

# OBSOLESCENCE TECHNOLOGIQUE ET ART CONTEMPORAIN

## ÉTUDE DE LA COULEUR LORS DE LA NUMÉRISATION DE FILMS ARGENTIQUES

*Clotilde BOUST<sup>1</sup>, Maître de Conférences  
Université de NANTES et C2RMF\*, PARIS  
Matthieu DUBAIL<sup>2</sup>, Vacataire,  
Cécile DAZORD<sup>3</sup> conservatrice  
C2RMF\*, PARIS (F)*

### Introduction

Depuis mai 2006, au Département recherche du Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF), se développe un programme d'étude des phénomènes d'obsolescence technologique dans le champ de l'art contemporain. L'objet de ce programme est d'étudier l'impact des évolutions technologiques sur les œuvres d'art contemporain et plus précisément sur leur préservation.

En pratique, dans les collections d'art contemporain, cela concerne essentiellement les installations « médiatiques » (comportant des éléments audiovisuels, analogiques ou numériques). L'audiovisuel est très présent dans les collections d'art contemporain et est concerné au premier chef par les phénomènes d'obsolescence [1].

Le programme d'étude sur les phénomènes d'obsolescence technologique en art contemporain a pour ambition d'instaurer un cadre déontologique et une expertise dans la gestion des phénomènes d'obsolescence et notamment en ce qui concerne les numérisations. Concernant les numérisations, le C2RMF cherche à identifier un certain nombre de cas types, récurrents et problématiques, et à établir un comparatif entre l'analogique et le numérique. L'idée est d'opérer une caracté-

risation des images respectivement analogiques et numériques, notamment par le biais de mesures colorimétriques.

Un projet est engagé sur les possibilités et modalités de gestion de la couleur lors de la numérisation des films argentiques, il est partiellement présenté dans cet article. Un autre projet de recherche (lauréat ISCC CNRS) est en cours sur la conservation problématique, au terme d'une numérisation, de l'effet de papillotement ou « flicker », inhérent à la technologie argentique, sur laquelle un certain nombre de films expérimentaux joue spécifiquement.

Le présent article procède à un bref rappel de la problématique de l'obsolescence technologique en art contemporain (un historique de cette question récente, apparue au début des années 2000, a été publié par nous en 2007 [2] et met notamment l'accent sur les travaux menés par le réseau des médias variables [3]). Il évoque ensuite une expérience menée sur la numérisation de films d'avant-garde ou expérimentaux qui se focalise sur la reproduction de la couleur.

### *Obsolescence technologique et art contemporain*

Depuis la fin des années 1960, un nombre important et sans cesse croissant d'œuvres conservées dans des collections d'art contemporain est constitué d'images fixes ou en mouvement, intégrées ou non à des dispositifs spatiaux (ou installations). Un certain nombre de ces images sont aujourd'hui sur des sup-

\* Centre de recherche et de restauration des musées de France.

<sup>1</sup> clotilde.boust@culture.gouv.fr

<sup>2</sup> matthieu.dubail@gmail.com

<sup>3</sup> cecile.dazord@culture.gouv.fr

ports et dans des formats obsolètes ce qui a essentiellement pour conséquences :

- qu'il devient difficile de produire de nouvelles copies lorsque les copies d'exploitation sont endommagées ;
- qu'il devient difficile, lorsque l'état de conservation des originaux est mauvais, d'y remédier (autrement dit de les traiter ou de les remplacer) ;
- qu'il devient difficile de trouver les appareils nécessaires à la lecture (ou à la diffusion) de ces images.

Il devient donc tout simplement impossible de présenter un certain nombre d'œuvres des collections : leur accessibilité est menacée et, par là-même, leur conservation ou préservation.

Les œuvres « technologiques » ou « médiatiques » sont entrées dans des collections conçues sur le modèle des beaux-arts. Alors qu'il existe, pour aborder le vieillissement des matériaux des œuvres du patrimoine, un code déontologique et une profession (restaurateur), il n'existe pas dans le champ des musées de code déontologique ni de profession susceptibles de gérer et traiter les phénomènes d'obsolescence technologique affectant les œuvres. Issus des beaux-arts traditionnels, les cadres déontologiques de la conservation et de la restaurations apparaissent ainsi décalés et inadaptés à la gestion des phénomènes d'obsolescence technologique. Il en résulte un défaut de gestion des œuvres à caractère technologique, qui se solde notamment par des pratiques isolées et non homogénéisées ; un défaut de documentation générale des œuvres, la documentation technique étant le plus souvent passablement approximative ; et, pour finir, un défaut de documentation des interventions, restaurations ou réparations, pratiquées sur les œuvres. La question de la pérennisation est en outre rarement envisagée.

