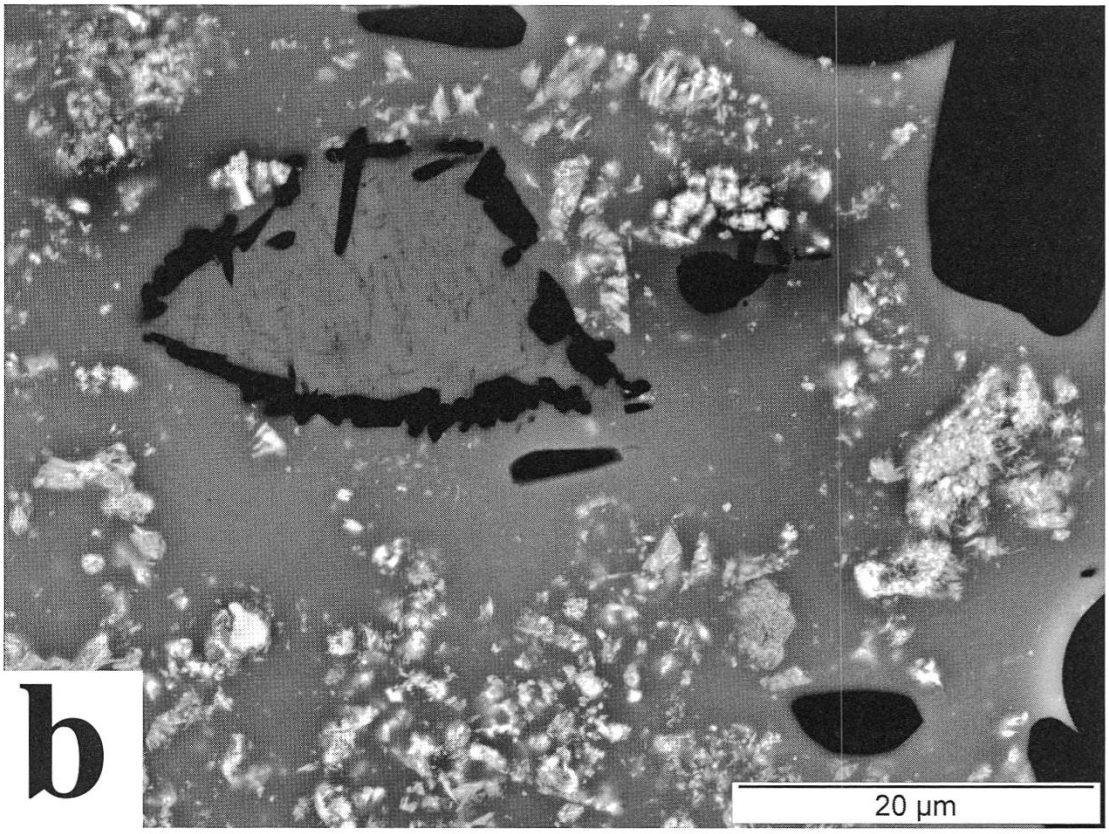


Fig. 8: *Images au MEB en mode électrons rétrodiffusés. (a) Cassitérites à formes idiomorphes, FR 13; (b) Grain de verre relique (phantôme), FR 5. Photos* MARINO MAGGETTI.

4.2.2 Les décors bleus

L'observation au MEB permet de distinguer deux types de bleu (Fig. 10). Le premier, visible sur FR 4, consiste en une phase vitreuse homogène avec de petites baguettes idiomorphes de SiO_2 (cristobalite ?) cantonnés au contact avec la glaçure blanche. La microstructure du deuxième bleu (FR 5, Fr 6) est beaucoup plus complexe, mettant en évidence des amas de petits grains de SiO_2 arrondis (quartz ?) et de fines aiguilles riches en arsenic (Fig. 11). Quelques gros cristaux de SiO_2, comparables à ceux de la glaçure opaque blanche (quartz ?), sont aussi présents. La composition chimique des deux bleus est nettement différente, même si le cobalt est indubitablement le colorant pour les deux types de bleu (Tab. 3). Le premier est p. ex. plus riche en PbO que les deux autres, et ne contient ni arsenic (As), ni baryum (Ba). Des légères différences apparaissent aussi entre les bleus de FR 5 et FR 6. Le bleu de FR 6 est recouvert d'une mince pellicule vitreuse (Fig. 10b). S'agit-t-il d'une *coperta* ?

5. Discussion

5.1 Effets de contamination

Les concentrations du plomb (Pb) dépassent celles de la terre de remplissage FR 8 et des argiles et marnes de Fribourg (BLANC 2007a, b). C'est un constat normal pour les faïenceries (MAGGETTI & GALETTI 2000, BLANC 2007a, b, MAGGETTI ET AL. 2009a, MAGGETTI 2013a, MAGGETTI ET AL. 2015). Ce phénomène peut être dû à une contamination par: (1) un ajout de verre plombifère lors de la préparation de la pâte; (2) une infiltration de la suspension aqueuse contenant la glaçure stannifère lors de l'application sur les dégourdis poreux, avant la deuxième cuisson; (3) une infiltration de la glaçure stannifère fondue, sous forme de coulures, dans les dégourdis lors de la deuxième cuisson; (4) une infiltration de vapeurs de plomb dans les objets en céramique pendant les cuissons; (5) une abrasion insuffisante de la glaçure lors de la préparation des échantillons. La première hypothèse est à écarter car aucun ajout de ce type ne fut détecté dans l'analyse au MEB. La cinquième hypothèse est aussi peu probable, car tous les soins furent mis en œuvre pour enlever complètement la pellicule vitreuse. Ils restent donc les hypothèses (2), (3) et (4) sans que l'on puisse opter pour une seule ou pour une combinaison. L'hypothèse (4) a été avancée pour la faïencerie de Granges-le-Bourg (MAGGETTI 2013a).

