

ETUDE DE L'ETAT DE CONSERVATION DES PEINTURES MURALES DE L'EGLISE DES SAINTS PIERRE ET OURS EN AOSTE

Lorenzo Appolonia, Laura Degani*, Monica Ganio*, Piero Mirti**

Aperçus historiques

L'église des Saints Pierre et Ours en Aoste a subi une transformation sous l'évêque Anselme, qui dirigea la cathédrale d'Aoste de 921 à 1026. A l'intervention de construction d'Anselme est associée une importante campagne de décoration qui concerna aussi bien l'extérieur que l'intérieur de l'édifice, exécutée par les maîtres qui décorèrent au cours de la même période la cathédrale, autre importante église d'Aoste de l'époque d'Anselme.

Vers la fin du XV^e siècle, le prieur Georges de Challant, soumit l'église à une importante restructuration en faisant ajouter les nefs latérales et construire les voûtes gothiques lesquelles, outre d'occulter les grandes fenêtres romanes qui s'ouvraient sous le toit, couvrirent avec de nouveaux enduits les peintures décoratives de l'ancienne église. De ces peintures, seules les scènes de la partie supérieure comprise entre l'imposte de la charpente du toit et l'extrados des voûtes sont encore visibles aujourd'hui.

L'iconographie des scènes, tirée des Saintes Ecritures et de textes apocryphes, ne suit pas une narration ordonnée, mais rappelle *per exempla* la sainteté de la vie de Jésus et des Apôtres et se termine avec le récit, à côté de l'entrée, du Jugement Dernier, qui est la dernière admonition pour les fidèles qui sortent de l'église.

En juillet 1967, les peintures de la soupente furent définitivement libérées des décombres qui en recouvraient la partie inférieure et l'objet d'importants travaux de restauration menés par la restauratrice Antonietta Beneyton sous la direction de Noemi Gabrielli.

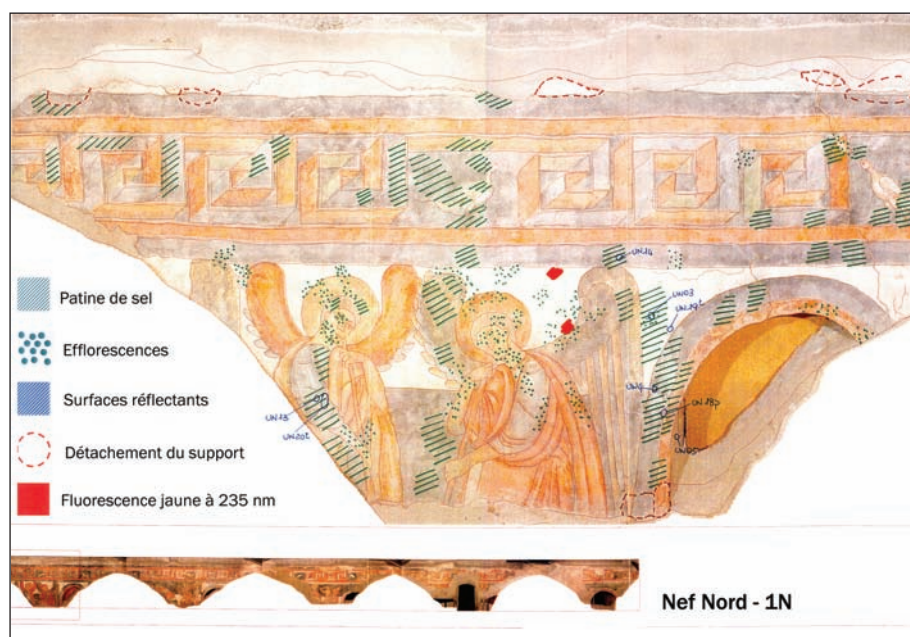
Sondages préliminaires et représentation cartographique des dégradations

L'état de conservation actuel, environ 40 ans après l'intervention de Beneyton, n'est pas des meilleurs et a conduit le Laboratoire d'Analyses Scientifiques (L.A.S.) du Département surintendance à effectuer une série de relevés et d'études destinées à la préparation d'un projet de conservation.

