

Étude des polychromies d'un portail gothique

L'exemple de la cathédrale de Senlis

Paulette Hugon

Résumé L'étude de la polychromie d'un portail de la cathédrale Notre-Dame de Senlis s'inscrit dans le cadre d'un programme de recherche entrepris par le Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques sur la polychromie des portails des édifices médiévaux afin d'étudier les matériaux et techniques utilisés et de compléter les études des historiens d'art. Le cas de ce portail est caractéristique des portails extérieurs comportant de la polychromie recouverte d'une couche de salissures noires. L'objectif était de caractériser les matériaux composant ces peintures, de repérer la chronologie de superposition des couches afin de définir les différentes mises en couleur, puis de déterminer la nature des altérations observées et de tenter d'en déterminer les causes afin de proposer les mesures conservatoires les plus adaptées. La méthodologie mise en place comporte une phase d'observation minutieuse des échantillons suivie de la caractérisation des matériaux par diverses techniques analytiques appropriées. Cet article expose différentes problématiques rencontrées : complexité de l'étude stratigraphique, différenciation de l'original et des repeints, altérations chromatiques des pigments, caractérisation des produits d'altération en surface.

Mots-clés Portail gothique, polychromie, altération, sculpture, techniques analytiques.

Abstract **The study of the polychromy of a gothic doorway: the cathedral of Senlis**
The study of the polychromy of a doorway of Senlis cathedral is part of a research programme being undertaken by the "Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques" (LRMH). These investigations provide us with valuable information about the history of these architectural medieval artworks and complete our knowledge on their technical realisation. The aims of the study were to characterise the materials of these paintings and to record the chronology of the various superposed layers in order to determine how the different colours have been applied. It was also important to determine the causes and the origins of the observed deteriorations, in order to propose the most suitable conservation measures. The methodology developed includes a phase of meticulous observation of the samples, followed by the characterisation of the materials by various analytical techniques. This article focuses on different problems encountered: complexity of the stratigraphy, distinction between the original layers and the repainted areas, chromatic deterioration of the pigments, characterisation of the deterioration products on the surface.

Keywords Medieval doorway, polychromy, deterioration, sculpture, analytical techniques.

Depuis une quinzaine d'années, le Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (LRMH) a étudié un certain nombre de portails de cathédrales de l'époque médiévale [1] comme ceux d'Amiens, de Notre-Dame de Paris, d'Angers, de Poitiers [2]... Les recherches ont permis de révéler que tous ces portails étaient peints dès l'origine et qu'ils ont ensuite été repeints à différentes époques (jusqu'à vingt-cinq couches ont été décelées sur certains sites). Ces études relatives à l'histoire des techniques apportent des informations importantes sur les œuvres et permettent de nous représenter l'aspect originel et la richesse de ces décors.

L'étude de la polychromie du portail central de la façade occidentale de la cathédrale Notre-Dame de Senlis s'inscrit dans le cadre de ce programme de recherche. Les objectifs étaient de caractériser les matériaux composant ces peintures (pigments et liants) et de définir l'ordre de superposition des couches de couleur afin de repérer les zones originales et de différencier les divers repeints. Il s'agissait aussi de déterminer les causes et les origines des altérations observées dans le but de proposer les mesures conservatoires les plus adaptées.

Les techniques analytiques utilisées – microscopie optique, microscopie électronique à balayage (MEB), spectrométrie de fluorescence X (EDS), spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) – ont permis de repérer jusqu'à cinq périodes successives de mise en couleur.

Histoire du portail

La construction de la façade occidentale de la cathédrale (*figure 1*) a dû commencer au début des années 1160, alors que l'élévation du chevet avait déjà sans doute été engagée depuis 1150-55, sous l'épiscopat de Thibaud, évêque de Senlis [3]. Les blocs constituant le portail central ont dû être sculptés et mis en place à la fin des années 1160. Les polychromeurs sont intervenus peut-être plus tard, mais certainement avant 1191, date de la consécration solennelle de la nouvelle cathédrale gothique. Le thème du Couronnement de la Vierge est représenté pour la première fois dans l'histoire de la sculpture monumentale (*figure 1*).

