

Innovation technologique Liliane Bettencourt

M. Philippe WALTER, directeur de recherche au CNRS,
directeur du laboratoire d'archéologie moléculaire et structurale
(université Pierre et Marie Curie-CNRS),
professeur invité sur chaire annuelle

ENSEIGNEMENT : CHIMIE ANALYTIQUE ET HISTOIRE DE L'ART ^a

De multiples innovations technologiques, à l'image de celles qui sont réalisées dans le domaine de la médecine ou de l'exploration des planètes, sont utilisées aujourd'hui pour étudier les œuvres d'art à l'aide d'analyses non invasives (sans prélèvement, ni dommage) et *in situ* (sur le site historique ou dans les musées). La complexité des matériaux employés par les artistes est ainsi étudiée pour apporter des informations aussi bien sur les pratiques artistiques que pour aider à la conservation des œuvres ou contribuer à l'évaluation de leur degré d'authenticité.

Cet enseignement vise à montrer de quelles manières ces outils d'analyse aident à traduire et à comprendre le geste de l'artiste en termes de propriétés physico-chimiques de la matière picturale, d'interaction de l'œuvre avec la lumière, de perception visuelle et de réception culturelle par la société. Il est ainsi possible de mettre en relation l'évolution des pratiques artistiques de la préhistoire au XX^e siècle avec celle des savoirs scientifiques et des inventions successives dans le domaine des sciences de la matière. Les développements actuels de la recherche associant chimie et histoire de l'art contribuent ainsi à mettre en lumière, au cœur de la démarche scientifique, le rôle des matières lors du geste créateur.

Les cours ont été suivis de séminaires tenus par des intervenants extérieurs mettant l'accent sur des aspects variés de la recherche, en chimie, mais aussi en droit, archéologie, littérature ou bien dans le domaine industriel. Plutôt que de se focaliser sur un des aspects du cours, ces séminaires ont ainsi été l'occasion de le compléter par un point de vue différent issu d'un champ disciplinaire spécifique. À la manière de travaux pratiques qui illustrent le cours, deux conférences ont enfin permis d'étudier des cas concrets, avec des œuvres prêtées, présentées dans l'auditorium Marguerite de Navarre du Collège de France.

a. Les enregistrements des cours et des séminaires sont disponibles en audio et en vidéo sur le site internet du Collège de France : <http://www.college-de-france.fr/site/philippe-walter/course-2013-2014.htm> [NdÉ].

Cours 1 : Le choix des pigments

L'utilisation des pigments naturels par l'homme remonte à plus de 100 000 ans. De récentes découvertes archéologiques dans la grotte de Blombos, en Afrique du Sud, ont montré l'existence, dès cette époque, de multiples outils destinés à la production et au stockage de pigments à base d'ocre. D'autres contextes archéologiques permettent de préciser comment les artistes de la Préhistoire ont pu trouver et sélectionner des pigments naturels, mettre au point des recettes de peinture, chacune correspondant à un mélange particulier de un ou plusieurs pigments avec parfois des minéraux de charge – c'est à dire de faible opacité et de faible coloration – ainsi que des liants.

Ces premiers usages de la couleur ont ainsi mis en œuvre des matières noires, jaunes ou rouge, le plus souvent constituées de charbon de bois, d'oxydes de fer ou de manganèse. La variabilité minéralogique des oxydes métalliques, de leur texture et parfois de leur teinte démontre que des stratégies d'exploitation de la nature ont été mises au point pour sélectionner des matières adaptées à la décoration des parois ou d'objets mobiliers en os, en ivoire ou en pierre. Dans le cas de la grotte de Lascaux, l'analyse des éléments chimiques présents à l'état d'impuretés a permis de déterminer des relations entre certaines figures qui furent réalisées avec des matières en tous points identiques, offrant ainsi la possibilité de préciser la chronologie des étapes de réalisation du décor des différentes salles.