L'étude a commencé par l'évaluation de l'état de conservation et la distribution des phénomènes de dégradation, afin d'essayer à identifier les agents responsables de la dégradation des peintures. La phase de projet d'étude s'est inscrite au sein du programme de stage organisé par l'Université de Turin pour l'attribution de la Maîtrise triennale du cours de Science et Technologie pour les Biens Culturels.

L'étude a été subdivisée en une série d'analyses macroscopiques, effectuées à lumière incidente, rasante et ultraviolette (décrites sur le plan théorique dans la première partie de la thèse), et a été poursuivie avec l'analyse et la caractérisation des fragments de peinture prélevés de manière ciblée en fonction des différentes typologies de dégradation rencontrées et des problèmes de conservation qui ont surgi lors de la première phase d'étude.

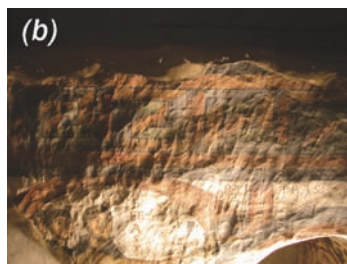
La première phase d'évaluation, étendue à une grande partie des surfaces picturales, a permis d'exécuter une carte graphique des dégradations (fig. 1).



1. Distribution des phénomènes d'efflorescence et des dégâts sur la surface. (P. Salonia - CNR)

A partir des sondages visuels, on a établi les premières considérations sur l'état de conservation des peintures qui sont reportées ci-après de manière synthétique:

1) sur le support, ont été mis en évidence soit un dense réseau de craquelures dû au retrait des mortiers en phase d'exécution soit de nombreux détachements entre la peinture et le mur lequel est constitué de cailloux de pierre amalgamés avec un mortier de chaux (fig. 2a, 2b);



2. Photo en lumière directe (a) et le même mur avec une lumière latérale (b).
(L. Degani)

2) les surfaces picturales présentent, en de nombreux endroits, l'effet de la cristallisation des sels solubles, visibles sous divers aspects telles que des patines plus ou moins en forme de concrétions ou d'excroissance en forme d'aiguilles, laquelle advient soit superficiellement soit au-dessous de la pellicule picturale.

En correspondance des efflorescences salines aciculaires, sont présentes des désagrégations et des chutes de la pellicule picturale (fig. 3);



3. Exemple de portion de mur avec fissures et érosion de la couleur.
(L. Degani)



4. Partie de la décoration, on aperçoit les fissures et du dépôt de poussière sur l'irrégularité de la surface, en haut on retrouve la couche en mortier utilisée pour la couverture du sommet des murs. (L. Degani)

3) sur la surface des peintures, on a relevé, outre la présence d'un dépôt important de particules atmosphériques, également la présence d'un film protecteur de restauration mis en évidence par la luisance non naturelle de la peinture (fig. 4);

4) la présence de colatures d'une substance liquide évidente a été observée en différentes zones des peintures. Ces colatures sont mieux visibles à la lumière ultraviolette grâce à leur forte fluorescence jaune;

5) on n'a pas noté la présence de colonies fongiques.

Sondages diagnostiques

Les observations préliminaires, étendues à une grande partie des surfaces picturales et la représentation cartographique consécutive des différentes formes de dégradation, ont permis une détermination raisonnée des points de prélèvement pour les analyses diagnostiques. L'étude a donc porté sur une série de problèmes et la nécessité de connaître les différents phénomènes de dégradation rencontrés, ainsi que sur la vérification de la technique picturale utilisée pour réaliser les peintures. Une partie de l'étude peut être schématisée comme suit:

1 - Composition de l'enduit d'origine et des efflorescences salines

L'étude de la composition des sels a aussi été accompagnée de la détermination de la composition de l'enduit d'origine et ce, afin de déterminer si la provenance de certains ions présents en surface était attribuable à la matrice originelle de l'enduit ou si elle était due par contre à d'autres facteurs comme la migration des stucages en ciment largement présents sur la partie supérieure des peintures et sur de vastes zones à l'intérieur des scènes ou bien à l'agressivité du milieu ambiant.