Mis à part de celle du plomb, aucune autre contamination chimique ne put être détectée. La forte teneur en cuivre de FR 5 pourrait être due à des variations fortuites dans les gisements des matières premières.

5.2 Nature et préparation des matières premières

L'aspect macroscopique des catelles ne montre aucun signe d'un mélange de terres, une technique coutumière dans la fabrication des faïences. La présence d'éléments grossiers (Fig. 4) dans la pâte trahit un manque total ou au plus le peu de soin avec lequel les artisans ont préparé leur pâte. On peut donc conclure que la composition chimique des catelles correspond plus ou moins à celle des marnes utilisées pour leur confection. Les argiles et les marnes prospectées dans les alentours de Fribourg par BLANC (2007a, b) ont été représentées dans la Fig. 5. De cette figure il ressort très clairement qu'aucune de ces matières premières ne correspond aux objets analysés.

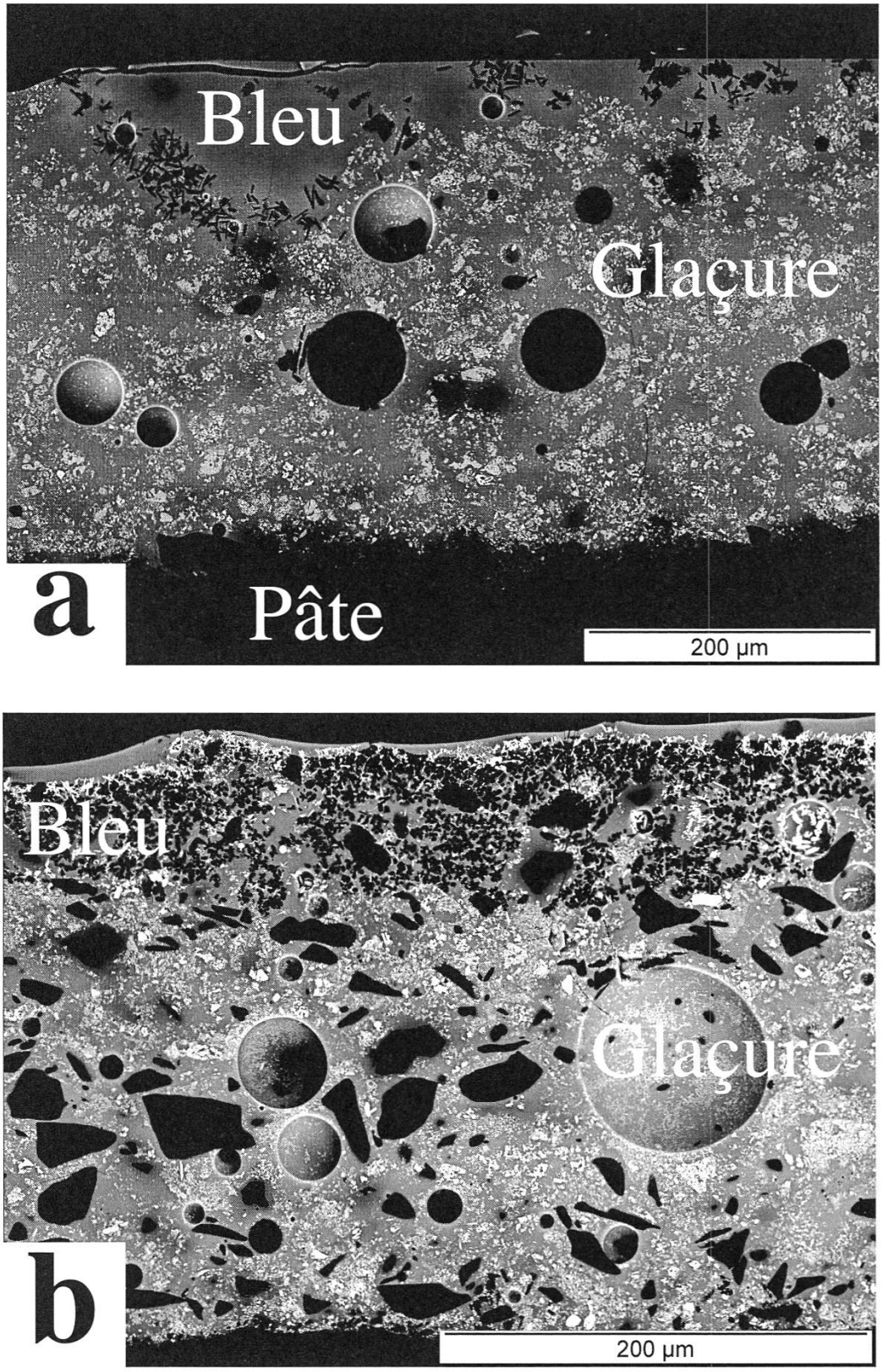
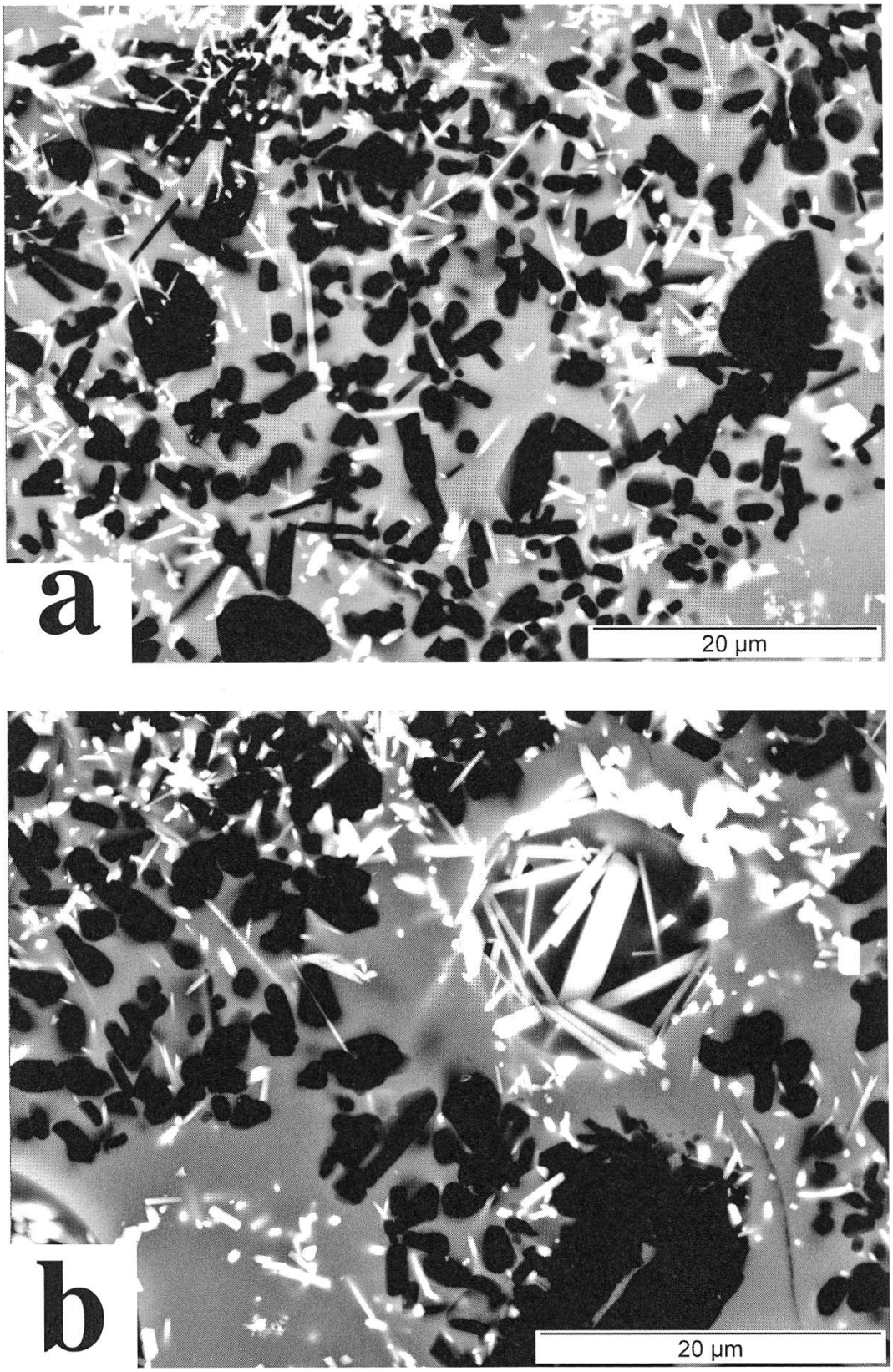