Ce n'est que bien plus tard, à l'aube des périodes historiques, que les peintres ont pu bénéficier des nouvelles couleurs issues de l'invention de procédés de synthèse chimique. Les pigments bleus et verts égyptiens ont été réalisés à partir de techniques issues des arts du feu. Des protocoles très similaires ont été développés en Chine pour préparer des pigments bleus et violets. En Grèce, la synthèse de blanc de plomb a nécessité la mise au point de protocoles mettant en jeu de lentes réactions d'altération de feuilles de plomb métallique en présence de vapeur de vinaigre et du dioxyde de carbone de l'air. Ces procédés de synthèse sont complexes et ils ont dû être difficiles à inventer sans connaissances chimiques précises.

À partir du XIX^e siècle, une véritable démarche scientifique a été conduite pour élargir la gamme des pigments disponibles pour la peinture. De nouveaux pigments bleus, comme le bleu Thénard ou bleu de cobalt ainsi que l'outremer artificiel ont été inventés et dès lors très largement employés par les artistes.

Ce cours a été suivi par un séminaire : « L'expérience d'un artisan de la couleur de l'art » par Dominique Sennelier (Paris).

Cours 2 : Formuler la matière pour créer de nouveaux effets artistiques

Le deuxième cours est revenu sur l'évolution de la nature des liants, leurs principes de séchage et les conséquences sur l'aspect des œuvres. L'interaction entre une œuvre peinte et la lumière est fortement conditionnée par la nature de la technique employée pour sa réalisation. Il est possible de distinguer, au cours de l'histoire, les pratiques qui mettaient en jeu un liant organique à base d'huile, de colle animale, d'œuf, de cire ou de gomme, de celles qui consistent à fixer les couleurs sur un enduit minéral frais à base de chaux. Les peintures des métopes de la tombe de la jeune fille à la balançoire découverte dans la région de Cyrène (Lybie), conservées au musée du Louvre et datées de la fin de III^e siècle ou du début du II^e siècle avant notre ère, démontrent une prise de conscience forte de cette

variété de procédés. L'artiste de Cyrène a combiné dans ce cas deux techniques : d'une part la fresque et une peinture à liant de chaux, employée pour le décor des éléments architecturaux ainsi que pour la réalisation de subtiles nuances de carnations, et d'autre part une pratique à l'encaustique, préférée pour peindre les bijoux, les cheveux ou les vêtements. On peut penser que le peintre a ainsi recherché des effets plus lumineux avec un abondant liant de cire d'abeille. De telles pratiques semblent avoir déjà existé à l'époque de l'Égypte pharaonique comme l'attestent des analyses du buste de Néfertiti conservé au musée égyptien de Berlin. La peinture à l'huile permettra par la suite de renforcer ces effets. Giorgio Vasari expliquait ainsi en 1568 que « ce procédé exalte les couleurs : il ne demande que soin et amour, car l'huile possède en elle-même la propriété de rendre la couleur plus moelleuse, plus douce, plus délicate, plus facile à accorder et à estomper¹. » .

La seconde partie du cours visait à mieux comprendre dans quelle mesure le choix d'une technique, d'un liant, modifie les propriétés rhéologiques de la peinture et le rendu final de l'œuvre. Une matière plus pâteuse permet par exemple à l'artiste de laisser la trace du geste effectué avec un pinceau. Selon les liants, la matière picturale peut être décrite comme correspondant à l'une des grandes catégories de fluides ou de matières pâteuses. Les solvants, les résines, les vernis et la plupart des revêtements industriels sont des liquides *newtoniens*, dits « idéaux », pour lesquels la viscosité est indépendante du taux de cisaillement. D'autres pâtes pigmentées telles que la plupart des peintures commerciales en tube sont *rhéofluidifiantes* : leur viscosité diminue avec l'augmentation du taux de cisaillement. En d'autres termes, la peinture est plus fluide quand le pinceau se déplace rapidement. De plus, ces substances ne s'écoulent pas au repos : une force minimale, appelée seuil d'écoulement, doit leur être appliquée pour les étaler. Enfin, d'autres matières sont des systèmes *thixotropiques* : leur viscosité diminue au cours du temps, même lorsque le taux de cisaillement reste constant. Lorsque le cisaillement est stoppé, la viscosité retrouve sa valeur initiale après un temps d'attente plus ou moins long.

