

**Zeitschrift:** Zeitschrift für schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte =  
Revue suisse d'art et d'archéologie = Rivista svizzera d'arte e  
d'archeologia = Journal of Swiss archeology and art history

**Herausgeber:** Schweizerisches Nationalmuseum

**Band:** 66 (2009)

**Heft:** 4: Weihegeschenke an die Madonna von Einsiedeln

**Artikel:** Etude d'un corpus d'objets sacrés provenant du monastère d'Einsiedeln

**Autor:** Hunger, Katja / Wörle, Marie / Gübelin, Susy

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-169832>

### **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:** 12.01.2026

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

# Etude d'un corpus d'objets sacrés provenant du monastère d'Einsiedeln

de KATJA HUNGER, MARIE WÖRLE, SUSY GÜBELIN et STEFANOS KARAMELAS

L'équipe de scientifiques du laboratoire de recherche en conservation du Centre des collections du Musée national suisse s'est vue confier l'étude d'un corpus d'objets sacrés provenant du monastère d'Einsiedeln. Ce corpus est constitué de trois calices du début du 17<sup>e</sup> siècle et d'un ciboire datant de la fin du 16<sup>e</sup> siècle, précisément décrits dans l'article de Rudolf Distelberger et Hanspeter Lanz. Cette étude consistait à déterminer les matériaux dont étaient constitués ces objets; tels que la composition des alliages, la nature et la caractérisation des gemmes. Les examens des gemmes ainsi que les analyses ont été menées dans le laboratoire du musée en collaboration avec le curateur et la conservatrice-restauratrice du ressort en question. La caractérisation des gemmes a été réalisée en collaboration avec le laboratoire de gemmologie Gübelin (Gübelin Gem Lab). Les résultats de cette étude ont aussi été comparés avec les observations du Père Eustache Tonassini effectuées entre 1794 et 1798 lorsqu'il rédigea et documenta par de très fines et précises esquisses l'inventaire des trésors du monastère d'Einsiedeln. La composition des alliages a été définie par la spectrométrie de fluorescence des rayons X.

## Méthodes d'analyse

Le laboratoire de recherche en conservation du Centre des collections du musée national suisse a pour missions de fournir aux conservateurs-restaurateurs ainsi qu'aux curateurs du musée les méthodes les mieux adaptées pour l'examen, la caractérisation et l'analyse des objets d'intérêt culturel et historique, d'effectuer des recherches sur les œuvres du patrimoine et les matériaux qui les constituent ainsi que de développer et optimiser les méthodes de conservation. Les collaborateurs du laboratoire travaillent en synergie avec les conservateurs-restaurateurs et les curateurs. Le laboratoire, qui bénéficie d'une infrastructure adaptée aux besoins des musées emploie des méthodes d'analyses non- ou micro-destructives. Pour ce projet d'étude, les techniques d'analyse choisies ont été la spectrométrie de diffusion Raman pour l'analyse moléculaire, et la spectrométrie de fluorescence des rayons X pour l'analyse élémentaire. L'analyse gemmologique «classique» a été réalisée sous loupe binoculaire et sous rayonnement de lumière ultraviolette afin d'identifier la nature des gemmes (synthétique, naturelle ou imitation) et d'établir si elles avaient subi un traitement pour améliorer leur appa-



Fig. 1 Mise en place du calice de 1605 dans la chambre d'analyse du spectromètre de fluorescence des rayons X.

rence (irradiation, chauffage etc.). Plus précisément, la loupe binoculaire<sup>1</sup> a été utilisée pour observer, sous différents agrandissements (de 10x à 200x), les caractéristiques internes des gemmes (inclusions, zonage des couleurs, etc.). La lampe à lumière ultraviolette<sup>2</sup> est utilisée pour observer leur luminescence sous rayons ultraviolets longs (365 nm) et courts (254 nm).

La spectrométrie de fluorescence des rayons X<sup>3</sup> est une méthode non destructive. L'objet est placé dans une chambre de mesure où un faisceau de rayons X est projeté sur la partie à analyser. Les éléments de l'échantillon sont ainsi excités et émettent à leur tour leur propre rayonnement de fluorescence des rayons X. Cette méthode permet d'identifier les éléments dont le numéro atomique est supérieur à 10, comme le néon. La taille de ce faisceau est de 50 micromètres: cette haute résolution spatiale permet des études très précises. Il est ainsi possible d'analyser de très petites surfaces, telles que des détails sur un objet, des points de soudure ou des perles ou gemmes de quelques millimètres. Cet appareil<sup>4</sup> est doté d'une table de mesure motorisée permettant de déplacer l'objet sans avoir à le manipuler, en fonction des parties devant être analysées. La camera, dotée d'un objectif de grossissement 50x, complète cette infrastructure et permet une documentation précise des points analysés (fig. 1).