Fig. 10: ***Images au MEB en mode électrons rétrodiffusés des deux types de bleu de grand feu. Coupes perpendiculaires à la surface. (a) FR 4, de bas en haut: en noir la pâte avec aucune zone de réaction; la glaçure opaque blanche avec peu de gros quartz (noir); trait bleu avec limite irrégulière vers la glaçure et des petites aiguilles SiO_2 (noirs); (b) FR 6: on reconnaît les mêmes trois zones comme dans (a), mais le trait bleu a une microstructure complètement différente, plein de mini cristaux ronds SiO_2 et des aiguilles riches en arsenic. Photos MARINO MAGGETTI.***



<u>Fig. 11:</u> Images au MEB en mode électrons rétrodiffusés du bleu de FR 6. (a) On y voit la richesse en cristaux SiO_2 (noirs) et en aiguillettes ou baguettes à forte teneur d'arsenic (blancs) (b) La forme idiomorphe de ces aiguillettes apparaît bien pour celles enfermées dans une bulle de gaz. Photos MARINO MAGGETTI.

5.3 Comparaisons avec les faïences de Fribourg

Les faïences de Fribourg se démarquent chimiquement très clairement des produits de Stern et des Nuoffer, p. ex. par leur richesse en CaO (Fig. 5, Tab. 2). Il en va de même pour les catelles FR 83, FR 150, FR 183 et le perroquet FR 158 analysés par BLANC (2007a, b), qui eux aussi diffèrent dans les teneurs de certains oxydes et éléments traces.