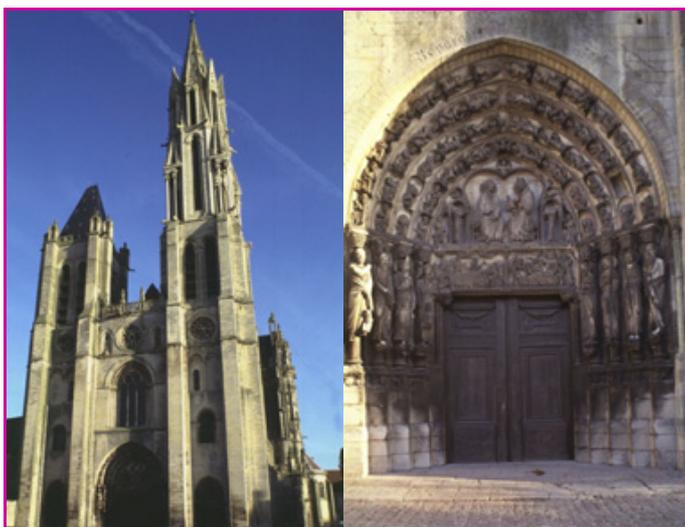


Figure 1 - Cathédrale Notre-Dame de Senlis : façade occidentale et portail central.

La consultation des archives [4] ne fait pas état de travaux ou de modifications importantes sur ce portail jusqu'au XVIII^e siècle. L'excellent état de conservation de la sculpture et la préservation d'importantes plages de polychromie s'expliqueraient en partie par le fort ébrasement⁽¹⁾ du portail et par l'existence d'un porche en bois qui, selon Marcel Aubert [5], remonterait au XIII^e siècle. En raison de sa vétusté, celui-ci fut abattu en 1751. En 1793, les révolutionnaires mutilèrent le portail en s'acharnant particulièrement sur les huit statues des ébrasements et sur le linteau. En 1845, les sculpteurs Pierre-Alfred Robinet et Charles Depont reconstituèrent respectivement les têtes et les chapiteaux des statues colonnes.

En 1995, la Direction régionale des affaires culturelles de Picardie et la ville de Senlis mettent en place un vaste projet de restauration de ce portail et c'est dans le cadre de l'étude préalable que les analyses de la polychromie sont réalisées.

Méthodologie

Cette étude, comme la plupart de celles menées sur des édifices de cette qualité, allie des compétences très diverses telles que celles des restaurateurs, des historiens d'art et des conservateurs [6]. Cette concertation permet de définir les problématiques auxquelles le LRMH sera amené à apporter ses compétences et c'est à cette occasion que des échantillons sont prélevés, sur la base des observations préliminaires conjointes du restaurateur et du scientifique chargé de l'étude. La quantité de matière collectée est infime (de l'ordre du mm²) afin de ne pas détériorer l'œuvre, mais toutefois suffisante pour pouvoir effectuer les différentes analyses. Chaque prélèvement doit dans la mesure du possible comporter la totalité des couches de peintures observées, du support jusqu'à la couche de surface. Une fiche est établie avec un descriptif détaillé relatif à son aspect et à son emplacement précis sur l'œuvre.

Une partie de l'échantillon prélevé est incluse dans une résine polyester qui est ensuite coupée transversalement, érodée sur disque au carbure de silicium et polie à la poudre diamantée. On obtient ainsi une coupe stratigraphique. L'observation sous microscope optique permet de déterminer le nombre de couches présentes, de définir leur structure, couleur, texture et épaisseur. Il est également

important de définir l'ordre de superposition de ces strates afin de repérer celles qui appartiennent à la peinture originale (ou la plus ancienne) et celles correspondant aux différentes interventions ou remises en couleur.

La deuxième étape d'observation est effectuée sur cette même coupe stratigraphique – souvent sans préparation particulière ni métallisation (mode « low vacuum ») – par imagerie en microscopie électronique à balayage (MEB), qui permet des grossissements nettement plus importants, apportant des informations plus détaillées, notamment sur la taille et la structure des grains composant les pigments. Grâce à un détecteur d'électrons rétrodiffusés, on obtient une image en noir et blanc correspondant à un contraste de phase par rapport à la masse atomique, les éléments légers apparaissant en sombre et les éléments lourds étant plus brillants. Cela permet d'avoir rapidement une information qualitative sur la composition et la répartition des éléments dans les différentes couches.