La spectrométrie Raman<sup>5</sup> est une méthode d'analyse qui permet d'identifier à une échelle micrométrique les composés d'un matériau de façon non-destructive. Cette méthode étudie les modifications de la lumière diffusée par un objet lorsque celui-ci est éclairé par une lumière monochromatique, fournie par un laser. Ces variations de longueur d'onde résultent d'une interaction de la lumière laser

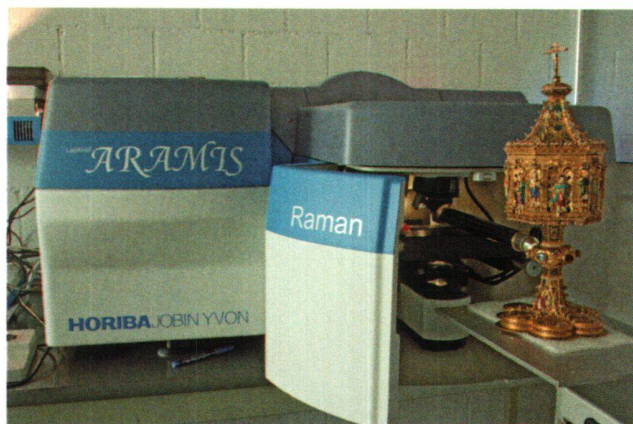


Fig. 2 Analyse par spectrométrie Raman des pierres colorées du ciboire.

avec les vibrations entre les atomes dans l'échantillon, qui dépendent de la structure, donc de la nature des matériaux. Le spectre obtenu est une empreinte spécifique pour chaque composé qui, de ce fait, permet son identification. Cette technique d'analyse est très performante pour l'étude des gemmes.<sup>6</sup> D'une part, leur nature cristalline permet d'obtenir des spectres Raman facilement interprétables et, d'autre part, la très haute résolution spatiale de cet appareil permet d'analyser les inclusions présentes dans ces minéraux. L'objet est placé sans aucune préparation préalable sur une table de mesure, face au laser qui, lui, est muni d'un objectif de grossissement 50x ou 100x. Il n'y a aucun contact entre la surface analysée et l'appareil. Le spectromètre Raman du laboratoire<sup>7</sup> est muni de trois lasers de longueurs d'onde différentes afin de pouvoir analyser une très large palette de composés (fig. 2).

Les quatre objets très finement décorés par des émaux de haute qualité ou des volutes étaient fragiles et, de ce fait, très délicats à manipuler. Leur conservation excluant tout démontage des différents éléments qui les composent (sauf pour le calice de 1609) leur examen a été possible uniquement là où leur géométrie complexe permettait l'accès des objectifs des spectromètres (fig. 3).

### Résultats et interprétation

L'analyse gemmologique classique a démontré que les gemmes présentes sur ces quatre objets étaient toutes naturelles. Nulle trace pouvant laisser supposer des gemmes de synthèse ou des imitations (verres, doublets, triplets etc.)

n'a été trouvée. Les tailles des cristaux sont connues au moins depuis le 16<sup>e</sup> siècle. Les perles lorsqu'elles étaient accessibles, ont été analysées à l'aide de la spectrométrie de fluorescence des rayons X. Leur concentration en manganèse et en strontium amène à penser qu'elles proviennent probablement toutes d'eau de mer. Les perles présentes sur les calices de 1609 et de 1605 sont de formes baroques ou

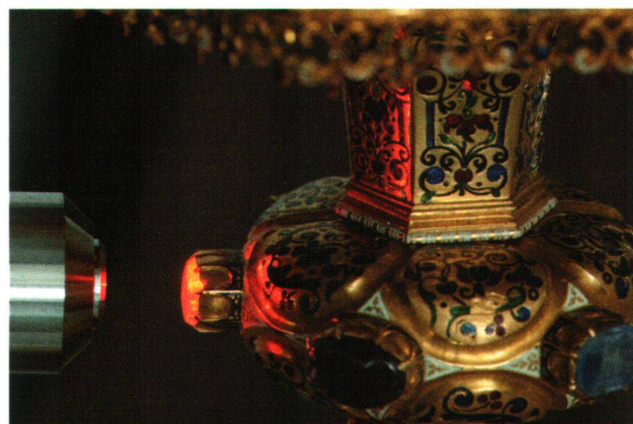


Fig. 3 Analyse par spectrométrie Raman en utilisant le laser rouge (633 nm) d'un saphir du ciboire.

boutons, leur diamètre varie de 4,4 à 7,7 mm pour le calice de 1609 et de 2,7 à 6,5 mm pour le calice de 1605 (fig. 4). Les résultats des analyses des alliages et des gemmes des quatre objets sont présentés ci-dessous:

#### Calice de 1609

Le calice de 1609 (N° 5), comme il a été écrit dans l'article de Rudolf Distelberger et Hanspeter Lanz (voir p. 227-233), présente une rupture de style entre le pied et la partie constituée du nœud et de la coupe. Les types d'ornements et les montures des pierres sont distincts. Afin peut-être de préciser si cet objet avait été réalisé en plusieurs étapes, les compositions des alliages des différentes parties de cet