5.4 Températures de cuisson

Les températures de cuisson des céramiques analysées ont été établies en comparant la composition minéralogique des poudres révélée par la diffractométrie aux RX, avec l'évolution minéralogique d'argiles calcaires respectivement de marnes en fonction de la température de cuisson (MAGGETTI 1982). Ce faisant, on peut opter pour des températures aux environs de 900°C pour l'association minéralogique (b), et supérieures à 950°C, mais inférieures à 1050°C pour (c), car des argiles calcaires fondent dès 1100°C (KÜPFER & MAGGETTI 1978). Ces déductions trouvent leur corollaire dans des pertes au feu supérieures pour l'association (b) par rapport à celles de (c).

5.5 Les glaçures opaques blanches

Il est étonnant de constater que les glaçures des deux catelles de Stern soient quelque peu divergentes dans leur composition, car on s'attendrait - pour un même poêle - à une plus forte homogénéité. On pourrait l'expliquer par la mise en œuvre de deux recettes différentes, et l'on pourrait invoquer les hypothèses suivantes: (1) Stern a dû refaire de la glaçure brute au moment de la fabrication des catelles de ce four; (2) Les deux catelles sont contemporaines mais une provient d'un autre atelier; (3) Une des catelles a été faite beaucoup plus tardivement par Stern ou par un autre atelier (réparation ?). Les différences microstructurales (Fig. 6: grains de quartz abondants dans FR 5, 6, 13, peu de grains de quartz dans FR 4/ Fig. 7: différente morphologie interne et dimension des amas de cassitérites de FR 4 et FR 5) soulignent le caractère divergent de FR 4 et plaident plutôt pour une origine de cet objet d'un autre atelier.

L'étonnement continue si l'on considère l'homogénéité des deux catelles des ateliers Nuoffer, traduisant ainsi une longévité de recettes, différentes de celles employées par Stern, et transmises d'André Nuoffer à Jean-Baptiste Nuoffer. Les différences d'épaisseur des glaçures d'une manufacture à l'autre pourrait traduire le soucis d'économiser l'étain coûteux.

Les recettes des glaçures pour ces quatre catelles sont différentes de celles pour la vaisselle en faïence de la manufacture du Sauvage (Fig. 9). En effet, elles se démarquent nettement de celles du type B, appliquées probablement vers la fin de la manufacture, mais se rapprochent de celles de type A du début de la manufacture.

Les microstructures éclaircissent quelque peu les recettes des glaçures. Les amas de cassitérites, souvent à contour anguleux (Fig. 7), sont des restes du blanc, c. à. d. de la masse vitreuse blanche opaque obtenue par frittage à haute température d'un mélange de calcine, de sable et de fondants (MAGGETTI 2013b). En France, le fondant dominant des glaçures à faïence était le sel (NaCl) qui fût certainement aussi employé à Fribourg vu les teneurs en sodium (Na_2O) et en chlore (Cl_2O), cf. Tab. 3. Pendant la cuisson, tout les quartz passèrent à l'état liquide et les cassitérites cristallisaient. Après refroidissement, le tout se présentait comme un verre opaque blanc, riche en cassitérites dans une matrice vitreuse. Ce blanc était ensuite réduit en poudre et mélangé avec de l'eau pour donner la glaçure blanche brute, prête à couvrir les dégourdis. Les fragments du blanc de FR 4 sont nettement plus grossiers que ceux des autres glaçures (Fig. 7a, b), traduisant un passage au moulin de glaçure plus bref – un argument supplémentaire pour une origine différente?

Les recettes de toutes les glaçures, sauf celle de FR 4, contiennent, en plus du blanc finement moulu, aussi un pourcentage de quartz broyé, bien reconnaissable aux contours anguleux (Fig. 6a). En regardant de près on note que les angles de ces grains sont légèrement arrondis, ce qui dénote un début de fusion lors de la cuisson de grand feu. Un tel ajout de grains de quartz au blanc est une pratique courante dans les ateliers de faïence français. Mais le sens d'une telle manière de faire est peu clair. Voulait-on augmenter la translucidité de la glaçure (KINGERY & ARONSON 1990)? Voulait-on rendre la poudre plus compacte (TITE 2009)? Aucun manuel technique ancien ou moderne ne fait allusion à ce type d'ajout (MAGGETTI 2013b).

FR 5 se démarque des autres par la présence de minuscules zones de glaçure homogène, sans cassitérites, où l'on remarque une bordure constituée par de petites baguettes SiO_2 (cristobalite ?), faisant apparaître un grain anguleux (Fig. 8b), un tout qui fait penser à des débris de verre moulu. Il semble donc qu'il faut compléter la recette de Stern par des ajouts de poudre vitreuse plombifère. La variabilité chimique est grande, même s'ils ne sont composés majoritairement que d'oxydes de plomb et de silice (Tab. 3). Un trait caractéristique est leur faible contenu en étain (SnO_2), dissout dans la phase vitreuse, car on ne voit pas de cristaux de cassitérite.

