

Couleurs et pigments dans les *Heures de La Tramerie*

Marina Van Bos et Maaïke Vandorpe

L'examen matériel et technique de la composition des couleurs utilisées par les miniaturistes fait désormais partie intégrante de l'étude historique et artistique des manuscrits enluminés. Cet examen met en œuvre des méthodes non-invasives, qui ne nécessitent aucun prélèvement d'échantillons. L'IRPA recourt principalement à la macro-fluorescence des rayons X (MA-XRF), une technique d'analyse assez récente utilisée pour des objets plats, tels les peintures de chevalet¹. Elle permet d'identifier les éléments chimiques présents dans les couches picturales ou les encres. Ceux-ci apparaissent dans des images en noir et blanc qui montrent la répartition des éléments chimiques dans la zone analysée. La plupart du temps, il est possible de déterminer la nature des pigments mis en œuvre². Pour ce qui est des *Heures de La Tramerie*, la palette de l'enlumineur comprend des pigments caractéristiques, utilisés et disponibles dans le courant du xv^e et au début du xvi^e siècle³. Il existe toutefois de subtiles différences dans l'utilisation des (combinaisons de) matériaux, qui reflètent l'histoire mouvementée d'un manuscrit réalisé en plusieurs campagnes.

Un festival de couleurs

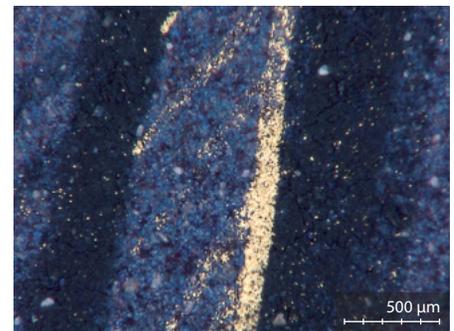
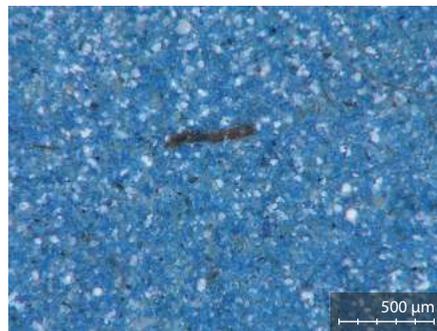
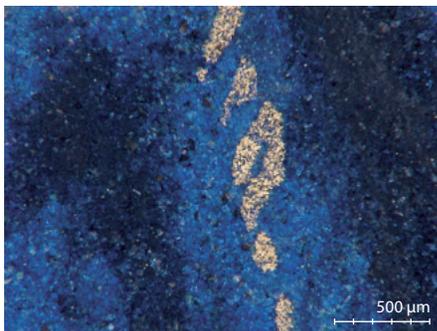
Bleu

Le bleu est une couleur très présente à travers toutes les *Heures de La Tramerie*, tant dans les scènes historiées que dans les marges. C'est l'azurite, un carbonate de cuivre d'origine minérale, qui est le plus utilisé. La fig. 1 montre la répartition du cuivre dans la partie analysée du f. 14. La présence de cuivre dans la couleur bleue indique l'utilisation d'azurite. Ce pigment s'observe dans le manteau de la Vierge, celui de saint Jean, dans le ciel, l'architecture à l'arrière-plan et, dans la décoration marginale, les rinceaux, le paon ou les petites feuilles (fig. 35, p. 47).

Avec le cuivre, on détecte parfois la présence d'oxydes de fer. Bien que ceux-ci puissent également être indicateurs d'impuretés dans l'azurite d'origine naturelle⁴, leur présence sélective dans certaines zones bleues s'apparente plutôt à une utilisation délibérée de deux pigments distincts. Une sous-couche rouge donne une teinte plus chaude à la couche d'azurite appliquée par-dessus, une pratique bien connue en peinture murale⁵, mais peut-être aussi chez les enlumineurs⁶.



1



2

Fig. 1 Détail du f. 14 (Maître de Hugues de Loges) et carte correspondante de répartition MA-XRF du cuivre (au milieu) et du fer (à droite). Du cuivre est présent dans toutes les teintes bleues et les couleurs vertes. On trouve également du fer dans le manteau de Marie.

