

Etude de la polychromie de la vierge à l'Enfant de Rarogne

Marie Soares*

Investigation of the Polychromy of the Virgin with Child of Raron

Abstract: An investigation of the polychromy of the Virgin with Child, dated 1170, from the collection of the Swiss National Museum, was carried out in the laboratory of conservation research at the Swiss National Museum in collaboration with the ETH Zürich.

The pigments belonging to the artisan's palette and the painting techniques were studied. In this article we will publish the first results of this research. The samples of polychromy were documented, examined under the microscope, and analysed by means of electron microprobe and Raman microspectrometer.

Keywords: Electron microprobe analysis · Pigment · Polychromy · Raman microspectroscopy

Le laboratoire de recherche en conservation du Musée national suisse a été fondé en 1958 par Monsieur Bruno Mühlenhaller. Ce laboratoire a pour mission de fournir aux responsables des collections du Musée national suisse les méthodes les mieux adaptées à l'examen, à la caractérisation [1] et à l'analyse des objets d'intérêt culturel et historique [2]. L'équipe de scientifiques constituée de deux chimistes, d'un physicien et de deux laborantins travaille en étroite collaboration avec les restaurateurs et conservateurs du Musée national suisse. Elle a en particulier contribué à développer et améliorer des méthodes de conservation telles que le traitement des objets archéologiques en métaux ferreux par la technique du plasma hydrogène [3–5], ainsi que des bois gorgés d'eau par la méthode alcool-éther [6][7].

La particularité de ce domaine de la recherche scientifique réside dans le fait qu'il est soumis à des contraintes imposées par l'éthique de conservation des œuvres d'art, qui vont parfois à l'encontre des principes du scientifique.

Dans le cas de l'étude de la polychromie d'une sculpture, l'étude ne pourrait être considérée comme complète et précise que si les échantillons avaient été prélevés dans des endroits représentatifs, c'est-à-dire là où les différentes couches picturales sont en bon état de conservation et ne se recouvrent pas avec d'autres éléments ornementaux de la polychromie. Il est en outre nécessaire, du point de vue du chimiste, de prélever plusieurs échantillons du même type afin d'assurer une reproductibilité des résultats.

Pour ne pas porter préjudice à l'objet étudié, les prélèvements doivent être cependant limités à des micro-échantillons de la polychromie. Dans la mesure du possible, ils sont localisés dans les zones cachées ou les moins visibles: dans un plis ou derrière un élément décoratif. Cependant, ces mêmes endroits sont souvent perturbés, c'est-à-dire que plusieurs parties de la sculpture s'y rejoignent, ce qui donne lieu alors au recouvrement de différentes couches picturales.

Seul un travail interdisciplinaire qui tient compte des connaissances apportées à la fois par l'historien de l'art sur la stylistique, par le restaurateur sur les techni-

ques picturales et par le physicien aux travers des radiographies de l'objet, permet au chimiste de surmonter les contraintes imposées par l'éthique de la conservation et d'effectuer une étude représentative de l'objet.

Dans cet article nous présentons l'étude de la polychromie de la Vierge à l'Enfant de Rarogne (fig. 1), une sculpture datant du XII^{ème} siècle [8].

La Vierge à l'Enfant fait partie d'un corpus de trois sculptures d'époques différentes découvertes en 1924 dans l'ossuaire de Rarogne (Valais) lors de travaux de restauration de l'église St. Romain [9][10] et achetées la même année par le Musée national suisse.

L'étude présentée ici a été menée à bien dans le cadre de la réalisation du catalogue des sculptures du Musée national suisse [11]. Elle a porté sur la polychromie de la Vierge à l'Enfant de Rarogne et en particulier sur la détermination des matériaux picturaux et des techniques utilisés.

Dans un premier temps, le restaurateur examine l'objet au microscope optique. L'observation de l'état de la polychromie et des couches picturales visibles sur les bords des lacunes fournit des informations utiles pour la suite de l'étude. L'historien de l'art situe l'objet dans son contexte stylistique et historique et permet ainsi de mettre en place la problématique générale de l'étude.