Un détecteur de fluorescence X à dispersion d'énergie (EDS) couplé au microscope électronique permet ensuite de procéder à une analyse élémentaire (détection à partir du carbone) et de déterminer la composition chimique des différents constituants des couches picturales.

Ces analyses sont complétées (suivant la quantité de matière restante) par d'autres techniques analytiques qui vont apporter des informations sur la structure moléculaire des constituants des peintures comme la spectrométrie IRTF⁽²⁾, la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse et parfois la microdiffraction des rayons X.

L'interprétation finale des résultats est faite en replaçant chaque échantillon dans le contexte global de ces peintures, sur la base d'une bonne connaissance historique des techniques picturales.

Résultats de l'étude

Contrairement aux autres portails des cathédrales déjà étudiés, celui de la cathédrale de Senlis présente des restes de polychromie très importants, répartis sur toutes les voussures⁽³⁾ et plus particulièrement sur le tympan. De par son importance particulière et face aux diverses problématiques rencontrées liées à la complexité de la stratigraphie, aux altérations chromatiques des pigments ou aux dégradations de surface, les analyses ont porté sur une centaine d'échantillons [7].

Très rapidement, les premiers résultats ont en effet révélé une stratigraphie composée d'un grand nombre de couches, difficiles à interpréter, avec des disparités importantes selon les zones étudiées (tympan ou voussures). Par ailleurs, les prélèvements étaient très fragiles, difficiles à manipuler et un même échantillon se scindait souvent en plusieurs écailles, obligeant à la réalisation de plusieurs inclusions. Ces difficultés rendaient encore plus délicat le repérage chronologique des couches.

Cet article expose quelques cas correspondant aux différentes problématiques rencontrées : la complexité de l'étude stratigraphique et l'identification des pigments, un exemple sur les couleurs noires et les altérations chromatiques de pigments, et enfin la caractérisation des produits d'altération en surface.

Étude stratigraphique du tympan

Le tympan présentait, sur le fond à l'arrière des sculptures des personnages célestes, différents tons de



Figure 2 - Cathédrale Notre-Dame de Senlis : détails du tympan.

bleus ainsi qu'une couche jaune (figure 2). Il était donc important de déterminer lequel de ces bleus correspondait à la couche d'origine et de situer à quelle intervention appartenait le jaune.

L'étude stratigraphique de ces zones, illustrée par l'échantillon 89A, a mis en évidence jusqu'à douze couches successives, révélant ainsi plusieurs campagnes de mise en couleur, résultats confirmés par l'image au microscope électronique (encadré 1).

Ces observations détaillées ont permis de repérer la couche originale du fond du tympan et au moins quatre interventions postérieures. La présence d'une fine couche noire de salissures constitue un bon indicateur pour distinguer une couche de repeint appliquée sur une couche précédente demeurée quelque temps à l'air libre. Les trois premières mises en peinture, incluant la polychromie originale, sont composées d'un bleu de même composition chimique, correspondant à celle de l'outremer naturel (lapis lazuli) ou artificiel.

Le lapis lazuli [8] est un pigment naturel et cher provenant d'Afghanistan, connu depuis l'Antiquité [9], et dont l'utilisation diminue progressivement à partir du XVI^e siècle en faveur d'autres pigments bleus moins onéreux. Sa formule chimique, $(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4,\text{S,Cl})_2$ [10], peut varier en fonction de la pureté du minerai ou de sa provenance. L'outremer artificiel, de composition chimique pratiquement identique à celle du lapis lazuli, a été fabriqué industriellement à partir de 1830. La différenciation entre ces deux pigments, dans ce type d'étude, repose principalement sur l'observation morphologique des grains, ceux de l'outremer artificiel présentant en effet des formes plus régulières et arrondies (encadré 2).

Dans le cas présent, ces trois premières couches sont très semblables avec des grains irréguliers, ce qui semble confirmer l'utilisation du lapis lazuli. Par ailleurs, elles sont recouvertes par d'autres couches correspondant à des interventions plus tardives, dont la dernière, en surface, est composée d'un bleu d'azurite. La succession chronologique des couches est un élément supplémentaire pour proposer la présence de lapis lazuli dans les strates les plus anciennes.