5.6 Les décors bleus

Les deux variantes microstructurales (Fig. 10) ont une composition chimique bien différente (Tab. 3). Le bleu de FR 4 a plus de Na_2O et de PbO, mais moins de SiO_2 que les bleus de FR 5 et FR 6. Pour les trois bleus, le chromophore est l'élément cobalt dissout dans la matrice vitreuse du bleu, aux teneurs de 0,2 à 0,7 % poids, suffisantes pour donner une belle couleur bleue. Cet élément chimique est associé avec de l'arsenic (As_2O_3) pour tous les trois bleus, avec du nickel (NiO) pour FR 4 et FR 6, avec du baryum (BaO) pour FR 5 et Fr 6 et avec du scandium (Sc_2O_3) pour FR 6. On est visiblement en présence de plusieurs recettes de bleu. Ces deux variantes structurales ont aussi été repérées dans d'autres faïenceries françaises contemporaines comme p. ex. dans la faïencerie du Bois d'Epense/Les Islettes (MAGGETTI 2007c, MAGGETTI ET AL. 2009b) pour la première, et dans celle de Granges-le-Bourg (MAGGETTI 2013b) pour la deuxième.

6. Conclusion

Il est vrai que cette étude archéométrique ne se base que sur un nombre restreint d'objets attribués aux ateliers de poêle de Rudolf Stern, d'André Nuoffer et de Jean-Baptiste Nuoffer. Les déductions et les interprétations exposées ci avant doivent en tenir compte - il ne peut s'agir que d'une première synthèse qu'il faudra étayer par une plus ample base de données. Néanmoins, ce travail met en évidence que les ateliers de Stern et ceux des Nuoffer utilisaient des recettes différentes pour la composition des pâtes céramiques d'une part, et des glaçures opaques blanches d'autre part. Il semble donc possible de distinguer les produits de ces ateliers par des analyses archéométriques – une piste prometteuse pour de recherches futures qui devront aussi expliquer les différences notables entre les deux catelles (FR 4, FR 5) du même poêle issu de l'atelier de Rudolf Stern.

Remerciements

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude aux personnes suivantes: GILLES BOURGAREL pour la recherche de catelles, JEAN-PAUL BOURQUI pour la préparation des lames minces et des sections polies, NICOLE BRUEGGER pour la mise au net de la Fig. 5, LAURENCE CESA pour la recherche de catelles et de photographies, MARGRIT FRUEH pour avoir communiqué à M. Maggetti l'iconographie du timbre PRO PATRIA 1984, ANNE-MARIE GARRET et JEAN ROSEN pour la traduction anglaise, CHRISTOPHE MAURON pour la mise à disposition de la Fig. 2, CHRISTOPH

NEURURER pour son aide à l'élaboration des protocoles d'analyses au MEB et ODETTE MARBACHER pour la préparation des perles FRX.

Bibliographie

BASTIAN, J. (2002): Strasbourg, Faïences et porcelaines 1721-1784. Tome 1, Strasbourg.

BELLWALD, U. (1980): Winterthurer Kachelöfen. Von den Anfängen des Handwerks bis zum Niedergang im 18. Jahrhundert. Bern.

BLANC, C. (2007a): Etude archéométrique de la faïencerie du Sauvage, Fribourg (1758-1810). Thèse non publiée, Département des Géosciences, Faculté des Sciences, Université de Fribourg.

BLANC, C. (2007b): Etude archéométrique. In: Maggetti, M. (dir.) La faïence de Fribourg (1753-1844). Faton, Dijon, 82-125.

BLEMEL, F. (1965): Deutsche Öfen. Der deutsche Kunstofen von 1480 bis 1910. Kachel- und Eisenöfen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. Süddeutscher Verlag, München.

BOSCHETTI-MARADI, A. (2006): Gefässkeramik und Hafnerei in der Frühen Neuzeit im Kanton Bern. Schriften des Bernischen Historischen Museums, 8. Bernisches Historisches Museum, Bern.

BOURGAREL, G. (2013): Les premiers témoignages de productions stannifères en Suisse et dans le canton de Fribourg (XVe-XVIIe siècles). In: Maggetti, M., Morin, G. et Rech, G. (éds.) Faïences et faïenceries de l'arc jurassien et ses marges, procédés techniques et décors, l'apport des sources et de l'archéologie. Actes de la deuxième table ronde Franco-Suisse, 24-25 octobre 2009, Vesoul. Conseil général de la Haute-Saône et Archives départementales de la Haute-Saône, Vesoul, 59-89).

CASTELLA, G. (1922): Histoire du Canton de Fribourg: depuis les origines jusqu'en 1857. Fragnière, Fribourg.

COLLECTIF (1981): Histoire du Canton de Fribourg. Tome 1. Saint-Paul, Fribourg.

DE ZURICH, P. (1928): La maison bourgeoise en Suisse. XXème volume, Le canton de Fribourg sous l'Ancien Régime. Orell Füssli, Zurich.

FRANZ, R. (1981): Der Kachelofen. Entstehung und kunstgeschichtliche Entwicklung vom Mittelalter bis zum Ausgang des Klassizismus. Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Graz.

FRÜH, M. (2005): Steckborner Kachelöfen des 18. Jahrhunderts. Orell Füssli, Zürich.

FRÜH, M. (2014): Biblische Bilder an Schweizerischen Kachelöfen. Eine keramische Bilderbibel. Keramik-Freunde der Schweiz, Mitteilungsblatt 128.

HEEGE, A. (2014): Ein Kachelofen von Johann Grütter, Hafner aus Seeberg, und Johann Heinrich Egli, Ofenmaler aus Aarau. Burgdorfer Jahrbuch, 21-40.

HIGY, W. (1999): Im Banne des Ofens. Der Ofensetzer Eduard Schaerer und das Hafnerhandwerk in der Stadt Basel. Basel.

JANKE, D.-M. (1989): Technik und Herkunft mittelalterlicher Ofenkacheln aus der Nordwestschweiz. Travail de diplôme, non publié, Institut de minéralogie de l'Université, Fribourg, Suisse.