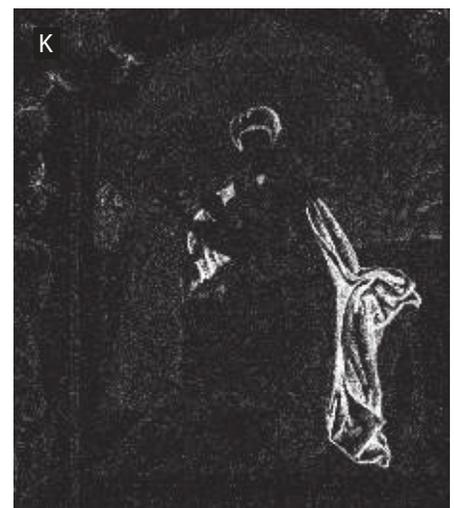
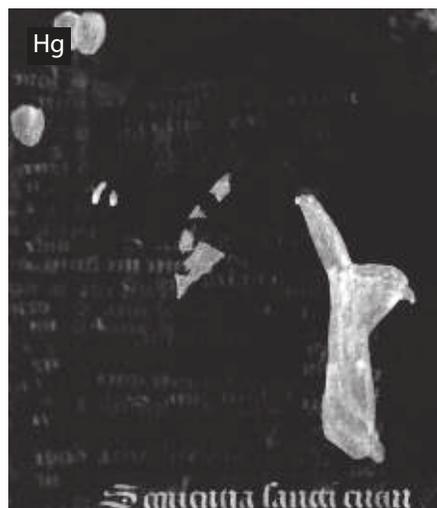
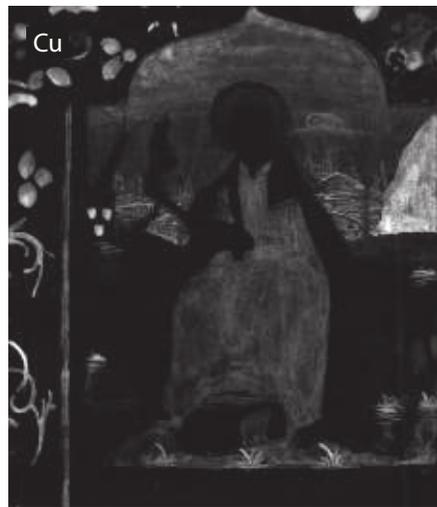
Fig. 2 Images au microscope numérique Hirox. À gauche, détail du manteau de la Vierge (f. 56^v) : entre les grains de pigments bleus s'observent des grains rouges d'oxyde de fer ; à droite, détail de la couleur violette du prie-Dieu (f. 15) : le mélange avec un rouge organique donne une teinte violette ; au centre, détail du ciel (f. 14) : le mélange avec du blanc de plomb donne à l'azurite une teinte plus claire.

Des nuances de couleurs peuvent être obtenues par un mélange avec du blanc de plomb ou du noir de carbone. Combinée avec un rouge organique, l'azurite permet d'obtenir une teinte violette (fig. 2).

Les plis plus sombres, par exemple ceux du manteau de la Vierge (fig. 1), sont accentués à l'aide d'indigo, un colorant bleu foncé d'origine végétale, fréquemment utilisé en enluminure pour renforcer les bleus minéraux.

Les deux pigments – azurite et indigo – sont utilisés tant par le Maître de Hugues de Loges que par le maître anonyme du f. 109.

De façon tout à fait remarquable, le Maître de l'Annibal d'Harvard se distingue nettement des deux autres enlumineurs par ses bleus : il n'utilise pas d'azurite, mais de l'outremer naturel, un pigment minéral très coûteux, extrait de la pierre de lapis-lazuli exploitée en Afghanistan. On en trouve dans le manteau de David ou, mélangé à des teintes plus claires, dans les ciels, les acanthes et les fleurs figurées dans la décoration marginale (fig. 44, p. 65).



3

Vert

Tous les verts utilisés dans les *Heures de La Tramerie* contiennent du cuivre, qu'il s'agisse d'éléments naturels (plantes et arbres peints tant dans les scènes historiées que les bordures), d'architectures (la colonne du f. 15, par exemple) ou de parties de vêtements (tel le manteau de Melchior au f. 56^v). La malachite, un carbonate de cuivre d'origine minérale, et le vert-de-gris, un acétate de cuivre produit de façon artificielle, sont connus depuis l'Antiquité. Il est malheureusement impossible de les distinguer par MA-XRF.

Dans les miniatures du Maître de Hugues de Loges, du cuivre et du zinc s'observent dans les feuilles vertes (fig. 3). Du zinc est également présent dans l'encre ferrogallique de l'écriture figurant au verso de la page. La présence conjointe de cuivre et de zinc pourrait indiquer de la malachite et de la rosasite, un carbonate de cuivre et de zinc hydraté d'origine minérale, qu'on trouve parfois avec la malachite⁷. Faut-il y voir l'utilisation concertée de « variétés » de malachite bien distinctes dans la scène historiée (malachite « pure ») et dans la décoration marginale (malachite/rosasite), ou plutôt de vert-de-gris pour la miniature et de malachite dans la marge ? Il n'est pas possible de trancher.

Fig. 3 Détail du f. 8^v (Maître de Hugues de Loges). En haut : carte de répartition MA-XRF du cuivre (à gauche), du zinc (à droite) ; en bas : carte de répartition MA-XRF du mercure (à gauche) et du potassium (à droite).



4

Au-dessus de la couche verte opaque, des détails sont peints dans une couleur vert brun plus transparente (fig. 4). Il s'agit ici d'un résinate de cuivre, produit de réaction entre un vert-de-gris et une résine (telle la térébenthine de Venise) ou une huile/résine.

Rouge-rose

L'un des pigments rouges les plus utilisés est le vermillon, un sulfide de mercure qu'on synthétisait déjà au XIV^e siècle. L'identification de mercure désigne sans aucun doute possible le vermillon, car c'est le seul pigment à en contenir.

Dans les *Heures de La Tramerie*, les trois enlumineurs utilisent tous du vermillon. Au f. 8^v (fig. 3), le Maître de Hugues de Loges l'emploie dans le manteau de saint Luc, la lanière retenant l'écu à l'arbre ou les fraises posées sur la marge. Sur la même page et ailleurs dans le manuscrit, les encres rouges contiennent elles aussi du vermillon.