*Correspondance: Dr. M. Soares
Schweizerisches Landesmuseum
Konservierungsforschung
Hardturmstr. 181
CH-8005 Zürich
Tel: +41 1 218 68 06
Fax: +41 1 272 19 65
E-Mail: marie.soares@slm.admin.ch

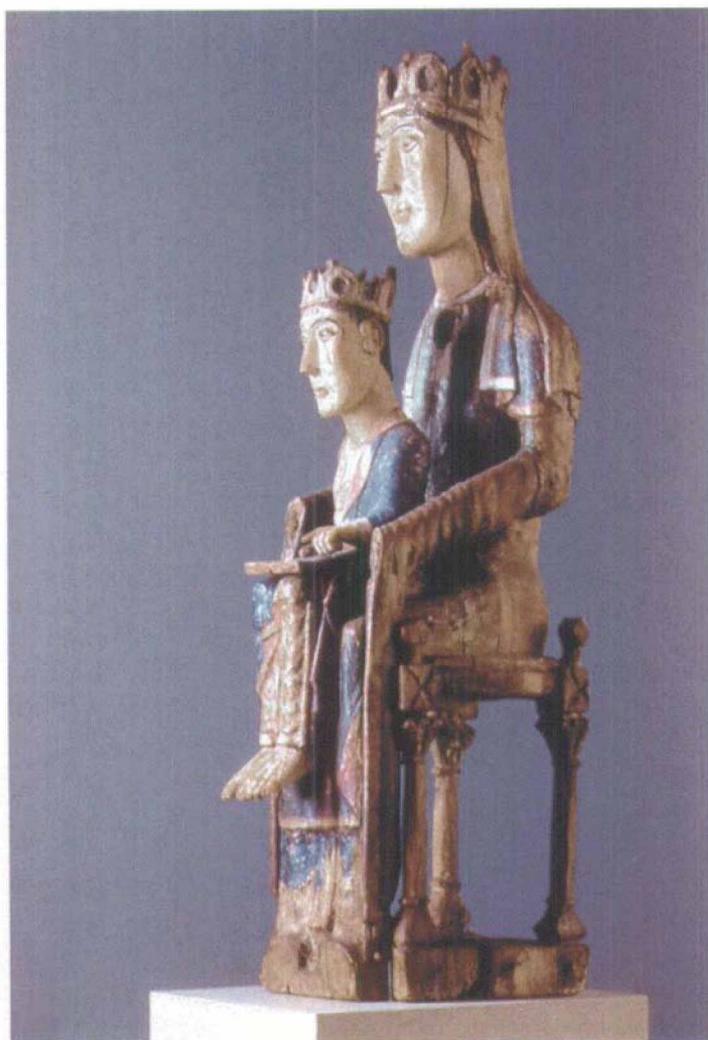


Fig. 1. Vierge à l'Enfant de Rarogne, vers 1170. Sculpture en bosseronde, polychromie 90x23x25 cm, LM16545

L'équipe du laboratoire de recherche intervient à ce niveau en apportant connaissances et techniques d'analyse.

Le physicien peut, grâce aux radiographies de la sculpture, localiser les zones où la polychromie est la plus complète, c'est-à-dire, où nous aurons le plus de chances de prélever des échantillons contenant le nombre maximum de couches picturales.

En accord avec le restaurateur et le conservateur, on prélève alors les micro-échantillons à l'aide d'un scalpel.

L'étude commence par un examen au microscope optique en lumière réfléchie de l'échantillon, dans le but de constater le nombre et la succession des couches de couleurs et de déterminer la position de l'échantillon la plus favorable à la suite de l'étude.

L'échantillon est ensuite inclus dans de la résine (la résine utilisée est le Technovit 200LC, un mélange de mono- et diméthacrylate qui polymérise à la lumière bleue (400 à 500 nm)), poncé puis poli, afin d'obtenir une coupe stratigraphique où sont visibles les différentes couches de couleurs depuis le bois jusqu'à la surface de l'objet.

L'examen au microscope (Microscope Zeiss Axioplan) de la superposition des couches de peintures sous lumière réfléchie visible et ultraviolette fournit des informations sur le nombre de couches, leur succession, leur épaisseur et leur transparence ou opacité. L'observation plus en détail d'une même couche nous livre des informations sur la nature des produits utilisés (résines ou pigments). Si nous sommes en présence de pigments, il faut alors en déterminer couleurs, formes et tailles. Ces informations sont indispensables pour la compréhension de la technique picturale.