Ces propriétés physiques de la matière picturale ont intéressé les peintres pour modifier la perception de certaines parties de leurs œuvres. Des médiums ont été ajoutés dans les huiles pour les transformer. Vincent Van Gogh expliquait ainsi à son frère à Théo, dans une lettre écrite à Saint-Rémy-de-Provence le 25 juin 1889, au sujet de deux études de cyprès : « J'en ai travaillé les avant-plans par des empâtements de blanc de céruse ce qui donne de la fermeté aux terrains. » Avec cette pratique appelée *impasto*, le peintre réalisait ses peintures en touches vigoureuses, sculptant presque la couche picturale, qu'il définissait lui-même comme une peinture *à la barbotine*. Léonard de Vinci, quant à lui, a employé des glacis qui au contraire ne présentent aucune trace de pinceau.

Ce cours a été suivi par un séminaire : « Picasso et Ripolin : une relation pleine de couleur » par Francesca Casadio (Art Institute de Chicago, États-Unis).

Cours 3 : L'atelier comme lieu de transmission des savoirs techniques

Les échanges de savoirs techniques entre artistes ont pris une place importante dans l'histoire des arts. Le cours vise à illustrer cette pratique en considérant la

1. Vasari Giorgio, *Les Vies des meilleurs peintres, sculpteurs et architectes*, chapitre 7, 1568.

diffusion de certaines matières et techniques à Florence au début du XVI^e siècle à partir de différentes recherches menées ces dernières années aussi bien sur les céramiques glaçurées des ateliers de la famille Della Robbia que sur les peintures de Léonard de Vinci, de ses élèves et de ses suiveurs. Ce contexte florentin très riche permet de souligner la place de la *technè* dans les arts du feu et dans les pratiques de la peinture : elle apparaît comme un élément primordial au cours de la création d'une œuvre. Le mot *technè* est utilisé ici avec le sens employé par Aristote (*Éthique à Nicomaque*, VI, 4), car il permet de souligner le fait que « l'art (*technè*) consiste à produire, à exécuter et à combiner les moyens de donner l'existence à quelque chose qui peuvent être et ne pas être ; et dont le principe est dans celui qui fait, et non dans la chose qui est faite ». Cependant, tous les grands artistes n'ont pas été de grands théoriciens de la matière et de la technique, cherchant à concevoir de nouvelles approches et parfois à les expliciter dans leurs écrits. Les cas de Léonard de Vinci et des Della Robbia sont, sur ce point, exemplaires.

Pour ce qui est de la céramique, il a été possible de montrer les spécificités du travail de la glaçure, indissociable du choix de l'argile qui lui sert de support, tant du point de vue du contrôle précis de la température que dans la sélection d'ingrédients particulièrement purs pour les zones blanches ou riches en cobalt et en impuretés pour les parties bleues.

On voit également apparaître, dans l'atelier des Della Robbia, des composés de manganèse qui semblent être identiques à ceux qui sont présents dans certaines peintures de Léonard de Vinci, permettant à celui-ci de réaliser, avec la technique des glacis, des ombres sur les visages pour donner réalisme et profondeur à la scène. La finesse de chaque couche mise en œuvre (environ 2 micromètres), leur nombre (jusqu'à une quinzaine) ainsi que le choix des pigments pour les teinter mettent en évidence la quête menée par Léonard de Vinci pour perfectionner les pratiques d'autres ateliers, voire d'en inventer de nouvelles. Les subtils mélanges deviennent une clé pour percevoir certaines transmissions de savoirs techniques entre peintres et plus largement entre artistes. Ils permettent également de mieux comprendre leurs motivations lorsqu'ils choisissent de nouvelles matières premières ou modifient leurs formules.