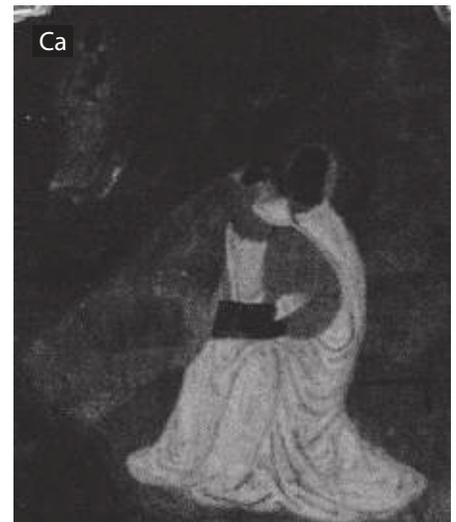
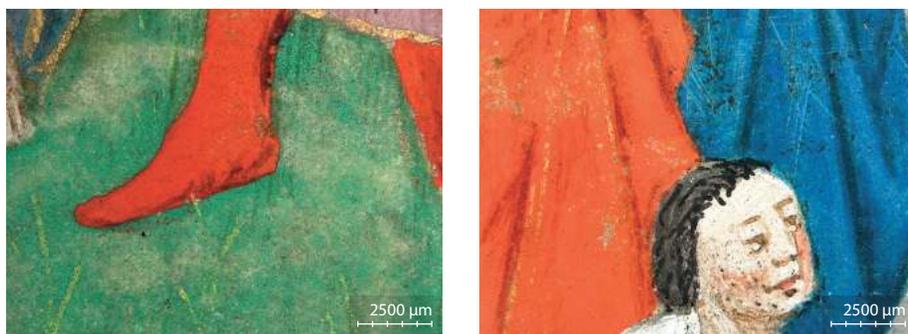


Fig. 4 Images au microscope numérique Hirox du f. 7. À gauche, détail de la scène historiée; à droite, détail de la décoration marginale: des accents apportés dans une couleur transparente brun vert sont posés sur la couche opaque de vert.



Fig. 5 En haut: Saint Jean sur l'île de Patmos (f. 7) et répartition MA-XRF du calcium; en bas: marge compartimentée et répartition MA-XRF du plomb. Les pensées roses du coin inférieur droit sont très visibles dans la répartition du plomb.

5



6

L'enlumineur utilise un rouge transparent posé sur la couche de vermillon pour accentuer le plissé du manteau, comme le montre très bien la carte de répartition MA-XRF du potassium (fig. 3), un élément indiquant la présence d'un colorant rouge organique (avec un substrat de potassium comme l'alun). Les colorants organiques, qu'ils soient d'origine végétale (comme le bois de Brésil ou la garance) ou animale (le kermès, par exemple) ne peuvent être identifiés par MA-XRF.

La teinte d'un colorant peut varier selon qu'il est utilisé en couche transparente ou posé sur un substrat inorganique. En mélange avec du blanc de plomb ou de la craie, la couleur devient opaque. Au f. 7 (fig. 5), un colorant rouge organique est mélangé avec de la craie dans le manteau rose de saint Jean ; pour la couleur rose opaque des fleurettes, dans la marge, le (même?) colorant est mêlé à du blanc de plomb.

Orange

Le minium est l'un des pigments synthétiques les plus anciens, abondamment utilisé dans les manuscrits enluminés. Le terme « miniature » en est d'ailleurs dérivé et « miniare » en latin, signifie écrire au minium. Dans les *Heures de La Tramerie*, les Maître de Hugues de Loges et le Maître de l'Annibal d'Harvard ne l'utilisent que dans la décoration marginale (fig. 5, lys orange dans le coin inférieur gauche). Le maître anonyme du f. 109 en fait également usage, dans les chausses de l'homme tout à droite ou dans le manteau de la sainte située à l'extrême gauche (fig. 6).

Brun

La couleur brune utilisée par le Maître de Hugues de Loges ou le maître anonyme du f. 109 est composée d'oxyde de fer. Il s'agit probablement de terres ou d'ocres, dont les couleurs peuvent varier du jaune clair au rouge profond, en passant par l'orange et le brun. Les couleurs jaune et brune contiennent de l'hydroxyde de fer (goethite), la couleur rouge de l'oxyde de fer (hématite). D'autres nuances de couleur sont obtenues par mélange avec du noir de carbone, du minium ou du jaune de plomb-étain (fig. 7).

Fig. 6 Images au microscope numérique Hirox d'un détail du f. 109. Les chausses et le manteau orange sont peints avec du minium.



7

Jaune

Dans l'ensemble du manuscrit, le jaune est une couleur plutôt terne, qui contraste avec l'éclat de l'or, utilisé en abondance. Il s'agit dans tous les cas de jaune de plomb-étain de type I, un oxyde de plomb-étain artificiel, connu sous le nom de *giallorino*. La fig. 8 montre la répartition MA-XRF de l'étain dans une partie du f. 109. Du jaune I est utilisé dans les motifs peints sur le fond quadrillé, les rehauts dans les cheveux de la sainte ou les barbes des hommes à droite du Christ, le carrelage de la chapelle, l'herbe et les petites feuilles vertes de la décoration marginale (fig. 9).

Du monoxyde de plomb, appelé aussi « massicot » s'observe avec le jaune de plomb-étain. Bien que le massicot soit bien connu en tant que pigment, sa présence pourrait plutôt s'expliquer ici par la méthode de préparation du jaune de plomb-étain. Dans son célèbre *Libro dell'Arte*, Cennino Cennini conseille d'utiliser le jaune de plomb-étain pour créer de belles couleurs d'herbes et de feuilles⁸. Dans les *Heures de La Tramerie*, le jaune de plomb-étain est toujours mélangé, non pas à un bleu (azurite) mais à un vert cuivreux. Notons toutefois que, bien souvent, il est impossible de distinguer les superpositions et les mélanges de couleurs.

Blanc

Le blanc de plomb, un carbonate de plomb, est préparé depuis l'Antiquité en conservant des lames de plomb dans des pots contenant du vinaigre.