JANKE, D.-M., GALETTI, G. & STERN, W. (1991): Mittelalterliche Ofenkacheln – chemische und mineralogische Untersuchungen. In: TAUBER, J. (Hsg.) Methoden und Perspektiven der Archäologie des Mittelalters. Archäologie und Museum, 20, 177-185.

JORDAN, M.-H. (2000): Le décor et l'iconographie des poêles du Grand Conseil. Patrimoine Fribourgeois 12, 29-38.

KINGERY, W. D. & ARONSON, M. (1990) : The glazes of Luca della Robbia, Faenza, 5, 221-225.

KÜPFER, TH. & MAGGETTI, M. (1978): Die Terra Sigillata von La Péniche (Vidy/Lausanne). Schweiz. Min. Petr. Mitt. 58, 189-212.

KULLING, C. (2001): Poêles en catelles du Pays de Vaud, confort et prestige. Les principaux centres de fabrication au XVIIIe s. Assocaition du Vieux-Lausanne, Lausanne.

MAGGETTI, M. (1982): Phase Analysis and its Significance for Technology and Origin. In: OLIN, J.S. & FRANKLIN, A.D. (eds): Archaeological Ceramics, Smithsonian Institution, Washington, 121-133.

MAGGETTI, M. (2007a, dir.): La faïence de Fribourg (1753-1844). Faton, Dijon.

MAGGETTI, M. (2007b): Technique de la faïence française (Fin XVIIIe/Début XIXe siècle). In: MAGGETTI, M. (dir.) La faïence de Fribourg. Faton, Dijon, 14-31.

MAGGETTI, M. (2007c): Analyses scientifiques des céramiques de la manufacture du Bois d'Epense dite « des Islettes ». In : J. Rosen (dir.). La faïencerie du Bois d'Epense dite « des Isletttes ». Une manufacture à l'étude. Edition Ville de Bar-le-Duc, 2007, 44-55.

MAGGETTI, M. (2012): Technology and Provenancing of French faience, In: HERRERO, J.M. & VENDRELL, M. (Eds.), Seminarios de la Sociedad Espanola de Mineralogia, 09, 41-64.

MAGGETTI, M. (2013a): La tuilerie-faïencerie de Granges-le-Bourg: analyses archéométriques de la céramique. - In: MAGGETTI, M., MORIN, D. & RECH, G. (eds.): Deuxième Table Ronde Franco-Suisse: Faïences et faïenceries de l'arc jurassien et ses marges. Procédés techniques et décors. L'apport des sources et de l'archéologie. Actes du colloque Vesoul 24-25.10.2009. Conseil général de la Haute-Saône, 33-57.

MAGGETTI, M. (2013b): Glaçures et pigments da la faïencerie Granges-le-Bourg (Haute Saône, France). Analyse et reconstitution technique. In: Janot, F., Giuliato, G. et Morin, D. (éds). Indices et traces: la mémoire des gestes. Actes du colloque international 16, 17 et 18 juin 2011, U. F. R. d'Odontologie de l'Université de Lorraine, Presses Universitaires de Nancy, Editions Universitaires de Lorraine, 319-360.

MAGGETTI, M. & GALETTI, G. (2000): Naturwissenschaftliche Analyse der Fayence von Matzendorf. In: 200 Jahre keramische Industrie in Matzendorf und Aedermannsdorf 1798-1998. Matzendorf, Verein "Freunde der Matzendorfer Keramik", 100-183.

MAGGETTI, M., MORIN, D., & SERNEELS, V. (2009a): High-Mg faiences from Granges-le-Bourg (Haute Saône, France). – Biro, K. T., Szilagyi, V., Kreiter, A. (eds). Proceedings of the conférence EMAC'07, 9th European Meeting on Ancient Ceramics, 24-27 October 2007, Budapest, Vessels: Inside and outside, 207-216.

MAGGETTI, M., ROSEN, J., & NEURURER, C. (2009b): Grand feu colours used in the faience manufacture Le Bois d'Epenses/Les Islettes (North-Eastern France, 18/19th centuries). Proceedings/Actes ISA 2006, 36th International Symposium on Archaeometry, 2-6 May 2006, Quebec City, Canada, 307-316.

MAGGETTI, M., SERNEELS, V., & STASCH, G. (2015): Composition and technology of 18th century high magnesia faïences from Fulda. Journal of Archaeological Science: Reports, 2, 40-50.

MATTER, A. & WILD, W. (1997): Neue Erkenntnisse zum Aussehen von Kachelöfen des 13. und frühen 14. Jahrhunderts. Befunde und Funde aus dem Kanton Zürich. Mittelalter-Moyen Age – Medioevo – Temp médiéval, 2, 77-95.

MATTER, A. & WILD, W. (2003): Frühe Kachelöfen aus dem Kanton Zürich. Archäologische Funde und Befunde (12. bis 15. Jahrhundert). In: Endres, W. & Schindler, K. (Hsg.) Beiträge vom 34. Internationalen Hafnerei-Symposium auf Schloss Maretsch in Bozen, Südtirol 2001. Innsbruck, 261-269.

ROSEN, J. (1995): La faïence en France du XIVè au XIXè siècle, Histoire et Technique. Editions errance, Paris.

ROSEN, J. (2009): La faïence de Nevers 1585-1900, Tome 1, Histoire et techniques. Faton, Dijon.