En combinant ainsi les analyses chimiques des œuvres aux études de textes décrivant les pratiques des artistes et la réception de leurs œuvres par leurs contemporains, il devient possible d'effectuer une sorte d'archéologie de l'atelier du peintre, qui conduit à prendre en compte des notions d'apprentissage par ses élèves, d'échanges de traditions entre artistes dans une cité, de diffusion de connaissances lors de voyages, de commerce de matières premières par les apothicaires et, plus généralement, de relations entre les artistes et la société. L'analyse chimique des œuvres ne permet pas seulement la caractérisation des matières employées à un moment donné de la vie d'un artiste. Elle conduit à mettre en perspective cette identification pour retrouver les gestes et les multiples procédés qu'il doit mettre en œuvre et qui sont basés sur le mélange de produits et sur la superposition ou la juxtaposition des couches de peinture. On peut apporter ainsi de nouveaux éléments pour l'analyse des styles.

Ce cours a été suivi par un séminaire : « Peut-on connaître l'atelier du peintre antique ? » par Agnès Rouveret (université Paris Ouest Nanterre La Défense).

Cours 4 : De nouveaux instruments portables pour l'analyse non invasive des peintures

Les œuvres qui nous sont parvenues sont précieuses et doivent être étudiées avec un maximum de précaution. C'est pour cette raison que l'utilisation des méthodes chimiques nécessitant des prélèvements devient de plus en plus rare : retirer de la matière, même en très petite quantité, n'est pas acceptable sur des œuvres d'exception. De plus, l'échantillon n'est pas toujours représentatif de l'œuvre complète car il est souvent localisé sur les bords du tableau ou dans des zones déjà endommagées, autour de lacunes.

C'est ainsi que de nombreuses nouvelles méthodes d'analyse non invasives ont été développées depuis une vingtaine d'années. L'accélérateur de particule AGLAE, installé au Louvre, a ouvert la voie à cette démarche. D'autres technologies basées sur l'interaction électron-laser se développent. Mais ce sont surtout les nouveaux instruments portables mis au point pour l'analyse *in situ* qui présentent le plus d'avantages pour les recherches sur l'art.

Ce cours a permis de décrire certaines techniques et de considérer leurs avantages et leurs limites. Différentes méthodes d'analyse ponctuelle peuvent être combinées pour disposer d'un maximum d'informations élémentaires (spectrométrie de fluorescence des rayons X), moléculaires (spectroscopies UV-visible, proche et moyen infrarouge, Raman) et structurales (diffraction des rayons X). Elles peuvent aussi parfois être réalisées pour disposer de cartographies chimiques de l'œuvre entière, ouvrant la voie à une compréhension plus globale de sa réalisation à toutes les échelles : étude des couleurs, des repentirs, des repeints, des superpositions, des altérations...

Ce cours a été suivi par un séminaire : « Les techniques d'analyse à travers l'exploration de la planète Mars » par Francis Rocard (Centre national d'études spatiales, Paris).

Cours 5 : L'imagerie chimique d'échantillons précieux : le rôle des grands instruments

Lorsqu'un prélèvement est possible, les techniques d'analyse employant de grands instruments permettent une imagerie chimique à haute résolution des éléments constitutifs de la peinture. Ce cours a permis d'expliquer les principes de ces méthodes d'analyse et ce qu'elles apportent de plus par rapport à des instruments portables. Elles fournissent des données qui permettent de mieux comprendre l'histoire des techniques ainsi que les phénomènes d'altération des pigments qui modifient la couleur des œuvres sur le long terme.

Les techniques d'analyse employant de très grandes infrastructures de recherche (TGIR) telles que les rayonnements synchrotrons et les réacteurs nucléaires permettent en effet les analyses des éléments constitutifs d'une peinture et la réalisation d'images chimiques à haute résolution. La brillance des faisceaux, leur flux et la possibilité de sélectionner leur énergie conduisent à la réalisation de mesures très précises et fortement résolues spatialement grâce à l'emploi d'optiques dédiées. Il a ainsi été possible ces 15 dernières années de passer de méthodes d'analyses ponctuelles à des méthodes d'imagerie analytique, en 2 ou 3 dimensions, d'une sensibilité incomparable. La spectrométrie de fluorescence des rayons X et l'activation neutronique révèlent la carte de répartition de certains éléments chimiques sur toute la surface d'une œuvre. Les documents obtenus montrent certaines modifications de la composition

de la peinture au cours du processus de création (changement de composition, repentir, superposition de plusieurs tableaux, etc.).

