

Clotilde Boust
Jean-Jacques Ezrati

La mesure de la couleur appliquée à la restauration, à la présentation et à la diffusion des œuvres d'art

13

Measuring colour in the restoration, presentation
and reproduction of works of art

Résumé. Nous présentons dans cet article trois axes d'étude relatifs à la colorimétrie (ou science de la mesure de la couleur) et actuellement développés au C2RMF. En effet, cette science est une aide précieuse dans le domaine des musées où l'appréciation visuelle domine. Nous l'utilisons ici en corrélation avec d'autres domaines, comme la photographie ou la psychophysique. Nous présentons successivement l'étude des changements d'apparence d'un tableau suite à une intervention de restauration, puis une étude qui a pour but d'évaluer la qualité de nouvelles sources pour l'éclairage des œuvres d'art (en particulier les diodes électroluminescentes) et, enfin, une étude concernant la reproduction des œuvres (catalogues ou site Web) qui présente les différences entre une œuvre et sa reproduction.

Mots-clés. Œuvres d'art, colorimétrie, conservation, éclairage, reproduction.

Abstract. In this article we present three lines of study relevant to colorimetry (or the technique of measuring colour), which is currently being developed at the C2RMF. In fact, this technique is a valuable aid in the museum world, where visual appreciation is of the utmost importance. We use it here in relation to other fields, such as photography and psychophysics. We present, in turn, a study on a painting's change in appearance following its restoration; a study undertaken to assess the quality of new lighting methods for works of art (LEDs in particular); and, lastly, a study concerning the reproduction of works (catalogues or websites) which examines the differences between an original work and its reproduction.

Keywords. Works of art, colorimetry, conservation, lighting, reproduction.

111

Introduction

La colorimétrie est la science de la mesure de la couleur. Si la question de la désignation des couleurs est historique-ment très ancienne, le développement de la colorimétrie est relativement récent, sa mise en place datant du début du XX^e siècle [Sève, 1996]. Le système colorimétrique CIE XYZ, qui permet de repérer une couleur par trois grandeurs, date de 1931 ; l'espace CIELAB, qui est le plus utilisé aujourd'hui, date de 1976. L'essor de l'utilisation de la colorimétrie a de plus été facilité dans les années 1980 par la mise au point d'instruments de mesure compacts, maniables et accessibles financièrement, grâce aux avancées technologiques.

La colorimétrie est fondée, d'une part, sur les mesures physiques des longueurs d'ondes dans le domaine du visible renvoyées par un objet éclairé, et, d'autre part, sur une modélisation de la vision humaine. Cette science est actuellement en évolution car elle intègre les avancées des connaissances en vision humaine, elles-mêmes liées aux progrès de la recherche sur le cerveau. Les derniers développements de la colorimétrie prennent en compte un nombre plus impor-

tant de phénomènes de perception visuelle et sont nommés « modèle d'apparence colorée ».

La colorimétrie est donc une science relativement récente et un des domaines d'application actuels se trouve dans les musées. Elle se révèle être une aide particulièrement utile dans le domaine de la conservation et de la restauration des œuvres, seule ou couplée à d'autres techniques comme la photographie. Le groupe Couleur du département Recherche du Centre de recherche et de restauration des musées de France présente dans cet article trois exemples d'approches liées à cette science dans les musées. Notre groupe étant très récent dans sa forme actuelle et ayant des missions très variées, nous présentons ici trois études actuellement en cours. Elles sont dans la lignée des analyses colorimétriques précédentes déjà réalisées sur des œuvres d'art [Cretez *et al.*, Casu *et al.*, 1999].

Le premier exemple évoque le cas de la représentation des couleurs d'un tableau avant et après restauration. Nous présentons ici le cas d'un allègement de vernis sur un tableau du XVII^e siècle. Cette étude utilise les bases de la colorimétrie couplées à la photographie numérique pour

Clotilde Boust, maître de conférences en image et couleur, université de Nantes et C2RMF (clotilde.boust@culture.gouv.fr).

Jean-Jacques Ezrati, ingénieur d'étude et éclairagiste conseil, C2RMF (jean-jacques.ezrati@culture.gouv.fr). Centre de recherche et de restauration des musées de France, Palais du Louvre, porte des Lions, 14 quai François-Mitterrand, 75001 Paris.

analyser les changements de couleur du tableau suite à la restauration.