Aussi bien pour la détermination des sels solubles que celle de la composition de l'enduit d'origine, des analyses ont été exécutées par le biais de la spectrométrie FTIR, diffractométrie aux rayons X et chromatographie ionienne. L'analyse des matériaux d'origine a été effectuée sur un échantillon de mortier apparemment non dégradé, prélevé sur les bords du vide présent au centre de la contre-façade, unique zone des peintures non concernée par les stucages en ciment de la dernière restauration.

L'échantillon de mortier analysé par diffractométrie aux

rayons X, résulte être composé de calcite avec des agrégats de *quartz*, *muscovite*, *lizardite* et *plagioclase*.

L'analyse des sels solubles, exécutée par chromatographie ionienne sur le même échantillon, a révélé la présence d'ions Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} .

En recoupant les données on peut donc dire que la présence de magnésium, sodium et potassium peut s'interpréter comme appartenant à la composition de l'enduit tandis que celle des sulfates, chlorures et nitrates, peut être imputée à des facteurs externes liés à la dégradation des mortiers.

La faible quantité de certains composés, cependant, n'a pas permis leur identification par l'analyse diffractométrique, en ce que cette technique n'est seulement sensible à des phases cristallines présentes en quantité supérieure à 5 %, et cela peut avoir une incidence sur les évaluations quant à la provenance de certains ions, surtout sulfates et magnésium.

Les efflorescences salines présentes sur la surface des peintures et analysées grâce à la chromatographie ionienne et la diffractométrie aux rayons X, sont caractérisées par la présence de carbonates, sulfates, oxalates, nitrates et silicates. Les formes cristallines déterminées par la diffractométrie aux rayons X sont la *calcite*, CaCO_3 et le *quartz* (SiO_2), provenant probablement de la matrice de l'enduit, l'*epsomite* ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), l'*esaidrite*, $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, la *mélantérite*, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ et la *craie* (CaSO_4), présentes en ce qu'elles sont produites par la dégradation des matériaux carbonés.

La présence des nitrates n'a pas été relevée par les diffractogrammes parce qu'ils sont en quantités inférieures à 5 %, et dérive, en toute probabilité, de la dégradation de matériaux organiques azotés, tandis que les silicates sont certainement à associer à la matrice de l'enduit.

L'analyse FTIR sur presque tous les échantillons prélevés en correspondance des efflorescences salines, a mis en évidence la présence d'oxalates, outre la confirmation de la présence de nitrates et sulfates.

2 - Dégradation de la pellicule picturale à la suite de la formation de sous-efflorescences et d'efflorescences salines aciculaires

La dégradation de la pellicule picturale a été vérifiée et documentée avec des sections polies sur des échantillons de pellicule picturale prélevés dans des zones qui présentent des stades différents d'accroissement des sels et avec des photographies, exécutées *in situ* à l'aide d'un microscope portatif à fibres optiques.

3 - Composition du film protecteur ou consolidant utilisés durant la restauration précédente et du matériel relatif aux souillures accidentelles, telles que taches et colatures, relevées par l'observation à la lumière ultraviolette (fluorescence jaune)

Afin d'identifier la composition du matériau résineux, on a exécuté des analyses à la spectrophotométrie FTIR, sur des échantillons préparés en pastilles de KBr et sur des extraits en acétone et des analyses chromatographique en phase gazeuse, sur des échantillons prélevés au tampon soit avec de l'acétone et soit avec du chloroforme.

Le sondage FTIR fournit une donnée comparable à un spectre obtenu avec un échantillon de *Mowilith* présent dans le *data base* du L.A.S. Il s'agit dans ce cas d'un

renforteur à base de résine vinylique, produit pour la restauration en différentes formulations et très en usage à partir de la fin des Années 60.