Au-dessus, la couche d'ocre jaune correspond à une application se situant probablement lors de la quatrième intervention et semble associée à la couche bleue d'azurite qui lui succède. La superposition de ces deux couleurs, bleu sur jaune, explique l'aspect un peu verdâtre observé en surface.

Pigments noirs ou altérations chromatiques ?

L'observation des couleurs noires très présentes sur les sculptures a suscité un certain nombre d'interrogations. En effet, elles se retrouvent sur les traits des visages et les chevelures des personnages, sur les décors des vêtements, sur les architectures et autres décors des voussures. Il était important d'en connaître la composition afin de pouvoir différencier les originaux des repeints ou de déceler d'éventuelles altérations chromatiques d'un rouge devenu

Encadré 1

Étude stratigraphique du tympan

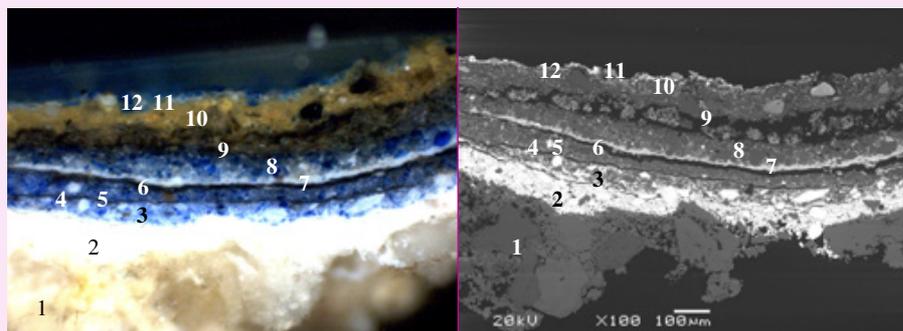


Image microscope optique. Coupe stratigraphique de l'échantillon 89A x 100.

Image au microscope électronique à balayage, détecteur électrons rétrodiffusés.

Sur la coupe stratigraphique de l'échantillon 89A, on a repéré jusqu'à douze couches que l'on peut corrélater à un certain nombre d'interventions de remise en couleur :

4 ^e intervention	{	12 Couche de bleu azurite (carbonate basique de cuivre) et blanc de plomb
		11 Couche discontinue de blanc de plomb
3 ^e intervention	{	10 Couche d'ocre jaune
		9 Couche noire épaisse, plutôt organique (peut-être une 3 ^e intervention ?)
2 ^e intervention	{	8 Couche bleue de lapis lazuli ou outremer au broyage grossier et quelques grains de blanc de plomb
		7 Couche de blanc de plomb plus ou moins fine selon les endroits
1 ^{ère} intervention	{	6 Couche noire irrégulière : salissures + matière organique
		5 Couche bleue intense de lapis lazuli ou outremer ? Très semblable à la couche originale n° 3
		4 Fine couche noire de salissure
Original	{	3 Couche bleue pâle, mélange de blanc de plomb et de lapis lazuli avec un broyage assez fin
		2 Couche de préparation au blanc de plomb (servant aussi de bouche pores)
		1 Couche blanchâtre correspondant à la pierre (support)

Encadré 2

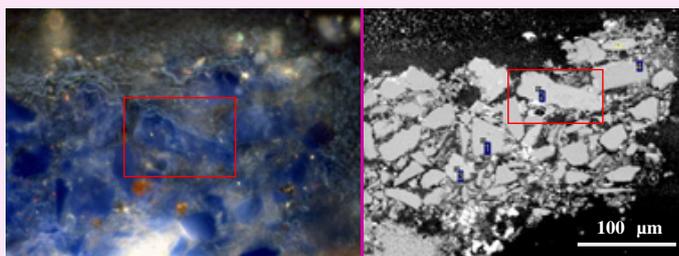
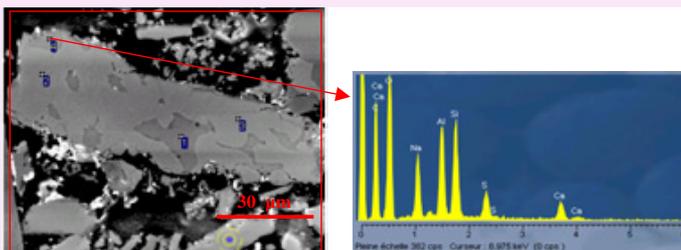
Lapis lazuli : $(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4, \text{S, Cl})_2 [8]$ 

Image au microscope optique. Image au microscope électronique à balayage, détecteur électrons rétrodiffusés x400. La taille des grains est variable.