L'échantillon ainsi examiné et documenté est ensuite analysé couche par couche à la microsonde électronique (CAMECA). On irradie chacune de ces régions par un fin faisceau d'électrons incidents. Il en résulte l'émission de rayonnements X chacun caractéristique d'un atome. Les rayonnements X sont analysés par quatre spectromètres à dispersion de longueur d'onde. De cette façon, nous pouvons savoir quels éléments sont présents et déterminer ainsi, pour chacun d'entre eux, une carte de répartition dans l'échantillon où la concentration maxi-

male de l'élément apparaît en blanc. L'échantillon ainsi balayé par le faisceau d'électrons est visualisé sous forme d'une image en électrons rétrodiffusés où les éléments les plus lourds, tels que le plomb ou le mercure, apparaissent en clair et les éléments les plus légers, tels que le calcium ou le soufre, apparaissent en foncé.

Si besoin est, afin d'obtenir des informations complémentaires, il est possible de réaliser directement sur la coupe stratigraphique des analyses telles que la micro-spectroscopie Raman (DILOR, micro-spectromètre de Raman, microscope Olympus BX40, objectif Mplan 50x, le faisceau laser (HeNe 20 nW) de longueur d'onde 632.8 nm) et la micro-spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (Biorad, série Excalibur).

Sur de petites quantités non enrobées de résines il est possible de réaliser des analyses de diffractions de rayons X afin d'identifier les composés chimiques cristallisés. L'examen des pigments, sous le microscope à la lumière polarisée, nous permet de déterminer leur nature en tenant compte de leurs propriétés optiques ainsi que de leur forme, grandeur et couleur.

15 échantillons prélevés sur La Vierge à l'Enfant de Rarogne furent ainsi analysés [12]. Les résultats présentés ici sont regroupés par couleur, ce qui nous permet de reconstituer la palette de l'artisan.

La palette de l'artisan

La préparation

Le bois étant un matériel poreux et hygroscopique, il nécessite, avant l'application des différentes couches de couleurs, l'application d'une couche «tampon» appelée préparation [13].

Cette couche empêche d'une part les effets des dilatations du bois qui résultent de l'application des différentes couches de peintures et, d'autre part, elle a pour but de rendre la surface plus lisse. Cette préparation est constituée d'un solvant, d'un liant et d'une charge. Le solvant est composé d'eau, le liant de collagène obtenu à partir de protéines animales. La charge peut être de la craie, du gypse ou de la dolomite.

L'examen à la microsonde électronique permet de déterminer les éléments présents dans la préparation, l'épaisseur des couches, la granulométrie et la morphologie des cristaux [14][15].

Dans le cas des 15 échantillons analysés, nous avons pu constater que la préparation est à base de gypse, dont la nature reste cependant à déterminer: gypse naturel ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), plâtre de Paris ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) ou anhydrite (CaSO_4).

Le peu de matériel à disposition exclut l'utilisation de la diffraction des rayons X. Des cristaux sont donc prélevés de la préparation à l'aide d'une aiguille fine pour être observés sous le microscope à lumière polarisée. De cette façon, nous avons analysé les 15 échantillons et obtenu pour l'ensemble des résultats similaires.

Les cristaux sont plutôt larges, hétérométriques et leurs contours légèrement arrondis. Ne présentant pas de morphologie aciculaire, ils semblent correspondre à du gypse naturel [16].

Les carnations

Trois échantillons de carnations ont été étudiés. Deux d'entre eux proviennent du visage de la Vierge, le troisième de celui de l'Enfant Jésus.

Les images obtenues à la microsonde électronique de la répartition des éléments permettent de mettre en évidence une forte présence de plomb et des quantités moindres de mercure associé au soufre. Une analyse en microspectroscopie Raman, du pigment rouge présent dans la

Fig. 2. Coupe stratigraphique (CPL00436.5) de la carnation de l'Enfant Jésus. Echantillon prélevé sur le visage. Sur une première couche de blanc de plomb est posée une fine couche organique transparente jaune, puis la carnation à base de blanc de plomb et de cinabre. Grandeur réelle 0.28 mm.