L'analyse chromatographique en phase gazeuse a été réalisée grâce au système du gaz-pyrolyse. Sur les échantillons prélevés au tampon au moyen d'un solvant comme l'acétone, on a relevé la présence de polymères BMA et EPA qui indiquent généralement la présence d'un méthacrylate. Dans cette famille de produits se retrouvent certains produits vendus dans le commerce et utilisés dans la restauration sous différentes formulations dont le plus connu est sans aucun doute celui qui porte le nom commercial de *Paraloid*, lui aussi très utilisé à partir des Années 60 et 70. L'analyse des échantillons prélevés avec du chloroforme montrait la présence aussi de produits dérivant d'une résine vinylique. Cet ensemble d'informations fait supposer que l'intervention de restauration a été suivie d'un traitement superficiel de consolidation et protection à base d'un mélange de résines acryliques et vinyliques.

Les colatures accidentelles et les taches identifiées sur plusieurs zones grâce à la lumière UV, analysées par chromatographie en phase gazeuse sur extrait en chloroforme, ont montré la présence d'une cire. La présence de cire a été retrouvée, quoiqu'en quantité mineure, aussi sur échantillon prélevé dans une zone non fluorescente et peut être, par contre, l'indice d'une utilisation plus étendue et en rien accidentelle de celle-ci lors de la restauration.

4 - Vérification de la présence de colonies fongiques possibles non visibles à l'observation directe

La présence de sel ne doit pas induire l'analyste à croire que l'origine de ces ions puisse avoir une nature seulement chimique et donc, pour une évaluation correcte, la vérification d'une provenance biologique éventuelle a aussi été réalisée. La mise en culture d'un bon nombre d'échantillons prélevés dans différentes zones a porté au développement de colonies fongiques du genre *Aspergillus*, dans les espèces identifiées comme *A. amstelodami*, *A. flavus*, *A. penicilloides*. Le développement des cultures en laboratoire montre soit la vitalité des propagules et des fragments d'hyphes contenus dans les échantillons, soit la possibilité, dans le cas où les conditions climatiques enregistreraient des variations plus favorables, du développement et de la croissance *in situ* des colonies fongiques, mais a cependant exclu que la présence actuelle d'efflorescences soit due à des problèmes de type biologique.

5 - Etude des techniques picturales

Le but de cette phase d'étude a été celui de caractériser la palette utilisée par le peintre pour le cycle des peintures murales.

Pour réussir à déterminer les pigments utilisés au XI^e siècle et la technique d'exécution, on a eu recours à trois techniques d'analyse, deux non destructives et une micro-destructive.

La première phase du travail a comporté une représentation cartographique générale des pigments réalisée avec des instruments portatifs pour l'analyse en fluorescence de rayons X (XRF) et pour la colorimétrie (fig. 5).

Les données obtenues par les deux instruments ont été

élaborées et comparées et ont permis de définir les homogénéités de composition et les anomalies éventuelles présentes sur les peintures murales. Ces techniques ont aussi permis de réduire la nécessité de prélèvement pour l'identification de la technique prévue dans la seconde phase.

La seconde phase a porté au prélèvement de 38 fragments des points significatifs et à la préparation de sections stratigraphiques à observer au microscope en lumière visible et en lumière ultraviolette. Outre l'analyse des pigments, on a cherché à déterminer une patine présumée de *film* protecteur/renforçateur utilisée dans les restaurations de 1967-68, et ce type de recherche a, en particulier, été exécuté en utilisant une instrumentation en microscopie FTIR avec du microATR (Attenuated Total Reflection) directement sur quatre des fragments différents qui, vus au microscope stéréoscopique, montraient une surface particulièrement brillante et ratatinée. Sur les sections, ont en outre été exécutés des tests microchimiques utiles pour vérifier la composition et la typologie des pigments utilisés par le peintre au XI^e siècle.