Le deuxième exemple présente les études concernant le choix des sources de lumière pour l'exposition des œuvres, la lumière étant déterminante dans la perception des œuvres. Cette étude, plus psychométrique que physique, est une autre face de la colorimétrie appliquée au C2RMF.

Le troisième exemple évoque la reproduction des œuvres. Dans l'idée que le public connaît souvent mieux les reproductions que les œuvres elles-mêmes, nous présentons les dérives de couleurs possibles liées à la chaîne de reproduction des images.

112

Mesures de la couleur des peintures avant et après restauration

Un port de mer en Italie est une huile sur toile de Johannes Lingelbach (1622-1674), de 69,5 x 83,5 cm, qui appartient au musée du Louvre (figure 1). En 2004, une intervention de restauration a été décidée – en l'occurrence un allègement de vernis. En effet, le vernis de ce tableau présentait une forte coloration brune et un encrassement préjudiciable à la présentation de l'œuvre.

Ce tableau a été peint au XVII^e siècle et, suivant l'usage de l'époque, il a vraisemblablement été verni quelques mois après sa réalisation, lorsque la peinture avait suffisamment séché. Les examens photographiques en rayonnement UV indiquent que le tableau est recouvert d'un vernis jaune très homogène, qui fluoresce très fortement. Il s'agit vraisemblablement d'une résine naturelle. La restauratrice chargée de l'allègement a constaté que cette peinture présentait deux couches de vernis nettement différentes : une couche de vernis épaisse et très foncée en surface et une autre couche de vernis plus mince et non colorée en contact avec la matière

picturale. Il est probable que cette couche de vernis mince soit le vernis original, il a pu être aminci lors d'une restauration antérieure et le vernis de surface apposé ensuite. Rappelons qu'un allègement de vernis consiste à enlever la couche de vernis sans toucher la couche picturale, donc en laissant une fine couche de vernis.

Suivant la procédure classique au C2RMF, ce tableau a donc fait l'objet d'un dossier d'étude par imagerie avant restauration et, pour les besoins de cette étude, le tableau a également été photographié après restauration. Cette double analyse va nous permettre d'illustrer les changements couleurs de cette œuvre car nous utilisons ici les photographies numériques comme mesures colorimétriques.

En effet, les prises de vues en photographie numérique sont faites au C2RMF avec une procédure couleur calibrée [ICC, 2004]. Le calibrage couleur ICC est fondé sur des mesures couleurs standard suivant des procédures normalisées; nous utilisons ici un spectrophotomètre compact 45°/0°. Nous avons donc travaillé en collaboration avec les photographes du C2RMF, Elsa Lambert et Jean-louis Bellec. En optimisant ce calibrage, nous avons pu faire le lien entre les couleurs réelles du tableau (définies en CIELAB) et les fichiers images numériques (au format informatique RVB). Chaque photographie, sans être strictement une mesure colorimétrique car le procédé global ne suit pas les recommandations de mesure CIE, peut être considérée comme une quantification des couleurs du tableau, dont on peut analyser l'évolution avant et après intervention.

Les coordonnées des couleurs du tableau sont obtenues en $L^*a^*b^*$ avec cette procédure. Rappelons que l'espace colorimétrique CIELAB [CIE, 1971] est relatif à la vision humaine et représente les couleurs sur trois axes : la clarté L^* du noir au blanc, l'axe a^* du vert au rouge et b^* du bleu au jaune.

En figure 2 sont représentées toutes les couleurs du tableau avant et après allègement de vernis, dans le plan

Figure 2. Représentation de toutes les couleurs du tableau de Lingelbach avant (à gauche) et après allègement de vernis (à droite) dans le plan couleur a^*b^* . On mesure ainsi la réapparition des couleurs dans le bleu et l'augmentation du contraste général.



Figure 2. Représentation de toutes les couleurs du tableau de Lingelbach avant (à gauche) et après allègement de vernis (à droite) dans le plan couleur a^*b^* . On mesure ainsi la réapparition des couleurs dans le bleu et l'augmentation du contraste général.