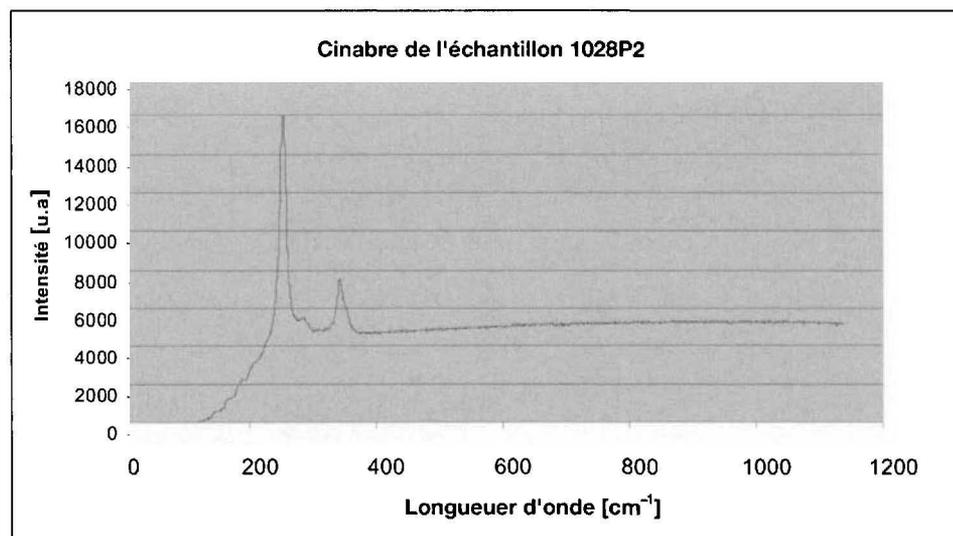


Fig. 3. Spectre Raman du cinabre contenu dans la coupe stratigraphique (CPL01028.3r), échantillon prélevé dans le voile de la Vierge.

coupe transversale (fig. 2) nous confirme la présence du cinabre (fig. 3).

Les trois carnations sont donc principalement à base de blanc de plomb ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) ou PbCO_3 . La teinte rosée de la carnation est obtenue en ajoutant du cinabre (HgS). Parfois le blanc de plomb semble avoir été teinté par adjonction d'un produit organique jaune, une résine ou une huile.

Le bleu

La couleur bleue est visible sur la robe et le voile de la Vierge ainsi que sur la robe de l'Enfant Jésus (fig. 4). L'analyse élémentaire nous indique que dans les trois cas le pigment bleu utilisé est à base d'aluminium, de sodium, de silicium, de soufre et de chlore. Une analyse par microspectroscopie Raman des couches picturales bleues permet de déterminer la nature du pigment présent (fig. 5), le lapis-lazuli ($(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl})_2$).

L'examen des trois coupes stratigraphiques montre que, dans les trois cas, une même technique a été utilisée.

Le bleu est le résultat de deux couches. La première est une fine couche grise composée de blanc de plomb et de pigments noirs organiques. Elle joue le rôle de sous-couche et intensifie la couleur de la couche supérieure à base de lapis-lazuli. Ceci permettait à l'artisan d'obtenir un bleu profond.



Fig. 4. Coupe stratigraphique (CPL00436.4) de la robe de La Vierge à l'Enfant. Sur une préparation à base de gypse est posée une sous-couche grise constituée de blanc de plomb et de pigment noir organique, puis une couche de Lapis-lazuli. Grandeur réelle 0.72 mm.