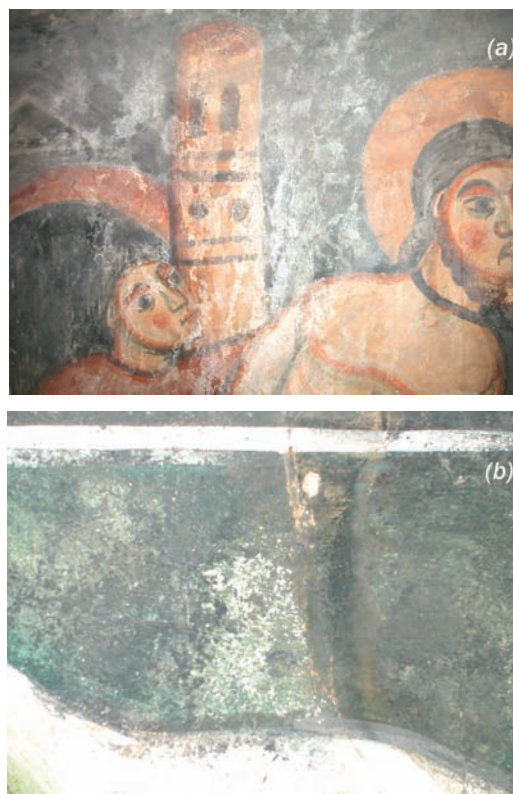
5. Spectrophotomètre en réflexion des rayons X portable, utilisé pour les analyses directes sur le monument. (L. Degani)

Evaluation des résultats et conclusions

L'application de la méthode correcte pour une phase de connaissance a permis de vérifier l'état actuel de conservation du cycle pictural et de permettre la seconde phase d'étude ayant pour objectif la mise au point des méthodes d'intervention et le cahier des charges relatif.

L'état de conservation s'est avéré être suffisamment

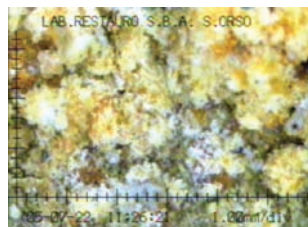
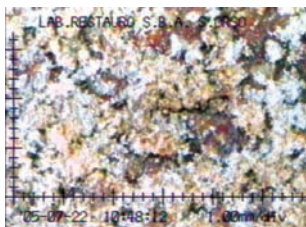
compromis surtout en ce qui concerne la surface de la pellicule picturale. Le traitement à la base de mélanges différents de renforçateurs et protecteurs, (ont été relevés soit des cires, soit des résines acryliques soit des résines vinyliques), a plutôt résulté inopportun pour ne pas dire inutile et délétère. La migration saline, dont l'origine n'a pas encore été bien mise en évidence, a trouvé dans ce "bouchon chimique" un sujet qui, au lieu d'en empêcher l'entrée en empêchait aussi la sortie (fig. 6a, 6b).



6. Présence de sel sur la peinture murale (a) et détail macro d'efflorescence (b). (L. Degani)

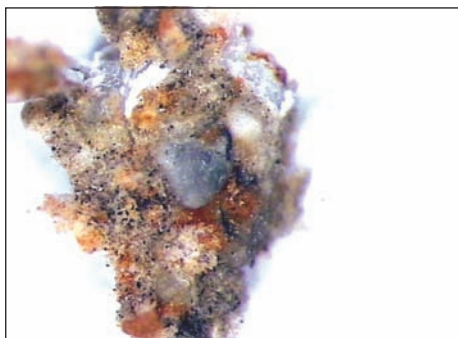
La contrainte à une cristallisation non superficielle a fini par favoriser les phénomènes de sous-efflorescence et une chute consécutive des morceaux de peinture superficielle, avec une référence spéciale à celles étendues à sec (fig. 7, 8).