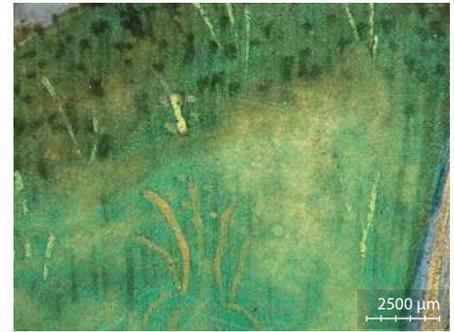
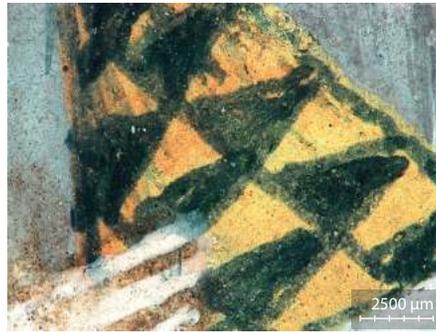
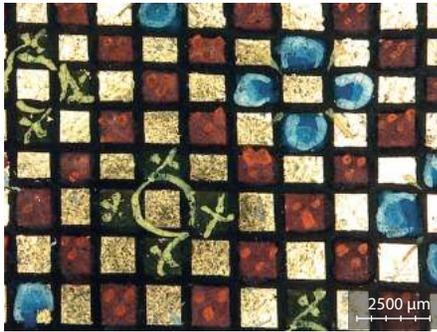
Ce pigment est utilisé par tous les enlumineurs, dans toutes les zones blanches, surtout pour rehausser les formes au moyen de fines touches de blanc. On le trouve aussi, en mélange avec d'autres pigments, pour en modifier la

Fig. 7 Images au microscope numérique Hirox des cheveux de saint Jean (f. 14, en haut à gauche), de l'ange (f. 15, en haut à droite), de Marie (f. 56v, en bas à gauche et f. 109, en bas à droite) : la couleur de fond brune est composée d'un pigment à base d'oxyde de fer.

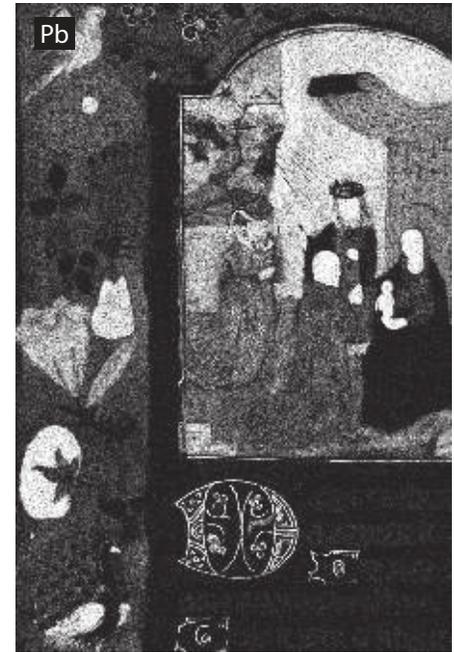


8

Fig. 8 En haut : Résurrection de Lazare (f. 109) et répartition MA-XRF de l'étain ; en bas, répartition MA-XRF du calcium (à gauche) et de l'or (à droite).



9



10

Fig. 9 Images au microscope numérique Hirox de détails du f. 109 peints au jaune de plomb-étain de type I.

Fig. 10 En haut : détail du f. 56v° et répartition MA-XRF du plomb ; en bas : images au microscope numérique Hirox de détails du f. 56v (le manteau de Balthazar et le papillon dans la marge).

teinte. La fig. 10 montre l'utilisation du blanc de plomb entre autres dans la rose blanche de la décoration marginale ou les fines touches apportées sur le manteau de Balthazar, ou encore, mélangé à du noir de carbone, dans les ailes grises des papillons ou les éléments gris de l'architecture dans la scène historiée.

Le blanc de plomb est également le pigment « de base » pour la peinture des carnations, avec le vermillon, le minium, le rouge organique, l'oxyde de fer et/ou le noir de carbone (fig. 7).



11



12

Or et argent

L'or est le métal le plus utilisé dans la palette de l'enlumineur.

L'or à la feuille, posé sur une assiette, une couche de terre rouge appelée bolus (or en relief), est employé par le Maître de Hugues de Loges tant dans le filet qui encadre la scène historiée que dans la marge. L'enlumineur se sert aussi abondamment d'or en poudre, dit aussi « à la coquille » ou « liquide », de la poudre d'or mélangée à un liant et appliquée au pinceau ou à la plume.

La fig. 11 montre la répartition MA-XRF de l'or : l'utilisation de la feuille d'or dans le filet entourant la miniature et l'or en poudre servant à accentuer une multitude de détails, par exemple le manteau de la Vierge, celui de l'ange ou les serviettes des lambris. L'enlumineur utilise aussi une couleur dorée très diluée pour couvrir les compartiments de la bordure du f. 7 ou l'ensemble de la marge au f. 56v° (fig. 12).

Outre l'or en poudre, on observe aussi l'utilisation de poudre d'argent, dont l'éclat métallique a souvent disparu en raison d'un phénomène de noircissement (formation de sulfure d'argent) (fig. 13).

Le maître anonyme du f. 109 utilise lui aussi de l'or en relief mais l'assiette n'est pas colorée en rouge avec des oxydes de fer. La fig. 8 donne la répartition MA-XRF du calcium et de l'or pour une partie du f. 109. La répartition du

Fig. 11 À gauche, détail du f. 15 et, au centre, répartition MA-XRF de l'or ; à droite, détail au microscope numérique Hirox de la couche de bolus rouge visible sous la feuille d'or du filet d'encadrement de la miniature.