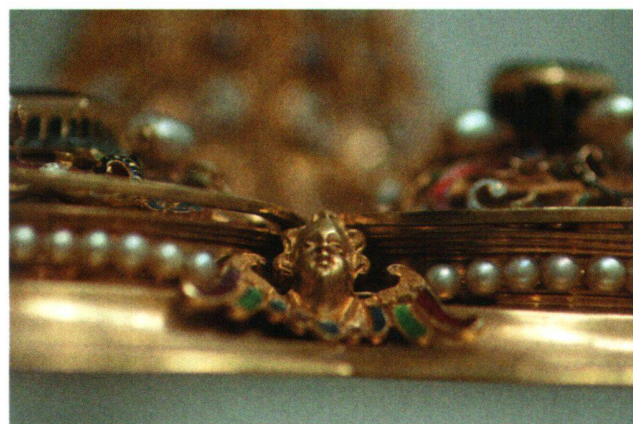


Fig. 4 Perles, en forme bouton, qui décorent le pied du calice de 1605 (largeur en moyenne de 3,5 mm).



objet ont été analysées, à savoir la coupe, le nœud, le pied intérieur et extérieur, les blasons, les ornements ainsi que les vis et les montures des pierres.

La composition des alliages utilisés pour la coupe, le nœud et le pied sont presque identiques. Ces alliages, très riches en or, sont constitués de 82 à 85% d'or, de 8 à 10% d'argent et de 5 à 8% de cuivre. Les alliages utilisés pour les

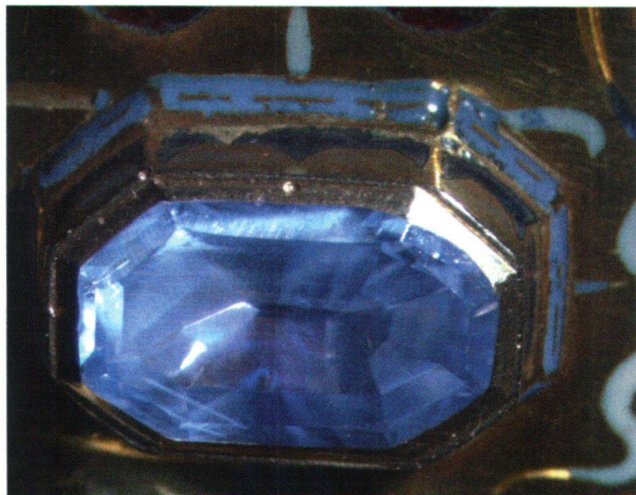


Fig. 5 Saphir O5CN1S2, taille octogonale à degrés (largeur: environ 9,5 mm).

blasons, les ornements, les vis ainsi que les montures sont quant à eux un peu plus riches en argent et en cuivre. Ces résultats ne permettent pas de mettre en évidence l'utilisation de deux alliages différents pour réaliser le pied d'une part et la partie constituée du nœud et de la coupe.

Cinquante-deux gemmes, dont vingt-huit pierres colorées de tailles et de formes différentes et vingt quatre perles garnissent le calice. Plus précisément, les pierres sont taillées en cabochons, en roses et à degrés. Elles sont aussi façonnées en forme d'ovales, de rectangles, d'octogones et de carrés. Leur largeur varie de 4,3 à 15,2 mm. La coupe est ornée de trois grenats dont un de type pyralspite (principalement d'almandine) et deux de type ugrandite (principalement de grossulaire), d'un saphir, d'un péricote, d'une citrine et de six rubis. Le nœud est quand à lui décoré de six rubis. Le pied est orné de cinq améthystes, de trois rubis, d'un grenat de type ugrandite (principalement de grossulaire) et d'un grenat de type pyralspite (principalement d'almandine). Les résultats sont inscrits dans le tableau 1 en annexe (voir aussi les figs. 5 et 6).

#### Calice de 1605

Le calice de 1605 (N° 6) présente, tout comme le calice de 1609, des différences de style entre le pied et la partie constituée par le nœud et la coupe (voir p. 221–227). Les alliages utilisés pour la fabrication des différents éléments du calice tels que la coupe, le pied, les vis et les ornements ont été analysés. La composition des alliages de la coupe et

du pied sont presque identiques. Il s'agit de nouveau d'un alliage riche en or: 86 à 87% d'or, environ 7 à 8% d'argent et 5% de cuivre. La composition des alliages utilisés pour la réalisation des ornements et des vis est plus riche en argent et en cuivre. Ces résultats ne permettent pas de mettre en évidence l'utilisation de deux alliages différents pour la fabrication du pied et de la coupe.