Grain de lapis lazuli. Image au microscope électronique à balayage, détecteur électrons rétrodiffusés x1600.

Spectre d'analyse élémentaire EDS : présence des éléments C, O, Na, Al, Si, S, Ca entrant dans la composition du lapis lazuli.

noir, fréquemment observées en polychromie sur pierre et peintures murales.

Deux tons noirs sont observés sur les pupilles de certains personnages. Leur analyse par MEB-EDS sur une dizaine d'échantillons a révélé deux compositions différentes, correspondant à deux mises en couleur réparties de la façon suivante :

- original : pigment noir composé de charbon de bois (observation de particules noires présentant la structure des fibres de bois) avec quelques grains d'ocre rouge ;
- repeint : pigment noir de charbon de bois avec des grains de cinabre, pigment rouge composé de sulfure de mercure (HgS), ce mélange donnant un ton noir plus soutenu.

Sur certains sourcils, la superposition de traits rouges et noirs soulevait plusieurs questions : s'agissait-il d'un rehaut, d'un repeint ou bien d'un phénomène d'altération du pigment ?

L'observation détaillée des stratigraphies montre un premier trait noir original composé de charbon de bois (encadré 3). Il est recouvert d'un badigeon blanc de carbonate de calcium suivi d'un trait d'ocre rouge constituant le premier repeint. Un nouveau trait gris a ensuite été appliqué, indiquant un second repeint. Cette succession de couches correspond bien à plusieurs interventions et non à une altération.

On trouve également un fond noir avec un décor de fleurs de lys sur le corsage de Thamar, seule représentation féminine des voussures (encadré 4). D'après les observations des restaurateurs, la polychromie de cette sculpture était particulièrement complexe et comportait des interventions multiples avec notamment des modifications de décors. La coupe stratigraphique fait apparaître

Encadré 3

Pigments noirs



Tympan, sculpture TY5. Échantillon 63 prélevé sur le sourcil. Coupe stratigraphique échantillon 63 x200.

Sur la coupe stratigraphique de l'échantillon 63, on note :

- | | | |
|-------------------------------|---|---|
| 2 ^e intervention | { | 7 Couche blanc gris : blanc de plomb + charbon de bois + gypse |
| 1 ^{ère} intervention | { | 6 Couche rouge composée d'ocre rouge + gypse (sels de sulfate de calcium identifiés par spectrométrie IRTF) |
| | { | 5 Couche de badigeon de carbonate de calcium |
| | { | 4 Couche noire, fine, composée de charbon de bois, 1 ^{er} trait du sourcil |
| Original | { | 3 Couche orangée, mélange de blanc de plomb et de cinabre avec quelques grains d'orpiment, As_2S_3 , correspondant au ton chair du visage |
| | { | 2 Couche de préparation au blanc de plomb (servant aussi de bouche pores) |
| | { | 1 Couche blanchâtre correspondant à la pierre (support) |

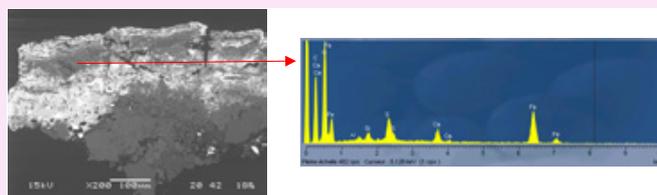


Image au microscope électronique x200.