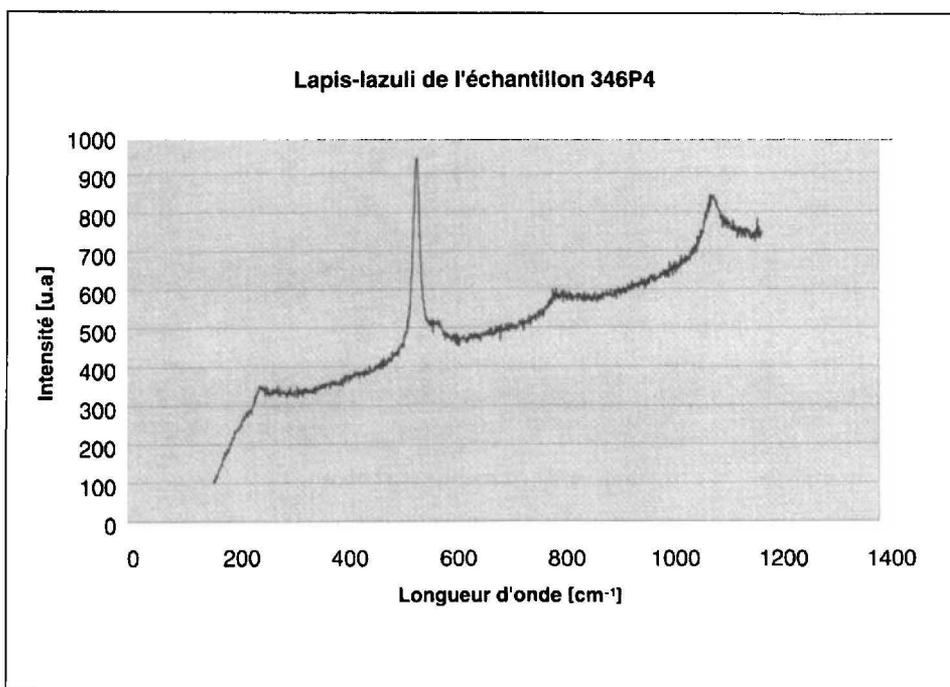


Fig. 5. Spectre Raman du Lapis-lazuli contenu dans la coupe stratigraphique (CPL00436.4) de la robe de La Vierge à l'Enfant.

Les rouges

La couleur rouge a été utilisée pour orner le manteau ainsi que le voile de la Vierge.

L'analyse élémentaire de ces deux échantillons montre que nous sommes en présence de deux couches de couleur rouge différentes.

La première (fig. 6) est un mélange d'oxyde de fer et d'un composé chimique contenant de l'arsenic et du soufre. Il peut alors s'agir soit d'orpiment (As_2S_3), soit de réalgar (As_4S_4). Tandis que la seconde est un mélange de cinabre HgS et de minium (Pb_3O_4) (fig. 7).

Les pigments présents dans cet échantillon étant rouges ou rouges-orangés, nous pouvons en déduire que nous sommes en présence très certainement de réalgar.

L'utilisation de deux mélanges différents de pigments pour obtenir une teinte assez similaire soulève certaines questions:

S'agit-il de deux polychromies d'époques différentes?

Ou bien l'artisan avait-il l'intention d'appliquer deux tonalités de rouge différentes?

En nous appuyant sur les nombreuses études bibliographiques publiées, nous pouvons affirmer que ces quatre pigments font partie de la gamme chromatique utilisée à cette époque médiévale. Cela n'exclut pas qu'il puisse s'agir d'une restauration ultérieure. L'état actuel de nos connaissances ne permet pas d'y répondre de façon définitive.

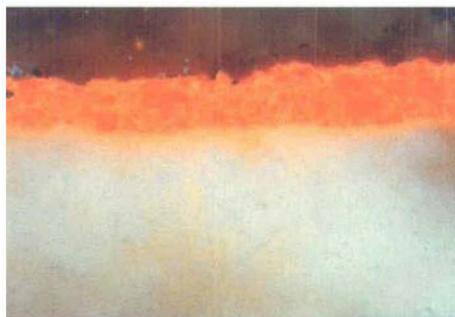


Fig. 6. Coupe stratigraphique (CPL01028.2) d'un échantillon prélevé dans la partie intérieure de la tunique de la Vierge. Sur une préparation à base de gypse est posée une couche rouge constituée de minium et de cinabre. Grandeur réelle 0.28 mm.

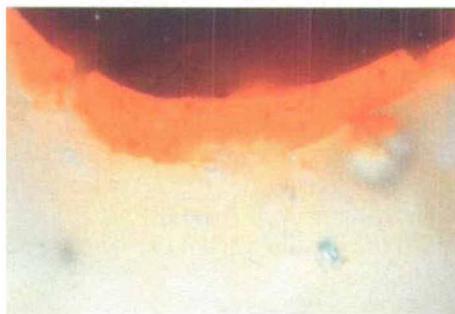


Fig. 7. Coupe stratigraphique (CPL01028.3r) d'un échantillon prélevé dans le voile de la Vierge. Sur une préparation à base de gypse est posée une couche rouge constituée d'oxyde de fer et de réalgar. Grandeur réelle 0.28 mm.

Les deux mélanges diffèrent par leur prix, l'un majoritairement à base de cinabre est plus «noble» que le second constitué principalement d'oxyde de fer.

Le deuxième mélange a été employé pour décorer le bord du voile de la Vierge, plus précisément la partie rouge recouverte d'un liseré blanc. L'artisan a-t-il utilisé ce mélange moins onéreux par soucis d'économie?

L'utilisation sans parcimonie du lapis-lazuli, pigment très précieux venant d'Asie, pour décorer richement les vêtements de la Vierge et de l'Enfant Jésus, exclut cette hypothèse.