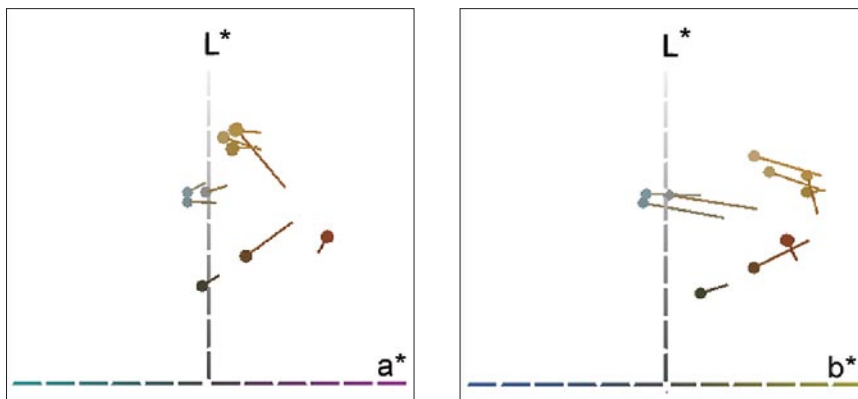
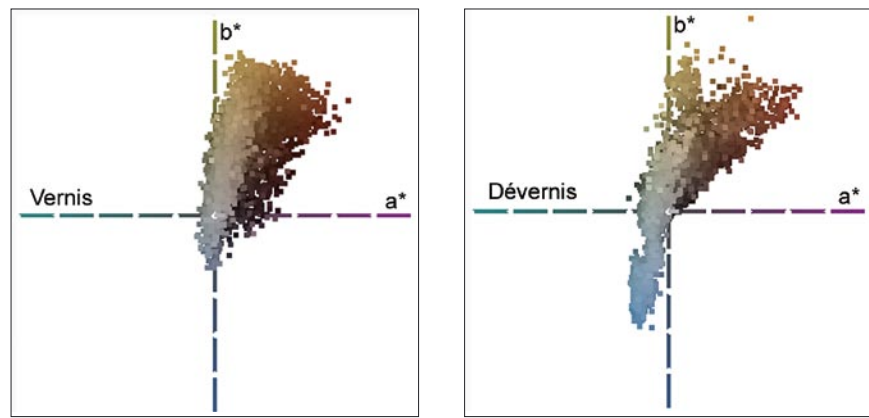


Figure 3. Représentation des changements de couleurs et de clarté dus à l'allègement de vernis pour dix points du tableau. Vecteurs partant du tableau d'origine vers le tableau restauré (points circulaires).

couleur a^* , b^* . En figure 3, après avoir sélectionné dix points du tableau, on représente l'évolution des couleurs par un trait allant du tableau vernis vers le tableau restauré (point). On utilise ici les plans L^* , a^* et L^* , b^* pour étudier les changements de clarté.

Sur le plan chromatique (figure 2), on constate que, lors du dévernissage, une partie des couleurs est translatée vers le bleu, ce qui correspond bien avec la disparition du filtre sombre et rouge qu'était devenu le vernis; on retrouve les bleus. Les couleurs bleues (principalement celles du ciel) retrouvent leurs chromaticités (dans le plan a^* , b^* , le chroma est caractérisé par la distance d'un point de couleur au point neutre dans un plan de même clarté [Sève *et al.*, 2007]). Dans le même temps, on constate que la chromaticité des rouges a également augmenté lors de l'allègement du vernis encrassé, entraînant un plus grand contraste chromatique général du tableau après restauration.

Le tableau allégé regagne également en clarté (figure 3) et, comme les points clairs deviennent plus clairs et les sombres plus sombres, on constate également une augmentation du contraste général de clarté du tableau après restauration.

Sur le tableau verni, la dynamique était réduite par l'action soustractive du vernis ancien et l'équilibre des tons était perdu. L'allègement de vernis n'enlève donc pas uniformément une « dominante orangée » mais permet de retrouver les bleus et de regagner la dynamique du tableau, en couleur et en clarté.

Si besoin, cette méthode permet aussi d'effectuer des calculs d'écarts de couleur. Ces représentations relatives à la colorimétrie ont l'avantage de faire un constat chiffré de l'état des couleurs à un moment de la vie du tableau, évitant les approximations de la description des couleurs par le langage. Obtenues sans opérations supplémentaires à partir des photographies numériques calibrées, ces données vont être ajoutées au dossier de l'œuvre. Seront ajoutées aussi les conditions d'obtention pour pouvoir être reproductibles. Cela permettra de garder une trace chiffrée de la couleur, comme documentation d'histoire de l'art destinée à la conservation et la restauration.