Spectre d'analyse élémentaire effectuée dans la couche rouge : présence des éléments Al, Si et Fe contenus dans les ocres rouges, S et Ca étant quant à eux liés au gypse identifié par IRTF.

clairement une couche rouge de cinabre avec quelques grains plus sombres ou noirs en surface correspondant à l'altération de ce pigment. Sous l'influence de l'irradiation solaire, la couleur écarlate du cinabre ($\alpha\text{-HgS}$) s'altère jusqu'à devenir gris-noir, métacinabre ($\beta\text{-HgS}$) [11]. À l'origine, le fond sous la fleur de lys était rouge et non noir. Il est d'ailleurs intéressant de constater, dans le cas du cinabre, que la présence de quelques grains altérés en surface suffit à donner l'impression d'un noir profond. Ces résultats donnent une idée de la richesse et de l'éclat des couleurs originelles du portail.

Les altérations de surface

La présence en surface d'une couche d'altération est fréquemment rencontrée en peintures monumentales,

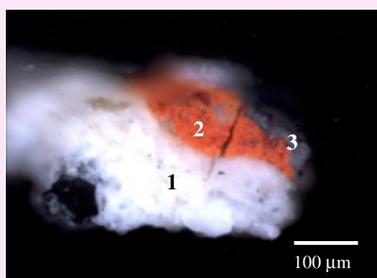
Encadré 4

Altérations chromatiques



Voussures, sculpture représentant Thamar.

Échantillon 69 prélevé dans la zone noire.



Échantillon 69. Coupe stratigraphique x200.

- 3 Couche grisâtre de gypse
- 2 Couche rouge de cinabre, quelques grains plus sombres ou noirs en surface
- 1 Couche de préparation au blanc de plomb

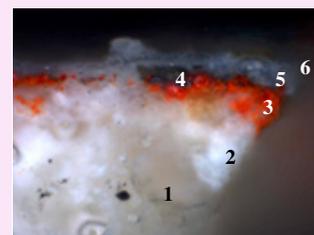
À l'origine le fond sous la fleur de lys était rouge et non noir. L'aspect noir est dû à la présence de quelques grains de cinabre altéré en surface.

Encadré 5

Altérations de surface



Échantillon 80 prélevé sur le tympan, à droite de la clé de voûte, dans la frise décorative avec des losanges.



Échantillon 80, coupe stratigraphique x400.

- 6 Couche blanche très fine de sulfate de plomb, identifié par IRTF
- 5 Couche grisâtre, opaque, de gypse
- 4 Couche noire : charbon de bois et grains de cinabre altéré
- 3 Couche rouge intense de cinabre, quelques grains noirs de pigment altéré
- 2 Couche de préparation au blanc de plomb
- 1 Couche blanchâtre, pierre

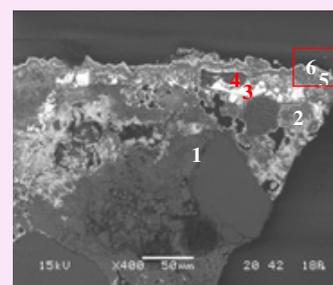


Image au microscope électronique x400.

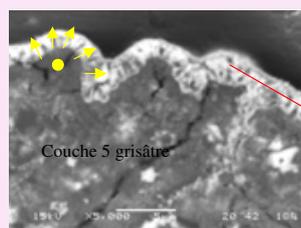
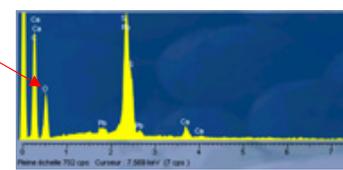


Image au microscope électronique x5000. On peut voir nettement la couche blanche de sulfate de plomb, avec les cristallisations orientées vers l'extérieur à partir d'un épicycle.



Couche blanche de surface. MEB, spectre d'analyse élémentaire : le pic du soufre est confondu avec celui du plomb. Le sulfate de plomb sera identifié par IRTF.

surtout sur celles plus exposées aux intempéries et aux variations climatiques. Elle résulte souvent des processus de migration, de dissolution et de recristallisation de sels, comme dans l'altération de la pierre [12], les couches picturales étant étroitement liées à leur support.

Pour le portail de Senlis, sur une grande partie des voussures et du tympan, la polychromie est recouverte d'une fine couche blanchâtre à l'aspect légèrement bleuté qui atténue les couleurs et gêne la lisibilité des décors. Est-on en présence d'une couche de sels de cristallisation ou, selon une hypothèse émise, est-ce le résultat de l'application, à une certaine époque, d'un badigeon protecteur en surface ?