Les jaunes

La couleur jaune est utilisée de deux façons pour orner la Vierge à l'Enfant de Rarogne, sous forme de résine ou d'huile colorée et sous forme de pigments cristallins.

Des résines ou huiles de couleurs jaunes sont utilisées pour la carnation et pour rendre plus lumineux le vert de la robe de la Vierge. Une analyse de ces produits organiques, bien que nécessaire, n'a pas encore été réalisée.

Des pigments cristallins constituent la couche picturale jaune appliquée sur la robe de l'Enfant Jésus (fig. 8) et sur celle de la Vierge.



Fig. 8. Coupe stratigraphique (CPL01028.5) d'un échantillon prélevé sur la robe de l'Enfant Jésus. Couche d'orpiment reposant sur une préparation à base de gypse. Grandeur réelle 0.72 mm.

L'analyse élémentaire nous révèle la présence de soufre et d'arsenic. L'arsenic et le soufre sont les deux éléments constitutifs de l'orpiment (As_2S_3).

Du fait de sa forte réfringence, l'orpiment est aisément détectable au sein d'une coupe transversale par la microspectrométrie Raman (fig. 9).

Le vert

La couleur verte est appliquée sur le devant de la tunique de la Vierge (fig. 10).

L'examen de cet échantillon au microscope sous lumière réfléchie visible met en évidence la transparence de cette couche picturale. Sous la lumière ultraviolette, cette même couche *fluorescie* et démontre la présence d'un produit organique, une résine dans laquelle a été dissous un pigment vert.

L'analyse élémentaire nous indique la présence de cuivre et l'absence d'arsenic. Nous pouvons alors exclure le vert émeraude $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$. Il nous reste donc le choix entre la malachite $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ et le vert de gris $\text{Cu}_3(\text{CH}_3\text{COO})_2(\text{OH})_2$. Lors de la dissolution du cuivre dans la résine, il est fort probable que le cuivre se soit associé à d'autres ligands. Il est de ce fait très difficile



Fig. 10. Coupe stratigraphique (CPL01028.1) d'un échantillon prélevé sur le plastron de la robe de la Vierge. Sur une préparation à base de gypse est posée une fine couche de blanc de plomb suivie d'une épaisse couche de résinate de cuivre. Grandeur réelle 0.28 mm.

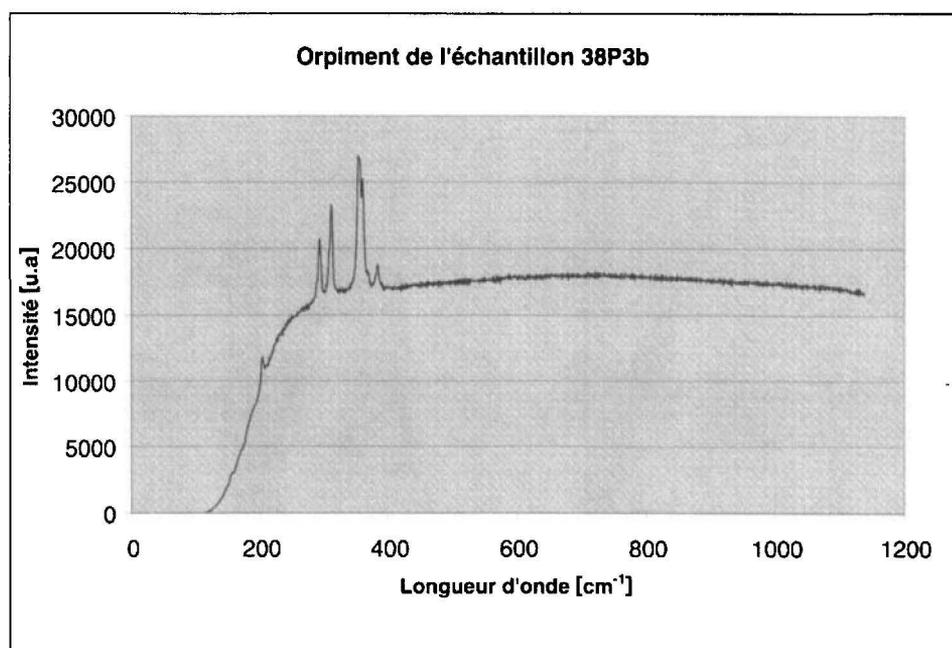


Fig. 9. Spectre Raman du orpiment contenu dans la coupe stratigraphique (CPL01028.5) d'un échantillon prélevé sur la robe de l'Enfant Jésus.

d'identifier le pigment. Une analyse par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse pourrait peut-être nous donner la solution. Dans l'état actuel de nos moyens, nous pouvons seulement qualifier ce vert de résinate de cuivre.