Choix des sources d'éclairage pour la présentation des œuvres

Une exposition est un parcours choisi par son concepteur; il induit une lecture de l'artiste, c'est une interprétation qui influencera notre vision des œuvres. Le savoir et l'expérience préexistent à la vision instantanée de notre environnement spatial qui intègre non seulement l'architecture du lieu, le parcours, la couleur des cloisons mais aussi son éclairage: « le regardeur n'est pas une plaque photographique vierge. [...], regarder est une dialectique dans laquelle interviennent des codes préexistants confrontés à des stimuli extérieurs » [Edeline *et al.*, 2002].

Parce que ces stimuli extérieurs, l'éclairage a un impact primordial sur la vision de l'œuvre. **Résultant** d'une véritable syntaxe mettant en œuvre un nombre important de variables lumineuses [Ezrati, 2001] telles la température de couleur de la source, l'étendue du faisceau, la direction, etc., l'éclairage d'une œuvre **résulte** de choix qui peuvent la mettre en valeur ou bien la déprécier. Le choix de la source lumineuse est le premier pas vers la conception de l'éclairage. En fonction d'impératifs matériels et financiers, il faut choisir au mieux la température de couleur de la source, sa diffusion, son intensité lumineuse et, naturellement, sa fidélité à rendre les couleurs, fonction de sa composition spectrale.

114

Rappelons qu'une source de lumière blanche se caractérise par sa répartition spectrale; elle émet plus ou moins de radiations dans les domaines de l'invisible (ultraviolet et infrarouge) comme du visible, d'une manière continue du violet (380 nm) au rouge (780 nm). Cette répartition spectrale permet de calculer la température de couleur d'une source (ou proportion des radiations rouges par rapport aux bleues). Pour une lampe halogène, elle est voisine de 3 000 K, ce qui correspond à une ambiance chaude, alors que celle de la lumière du jour varie d'environ 5 000 K à plus de 15 000 K.

Ces sources, halogène et lumière du jour, permettent toutes deux une excellente discrimination des teintes [Boust *et al.*, 2006]. Quelle que soit la source, la vision des couleurs sera bonne après adaptation chromatique. En effet, le système visuel humain a, dans une certaine mesure, la capacité de s'adapter aux changements de température de couleur de l'éclairage, après plusieurs minutes. Cette faculté d'adaptation nous permet par exemple de percevoir une feuille blanche comme étant toujours blanche, quel que soit l'éclairage [Fairchild, 1998]. En revanche, l'adaptation ne se fait pas correctement lorsque nous passons rapidement d'un éclairage à un autre ou lorsque nous sommes dans un espace éclairé par deux types de source.

Depuis quelques années, comme alternative aux lampes halogènes, sont apparues sur le marché de nouvelles sources à base de diodes électroluminescentes. Cette technologie est très intéressante pour l'éclairage des œuvres d'art puisqu'elle fournit un rayonnement lumineux exempt d'infrarouges (donc pas de dégagement de chaleur) et d'ultraviolets (réduction des effets de dégradation photochimique).

Pour réaliser ce type de source, deux techniques cohabitent actuellement: le mélange trichrome de diodes rouges vertes et bleues donnant de la lumière blanche, ou bien le revêtement phosphore fluorescent de diodes bleues produisant des diodes « blanches » (le revêtement collecte une partie des radiations bleues pour réémettre dans le jaune, l'ensemble donnant donc de la lumière blanche). Le mélange trichrome permet de créer des lumières blanches à différentes températures de couleur (par l'importance que l'on donnera à chacune des diodes rouges, vertes ou bleues à la base de ce mélange) mais qu'en est-il du rendu des couleurs d'un mélange? De même, les diodes dites « blanches » four-

nissent-elles une lumière blanche comparable en qualité à celle des sources halogènes?

Afin de connaître la qualité du rendu des couleurs de telles lumières, nous avons réalisé une étude en collaboration avec Françoise Viénot, du CRCC du Muséum national d'histoire naturelle, et avec l'aide matérielle d'un intégrateur de diodes, Ledtolite [Ezrati *et al.*, 2005].

Plusieurs ensembles de diodes furent testés (figure 4), toutes réglées pour obtenir un éclairage ayant sensiblement la même température de couleur proximale (4 500 K) et le même éclairement (660 lx) dans l'enceinte des tests.

Nous avons testé les lumières suivantes :

- diodes R+V+B;
- diodes R+V+B+Ambre;
- diodes double-phosphore blanc froid+R;
- une source à spectre continu servant de référence.