Fig. 12 Couleur dorée diluée. Images au microscope numérique Hirox : détails de la marge du f. 7 (à gauche) et du f. 56v° (à droite).



13



14

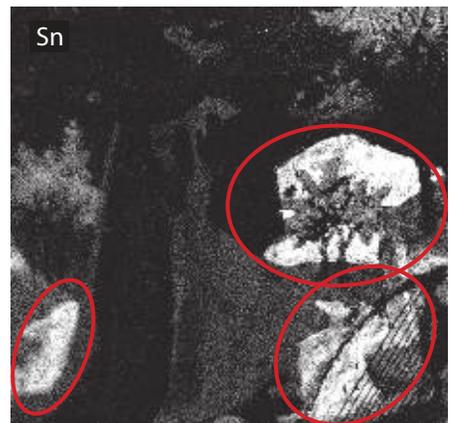


Fig. 13 Images au microscope numérique Hirox. Argent à la coquille utilisé dans les nuages ajoutés sur un ciel bleu (f. 7, à gauche), les armoiries (f. 8v°, au centre) et une baie vitrée (f. 15, à droite).

Fig. 14 Images au microscope numérique Hirox (f. 77) : dans la bordure, l'argent est couvert d'une couche dorée transparente.

Fig. 15 Détail du f. 77 et répartition MA-XRF de l'étain, avec indication des zones où la présence d'étain signale l'utilisation d'or mussif ; en bas : détail au microscope numérique Hirox de l'or mussif.



15

calcium est identique à celle de l'or dans le filet entourant la miniature, le fond quadrillé et l'auréole de Jésus et de Marie, car l'or est posé sur une assiette de calcium (de la craie ou du *gesso*). On voit bien la superposition des différentes feuilles d'or sur la carte de répartition de ce métal (ces zones apparaissent un peu plus claires). En outre, l'enlumineur pose des accents à l'or liquide sur le manteau du Christ. Les baies vitrées sont, quant à elles, exécutées avec de l'argent.

Le Maître de l'Annibal d'Harvard utilise à la fois de l'or en relief et de l'« or à plat », c'est-à-dire une feuille d'or collée directement sur le parchemin, ainsi que de l'or liquide, ce qui lui permet d'obtenir de subtiles différences d'éclat. Sur la feuille d'or, l'enlumineur pose parfois un glacis coloré. L'argent utilisé dans la bordure est couvert d'une couche jaune transparente, peut-être pour imiter de l'or (fig. 14). On trouve aussi chez lui de l'or mussif, un ersatz de couleur dorée à base de sulfure d'étain (fig. 15). Le traité *De arte illuminandi* (XIV^e siècle)⁹ signale déjà l'or mussif comme une alternative moins coûteuse à l'or.

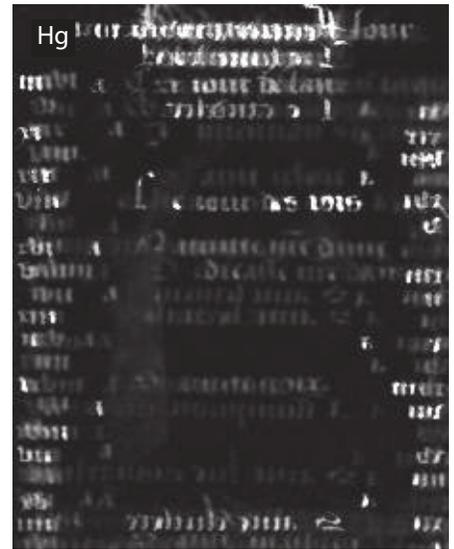
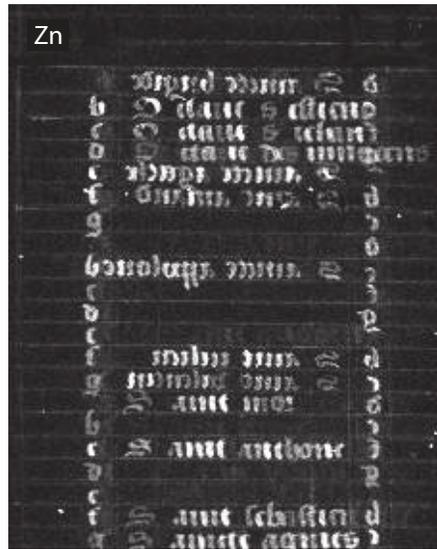
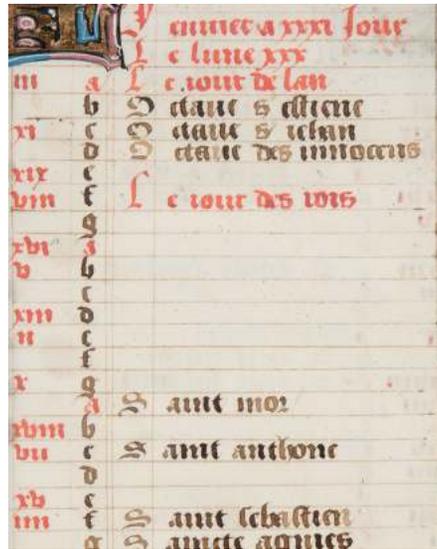
Encres rouges et brunes

L'encre brun-noir est une encre ferrogallique, fabriquée au départ de tannins (noix de galles), de gomme arabique, d'eau et de vitriol. Au Moyen Âge, le vitriol utilisé dans les anciens Pays-Bas provenait des mines de Goslar situées dans le Harz, en Basse-Saxe. Il a une composition très caractéristique, car outre du sulfate de fer, il contient aussi du sulfate de zinc¹⁰.