L'échantillon est analysé à la microsonde électronique, une carte de répartition des éléments précédemment détectés nous permet de mettre en évidence la présence d'une sous couche de blanc de plomb ayant pour but de rendre le vert du résinate de cuivre plus lumineux. (fig. 11).

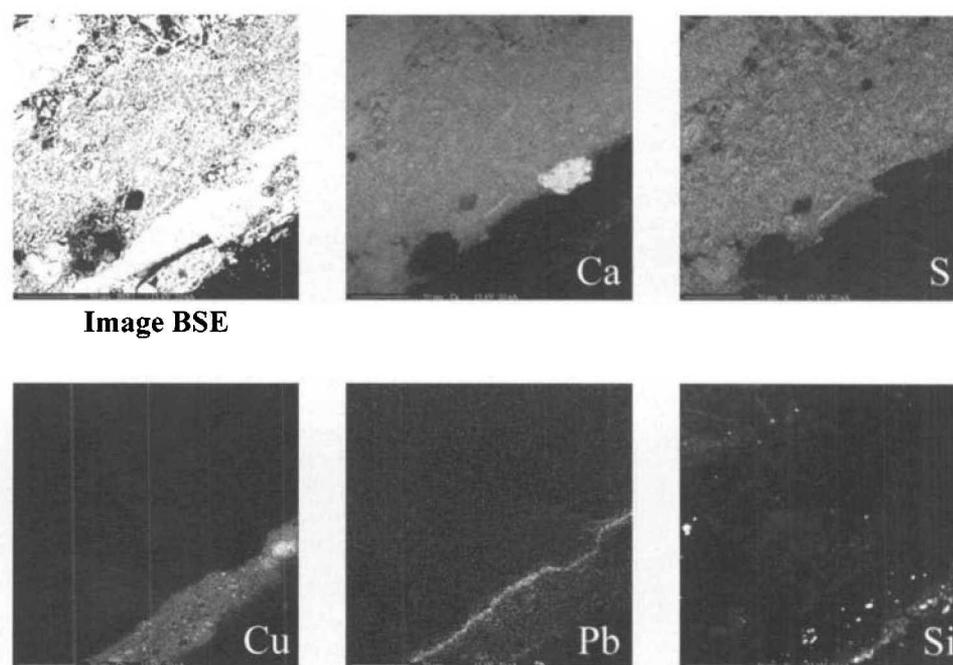


Fig. 11. a) Image en électrons rétrodiffusés (BSE) d'une partie (0.25 x 0.25 mm) d'une coupe stratigraphique d'un échantillon de la tunique de la vierge à l'Enfant, suivie des images de la répartition élémentaire en calcium, en soufre, en cuivre, en plomb et en silicium de cette même partie d'échantillon permettent avec précision de déterminer la composition et l'ordre des différentes couches picturales. La préparation est constituée de gypse CaSO_4 et sur la quelle une fine couche à base de blanc de plomb est appliquée. La couche verte transparente est principalement à base de cuivre et contient en plus faible quantité du chlore, du fer, du silicium et de l'aluminium.

Conclusion

Les premiers résultats de l'étude de la polychromie de la Vierge à l'Enfant de Rarogne nous ont permis d'identifier les pigments utilisés par l'artisan. Nous constatons d'une part une homogénéité de la préparation et de la construction des couches picturales, et d'autre part une concordance des pigments identifiés lors de cette étude avec ceux employés à cette époque.

Cette étude ayant été faite à partir d'échantillons prélevés lors de restaurations antérieures, nous n'avons pu approfondir certains thèmes de recherche, faute de matériel supplémentaire et d'informations complètes.

D'autres analyses et prélèvements demandent à être effectués afin d'apporter des réponses aux problématiques posées, par exemple la nature du résinate de cuivre et des liants utilisés.

Une étude systématique des trois autres sculptures retrouvées dans l'ossuaire de Rarogne est nécessaire afin de compléter nos connaissances sur les techniques de polychromie utilisées en Valais au Moyen Age.