ROTH, E. (1999): Ein bernischer Fayence-Kachelofen aus dem Jahr 1518. Kunst und Architektur in der Schweiz 50/2, Bern, 22-32.

ROTH HEEGE, E. (2009): Zwischen Tradition und Innovation. Kachelöfen der Schweiz, 15.-17. Jahrhundert. In : SCHOLKMAN, B. et al. (Hsg), Zwischen Traditio und Wandel. Archäologie des 15. und 16. Jahrhunderts. Tübinger Forschungen zur historischen Archäologie, 3. Tübingen, 291-304.

ROTH HEEGE, E. (2011) : Die archäologischen Untersuchungen. In: ROTH HEEGE, E. & THIERRIN-MICHAEL, G. (2011) Frühneuzeitliche Hafnerei in Zug (Schweiz). Archäologische und archäometrische Untersuchungen. Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich 27, 53-59.

ROTH HEEGE, E. (2012): Ofenkeramik und Kacheln. Typologie, Terminologie und Rekonstruktion im deutschsprachigen Raum (CH, D, A, FL) mit einem Glossar in sechzehn Sprachen. Schweizer Beiträge zur Kulturgeschichte und Archäologie des Mittelalters, 39. Walter, Olten u. Freiburg i. Br..

ROTH KAUFMANN, E., BUSCHOR, R. et GUTSCHER, D. (1994): Spätmittelalterliche reliefierte Ofenkeramik in Bern. Herstellung und Motive. Bern.

SCHEIDIGER, H. (1998): REM Untersuchungen. Schlussbericht. Manuscrit non publié.

SCHNYDER, R. (1997, Hsg): Die Entdeckung der Stile. Die Hafnerei Keiser in Zug. Mitteilungsblatt Keramikfreunde der Schweiz, 109/110.

SCHNYDER, R. (1998): Schweizer Keramik aus vier Jahrhunderten 1500-1900. Ausstellungskatalog Schweiz. Landesmuseum, Prangins.

SCHNYDER, R. (2012): Mittelalterliche Ofenkeramik. Band I und II. Chronos, Zürich.

STRUB, M. (1964): La Maison de Justice ou Ancien Hôtel de Ville. In: Les Monuments d'art et d'histoire du Canton de Fribourg, tome I, la Ville de Fribourg. Birkhäuser, Bâle, 289-294.

TAUBER, J. (1980): Herd und Ofen im Mittelalter: Untersuchungen zur Kulturgeschichte am archäologischen Material vornehmlich der Nordwestschweiz (9.-14. Jahrhundert). Schweizer Beiträge zur Kulturgeschichte und Archäologie des Mittelalters, 7. Walter, Olten u. Freiburg i. Br.

THIERRIN-MICHAEL, G. (2011): Die archäometrische Untersuchung. In: ROTH HEEGE, E. & THIERRIN-MICHAEL, G. (2011) Frühneuzeitliche Hafnerei in Zug (Schweiz). Archäologische und archäometrische Untersuchungen. Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich 27, 59-64.

TITE, M. S. (2009) : The production technology of Italian maiolica: a reassessment. Journal of Archaeological Science, 36, 2065-2080.

TORCHE-JULMY, M.-TH. (1972/73): Ein bedeutender Kachelofen des Johann-Baptist Nuoffer in Freiburg. Freiburger Geschichtsblätter, 58, 74-77.

TORCHE-JULMY, M.-TH. (1979a): Poêles fribourgeois en céramique. Fragnière SA, Fribourg.

TORCHE-JULMY, M.-TH. (1979b): Les poêles en céramique. Trésors de l'artisanat en Suisse romande, Edita, Lausanne, 145-157.

TORCHE-JULMY, M.-TH. (2000): Les poêles, objets utilitaires ou symbole de pouvoir. Patrimoine Fribourgeois 12, 26-28.

VON FISCHER, H., FRÜH, M., HERZOG, G. und SCHLUP, M. (2013): Im Brennpunkt – die Sammlung historischer Kachelöfen. Ausstellungskatalog Schloss Jegenstorf, Jegenstorf.

***Tab. 1*: Liste des six objets analysés. SBCF = Service des Biens Culturels du Canton de Fribourg.**

No d'Analyse	Description	Atelier	Datation	Provenance
FR 4	Catelle de corps aux armes de la Famille Wild, poêle signé et daté. Décoration bleue de grand feu.	Stern, Rudolf	1776	SBC
FR 5	Catelle de corps aux armes de la Famille Wild, poêle signé et daté. Décoration bleue de grand feu (comme FR 4).	Stern, Rudolf	1776	SBC
FR 6	Catelle de corps. Décoration polychrome de grand feu, avec un porteur de marchandise dans un paysage fantaisiste. Monté dans un cadre en bois.	Nuoffer, André		SBC
FR 7	Pied de poêle, décoration bleue de grand feu (cf. Torche-Julmy 1979a, catalogue 99 et p. 115).	Nuoffer, André	1770-75	SBC
FR 8	Terre de remplissage d'un pied d'un poêle aux armes de la Famille Wild, signé et daté.			SBC
FR 13	Catelle de corps. Décoration bi-colore noire et bleu-verte de grand feu.	Nuoffer, Jean-Baptiste	1780-1810	SBC

***Tab. 2*: Résultat des analyses chimiques par FRX. Oxydes et PF en % poids, éléments en ppm. PF = perte au feu. FR 83, FR 150 et FR 183 = Deux catelles et un perroquet analysées par BLANC (2007a).**