Les résultats de l'analyse MA-XRF de l'encre du fol. 1 sont présentés à la fig. 16. Il faut toutefois signaler que la « lisibilité » de ces images est entravée par le fait que les mesures tiennent également compte de l'encre figurant au verso de la page. L'encre utilisée est donc une encre ferrogallique contenant à la fois du fer et du zinc. On n'observe pas de différence significative dans sa composition (en termes de présence conjointe de fer et de zinc) entre les différents copistes à l'œuvre dans le manuscrit.

L'encre rouge est composée de vermillon (voir la répartition MA-XRF du mercure, fig. 16). Elle est elle aussi identique à travers tout le manuscrit.

Les lignes de réglure, en revanche, ne sont pas réalisées partout de la même façon. Au f. 1, elles sont tracées avec une encre ferrogallique, tout comme le texte (fig. 16 et 17) ; ailleurs dans le manuscrit, elles sont de couleur légèrement rosée et mettent en œuvre un colorant organique.



16



17

Fig. 16 Détail du f. 1 et répartition MA-XRF du fer (en haut à droite), du zinc (en bas à gauche) et du mercure (en bas à droite).

Fig. 17 Images au microscope numérique Hirox. À gauche, les lignes de réglure du f. 1 sont tracés à l'encre ferrogallique ; à droite, au f. 78, une encre rose clair est utilisée.

Le Maître de l'Annibal d'Harvard et le Maître de Boucicaut

Le Maître de l'Annibal d'Harvard s'est formé dans l'entourage du Maître de Boucicaut, un enlumineur dont la technique a été étudiée en détail¹¹. Le tableau qui suit offre une comparaison des pigments qu'ils utilisent l'un et l'autre.

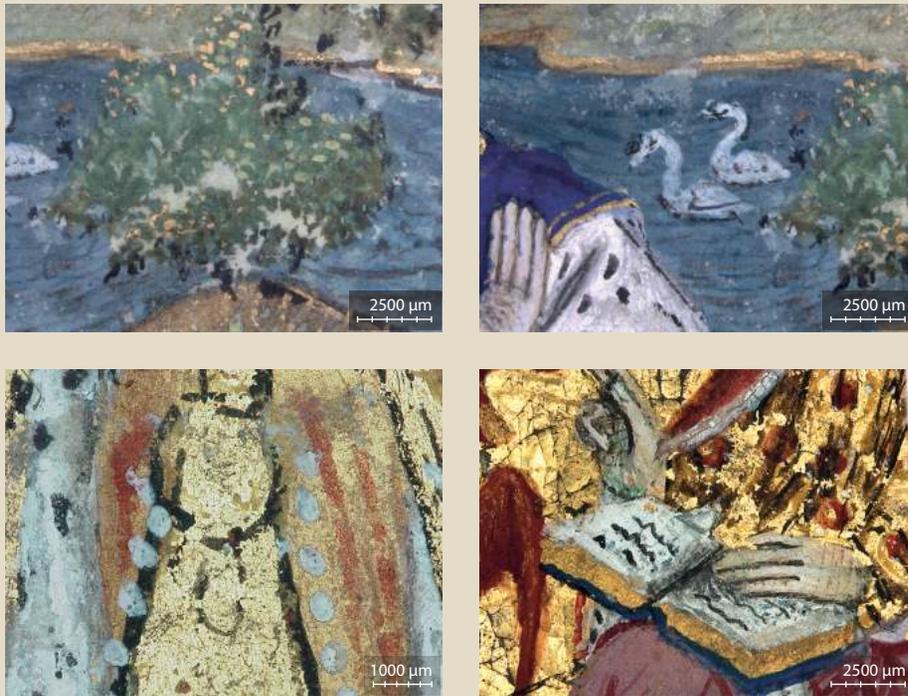
	Maître de Boucicaut	Maître de l'Annibal d'Harvard (f. 77)
Bleu	outremer outremer et indigo	outremer
Vert	vert-de-gris résinate de cuivre bleu + jaune : indigo + orpiment ou indigo + ocre	vert cuivreux (vert-de-gris ?) résinate de cuivre /
Orange - rouge	minium (réalgar) vermillon bois de Brésil	minium / vermillon rouge organique
Rose	hématite + blanc de plomb bois de Brésil	colorant organique + blanc de plomb
Jaune - brun	ocre orpiment	jaune de plomb-étain, type I
Blanc	blanc de plomb	blanc de plomb
Métaux	or à la feuille or en poudre (couleur ou encre) argent or mussif	or à la feuille or en poudre (couleur ou encre) argent or mussif

Dans les *Heures de La Tramerie*, le Maître de l'Annibal d'Harvard se distingue des deux autres enlumineurs, entre autres par l'usage de l'outremer (lapis lazuli), un pigment luxueux. À côté de cela, il utilise de l'or mussif, qui n'est qu'un ersatz d'or. Il s'inscrit ainsi dans la tradition technique du Maître de Boucicaut.

À quelques différences près toutefois. Ses verts, par exemple, ne sont pas obtenus par un mélange de jaunes et de bleus, mais composés de pigments verts. Plus frappant encore, contrairement au Maître de Boucicaut, il n'utilise pas de pigments arsénieux : ni réalgar pour les teintes rouges, ni orpiment pour les jaunes. Comme les autres enlumineurs des *Heures de La Tramerie*, il se sert d'un jaune de plomb-étain de type I.