Remerciements

Madame Dione Flühler, Conservateur général chargé de la collection des sculptures et de peintures au Musée national suisse, et directrice de ce projet.

Monsieur Peter Wyer, conservateur-restaurateur des peintures et sculptures au Musée national suisse, apporte ses connaissances afin de pouvoir interpréter les résultats des analyses chimiques. Monsieur Eric Reusser, responsable de la microsonde électronique dans le Département de minéralogie de l'ETHZ. Monsieur Andy Stucki, responsable du service de spectroscopie Raman, du Département de minéralogie de l'ETHZ. Monsieur Samuel Van Willigen et Madame Laurence Neuffer pour la lecture et correction de cet article.

Reçu le 10 Octobre 2001

- [1] B. Mühlethaler, J. Thissen, 'Smalt', in 'Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics' Vol. 2, Ed. A. Roy, National Gallery of Art, Washington, 1993, p. 113.
- [2] A. Voûte, 'Die Feingehaltsbestimmung der Goldmünzen', in 'Keltische Münzen', Ed. K. Castelin, Schweizerischen Landesmuseum Zürich, 1985, p. 55.
- [3] N. Oswald, 'In search of the Lost Surface', in 'Metal 95', Ed. I.D. Mac Load, S.L. Pennec, L. Robbiola, James & James, Semur en Auxois, 1995, p. 133.
- [4] N. Oswald, 'Die Niederdruck-Wasserstoffplasma-Methode zur Konservierung von Metallobjekten', *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte* 1997, 54, 17.
- [5] K. Schmidt-Ott, 'Applications of low pressure plasma treatment at the Swiss National Museum and assessment of the results', *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte* 1997, 54, 45.
- [6] B. Mühlethaler, 'L'état actuel dans le domaine de la conservation du bois humide', in 'Symposium on the Weathering of Wood', ICOMOS, Ludwigsburg, 1969, p. 41.
- [7] B. Mühlethaler, 'Conservation of Waterlogged Wood and Wet Leather', Ed. Eyrolles, Paris, 1973.
- [8] La datation au C14, par la spectrométrie de Masse par l'accélérateur, de la Vierge à l'Enfant de Rarogne fut réalisée à l'Institut de Physique des Particules à ETHZ par le Dr. G. Bonani.
- [9] H. Lehmann, 'Raron und einige seiner Altertümer aus dem Mittelalter im Schweizerischen Landesmuseum', *Jahresbericht des Schweizerischen Landesmuseums*, 1924, 33, 56.
- [10] A. Furger, 'Art roman alpin', in 'Musée national suisse Zurich & Prangins', Ed. Musée Suisse, Zürich, 1998, p. 17.
- [11] A ce projet sont associés trois collaborateurs du Musée National Suisse, en tant que directrice du projet Dione Flühler, historienne de l'art et conservatrice général de la collection de sculptures et de peintures, Peter Wyer conservateur-restaurateur responsable de la collection des sculptures et Marie Soares chimiste.
- [12] La vierge à l'Enfant de Rarogne fut l'objet de plusieurs études et restaurations. Bruno Mühlethaler en 1958 (assisté de Madame Sylvia Giger) et en 1972 et 1983 (assisté de madame Annette Meier) étudia la polychromie de cette sculpture. Pour cela 15 échantillons furent prélevés et examinés sous le microscope à lumière réfléchie. Des analyses en spectrométrie de fluorescence X permirent de déterminer la nature de certains pigments tels que: l'orpiment et le lapis-lazuli. Les résultats furent publiés dans le rapport annuel du Musée national suisse en 1959-1960.
- [13] G. Perrault, in 'Dorure et polychromie sur bois', Ed. Faton, Dijon, 1992, p. 20.
- [14] E. Martin, N. Sonoda, A. Duval, 'Contribution à l'étude des préparations blanches des tableaux italiens sur bois', *Studies in conservation* 1992, 37, 82.
- [15] N. Sonoda, E. Martin, A. R. Duval, 'Utilisation des microscopes optique et électronique pour l'étude des préparations blanches de tableaux italiens sur bois', ICOM-CC 9th Triennial Meeting Dresden GDR 26-31 August 1990, Ed. K. Grimstad, ICOM-CC, Los Angeles, 1990, p. 79.
- [16] S. Wulfert, 'Der Blick ins Bild', Ravensburger Buchverlag, 1999, p. 224.