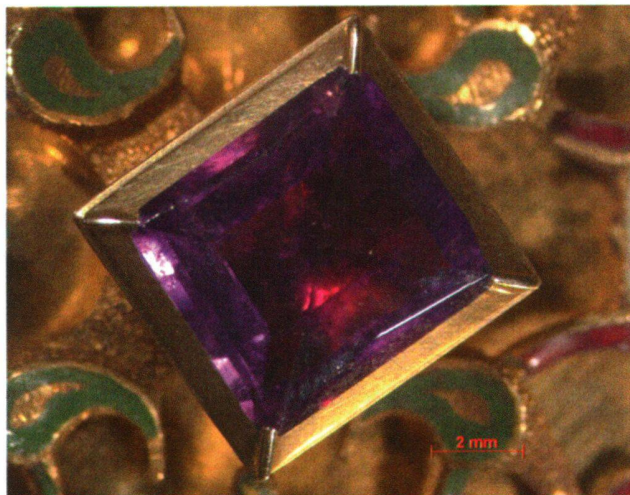


Fig. 6 Améthyste O5FN2S3, taille carrée à degrés (largeur: environ 7,5 mm).

Soixante-trois pierres colorées et environ cent cinquante perles habillent ce calice. Les tailles et les formes de ces pierres sont identiques à celles observées sur le calice de 1609. Toutefois, certaines pierres sont taillées en forme coussin. La largeur des pierres varie de 2,3 à 13,2 mm. La coupe est ornée de quatorze grenats dont huit de type pyralspite (principalement d'almandine) et six de type ugrandite (principalement de grossulaire), de douze rubis, de deux améthystes, de trois saphirs, de quatre péricotes, et d'une citrine. Le nœud est, quant à lui, décoré de quatre grenats dont un de type pyralspite (principalement d'almandine) et quatre de type ugrandite (principalement de grossulaire), de cinq rubis, d'un saphir, d'un péricote, de deux émeraudes ainsi que d'un diamant. Le pied est orné de trois améthystes, de trois grenats de type ugrandite (principalement de grossulaire) et de six péricotes. Les résultats sont indiqués dans le tableau 2 en annexe.

#### Calice Laubenberg

Le calice Laubenberg (N° 8) présente une claire unité dans son style (voir p. 242–245). Les différentes parties qui constituent cet objet ont été analysées, soit la coupe et le pied ainsi que les montures des pierres. Les alliages utilisés pour la fabrication de ce calice sont pratiquement identiques. Ils sont riches en or: environ 80% d'or, 11% d'argent et 8% de cuivre.

Les vingt-trois pierres qui recouvrent ce calice sont toutes des diamants. Les types de taille de ces diamants



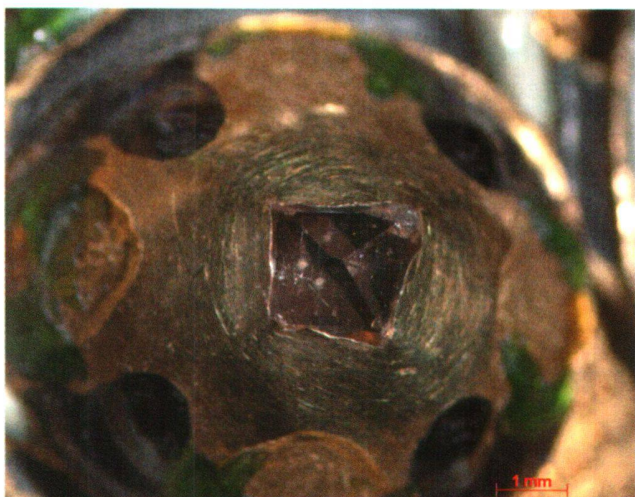


Fig. 7 Diamant O8FP1, taille en pointe (largeur: environ de 3 mm).

sont obtenus à partir de la forme brute naturelle (fig.7). Ils sont au nombre de trois, la taille en pointe («point cut»), la taille en table («table cut») et la taille «mis en huit» («old single cut»)<sup>8</sup>.

#### Ciboire

La coupe du ciboire (voir p. 210–218) est constituée d'une coupe intérieure qui, à partir de son encolure, est entourée d'un cylindre très finement ciselé, repoussé et décoré d'émaux et de pierres colorées. L'épaisseur du métal utilisé pour la coupe interne est plus fine que celle du métal soutenant les multiples ornements de la partie extérieure. Les alliages des deux parties de la coupe ont été analysés. Leur composition est pratiquement identique et homogène. Il s'agit de nouveau d'un alliage riche en or: 82 à 85% d'or, 7 à 8% d'argent et 6 à 9% de cuivre.