La diffraction des rayons X a ainsi révélé la complexité d'un pigment pourtant généralement considéré comme bien connu : le blanc de plomb, appelé aussi céruse. Il s'est avéré être le plus souvent constitué par deux carbonates de plomb, la cérusite et l'hydrocérusite, dont les proportions étaient variables car dépendantes des méthodes de synthèse qui étaient mises en œuvre pour le préparer. Sur une même œuvre de Léonard de Vinci (*La Vierge à l'Enfant, avec Sainte Anne*, musée du Louvre) ou de Matthias Grünewald (*Le retable Issenheim*, musée de Colmar), il a été démontré que les artistes ont su choisir l'une ou l'autre des qualités pour réaliser leurs projets. La structure cristalline d'hydrocérusite, qui conduit à la formation de cristaux sub-micrométriques en forme de plaquettes, joue un rôle important dans les propriétés d'interaction entre le pigment et la lumière.

Ce cours a été suivi par un séminaire : « Imagerie moléculaire en spectrométrie de masse : de la biologie au patrimoine » par Alain Brunelle (CNRS, Institut de Chimie des substances naturelles).

Cours 6 : L'altération des couleurs : modifications d'apparence et reconstitutions

De nombreuses transformations chimiques modifient à la longue la couleur des pigments. Des analyses associées à l'étude des commentaires des artistes ou des critiques permettent de mieux comprendre la nature de ces mécanismes et parfois d'envisager d'y remédier.

Ces phénomènes s'observent dans des cas très variés qui concernent tout aussi bien les pigments minéraux que les molécules colorantes organiques. Les altérations du jaune de cadmium ont ainsi été observées sur la surface d'une peinture de James Ensor : des formations globulaires blanches, développées à la suite d'une réaction du pigment avec l'humidité ou le vernis en présence de lumière. Ce pigment, disponible à partir des années 1840, a été très largement employé par les artistes car il est d'un beau jaune brillant, doté d'un pouvoir couvrant excellent et facile à fabriquer. Dans d'autres cas, on observe une décoloration des molécules organiques due à l'exposition à la lumière, à l'humidité, à l'oxygène, à des polluants atmosphériques liés à l'industrie, ou à l'action de microorganismes (bactéries, moisissures).

Ces phénomènes étaient parfois visibles du vivant de l'artiste et Jean Renoir expliquait dans *Pierre-Auguste Renoir, mon père* : « Ayant constaté le danger de peindre pour l'immédiat sur ses toiles de jeunesse dont certaines tournaient au noir, mon père mit progressivement au point une méthode à longue échéance. Il en résulta une peinture capable de résister au temps ; mieux, calculée pour que l'action du temps devienne un bénéfice². »

Les récentes recherches sur ces phénomènes montrent que de nombreux mécanismes de dégradation peuvent se produire et soulignent la complexité des paramètres à contrôler si l'on souhaite limiter ou arrêter le phénomène. Comprendre ces transformations est important pour évaluer les différences entre le projet artistique du peintre et la perception que nous avons des œuvres aujourd'hui.

2. Jean Renoir, *Pierre-Auguste Renoir, mon père*, Gallimard, Paris, coll. « Folio », 1999, p. 429 (1^{re} éd. 1962).

Ce cours a été suivi par un séminaire : « Manufacturing Techniques of Renaissance Bronze Sculptures with Different Surface Appearances » [Techniques de modification des surfaces de sculptures en bronze de la Renaissance] par Robert van Langh (Rijksmuseum, Amsterdam, Pays-Bas).