L'expérimentation consistait à tester la discrimination des teintes en utilisant un test composé de pions colorés couvrant tout le cercle chromatique, présentés en désordre et à remettre en ordre. Les erreurs de classification faites par des observateurs ayant une vision normale des couleurs sont interprétées comme résultant de la qualité de l'éclairage. Nous avons retenu, pour des critères de durée d'expérience, le test « Lanthony D15 » dans sa version désaturée nommée DD15 (figure 5). Une cinquantaine d'observateurs ont pris part à l'expérience.

L'analyse des résultats obtenus nous permet de constater que l'ensemble constitué des diodes colorées (R+V+B) est celui sur lequel le nombre d'erreurs de classement est le plus grand: le double de celui obtenu par l'éclairage à base de diodes blanches (rehaussé d'une diode rouge pour s'adapter à la température de couleur choisie), de même que ces

Figure 4. Courbes spectrales de trois ensembles de composition différente mais de même température de couleur.

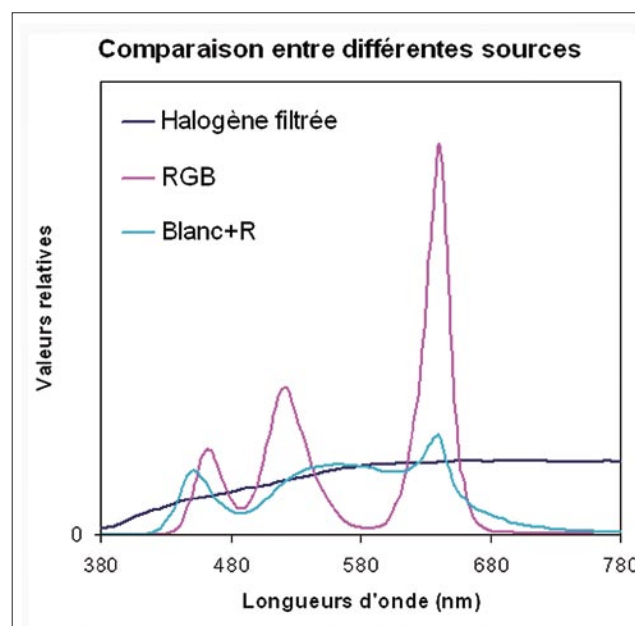




Figure 5. La cabine d'expérimentation et les pions du DD15 à ordonner.

derniers ont un taux d'erreur supérieur de 30 % à celui obtenu avec une lampe halogène.

En conclusion, il nous semble que, dans l'état actuel de la technologie, il faille rejeter l'ensemble trichrome **RGB** et que le fait de rajouter de l'ambre, voire du rouge, aux diodes blanches apporte une réelle amélioration du rendu des couleurs.

La psychophysique permet d'évaluer la qualité des nouveaux éclairages. Si la discrimination des teintes a été ici testée, d'autres études peuvent être menées en complément, en particulier sur le jugement de l'apparence. Dans ce cas, les derniers développements de la colorimétrie que sont les modèles d'apparence colorée comme le CIECAM [CIE, 2004] devront être utilisés en complément de tests psychophysiques supplémentaires.

Reproduction des œuvres pour leur diffusion

Les tableaux sont principalement connus à travers leurs reproductions dans des catalogues, des revues, des sites Web ou des affiches. Peu de gens ont l'occasion d'observer un tableau en réel, et souvent l'observation d'un tableau exposé se limite à quelques minutes. C'est donc le rendu d'une reproduction particulière qui est enregistré en mémoire comme étant la référence. Le visiteur du musée est d'ailleurs fréquemment surpris par le tableau réel, le trouvant plus petit que ce qu'il imaginait ou plus terne, plus jaune... Lorsqu'on observe les reproductions des tableaux, on constate que la tendance générale est à l'exagération de la saturation des couleurs. En effet, en l'absence de l'original, l'opérateur a tendance à saturer les couleurs pour les rendre plus attractives. Et même si l'opérateur a eu l'occasion de voir le tableau,

il en conserve en mémoire un souvenir sensiblement différent de ce qui était montré, et notamment des couleurs plus pures et saturées que les originales [Boust, 2004]. Cette question de la reproduction des tableaux est complexe. Plusieurs phénomènes entrent en jeu. Il faut prendre en compte les limitations techniques dues aux matériels utilisés, essayer de reproduire le tableau au plus près de la réalité perçue, tout en acceptant que l'image d'un tableau soit une représentation de celui-ci. Si certaines caractéristiques – notamment les couleurs – peuvent être globalement conservées, d'autres, bien qu'essentielles, ne sont pas reproductibles telles quelles.