Dix-sept pierres colorées de très belle qualité décorent le ciboire. Ces pierres sont taillées en cabochons, en roses et à degrés. Elles sont façonnées en formes d'ovale, de presque rond, de rectangle, d'octogone et de coussin. Leur largeur varie de 3,7 à 13,7 mm. La coupe est ornée de onze grenats, dont neuf de type pyralspite (principalement d'almandine) et deux de type ugrandite (principalement de grossulaire). Le nœud est, quand à lui, décoré de deux grenats de type pyralspite (principalement d'almandine) et d'un autre de type ugrandite (principalement de grossulaire) ainsi que de trois saphirs bleu clair. Les résultats sont reportés dans le tableau 3 en annexe.

#### *Corrélation entre les identifications des gemmes effectuées par le laboratoire et celles par le Père Eustache Tonassini*

Mis à part quelques cas isolés, il est possible d'établir une corrélation entre les résultats obtenus au laboratoire et les

identifications du Père Eustache Tonassini. Les tableaux 1, 2, et 3 présentent pour chaque pierre sa caractérisation par les méthodes d'analyses spectrométriques ainsi que son identification par Tonassini. Il est important de rappeler que l'éclairage du 18<sup>e</sup> siècle dont disposait Tonassini était bien différent de celui d'aujourd'hui. Ce fait a certainement dû avoir une influence sur les descriptions et observations écrites dans l'inventaire du trésor du monastère qu'il a établies.

Tonassini semble avoir identifié les gemmes principalement en se référant à leur couleur. Ce qu'il nomme «hyacinth» sont des grenats de type ugrandite (principalement de grossulaire) présentant une couleur orange. Ce qu'il nomme des grenats sont, quand à eux, des grenats de type pyralspite (principalement d'almandine), de couleur rouge plus foncée. Pour ce qui est des rubis, il s'agit en effet le plus souvent de rubis, mais parfois aussi de grenats de couleur rouge de type pyralspite (principalement d'almandine). Les pierres identifiées en tant qu'améthystes sont dans la plupart des cas de réelles améthystes, mais deux d'entre elles étaient des grenats de couleur pourpre rougeâtre de type pyralspite (principalement d'almandine).

Les pierres identifiées comme étant des saphirs sont, à une exception près, des saphirs. Les pierres qu'il a qualifiées de «chrysolith» sont en réalité des péridots de couleur vert clair. Les pierres qu'il a nommées émeraude sont parfois des émeraudes, mais parfois aussi des péridots de taille importante présentant en général une couleur plus foncée que les autres.

La pierre qu'il nomme topaze est une citrine. De même la pierre qu'il nomme Weislochstein est un diamant incolore avec une très légère teinte gris clair. Les diamants qu'il a inventoriés sur le calice Laubenberg sont d'authentiques diamants.

#### *Conclusion et perspectives*

Les analyses strictement non-destructrices effectuées au laboratoire de recherche en conservation, ont montré que l'ensemble des quatre objets, calices et ciboire, a été fabriqué à partir d'alliages riches en or et orné de gemmes, toutes d'origine naturelle. Les collaborateurs du laboratoire ont disposé d'un mois pour réaliser cette étude, c'est-à-dire pour caractériser l'ensemble des matériaux utilisés. Il reste encore beaucoup de points à éclaircir. Dans son inventaire, le père Eustache Tonassini mentionnait l'utilisation d'«arabisches Gold». Cette appellation faisait-elle référence à une provenance de l'or probable d'Orient ou d'Afrique,<sup>9</sup> ou s'agit-il d'une terminologie utilisée pour un certain type d'alliage? De même, les gemmes sont qualifiées d'«orientalisch»: qu'implique cet adjectif? L'analyse des inclusions présentes dans les pierres colorées permettrait certainement de répondre à cette question. Une étude plus approfondie des ces objets, de qualité exceptionnelle, apporterait beaucoup d'informations sur la provenance des matériaux utilisés.

Tableau 1

Résultats des analyses et des identifications des pierres colorées du Calice de 1609 (N°5)

#### Numérotation des pierres

La pierre de départ pour la numérotation des pierres du pied calice de 1609 commence au blason d'Einsiedeln. Le point de repère pour la numérotation des pierres du noeud et de la coupe du calice de 1609 sont les coqs en emails. La numérotation par la suite prend le sens des aiguilles d'une montre.

Les deux premiers caractères se réfèrent à l'objet (O5 signifie objet calice N°5). Le troisième caractère se réfère à la partie de l'objet (C pour Coupe, K pour Noeud et F pour Pied). Les quatrième et cinquième caractères indiquent le niveau en partant du haut de la partie de l'objet précédemment indiqué (N1, N2 ou N3). Les deux derniers caractères indiquent le numéro de la pierre, pour ce niveau et cette partie de l'objet.