Cours 7 : Contribution de la chimie à l'expertise des œuvres d'art

La contrefaçon des œuvres d'art n'est pas un phénomène nouveau mais son ampleur encourage aujourd'hui la mise en place de nouvelles réflexions qui peuvent intégrer des analyses scientifiques de manière plus systématique. Ce cours a cherché à expliquer quelques notions relatives à l'utilisation de la caractérisation des matériaux pour détecter des fraudes.

Un premier moyen est l'étude des craquelures présentes dans le film peint. Leurs caractéristiques peuvent être considérées comme des empreintes laissées par les contraintes mécaniques accumulées au cours du temps dans la couche picturale, et dissipées lors de leur formation. La peinture est en effet fragilisée lors du séchage du liant, puis de son vieillissement. Lors d'une sollicitation mécanique issue de la mise en tension de la toile sur le cadre, de chocs ou du stockage de l'œuvre sous la forme d'un rouleau, des craquelures se forment avec une grande variété de figures qui dépend de la composition de la couche, de son épaisseur, de l'adhésion aux supports, etc. Le faussaire Hans van Meegeren, qui a habilement inventé des œuvres de Johannes Vermeer dans les années 1930-1940, avait su rendre d'apparence ancienne ses peintures en ajoutant dans sa matière picturale une résine de type phénol-formaldéhyde qui la rendait rapidement dure et induisait ces phénomènes de craquelures. Les fissures étaient ensuite rendues sombres en les redessinant avec de l'encre.

Un autre moyen consiste à vérifier la nature des pigments présents dans une œuvre. Les nombreuses matières colorantes qui ont été inventées depuis le XIX^e siècle ont souvent été employées très rapidement par les artistes et leur présence ou absence nous renseigne sur la date de réalisation d'une œuvre. Le dioxyde de titane est l'une d'entre elles et l'histoire de ses multiples variantes rythme le XX^e siècle. La production effective du blanc de titane a commencé en 1918 en Norvège. Les premiers blancs de cette nature sont des anatases composites, c'est-à-dire en mélange avec d'autres produits comme le sulfate de baryum ou le sulfate de calcium. En 1923-24, les premiers pigments de blanc de titane purs à structure anatase sont apparus en France ; ils y seront commercialisés en 1925. Le blanc de titane à structure rutile, préparé par un procédé différent, fut mis sur le marché aux États-Unis en 1941 et en Europe en 1946. Pour améliorer les qualités pigmentaires du rutile, principalement la diminution du farinage, des rutiles traités (enrobés d'alumine ou de silice) furent fabriqués aux États-Unis dès 1950 et en 1956 en Europe. Les pigments produits par les différents procédés sont assez différents et présentent dès lors des caractéristiques qui ont pu être employées pour démontrer des falsifications, notamment dans le cas de la carte du Vinland (université de Yale, États-Unis) ou de tableaux de différents artistes du XX^e siècle (par exemple dans l'affaire Wolfgang Beltracchi).

Ce cours a été suivi par un séminaire : « Expertise des œuvres d'art et analyses scientifiques : approche juridique » par Tristan Azzi (université Paris Descartes).

Cours 8 : La perception des œuvres : de la matière à la neuroesthétique

La formulation des peintures et leur mode de dépôt sur un support sont à l'origine des effets perçus par notre œil puis notre cerveau. En associant les considérations physico-chimiques développées dans les précédents cours avec celles issues des recherches dans le domaine de la neurobiologie, on voit se dessiner aujourd'hui une nouvelle approche interdisciplinaire sur les œuvres d'art. Ce cours a visé à en décrire certains enjeux.