Oxide/Elément	No. d'analyse								
	FR 4	FR 5	FR 6	FR 7	FR 8	FR 13	FR 83	FR 150	FR 183
SiO_2	63,79	63,94	63,89	65,47	77,82	64,62	75,91	55,03	60,04
TiO_2	0,55	0,55	0,62	0,58	0,46	0,56	0,59	0,57	0,63
Al_2O_3	12,65	12,70	13,80	12,68	11,03	12,73	11,61	12,81	13,25
Fe_2O_3	4,65	4,65	5,85	5,39	3,70	5,06	5,15	4,83	5,06
MnO	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09
MgO	2,25	2,30	2,18	2,07	1,17	2,02	1,27	2,62	1,96
CaO	11,63	11,61	9,72	10,28	1,28	10,59	0,84	19,08	12,28
Na_2O	1,58	1,59	1,10	1,14	2,08	1,07	1,32	1,25	1,77
K_2O	2,38	2,36	2,11	1,99	2,16	2,09	1,56	2,35	2,44
P_2O_5	0,11	0,11	0,10	0,10	0,07	0,11	0,07	0,18	0,47
Total	99,68	99,90	99,48	99,80	99,85	99,09	99,12	99,07	98,33
Ba	328	323	322	283	317	263	218	167	593
Cr	100	97	134	134	99	133	136	116	101
Cu	19	130	38	48	9	34	32	56	50
Nb	10	11	12	12	9	12	12	12	14
Ni	52	50	71	64	41	68	61	61	58
Pb	508	213	1085	932	20	305	6083	1436	1472
Rb	116	115	119	112	107	114	84	82	101
Sr	281	277	256	238	99	234	74	372	441
V	77	83	105	94	60	77	44		
Y	31	28	39	36	29	16	35	28	27
Zn	69	68	84	83	50	75	72	80	65
Zr	160	167	192	202	156	161	236	140	182
PF	0,88	2,76	1,98	0,72	3,33	2,56	0,26	0,28	5,28

***Tab. 3*: Résultat des analyses chimiques par MEB-SEM. Oxydes et Total en % poids. Spot = analyse ponctuelle.**

No. d'an.	Surface analysée/Spot	Na_2O	As_2O_3	MgO	Al_2O_3	SiO_2	Cl_2O	K_2O	SnO_2	CaO	TiO_2	Sc_2O_3	BaO	Fe_2O_3	CoO	NiO	PbO	Total
Feldspath K																		
FR 5_1	Spot	0,2			19,2	64,5		15,8						0,3				100,0
FR 6_1	80x50 µm	0,6			19,1	64,8		15,2						0,3				100,0
Mica (n=5)																		
FR 5_5	Spot			3,2	26,0	45,7		9,2		2,2	0,9			12,8				100,0
Glaçure (matrice vitreuse et cristaux)																		
FR 4_6	2x0.2 mm	2,1			1,2	41,7	0,4	1,4	13,1	1,9				0,5			37,7	100,0
FR 4_7	2x0.2 mm	2,1			1,2	41,9	0,4	1,4	13,1	1,8				0,5			37,6	100,0
FR 5_19	1x0.2 mm	2,2			1,3	43,2	0,6	1,2	12,2	1,6				0,5			37,2	100,0
FR 5_20	2.5x0.2 mm	2,1			1,3	42,9	0,4	1,1	11,7	1,7				0,4			38,4	100,0
FR 6_12	1.2x0.2 mm	2,0			1,8	45,3	0,8	1,3	16,5	1,3				0,4			30,6	100,0
FR13_3	400x150 µm	2,1			1,6	45,3	0,4	1,2	16,9	1,7				0,4			30,4	100,0
Débris de verre (sans les cristaux de bord)																		
FR 5_17	8x8 µm	2,5			1,4	44,4	0,5	1,9	1,0	3,1				0,5			44,7	100,0
FR 5_18	8x8 µm	2,2			1,3	44,8	0,4	1,6	1,2	7,0				0,6			40,9	100,0
FR 5_23	60x30 µm	1,4			0,9	58,2	0,4	0,8	1,6	1,2				0,3			35,2	100,0
FR 5_24	60x30 µm	1,7			0,0	57,1	0,5	0,9	1,1	1,3				0,3			37,1	100,0
FR 5_25	5x5 µm	2,2			1,5	45,0	0,4	1,9	1,3	4,4				0,5			42,8	100,0
Décor bleu (matrice vitreuse et cristaux)																		
FR 4_8	60x50 µm	2,3	0,1		1,4	49,2	0,3	2,2	1,6	1,6				1,5	0,4	0,2	39,2	100,0
FR 5_20	60x20 µm	1,5	0,7		1,2	59,5	0,4	1,4	1,2	0,9			1,4	0,5	0,2		31,1	100,0
FR 5_21	60x20 µm	1,6	1,0		1,7	56,9	0,4	1,6	1,0	1,2			1,5	0,6	0,3		32,2	100,0
FR 6_13	50x40 µm	1,0	1,8		1,4	58,6	0,2	1,3	1,3	0,6		0,2	0,7	0,8	0,7	0,2	31,2	100,0
FR 6_14	50x40 µm	1,0	2,0		1,3	55,4	0,3	1,3	1,2	0,9		0,3	1,2	0,7	0,6	0,1	33,7	100,0