Cette couche n'est pas systématiquement repérée en microscopie optique. Seules les images obtenues au microscope électronique en contraste de densité et à plus fort grandissement ont permis de la déceler et de pouvoir ainsi caractériser les éléments chimiques qui la composent (encadré 5). Elle est en fait constituée de deux couches : une plutôt grisâtre et l'autre, en surface, plus fine et plus blanche. Pour la couche grisâtre, d'une épaisseur moyenne de 15-20 μm , les analyses élémentaires indiquent une composition très riche en soufre et calcium (gypse) avec également la présence ponctuelle de plomb, alors que la couche fine en surface ne contient que du soufre, du plomb et des traces de calcium. D'une épaisseur beaucoup plus fine (environ 2 μm), cette dernière épouse toutes les aspérités de surface et ne

semble pas correspondre à l'application d'un badigeon qui, lui, aurait plutôt égalisé la surface et aurait une épaisseur plus importante. Elle présente un aspect particulier avec des formations cristallines bien orientées qui semblent s'être développées à partir d'un épicycle vers l'extérieur, correspondant bien à un processus de formation d'une couche d'altération. Afin d'en connaître la composition exacte, des analyses par spectrométrie IRTF ont été réalisées.

Les résultats obtenus (figure 3), correspondant aux deux couches grises et blanches, difficiles à séparer, confirment bien ceux de l'analyse élémentaire, avec la présence de sulfate de calcium (gypse) et de sulfate de plomb, mais aussi d'oxalates de calcium.

Si la présence en surface de sels tels que les sulfates ou oxalates de calcium, issus des processus de cristallisation, est fréquemment rencontrée, par contre, les causes et les origines de la formation de la couche fine de sulfate de plomb restent encore indéterminées.

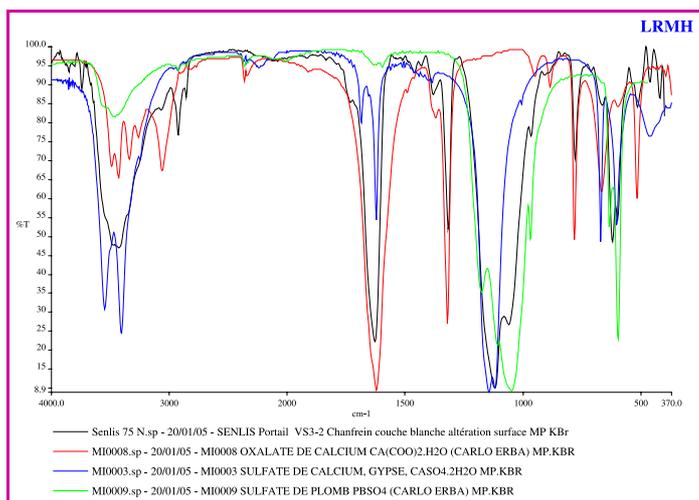


Figure 3 - Spectre IRTF de la couche blanche 6 (voir encadré 5).

Conclusion

Si l'étude de la polychromie d'un portail présente un intérêt technique indéniable pour la conservation et la restauration de l'œuvre, elle constitue également un apport réel pour l'amélioration des connaissances en histoire de l'art et histoire des techniques.

L'étude du portail de la cathédrale de Senlis a révélé une polychromie originale très complexe, réalisée avec des pigments précieux tels que le lapis lazuli, et des interventions successives de remises en couleur, au nombre de quatre sur le tympan. Pour l'interprétation finale des résultats, il est indispensable de se replacer dans le contexte historique d'ensemble de ces peintures. Les exemples exposés illustrent bien la diversité des problématiques. Ces résultats donnent une idée de la richesse et de l'éclat des couleurs originelles du portail.

Notes et références

(1) **Ébrasement** : disposition convergente des côtés d'une embrasure (espace ménagé dans l'épaisseur d'une construction par le percement d'une baie).