La question de la perception physiologique des couleurs ne peut être dissociée de l'analyse d'effets de transparence qui sont générés par l'ajout de certains composés (le liant abondant des glacis de Léonard de Vinci ou, dans certaines peintures de Rembrandt, l'apport de farine de blé) ou d'effets de voisinage tels que ceux qui ont été décrits notamment en 1839 par Michel Eugène Chevreul dans sa *Loi du contraste simultané des couleurs* : une couleur est influencée par ses voisines. De plus, certaines maladies peuvent modifier profondément la perception. Certains artistes ont été atteints de problèmes de vision qui ont modifié leur manière de créer leurs œuvres. Dès lors que Claude Monet fut atteint de cataracte, ses œuvres se sont obscurcies et certaines couleurs ont disparu. Les multiples versions des *Nymphéas*, entre 1910 et 1923, attestent de ce phénomène. En 1900, avant le début de sa cataracte, les formes sont nettes, avec des détails multiples et des couleurs variées. Par la suite, ses peintures prennent des teintes qui s'accroissent dans les rouges et les jaunes. Les détails s'estompent. Se rendant compte en 1915 que sa perception des couleurs était faussée, l'artiste expliquait que les rouges lui apparaissaient « boueux ».

Aujourd'hui les travaux dans le domaine des neurosciences commencent également à préciser les bases neurales du plaisir esthétique et mènent à des études qui visent à mieux comprendre comment nous pouvons apprécier différemment une œuvre fautive et sa copie ou bien quelle est l'activité cérébrale de sujets alors qu'ils jugent la beauté (jugement affectif et esthétique) et la luminosité (jugement de perception) de peintures présentées simultanément.

Ce cours a été suivi par un séminaire : « Des couleurs passées ? Héritages et controverses chromatiques dans la poésie et la peinture victoriennes » par Charlotte Ribeyrol (université Paris-Sorbonne).

Conférence d'application 1. : La céramique et la mémoire des couleurs de Raphaël

Cette conférence a permis de mettre en œuvre un croisement des regards et des disciplines autour d'une œuvre d'art étudiée « en direct » sous l'angle de la chimie et de l'histoire de l'art, sous la forme d'un dialogue, grâce à la participation de Véronique Milande, chef du service de la conservation préventive et de la restauration de la Cité de la céramique à Sèvres. Les auditeurs ont pu découvrir une œuvre des collections nationales de la Cité de la céramique, la copie sur plaque de porcelaine de *La Sainte Famille d'après Raphaël*, réalisée par Abraham Constantin.

La copie de tableaux sur plaque de porcelaine s'est développée au début du XIX^e siècle et répondait, à l'époque, à un souci de conservation du patrimoine. On reproduisait alors les chefs-d'œuvre de l'art européen sur la céramique pour garder la mémoire des couleurs dans une matière considérée alors comme inaltérable. Raphaël fut l'un des peintres les plus copiés. On trouve également des copies de

Mantegna, Léonard de Vinci, Rubens, Titien, van Loo, etc. Cette pratique était particulièrement exigeante car le copiste devait concilier un grand talent artistique et les qualités d'un chimiste afin de retrouver, une fois cuites, des couleurs fidèles à celles du modèle. Le rendu de ces œuvres peintes sur porcelaine est particulièrement saisissant et les couleurs de *La Sainte Famille d'après Raphaël* en sont un magnifique exemple. Leurs analyses chimiques par spectrométrie de fluorescence des rayons X et diffraction des rayons X, réalisées pour préparer cette conférence, permettent de mieux comprendre les mélanges d'oxydes métalliques employés et de les comparer aux livres de recettes encore en usage à la manufacture de Sèvres.

Conférence d'application 2 : Révéler les savoir-faire de l'orfèvrerie médiévale

Cette seconde conférence a été réalisée avec Isabelle Bardiès-Fronty, conservateur en chef au musée de Cluny – musée national du Moyen Âge, thermes de Cluny, pour présenter l'histoire de remarquables parures mérovingiennes conservées dans ce musée ainsi que la richesse des savoirs techniques et la circulation des peuples et des matières au début du Moyen Âge.