Les deux voies de reproduction des œuvres à destination du public sont la diffusion sur papier (catalogues, revues, cartes postales, posters, etc.) et la diffusion sur écran (avec notamment l'utilisation généralisée d'Internet). Les imprimantes et les écrans ou projecteurs n'ont pas recours aux mêmes technologies de production des couleurs, utilisant respectivement la synthèse soustractive et la synthèse additive. De plus, dans une même famille de technologie, chaque fabricant utilise son propre jeu de primaires, le magenta de telle imprimante n'étant pas exactement le même visuellement que le magenta de l'imprimante voisine. Chaque matériel produit la couleur avec ses propres caractéristiques et il est difficile de prévoir le rendu d'une image sur un périphérique donné.

Figure 6. Projection de l'ensemble des couleurs que peut produire un écran (compris à l'intérieur du trait rouge), par une presse avec encres européennes sur papier couché (vert foncé) et par une presse avec encres européennes sur papier journal (jaune), par rapport à l'ensemble des couleurs visibles.

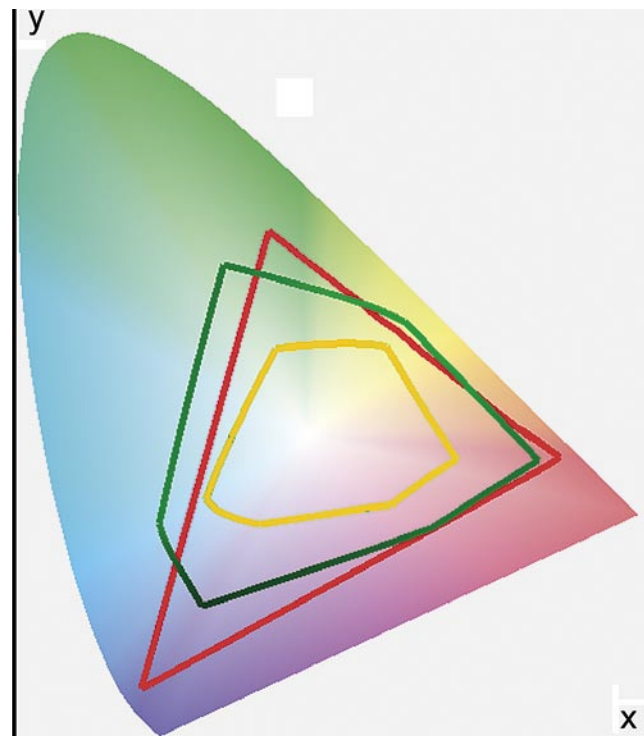


Figure 7. Tableau *Les Toits* de Nicolas de Staël (vue partielle à gauche, n° 1) photographié en salle d'exposition simultanément avec trois reproductions sur papier (n° 2, 3, 4). Ce dispositif permet de comparer les couleurs du tableau et des reproductions. La partie inférieure de la figure représente les deux points a et b relevés sur l'original (1) et au même endroit sur chaque reproduction (2, 3, 4). On constate que les couleurs sont très différentes entre le tableau et les reproductions et entre toutes les reproductions.
© C2RMF, photo E. Lambert.



Une autre donnée technique gênante pour la reproduction fidèle des couleurs est que les périphériques graphiques ne sont pas capables de reproduire toutes les couleurs de la nature. Chaque périphérique ne peut reproduire qu'un nombre limité de couleurs. En particulier, il existe une différence importante entre l'ensemble des couleurs reproductibles (domaine chromatique appelé aussi *gamut*) des écrans et celui des imprimantes; les écrans produisant généralement un nombre plus important de couleurs saturées que les imprimés, bien que cette affirmation soit à nuancer suivant la zone de l'espace couleur observée. En figure 6 sont représentés trois domaines chromatiques: celui d'un écran, celui d'une presse utilisant des encres européennes sur du papier couché et la même presse mais avec du papier journal. Est présentée ici la projection de ces domaines chromatiques sur le diagramme de chromaticité CIE31. Les couleurs reproductibles sont celles à l'intérieur des limites présentées colorées. On peut voir qu'un écran ne peut pas produire toutes les couleurs possibles, que certaines couleurs visibles sur écran ne sont pas reproduites sur une presse avec un papier couché et encore moins sur papier journal.

