



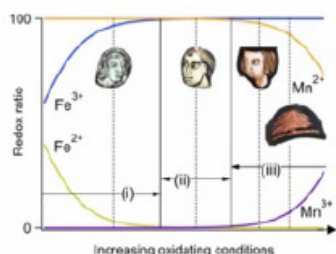
## Décrypter la couleur des visages dans les vitraux médiévaux : le rôle original du manganèse

***Les verres historiques fournissent des informations uniques sur le développement technologique et les sensibilités artistiques des sociétés. Ils peuvent être colorés par divers éléments, parmi lesquels le manganèse joue un rôle particulier : alors que  $Mn^{3+}$  est un colorant pourpre puissant,  $Mn^{2+}$  ne donne pas de coloration appréciable. En coopération étroite avec le Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (LRMH), des chercheurs de l'équipe Propriétés des Amorphes, Liquides et Minéraux (PALM) de l'IMPMC ont étudié un corpus unique de verres médiévaux déposé au LRMH. Ils ont montré que l'obtention de verres de couleur chair nécessite un contrôle précis de l'influence de l'état d'oxydation du verre pour favoriser la formation de l'ion colorant  $Mn^{3+}$ . La combinaison de données acquises en spectrométrie optique et sur le rayonnement synchrotron a montré que des conditions oxydantes particulières ont été privilégiées. Ces résultats illustrent comment la connaissance de pratiques sophistiquées a assuré aux maîtres verriers une fabuleuse maîtrise de la couleur du verre pour l'époque.***

Sur les panneaux figuratifs des verrières, les têtes des personnages sont l'une des pièces les plus importantes. Peintes à l'aide de grisaille pour représenter les traits du visage, ces vitraux démontrent les plus hautes compétences des peintres sur verre. Des chercheurs de l'IMPMC ont pu étudier un ensemble de 17 verres médiévaux représentant des têtes de personnages importants et constituant le chef-d'œuvre des vitraux de certains des monuments médiévaux des 12<sup>e</sup>-13<sup>e</sup> siècles les plus importants : Sainte-Chapelle de Paris, église de Saint-Germain-des-Prés, cathédrales de Chartres, Bourges, Angers, Soissons, Sens, Poitiers. Cet ensemble provient de la collection de Dina Vierny (1919-2009), collectionneuse d'art et modèle d'Aristide Maillol. Il a été saisi par les autorités françaises en 2009 lors d'une vente aux enchères. Ces vitraux sont d'un intérêt historique et artistique majeur et donnent un aperçu des techniques verrières médiévales. En effet, malgré le rôle important des vitraux dans l'architecture médiévale, les technologies de fabrication du verre à cette époque restent encore mal connues. Depuis l'époque romaine, le manganèse a été utilisé en technologie verrière, soit pour corriger la couleur verdâtre causée par le fer présent dans les matières premières, soit pour colorer le verre en pourpre ou rose. Dans la palette des couleurs des vitraux médiévaux, le pourpre est souvent utilisé pour les vêtements et le rose pour le ton chair de la peau.

Pour expliquer comment les verriers médiévaux contrôlaient les couleurs utilisées pour représenter les visages, les vitraux ont été étudiés avec des techniques non invasives : spectroscopie d'absorption optique portable (complétée par une mesure par ultrasons des épaisseurs des vitraux), analyses chimiques avec l'Accélérateur New AGLAE au Louvre d'analyse élémentaire et spectrométrie d'absorption X à SOLEIL. Les compositions chimiques montrent qu'ils ont été fabriqués à partir de cendres de plantes, et sont typiques des verres médiévaux. La variabilité chimique reste limitée malgré la diversité géographique des vitraux étudiés. Comme les matières premières (par exemple le sable) contiennent également des impuretés de fer, il existe une interaction mutuelle entre les équilibres redox du fer et du manganèse lors de la fusion du verre, influençant la teneur en  $Mn^{3+}$  et donc la couleur finale.

Ces têtes de personnages présentent une remarquable diversité de teintes, capables de décrire la couleur de la peau, du bleuté presque incolore au rose clair pour la carnation et au pourpre pour la représentation des vêtements. Cette variété de couleurs provient principalement des concentrations relatives des ions  $\text{Fe}^{2+}$  (couleur vert-bleu) ou  $\text{Mn}^{3+}$  (couleur pourpre). Lorsque  $\text{Fe}^{2+}$  est en excès, le verre a une légère teinte bleue à verte (zone i sur la Figure). Lorsque  $\text{Mn}^{3+}$  est en excès, la couleur du verre varie du rose au pourpre (zone iii sur la Figure). La situation intermédiaire causée par l'interaction entre  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{Mn}^{3+}$ , induit les espèces faiblement colorantes  $\text{Fe}^{3+}$  et  $\text{Mn}^{2+}$ , qui donnent une teinte chair claire (zone ii sur la Figure).



**Figure 1**

*Variation des couleurs apportées par le manganèse dans les vitraux en fonction des conditions redox.*

*A gauche : évolution schématique du degré d'oxydation de Fe et Mn dans les verres étudiés, en fonction du caractère oxydant du milieu.*

*A droite : contraste entre la carnation et la couleur des vêtements (Baie 102 de la Cathédrale Saint-Pierre et Saint-Paul, Poitiers, 1165).*

La concentration en  $\text{Mn}^{2+}$  représente au moins 95% de Mn total dans tous les verres, le changement de couleur de chair à pourpre étant provoqué par de petites variations dans la teneur relative en  $\text{Mn}^{3+}$ . Il n'y a cependant aucune preuve de l'ajout d'un oxydant supplémentaire. Pour privilégier des conditions oxydantes, des minéraux de manganèse oxydés comme la « pierre d'Aragon », aussi dénommé « savon des verriers », ont été utilisés, le verre restant d'autant plus oxydé que le temps de fusion est court.

Les maîtres verriers du Moyen-Âge ont ainsi su relever le défi de fabriquer des verres dans des conditions suffisamment oxydantes pour conserver du manganèse oxydé dans des fours à bois et obtenir des carnations chair à pourpre. La difficulté de maîtriser ces paramètres explique la relative rareté de verres purement pourpres ou purement roses : ils ne représentent, par exemple, que 10 à 20 % de la surface des vitraux de la Nef de la Sainte-Chapelle de Paris et de la Rose de la Cathédrale de Reims, deux monuments dont les vitraux ont été également étudiés récemment à l'IMPMP, en coopération avec le LRMH.

Les vitraux comptent parmi les vestiges les plus impressionnants du patrimoine médiéval en Europe. Ils montrent souvent des couleurs vives et brillantes ayant un symbolisme spécifique, obtenues en ajoutant intentionnellement des chromophores lors de la fabrication du verre. Une coopération entre sciences « dures » et sciences du Patrimoine permettra ainsi de pénétrer les mystères des technologies médiévales, pour lesquelles si peu de témoins écrits nous sont parvenus.

#### Référence

« The representation of skin colour in medieval stained glasses: The role of manganese »

Capobianco, N; Hunault, MOJY; Loisel, C; Trichereau, B; Bauchau, F; Trcera, N; Galois, L; Calas, G  
Journal of Archaeological Science: Reports

Volume: 38

Article Number: 103082 (2021)

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03356047/>

#### Contact

Laurence Galois : [laurence.galoisy@upmc.fr](mailto:laurence.galoisy@upmc.fr)

Georges Calas : [georges.calas@upmc.fr](mailto:georges.calas@upmc.fr)