N° de pierre	Couleur	Résultats du laboratoire	Identification Tonassini
O5CN1S1	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
O5CN1S2	bleu	Saphir	Saphire
O5CN1S3	vert	Péridot (olivine)	Chrysolith
O5CN1S4	pourpre	Quartz, améthyste	Amethyst
O5CN1S5	jaune pâle	Quartz, citrine	Topaz
O5CN1S6	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Topaz
O5CN2S1	rouge	Rubis	Rubin
O5CN2S2	rouge	Rubis	Rubin
O5CN2S3	rouge	Rubis	Rubin
O5CN2S4	rouge	Rubis	Rubin
O5CN2S5	rouge	Rubis	Rubin
O5CN2S6	rouge	Rubis	Rubin
O5KN1S1	rouge	Rubis	Rubin
O5KN1S2	rouge	Rubis	Rubin
O5KN1S3	rouge	Rubis	Rubin
O5KN2S1	rouge	Rubis	Rubin
O5KN2S2	rouge	Rubis	Rubin
O5KN2S3	rouge	Rubis	Rubin
O5FN1S1	rouge	Rubis	Rubin
O5FN1S2	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Topaz
O5FN1S3	rouge	Rubis	Rubin
O5FN1S4	pourpre	Quartz, améthyste	Amethyst
O5FN1S5	rouge	Rubis	Rubin
O5FN1S6	pourpre	Quartz, améthyste	Amethyst
O5FN2S1	pourpre	Quartz, améthyste	Amethyst
O5FN2S2	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Granat oder Rubin
O5FN2S3	pourpre	Quartz, améthyste	Amethyst
O5FN2S4	pourpre	Quartz, améthyste	Amethyst

Tableau 2

Résultats des analyses et des identifications des pierres colorées du Calice de 1605 (N°6)

#### Numérotation des pierres

La pierre de départ pour la numérotation des pierres du calice de 1605 est au même niveau à la verticale que le «cremoser Granat», imposante pierre fissurée en son milieu, situé sur la coupe. La numérotation par la suite prend le sens des aiguilles d'une montre. Les deux premiers caractères se réfèrent à l'objet (O6 signifie objet calice N°6). Le troisième caractère se réfère à la partie de l'objet (C pour Coupe, K pour Noeud et F pour Pied). Les quatrième et cinquième caractères indiquent le niveau en partant du haut de la partie de l'objet précédemment indiqué (N1, N2 ou N3). Les deux derniers caractères indiquent le numéro de la pierre, pour ce niveau et cette partie de l'objet.

N° de pierre	Couleur	Résultats du laboratoire	Identification Tonassini
O6CN1S1	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
O6CN1S2	rouge	Rubis	Rubin
O6CN1S3	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
O6CN1S4	rouge	Rubis	Rubin
O6CN1S5	pourpre	Quartz, améthyste	Amethyst
O6CN1S6	rouge	Rubis	Rubin
O6CN1S7	pourpre rougeâtre	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Amethyst
O6CN1S8	rouge	Rubis	Rubin
O6CN1S9	bleu	Saphir	Saphyr
O6CN1S10	rouge	Rubis	Rubin
O6CN1S11	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
O6CN1S12	rouge	Rubis	Rubin
O6CN2S1 droit	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Cremoneser Granat
O6CN2S1 gauche	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Cremoneser Granat
O6CN2S2	bleu	Saphir	Saphyr
O6CN2S3	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Granat oder Rubin
O6CN2S4	vert	Péridot (olivine)	Chrysolith
O6CN2S5	vert	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
O6CN2S6	pourpre rougeâtre	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Amethyst
O6CN2S7	vert	Péridot (olivine)	Chrysolith



<i>N° de pierre</i>	<i>Couleur</i>	<i>Résultats du laboratoire</i>	<i>Identification Tonassini</i>
O6CN2S8	vert	Peridot (olivine)	Chrysolith
O6CN2S9	jaune	Citrine	Topaz
O6CN2S10	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
O6CN2S11	pourpre	Quartz, améthyste	Amethyst
O6CN2S12	bleu	Saphir	Saphyr
O6CN3S1	rouge	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
O6CN3S2	rouge	Rubis	Rubin
O6CN3S3	vert	Péridot (olivine)	Saphyr
O6CN3S4	rouge	Rubis	Rubin
O6CN3S5	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
O6CN3S6	rouge	Rubis	Rubin
O6CN3S7	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
O6CN3S8	rouge	Rubis	Rubin
O6CN3S9	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Granat
O6CN3S10	rouge	Rubis	Rubin
O6CN3S11	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
O6CN3S12	rouge	Rubis	Rubin
O6KN1S1	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
O6KN1S2	rouge	Rubis	Rubin
O6KN1S3	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Hyacinth
O6KN1S4	vert	Emeraude	Smaragd
O6KN1S5	vert	Péridot (olivine)	Chrysolith
O6KN1S6	rouge	Rubis	Rubin
O6KN2S1	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Pas d'identification*
O6KN2S2	rouge	Saphir	Saphyr
O6KN2S3	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Pas d'identification*
O6KN2S4	rouge	Rubis	Rubin
O6KN2S5	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Pas d'identification*
O6KN2S6	incolore	Diamant	Weislochstein
O6KN3S1	rouge	Rubis	Rubin
O6KN3S2	vert	Emeraude	Smaragd
O6KN3S3	rouge	Rubis	Rubin
O6FN1S1	pourpre	Quartz, améthyste	Amethyst
O6FN1S2	vert	Peridot (olivine)	Smaragd
O6FN1S3	pourpre	Quartz, améthyste	Amethyst
O6FN1S4	vert	Péridot (olivine)	Smaragd