Les objets étudiés furent mis au jour en 1862 dans une gravière des environs de Valence d'Agen (Tarn-et-Garonne) : il s'agit de deux fibules aquiliformes et une plaque-boucle de ceinture qui figurent au rang des plus beaux ensembles de l'art wisigothique en Europe. Probablement issu d'une même sépulture du VI^e siècle, cet ensemble témoigne du raffinement des artistes. Le thème animalier des deux aigles aux formes stylisées, l'élégance géométrique de la plaque-boucle et les couleurs brillantes sont autant de caractéristiques de l'orfèvrerie des Wisigoths, installés dès le V^e siècle au sud-ouest de l'Europe et dont les capitales de royaumes furent successivement Toulouse et Tolède. Les techniques de la dorure et les incrustations de verre et de grenat sont mieux comprises grâce aux analyses scientifiques. Elles illustrent les savoir-faire des artisans et nous racontent la circulation, parfois sur de longues distances, des matières employées pour décorer ces objets de parure.

COLLOQUE : CHIMIE ANALYTIQUE : HISTOIRE ET INNOVATIONS

Le colloque interdisciplinaire s'est tenu les 26 et 27 juin 2014^b. Il s'agissait d'aborder trois orientations des recherches dans le domaine de la chimie analytique. La première session a permis d'envisager l'histoire de cette discipline et sa contribution pour révéler l'histoire des sciences et des techniques. Les deux autres sessions ont mis à l'honneur des démarches innovantes, notamment cristallographiques, qui ont abouti à des résultats spectaculaires dans le domaine de la biologie, de la pharmacie, de l'archéologie et de la chimie.

Programme

« Introduction : Marcelin Berthelot et Ernest Renan », Philippe Walter (Collège de France et Laboratoire d'archéologie moléculaire et structurale, UPMC/CNRS).

b. Les interventions sont disponibles en audio et en vidéo sur le site internet du Collège de France : <http://www.college-de-france.fr/site/philippe-walter/symposium-2013-2014.htm> [NdÉ].

Session 1 : Histoire d'une approche

« *Mixis et diagnôsis* : Aristote et la 'chimie' du monde sublunaire », Cristina Viano (Centre Léon Robin de recherches sur la pensée antique, université Paris-Sorbonne) ;

« Perspectives archéologiques et analyses physico-chimiques dans l'étude des circulations et des transferts de culture », Stéphane Verger (AOROC, École normale supérieure, Paris) ;

« De l'archéologie biomoléculaire à la connaissance des parfums antiques : matières et procédés », Jean-Pierre Brun (Collège de France) et Nicolas Garnier (LNG) ;

« De l'analyse chimique au système technique : le palimpseste de la matière », Philippe Dillmann (CEA Saclay et IRAMAT) ;

« Transformations superficielles et conservation des biens culturels en pierre et des peintures murales », Jean-Marc Vallet (CICRP, Marseille) ;

Table ronde : « L'apport des analyses chimiques pour l'histoire des techniques et des sciences ».

Session 2 : Cristallographie et analyse chimique

« Résonances entre Art et Sciences du solide », Gérard Férey (Institut Lavoisier, Versailles) ;

« Caractérisation structurale sélective de matériaux hétérogènes : application au patrimoine culturel et à la pharmacie », Pauline Martinetto (Institut Néel, Grenoble) ;

« RMN en phase solide et cristallographie : une frontière commune », Christian Bonhomme (Laboratoire de chimie de la matière condensée, Collège de France) ;

« L'analyse structurale pour comprendre la réactivité chimique d'enzymes », Béatrice Golinelli-Pimpaneau (Laboratoire de chimie des processus biologiques, Collège de France).

Session 3 : Du concept analytique à l'application

« Lumineuse électrochimie: nouvelles voies de biodétection ultrasensibles », Neso Sojic (Institut des sciences moléculaires, ENSCPB, Bordeaux) ;

« Sources infrarouge au service de l'analyse cellulaire et du diagnostic médical », Paul Dumas (Synchrotron SOLEIL) ;

« La protéomique pour l'étude des matières archéologiques », Caroline Tokarski (Laboratoire Miniaturisation pour la synthèse, l'analyse et la protéomique, université de Lille) ;

« Analyse toxicologique et spectrométrie de masse: du poison à l'Homme empoisonné », Olivier Laprevotte (Chimie - Toxicologie analytique et cellulaire, université Paris-Descartes) ;

Conclusion de Philippe Walter.