Nous présentons ici comme exemples deux œuvres du centre Georges Pompidou et quelques-unes de leurs reproductions dans des catalogues, des revues d'art et des cartes postales. Ces images ont été collectées lors du séminaire d'Art contemporain de Cécile Dazord à l'École du Louvre, en collaboration avec Jérôme Saint-Loubert Bié. Afin d'illustrer les différences de rendu entre l'original et ses reproductions, nous les avons photographiés dans leurs salles d'accrochage avec l'éclairage du site. Les reproductions ont été positionnées sur le mur au plus proche de l'œuvre.

Le premier tableau, une huile sur Isorel de 200 x 150 cm, *Les Toits*, de Nicolas de Staël bénéficie, d'une part, d'un éclairage général fourni par des luminaires équipés de lampes halogènes ainsi que de la lumière naturelle venant des baies vitrées. Il bénéficie, d'autre part, d'un éclairage dirigé réalisé par des luminaires équipés de tubes fluorescents d'une température de couleur proximale de 4000 K. Nous avons choisi trois reproductions, une carte postale et deux tirages reproduits dans des revues de beaux-arts, que nous avons accolées au tableau. La figure 7 est la photographie d'une partie de l'œuvre de Staël (à gauche) et de ses trois reproductions. Nous avons choisi deux points sur le tableau (a et b) et avons relevé les couleurs sur le tableau (n° 1) et au même endroit sur les trois reproductions (n° 2, 3, 4). Sous la photographie sont agrandies les couleurs extraites. Nous constatons que les reproductions sont à la fois différentes entre elles et différentes du tableau, modifiant de façon importante la perception et l'appréciation de celui-ci. Ni les couleurs ni les contrastes ne sont respectés. De plus, ce très grand tableau est riche d'effets de matières et de textures, et on constate que les reproductions à ces échelles réduites ne les rendent en rien.

Le second tableau est une huile sur toile de 81 cm x 65 cm, *Ubu Imperator*, de Max Ernst. Il est exposé dans une



Figure 8. *Tableau Ubu Emperor de Max Ernst photographié en salle et comparé avec une carte postale (en haut à gauche) et une reproduction dans un magazine (en haut à droite).* © C2RMF, photo E. Lambert.

salle sans lumière du jour, avec un éclairage indirect fluorescent de 4000 K, plus un éclairage cadré avec un projecteur équipé de lampes halogènes à réflecteur dichroïque. Nous avons choisi ici deux reproductions, une carte postale et un tirage extrait d'un magazine spécialisé dans les beaux-arts. La **figure 8** montre le tableau de Max Ernst photographié avec ses deux reproductions. L'éclairage cadré qui provient du dessus du tableau ne donne pas une lumière uniforme de haut en bas de la scène. Pour pouvoir comparer les différents rendus, nous avons corrigé la clarté de chaque image et nous les présentons à la même taille en **figure 9**. Les différences de rendu sont particulièrement importantes et transforment un tableau nuancé en un rendu très saturé. L'image du magazine est plus contrastée et saturée que le tableau original et la carte postale est exagérément saturée et contrastée, jusqu'à perdre la plupart des détails dans le ciel, le sol et le personnage. On retrouve cette tendance à l'exagération du contraste et de la saturation sur la grande majorité des reproductions.

Les reproductions donnent donc parfois une image altérée des œuvres. Grâce aux moyens récents de gestion des couleurs dans le domaine de la publication assistée par ordinateur (système qui fait appel à la colorimétrie, les modèles d'apparence colorés, et à l'informatique [ICC 2004]), il est possible d'éviter de telles dérives de couleurs entre un original et une impression. Ces systèmes nouveaux commencent à se généraliser dans les industries graphiques et, dans la plupart des cas, les couleurs peuvent être contrôlées le long

8 ????

Figure 9. *Vues de la figure 6 mises à la même échelle et à la même clarté pour pouvoir être comparées (tableau original à gauche, reproduction magazine au centre et reproduction carte postale à droite). Les deux reproductions sont bien plus contrastées et plus saturées que l'œuvre originale.*



de la chaîne graphique, assurant une certaine cohérence entre la réalité et la reproduction.