<i>N° de pierre</i>	<i>Couleur</i>	<i>Résultats du laboratoire</i>	<i>Identification Tonassini</i>
O6FN1S5	pourpre	Quartz, améthyste	Amethyst
O6FN1S6	vert	Péridot (olivine)	Smaragd
O6FN2S1	vert	Peridot (olivine)	Smaragd
O6FN2S2	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
O6FN2S3	vert	Péridot (olivine)	Smaragd
O6FN2S4	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
O6FN2S5	vert	Péridot (olivine)	Smaragd
O6FN2S6	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth

\* Gemmes absentes, non identifiées dans le descriptif de l'objet, mais dessinées dans les esquisses de l'inventaire établi par le Père Eustache Tonassini.

Tableau 3

Résultats des analyses et des identifications des pierres colorées du Ciboire

#### Numérotation des pierres

La pierre de départ pour la numérotation des pierres du ciboire est au même niveau à la verticale que le blason d'Einsiedeln. La numérotation par la suite prend le sens des aiguilles d'une montre.

Le premier caractère se réfère à l'objet (Z signifie objet ciboire). Le deuxième caractère se réfère à la partie de l'objet (C pour Coupe, K pour Noeud et F pour Pied). Les troisième et quatrième caractères indiquent le niveau en partant du haut de la partie de l'objet précédemment indiqué (N1, N2 ou N3). Les deux derniers caractères indiquent le numéro de la pierre, pour ce niveau et cette partie de l'objet.

N° de pierre	Couleur	Résultats du laboratoire	Identification Tonassini
ZCN1S1	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
ZCN1S2	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
ZCN1S3	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
ZCN1S4	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
ZCN1S5	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
ZCN2S1	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
ZCN2S2	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
ZCN2S3	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
ZCN2S4	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
ZCN2S5	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
ZCN2S6	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin
ZKS1	bleu	Saphir	Saphyr
ZKS2	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
ZKS3	bleu	Saphir	Saphyr
ZKS4	orange	Grenat, type ugrandite (maj. grossulaire)	Hyacinth
ZKS5	bleu	Saphir	Saphyr
ZKS6	rouge	Grenat, type pyralspite (maj. almandine)	Rubin

Fig. 1–4: Michael Wörle, Zurich.

Fig. 5–7: Auteur.

#### NOTES

- 1 Binoculaire, Zeiss, Stemi 2000-CS.
- 2 Lampe ultraviolet: System Eickhorst UV, de puissance 8 watt, qui émet les ultraviolets longs à 366 nm et les ultraviolets courts à 254 nm.
- 3 DOUGLAS A. SKOOG / F. JAMES HOLLER / TIMOTHY A. NIEMAN, *Principes d'analyse instrumentale*, Paris 2003, p. 288–293.
- 4 Spectromètre de fluorescence des rayons X, à énergie dispersive, équipé d'un tube de Rhodium, d'une lentille polycapillaire permettant une résolution de 50 micromètres. Appareil Eagle III XXL, EDAX, Rönalytic.
- 5 CLAUDE COUPRY, *Identifier les matériaux du patrimoine. La microspectrométrie Raman*, in: Culture et recherche, N° 104, 2005, p. 8–10.
- 6 MICHÈLE PINET / DAVID C. SMITH / BERNARD LASNIER, *Utilité de la microsonde Raman pour l'identification des gemmes*, in: Revue de gemmologie, Hors série, 1992, p. 11–60.
- 7 Spectromètre de diffusion Raman: LabRam Aramis, Horiba Jobin Yvon, équipé des lasers: Nd:YAG laser à 532 nm, He/Ne laser à 632.8 nm et laser diode à 785 nm.
- 8 HERBERT TILLANDER, *Diamond cuts in Historic Jewellery, 1381–1910*, Art Books International, 1995.
- 9 FRANÇOIS PERNOT, *L'or*, Chamalières 2004. – MARIA F. GUERRA / THOMAS CALLIGARO, *Gold cultural heritage: a review of studies of provenance and manufacturing technologies*, in: Measurement Science and Technology 14, 2003, p. 1527–1537. – BENVENUTO CELLINI, *Traité de l'orfèvrerie et de la sculpture* (trad. de LÉOPOLD LECLANCHÉ), Paris 1992.