- (2) L'échantillon est préparé par micropastille (\varnothing 1 mm) dans du bromure de potassium et les spectres obtenus sont traités par comparaison avec des bibliothèques de spectres de références informatisées et des bibliothèques spécifiques au LRMH.
- (3) *Voussure* : montée ou portion de montée d'une voûte.
- [1] *La couleur et la pierre : polychromie des portails gothiques*, Actes du colloque, 12-14 octobre 2000, Amiens, ARPP (Agence Régionale du Patrimoine de Picardie), Éd. Picard, Paris, **2002**.
- [2] Vieweger T., Hugon P., *Église Notre-Dame-La-Grande, Poitiers. Étude de la polychromie de la façade occidentale*, *Monumental*, **1995**, 10-11, p. 62.
- [3] Steyaert D., Demailly S., *Notre-Dame de Senlis : étude de la polychromie du portail du Couronnement de la Vierge*, La couleur et la pierre : polychromie des portails gothiques, Actes du colloque, Amiens, 12-14 octobre 2000, ARPP (Agence Régionale du Patrimoine de Picardie), Éd. Picard, Paris, **2002**, p. 105.
- [4] *Ancienne cathédrale de Notre-Dame de Senlis (Oise). Les travaux de restauration du portail central de la façade occidentale. Étude historique et archéologique*, Rapport du GRAHAL (Groupe de Recherche Art Histoire Architecture et Littérature), juin **1997** (non publié).
- [5] Aubert M., *Monographie de la cathédrale de Senlis*, Senlis, **1910**.
- [6] Lorusso S., *La méthodologie scientifique appliquée à l'étude des biens culturels*, trad. française de M. Stefanaggi, Éd. Erec, Puteaux, **1995**.
- [7] Hugon P., *Senlis 60 (Oise). Ancienne cathédrale Notre-Dame, façade ouest. Étude stratigraphique et analyses physico-chimiques*, Rapport LRMH 34D, janvier **2005** (non publié).
- [8] Da Cunha C., *Le lapis lazuli : son histoire, ses gisements, ses imitations*, Éditions du Rocher, **1989**.
- [9] Brysbaert A., Lapis lazuli in an enigmatic "purple" pigment from a thirteenth-century BC Greek wall painting, *Studies in Conservation*, **2006**, 51(4), p. 252.
- [10] Plesters J., Ultramarine blue, natural and artificial, *Artists' Pigments, a Handbook of Their History and Characteristics*, Ashod Roy (ed), **1993**, vol. 2, p. 37.
- [11] Plesters J., Vermilion and cinnabar, *Artists' Pigments, a Handbook of Their History and Characteristics*, Ashod Roy (ed), **1993**, vol. 2, p. 167.
- [12] Arnold A., *Composition, mechanical properties, porosity and humidity, diagnosis of stony materials, pollution effects*, Actes du Congrès international sur la conservation de la pierre et autres matériaux organisé par l'UNESCO, RILEM, Eureka-Eurocare, ICCROM, ICOM, ICOMOS, Paris, 29 juin-1^{er} juillet **1993**, p. 23.



Paulette Hugon

est ingénieur au Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (LRMH) de Champs-sur-Marne*, Pôle « Peintures murales et polychromies ».

* LRMH, 29 rue de Paris, 77420 Champs-sur-Marne.
Courriel : paulette.hugon@culture.gouv.fr

UMR CNRS 8612: Physico-Chimie Pharmacotechnie – Biopharmacie

5 rue J.-B Clément • 92296 Châtenay-Malabry Cedex
Directeur : Patrick Couvreur

Les activités scientifiques des équipes de l'UMR CNRS 8612 concourent à un objectif commun: concevoir, formuler, développer, caractériser et évaluer des systèmes pharmaceutiques originaux. Les équipes de Physico-Chimistes développent des concepts et des méthodologies utiles à cet objectif, les équipes de Galénistes utilisent ces concepts pour la formulation et le développement de vecteurs de médicaments et de systèmes d'administration à libération programmée. L'efficacité de ces nouvelles formes d'administration est évaluée, dans le domaine du cancer, par l'équipe de Pharmacologie cellulaire.

Cette stratégie originale fondée sur une structure interdisciplinaire est unique en Europe et a abouti à faire de l'UMR CNRS 8612 un groupe très largement reconnu au niveau international.

Téléphone : 01 46 83 55 83 • Télécopieur : 01 46 6193 34 • Site Web : <http://www.umn-cnrs8612.u-psud.fr/>