La composition des sels a en outre démontré la présence de certains sels parmi les plus dangereux pour la conservation, comme la ténardite et l'esaidrite, c'est-à-dire des sulfates de magnésium qui ont des propriétés déliquescentes et peuvent donc modifier leur composition cristalline aussi à la température ambiante et à la seule variation du pourcentage d'humidité relative. La variation climatique ambiante [Migliorini, 2004] existant dans la soupenite, bien que limitée par rapport à l'extérieur, en suit dans chaque cas le cours, comme le révèle l'étude du LAS. Ce type d'information avait déjà conduit à en limiter l'accès à pas plus de 30 personnes à l'heure, et a aussi permis de comprendre que certains phénomènes de dissolution et recristallisation, c'est-à-dire les plus dangereux pour la formation des sels, peuvent arriver avec extrême facilité et de manière répétée dans l'arc d'une journée.



7. Photos prises avec microscope portable, le détail sur la photo n'est pas de bonne qualité, mais permet de bien comprendre la distribution en boule du sel et le danger que cela comporte avec la perte de la polychromie superficielle. (L. Berriat)

La présence de sulfates laisse la plus grande perplexité. La recherche d'une origine éventuelle à l'intérieur des mortiers n'a pas donné de résultats et, donc, leur origine demeure inconnue. On pourra en connaître davantage avec la poursuite des sondages pour lesquels il a été prévu l'échantillonnage de la couche chaux/ciment qui recouvre le périmètre du cycle pictural et qui fait partie de la restauration 1969. Une agression éventuelle du milieu environnant doit être évaluée et à quantifiée et, ne donne donc pas de certitudes pour proposer des mesures de contrôle ou de réduction des phénoménologies. L'étude, comme nous l'avons déjà dit, a permis de caractériser la palette utilisée au XI^e siècle, en confrontant aussi les limites et les avantages de techniques destructives et non destructives. Les techniques non destructives, telles



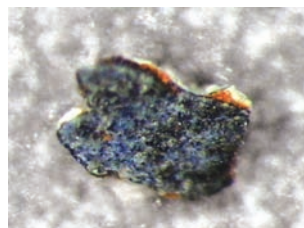
8. Boule de peinture avec le sel, échantillon UN10, microscope stéréo, agrandissement 25x. (L. Degani)

que la fluorescence de rayons X et la colorimétrie ont fourni une représentation cartographique générale des peintures, en mettant en évidence les zones ayant une composition chimique et un aspect différent, en favorisant peut-être l'identification de zones de restauration, mais n'ont pas permis de comprendre, de manière certaine, de quel pigment il s'agissait et, surtout, quelle a été la technique utilisée pour appliquer la couleur.

Le prélèvement des échantillons et la préparation de sections stratigraphiques a ensuite permis de répondre à ces questions et de remonter aux pigments, et de déterminer que seuls six pigments différents ont été employés lesquels ont souvent été dûment mélangés entre eux pour obtenir une vaste gamme de tonalités (fig. 9, 10, 11a, 11b).

Les pigments retrouvés sont reportés dans la liste à suivre:

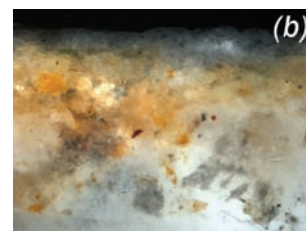
- Blanc: blanc S. Giovanni
blanc de zinc et blanc de titane dans les zones restaurées
- Noir: noir charbon de bois
- Rouge: ocre rouge
pigment riche en Pb, (cinabre?) dans deux échantillons
- Jaune: ocre jaune
- Vert: terre verte
- Bleu: aucune attribution certaine



9. Echantillon 6S5, microscope stéréo, agrandissement 50x, surface avec couleur bleu (lapis-lazuli). (M. Ganio)



10. Mélange d'ocre rouge et de noir pour obtenir la couleur brun, échantillon 18S1, agrandissement au microscope minéralogique 200x. (M. Ganio)



11. Photos du fragment (a - stéréo, 25x) et de la coupe (b - microscope minéralogique, 200x) de l'échantillon 16S1, dans la coupe on voit dans la couche superficielle (b) la présence de la résine synthétique (Mowhilit) employée dans les travaux des Années 60. (M. Ganio)

D'autres tonalités comme le marron par exemple ont été obtenues en mélangeant l'ocre jaune au noir charbon de bois ou l'ocre rouge et noir charbon de bois.