Fig. 18 Photographie sous ultraviolet du f. 77.



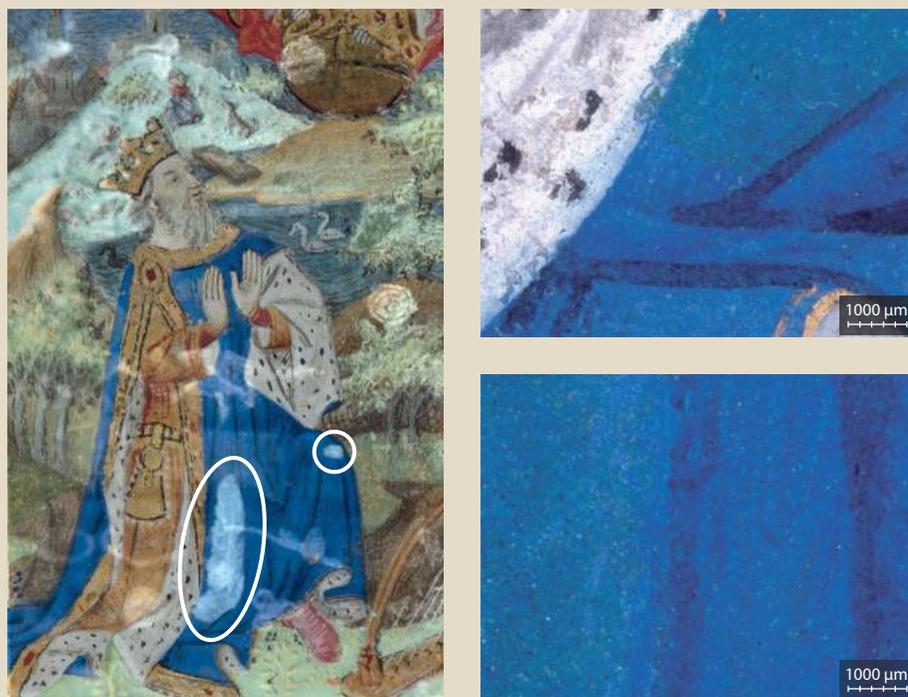
19

Retouches et surpeints du folio 77

Rappelons que le Maître de l'Annibal d'Harvard n'a le temps d'achever l'enluminure et la décoration que d'un seul cahier (f. 77-84^{v°}). Entre son intervention et celle du maître anonyme du f. 109, une vingtaine d'années s'écoule. On ignore tout des conditions de conservation du manuscrit, mais une chose est sûre : jusqu'à ce que le manuscrit soit achevé dans les années 1510-1520, soit pendant près d'un siècle, les cahiers de texte n'étaient pas reliés et protégés par d'épais ais de bois. Ils étaient en danger, susceptibles d'être exposés à la lumière du jour, soumis à des frottements ou à des maladresses lors de manipulations. Et de fait, l'examen attentif du f. 77, montre que ce folio enluminé a été endommagé (fig. 19). Sa couche picturale comporte de nombreuses lacunes, qui ont été retouchées par endroits.

La fig. 18 montre le f. 77 photographié sous ultraviolet. Certaines de ces interventions peuvent y être localisées, puis caractérisées grâce à l'analyse MA-XRF. Ainsi, comme nous l'avons établi, le Maître de l'Annibal d'Harvard utilisait de l'outremer pour ses bleus. La fig. 20 montre la superposition d'une image en couleur du roi David et de la répartition MA-XRF du cuivre (image en noir et blanc). On observe la présence de cuivre dans les couleurs vertes (vert cuivreux), au verso de la page, mais aussi dans le manteau de David. Il faut en déduire qu'une partie de ce manteau, peint originellement à l'outremer, a été surpeinte (retouchée ?) à l'azurite, un pigment cuivreux. Cette zone ne s'observe d'ailleurs pas uniquement sous ultraviolet (fig. 18), mais aussi à l'œil nu et l'on perçoit clairement la différence de couleur entre l'outremer d'origine et l'azurite ajoutée par la suite (fig. 20).

Fig. 19 Images au microscope numérique Hirox (f. 77) : les couches picturales sont parfois très abimées.



20

Plus intéressant encore, nous avons pu identifier du chrome dans un certain nombre de zones vertes (fig. 21). Une analyse Raman complémentaire, nous a permis d'établir qu'il s'agit de vert de chrome, un mélange de bleu de Prusse et d'orange de chrome. Or le vert de chrome n'est apparu qu'au début du XIX^e siècle, de sorte que la retouche ne peut dater que de l'Époque contemporaine.

Il n'est pas possible de déterminer avec autant de précision le moment auquel la retouche à l'azurite a été réalisée, car ce pigment d'origine naturelle a été le bleu le plus fréquemment utilisé et ce, pendant des siècles. Sa variante synthétique date du XVII^e siècle mais, sur la base de l'analyse MA-XRF, elle ne peut pas être distinguée de la variante naturelle, d'ailleurs toujours disponible dans le commerce à l'heure actuelle.

Fig. 20 Superposition de la répartition MA-XRF du cuivre (image en noir et blanc) et image couleur du roi David (à gauche); images au microscope numérique Hirox de détails du manteau de David (à droite).



21

Fig. 21 Superposition de la répartition MA-XRF du chrome (image en noir et blanc) et image d'un détail du f. 77 (en haut à gauche); indication des zones comportant du chrome (en haut à droite); images au microscope numérique Hirox d'un détail d'une zone comportant du chrome (en bas).