## RÉSUMÉ

Un corpus d'objets sacrés provenant du monastère d'Einsiedeln, constitué de trois calices du début du 17<sup>e</sup> siècle et d'un ciboire datant de la fin du 16<sup>e</sup> siècle, a été analysé au laboratoire de recherche en conservation du Centre des collections du Musée national suisse. Cette étude consistait à déterminer les matériaux dont étaient constitués ces objets; tels que la composition des alliages, la nature et la caractérisation des gemmes. L'analyse gemmologique classique ainsi que les analyses strictement non-destructrices par spectroscopie de fluorescence des rayons X et de spectroscopie Raman, des matériaux constituant ces objets, ont été menées dans le laboratoire du Musée national suisse et en collaboration avec le laboratoire de gemmologie Gübelin (Gübelin Gem Lab). Les résultats de cette étude ont aussi été comparés avec les observations du Père Eustache Tonassini effectuées entre 1794 et 1798 lorsqu'il rédigea l'inventaire des trésors du monastère d'Einsiedeln. Ces analyses ont montré que ces quatre objets ont été fabriqués à partir d'alliages riches en or et ornés de gemmes, toutes d'origine naturelle.

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Laboratorium für Konservierungsforschung im Sammlungszentrum des Schweizerischen Landesmuseums untersuchte eine Gruppe von sakralen Gegenständen aus dem Kloster Einsiedeln, bestehend aus drei Messkelchen aus dem frühen 17. Jahrhundert und einem Ciborium vom Ende des 16. Jahrhunderts. Ziel der Untersuchung war die Materialbestimmung der Objekte. Die Analysen umfassten die Zusammensetzung der Metalllegierungen sowie die Beschaffenheit und die Bestimmung der vorhandenen Edelsteine. Dabei wurden neben den Kriterien der klassischen Gemmologie streng zerstörungsfreie Messmethoden mit Hilfe des Röntgenfluoreszenzspektrometers und der sogenannten Raman-Spektroskopie angewendet. Die Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Gemmologischen Labor von Gübelin (Gübelin Gem Lab) Luzern von Mitarbeitenden des Laboratoriums für Konservierungsforschung der Schweizerischen Nationalmuseen in Affoltern am Albis durchgeführt. Die ermittelten Resultate wurden schliesslich verglichen mit den Beobachtungen, die Pater Eustach Tonassini in seiner zwischen 1794 und 1798 erstellten Beschreibung des Einsiedler Klosterschatzes festhielt. Die Analysen erbrachten den Nachweis, dass die vier Objekte aus stark goldhaltigen Legierungen gefertigt und ausnahmslos mit echten Edelsteinen geschmückt sind.

## RIASSUNTO

Un gruppo di oggetti sacri provenienti dal Monastero di Einsiedeln, costituito da tre calici risalenti all'inizio del XVII secolo e da un ciborio della fine del XVI secolo, è stato esaminato nel laboratorio di ricerca nel campo della conservazione del Centro di collezione del Museo Nazionale Svizzero. L'obiettivo dello studio è stato quello di identificare i materiali utilizzati per realizzare gli oggetti. Le analisi riguardavano la composizione delle leghe metalliche, la natura e le caratteristiche delle gemme incastonate negli oggetti. Le analisi gemmologiche classiche come pure le analisi dei materiali degli oggetti, condotte in modo assolutamente non invasivo ed effettuate applicando le tecniche della spettroscopia di fluorescenza ai raggi X e della cosiddetta spettroscopia Raman, sono state eseguite dal laboratorio di ricerca nel campo della conservazione del Museo Nazionale Svizzero di Affoltern am Albis, in collaborazione con il laboratorio di gemmologia Gübelin (Gübelin Gem Lab). I risultati emersi dallo studio sono inoltre stati messi a confronto con le descrizioni fatte da padre Eustacchio Tonassini tra il 1794 e il 1798, nell'ambito della redazione dell'inventario del tesoro del Monastero di Einsiedeln. Le analisi hanno mostrato che i quattro oggetti sono stati fabbricati utilizzando leghe con un elevato contenuto di oro e che le gemme incastonate sono tutte vere.

## SUMMARY

The laboratory for conservation research in the Collections Centre of the Swiss National Museum in Affoltern am Albis examined a group of sacred objects from Monastery Einsiedeln, consisting of three chalices from the early 17<sup>th</sup> century and a ciborium from the end of the 16<sup>th</sup> century. The objective was to determine the materials of the objects. The metal alloys were analysed as well as the existing precious stones. In addition to criteria of classical gemmology, the study included the rigorously non-destructive measuring technique of X-ray fluorescence spectrometry and so-called Raman spectroscopy. The analyses were undertaken by the conservation research staff of the Collections Centre in collaboration with the gemmological laboratory of Gübelin (Gübelin Gem Lab) in Lucerne. The findings were compared with observations made by Father Eustach Tonassini in his description of the treasures of Einsiedeln written between 1794 and 1798. Analyses show that the four objects consist of extremely high-karat gold alloys and are embellished exclusively with genuine precious stones.