Les bleus avaient initialement été identifiés comme bleu de lapis-lazuli, également en fonction de la documentation précédente [Appolonia, 1991] qui rapportait l'utilisation de lapis-lazuli sur les vêtements du Christ représenté sur la cinquième travée du mur Sud. Dans cette phase, il n'a pas été possible de vérifier avec certitude de quoi il s'agissait étant donné le peu de couleur qu'il restait et la difficulté à effectuer un prélèvement.

Le rouge est par contre en grande partie constitué par de l'ocre rouge, c'est-à-dire de l'oxyde de fer, mais dans la seconde travée du mur Sud l'analyse au XRF a fait ressortir qu'il existait un pigment rouge riche en plomb, ce qui ferait supposer la présence de cinabre, d'autre part confirmée par l'observation au microscope en lumière polarisée.

La restauration des années 1967-68 a en outre apporté une patine protectrice et des stucages évidents, en

particulier dans la troisième travée du mur Nord dans laquelle on peut déjà distinguer à l'œil nu, une zone aux couleurs plus brillantes dans laquelle a été utilisé un mélange de blanc de zinc et blanc de titane comme le démontrent les résultats de la fluorescence aux rayons X.

On a pu définir la technique picturale, qui prévoyait une pose par phases successives. Une première couche d'enduit, suivie d'une seconde couche à la granulométrie plus fine, bien visible dans les sections à pigmentation blanche qui peut être attribuée aussi à une application de l'enduit au moyen d'une taloche. Des couches de couleur véritable étaient ensuite appliquées par dessus, tandis que dans le cas du blanc l'enduit fin constituait déjà la couche de couleur. Dans certains cas, on procédait avec une application à sec, bien évidente dans la section 16S1 où une couche très mince de vert est appliquée sur un fond jaune.

A remarquer aussi que pour renforcer la pigmentation, plusieurs fois on a exécuté des stratifications destinées à donner un plus grand relief au pigment mis en surface. C'est le cas du bleu, pigment de par lui-même actuellement peu perceptible à l'œil qui a été étendu sur une couche de couleur rouge pour en faciliter la lecture, ou du vert au dessous duquel nous trouvons souvent du jaune.

La phase actuelle de l'étude prévoit la poursuite de certains sondages, surtout en ce qui concerne les arases et les enduits qui ont été rendus accessibles grâce à leur déplacement et certaines tesselles pour la vérification des techniques de nettoyage et de consolidation. Cette dernière phase s'avère très délicate à cause de la grande surface de sous-efflorescences présentes et de la nécessité d'extraire ou consolider le sel pour réduire son pouvoir destructif. L'enlèvement, là où cela est possible, de la couche résineuse et cireuse placée sur la surface lors de la vieille restauration, facilitera la chose. Il n'est point dans notre intention de critiquer cette intervention compte tenu que celle-ci rentre dans les canons et les méthodologies de l'époque où l'on ne disposait pas du support scientifique actuel pour la protection et la sauvegarde de notre patrimoine culturel.

Abstract

Understanding the state of preservation of an artefact and knowing the causes of possible preservation problems are at the root of a correct planning for the restoration work. The Ottonian pictorial cycle in the attic of St. Peter and St. Ursus church in Aosta currently poses a series of preservation problems, some of which are the consequence of intervention choices that followed the preservation procedures of the 1960s. The preliminary analytical stage requires reasonable time for closer examination of some notions in an exhaustive way. The results of this first stage are reported in this article and concern two training lectures at the university course of Science and Technology for Cultural Heritage.

*Cours de Maîtrise en Sciences et Technologies pour les Biens Culturels, Université de Turin, Stage 2005.

**Département de Chimie Analytique, Université de Turin.