Notes

- 1 L. WATTEEUW, M. VAN BOS, T. GERSTEN, B. VANDERMEULEN et H. HAMEEUW, *An Applied Complementary Use of Macro X-ray Fluorescence Scanning and Multi-light Reflectance Imaging to Study Medieval Illuminated Manuscripts. The Rijmbijbel of Jacob van Maerlant*, dans *Microchemical Journal*, 155, 2020, 104582 (DOI : <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104582>) ; M. VAN BOS et L. WATTEEUW, *Les techniques et couleurs des miniaturistes*, dans *Le Bréviaire de Grammont. Un manuscrit de l'époque bourguignonne conservé à l'abbaye de Maredsous*, Maredsous, 2021, p. 54-69.
- 2 Les analyses MA-XRF ont été effectuées avec le Bruker Jetstream M6 (tube Rhodium 600 µA, 50 kV, taille du faisceau 150 µm, 125µm de distance entre 2 points de mesure et 20 ms par pixel). Le logiciel M6 est utilisé pour collecter et traiter les données (somme des spectres, déconvolution et spectre maximum par pixel). Lors de l'interprétation des résultats de mesure, il faut tenir compte du fait que les rayons X pénètrent à travers les couches picturales et le parchemin et, par conséquent, que l'encre et les pigments présents au verso de la page sont également mesurés. La reliure empêche aussi d'ouvrir complètement le manuscrit, de sorte que les miniatures ne peuvent pas être entièrement scannées (la partie située vers la couture n'est pas parallèle à la tête de mesure mobile).
- 3 S. PANAYOTOVA, *Colour in Illuminated Manuscripts*, dans *Colour. The Art and Science of Illuminated Manuscripts*, Londres-Turnhout, 2016, p. 14-25 ; P. RICCIARDI et K.R. BEERS, *The Illuminators Palette*, dans *Ibidem*, p. 27-39.
- 4 M. ARU, L. BURGIO et M.S. RUMSEY, *Mineral Impurities in Azurite Pigments : Artistic or Natural Selection?*, dans *Journal of Raman Spectroscopy*, 2014, 45, p. 1013-1018 (DOI : <https://doi.org/10.1002/jrs.4469>).
- 5 H. HOWARD, *Pigments of English Medieval Wall Painting*, Londres, 2003, p. 40-50.
- 6 L. BURGIO, R.J.H. CLARK et R.R. HARK, *Raman Microscopy and X-ray Fluorescence Analysis of Pigments on Medieval and Renaissance Italian Manuscript Cuttings*, dans *PNAS*, 2010, 107, n° 13, p. 5726-5731 (DOI : <https://doi.org/10.1073/pnas.0914797107>).
- 7 D.D. MAYER *et al*, *Technical Examination of the Emerson-White Book of Hours : Observations on Pigment Preferences and Media Application in a Flemish Manuscript*, dans *Heritage Science*, 2018, 6:48 (DOI : <https://doi.org/10.1186/s40494-018-0211-4>) ; N. EASTAUGH, V. WALSH, T. CHAPLIN et R. SIDDALL, *Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigments*, Oxford, 2008.
- 8 C. D'ANDREA CENNINI, *The Craftsman's Handbook. The Italian "Il Libro dell'Arte"*, trad. D.V. THOMPSON, New York, 1933, p. 28.
- 9 D.V. THOMPSON et G.H. HAMILTON, *An Anonymous Fourteenth-Century Treatise. De arte illuminandi. The Technique of Manuscript Illumination, Translated from the Latin of Naples MS XII.E.27*, New Haven/Londres, 1933, p. 4.
- 10 L. WATTEEUW et M. VAN BOS, *Black as Ink. Materials and Techniques in 15th-Century Flemish Grisaille Illuminations by Jan de Tavernier, Willem Vrelant and Dreux Jehan*, dans *New Perspectives on Flemish Illuminations, Papers Presented at the Colloquium Held in Brussels, Royal Library of Belgium, November 16 - 18, 2011 (Corpus of Illuminated Manuscripts, 21)*, Louvain, 2018, p. 249-267 ; ID., *Composition of Iron Gall Inks in Illuminated Manuscripts (11th -16th century). The Use by Scribes and Illuminators*, dans *Care and Conservation of Manuscripts, 14. Proceedings of the Thirteenth International Seminar Held at the University of Copenhagen, 17th-19th October 2012*, éd. G. FELLOWS-JENSEN and P. SPRINGBORG, Copenhagen, 2014, p. 365-381.
- 11 B. GUINEAU, I. VILLELA-PETIT, R. AKRICH et J. VEZIN, *Painting Techniques in the Boucicaud Hours and in Jacques Coen's Colour Recipes as Found in Jean Lebègues's Libri Colorum*, dans *Painting Techniques : History, Materials, and Studio Practice. Contributions to the Dublin Congress (Studies in Conservation, 43, Supp. 1)*, éd. A. ROY and P. SMITH, Londres, 1998, p. 51-54 (DOI : <https://doi.org/10.1179/sic.1998.43.Supplement-1.51>) ; B. GUINEAU et I. VILLELA-PETIT, *Couleurs et technique picturale du Maître de Boucicaud*, dans *Revue de l'Art*, 135, 2002-1, p. 23-42 ; I. VILLELA-PETIT et B. GUINEAU, *Le Maître de Boucicaud revisité. Palette et technique d'un enlumineur parisien au début du XV^e siècle*, dans *Art de l'Enluminure*, n° 6, 2003, p. 2-33.