Dans certains cas cependant, il sera nécessaire de faire des choix par rapport à la reproduction du tableau : couleurs non reproductibles (hors du domaine chromatique) ou bien réduction importante de la taille du tableau alors que l'on sait que la perception d'une plage de couleur dépend de sa taille [Roufs, 1992]. Ce travail revient à l'opérateur prépresse des images, qui a l'expérience des phénomènes de vision et de reproduction et sait retrouver une lisibilité et une cohérence visuelle lorsque la technique ne suffit pas.

Ce travail nécessaire du choix de la représentation peut s'étendre à d'autres paramètres que la couleur. Les reproductions dans les catalogues ne sont que des représentations, plus ou moins modifiées, des œuvres. Des éléments visuels très importants dans l'appréciation d'une œuvre sont ainsi perdus via cette représentation ; la taille du tableau, son aspect mat ou brillant, le relief de la couche picturale ne peuvent pas être reproduits à l'identique en deux dimensions.

Conclusion

Nous avons présenté dans cet article trois applications relatives au domaine de la mesure de la couleur, actuellement développées au C2RMF. Ces études sont en cours mais les principes et les bases étant déjà bien établis, il nous a semblé intéressant de montrer ces aspects moins connus de la couleur dans ce numéro de *Technè*. Les recherches dans le domaine de la mesure de la couleur et, plus généralement, de la modélisation de la vision continuent, et nul doute qu'elles trouveront de nombreuses applications dans le domaine des musées.

Remerciements. Nous remercions Odile Cortet et Virginie Trotignon pour leurs indications sur les allègements de vernis. Un merci tout particulier aux photographes Jean-Louis Bellec et Elsa Lambert pour leur disponibilité, leurs prises de vues et leurs remarques. Nous remercions également le service de presse du centre Pompidou pour les images réalisées dans ses espaces.

118

Bibliographie

- Boust C., Cittadini F., Ben Chouikha M., Brettel H., Viénot F., Berche S., Alquié G., 2004, Does an expert use memory colors to adjust images? *Proceeding of IS&T/SID 12th Color Imaging Conference*, Scottsdale AZ, p. 347-353
- Boust C., Ezrati J.-J., 2006, Painting viewed under different illuminants: does it change the meaning?, *CIE Expert Symposium on Visual Appearance*, Paris, France.
- Casu G., Chiron A., Lasalle H., Menu M., 1999, Analyse de la couleur à partir de quatre tableaux de Fernand Léger, *Technè*, n° 9-10, C2RMF, Paris, p. 92-105.
- CIE, Commission internationale de l'éclairage, 1971, *Colorimétrie*, Recommandations officielles. Publication CIE n° 15, Paris.
- CIE, Commission internationale de l'éclairage, 1999-2004, *A colour appearance model for colour management systems: CIECAM02*.
- Cretez J.-P., Hardeberg J. Y., Analyse colorimétrique des peintures : étude comparative de trois tableaux de J.-B. Corot, *Technè*, n° 9-10, C2RMF, Paris, 1999, p. 52-60.
- Edeline F., Klinkenberg J.-M., 2002, Des sens aux sens. L'appropriation de l'œuvre d'art comme acte sémiotique, *Technè*, n° 15, C2RMF, Paris, p. 49-55.
- Ezrati J.-J., 2001, Pour une sémiotique de l'éclairage d'exposition, *Actes du congrès de l'Association française de sémiotique*, PULIM, Limoges, 4-8 avril.
- Ezrati J.-J., Viénot F., Bricourne A., Périgon P., Serreault, Harrar M., Malher E., Dennery F., 2005, *LEDs, a future for museum lighting*, ICOM-CC, La Haye
- Fairchild M., 1998, *Color Appearance Models*, Addison-Wesley, Reading, MA.
- ICC Specification.1:2004-10 (Profile version 4.2.0.0) *Image technology colour management - Architecture, profile format, and data structure*, International Color Consortium, www.color.org
- Roufs J.A.J., 1992, Perceptual image quality: Concept and measurement, *Philips Journal of Research*, volume 47, number 1, p.35-62
- Sève R., 1996, *Physique de la couleur. De l'apparence colorée à la technique colorimétrique*, Masson, Paris.
- Sève R., Indergand M., Lanthony P., 2007, *Dictionnaire des termes de la couleur*, Terra Rossa, Avallon.