Face à cette obsolescence conjuguée des supports, des formats et des machines de lecture, les responsables de collections procèdent fréquemment à la numérisation des fonds concernés à des fins de diffusion voire de conservation. À ce niveau on distingue deux cas de figure très différents :

- Les supports physiques (tels que le film argentique cinéma) qui sont accessibles même sans appareil de lecture et qui restent une référence en termes de conservation (on pourra toujours voir un photogramme, se reporter à lui, notamment pour connaître les couleurs de l'image originale).
- Les enregistrements sur bandes magnétiques (tels que la vidéo analogique) qui ne sont pas visibles sans appareil de lecture et ne seront donc plus accessibles lorsque les appareils de lecture auront totalement disparu du marché : dans ce cas, lorsque l'original n'est plus accessible ou l'est difficilement, l'œuvre numérisée tend à devenir en quelque sorte un « nouvel original ».

L'enjeu des numérisations pour les collections d'art contemporain n'engage donc pas seulement la diffusion (i.e. la présentation) des œuvres, il engage également, en partie et selon les cas, la conservation même.

Déjà dans les domaines des bibliothèques et des archives, où la numérisation est plus avancée (et de loin) que dans les musées d'art contemporain (en raison notamment des volumes très importants concernés), l'« archivistique numérique » est une discipline en construction. En art contemporain, où la problématique se pose depuis peu, les compétences sont encore à ce jour absentes.

Pour autant, il est impossible d'importer telles quelles les pratiques en vigueur dans les bibliothèques ou centres d'archives. Les problématiques sont foncièrement distinctes :

- Les bibliothèques et archives sont confrontées à des documents standard qu'elles cherchent à traiter en masse et de manière automatisée ;
- Les collections contemporaines détiennent des œuvres d'art uniques non standard qui requièrent un traitement au cas par cas.

Une réflexion sur les numérisations propres aux collections contemporaines s'impose. À ce jour, le temps, les moyens et les compétences dont disposent les responsables de collection ne leur permettent souvent pas de rédiger un cahier des charges avec le degré de précision que mériteraient ces œuvres, qui, bien qu'étant sur des supports reproductibles,

n'en restent pas moins le fruit de démarches uniques et souvent hors normes. Le manque de temps, de moyens et de compétences ne leur permet pas non plus d'évaluer le travail fourni par le prestataire dont le devis se substitue, en définitive, souvent à la fois au cahier des charges et à l'évaluation de la prestation.

## Étude de la numérisation de films argentiques issus de fonds patrimoniaux

### 1. Présentation

Face à l'obsolescence des technologies liées au cinéma argentique et notamment à la raréfaction des possibilités d'éditer des copies concernant des formats autres que le 16 mm ou le 35 mm, il devient de plus en plus difficile d'exposer et diffuser certains films rares et précieux. Les responsables de fonds patrimoniaux de films d'avant-garde ou expérimentaux (produits et diffusés en marge des circuits courants) sont donc conduits à envisager la numérisation à des fins d'exposition et de diffusion - voire de conservation.

Il existe en France deux principaux fonds patrimoniaux engagés dans la conservation de films expérimentaux : le MNAM, Musée d'Art Moderne (Centre Georges-Pompidou), et le distributeur indépendant Light Cone. À eux deux, ils regroupent près de 4000 films différents.

La figure 1 présente une répartition des films des catalogues du MNAM et de Light Cone par années de réalisation. Elle a été effectuée à partir des catalogues mis à jours début 2008.

Elle permet de rendre compte du caractère complémentaire de ces deux collections. Le fonds du MNAM propose un panel d'œuvres représentatives des grands mouvements du cinéma indépendant, des films des avant-gardes des années 1920-1930 aux films expérimentaux des années 1960 et 1970. Le fonds de Light Cone, tout en détenant un certain nombre de films historiques importants, est spécifiquement orienté vers la collecte de films plus contemporains, favorisant la jeune garde du cinéma expérimental. Le MNAM et Light Cone ont tous deux récemment démarré une campagne de numérisation complète de leurs catalogues.

Les numérisations sont effectuées par une entreprise tierce, en présence ou non des responsables de collections. Elles sont techniquement opérées par un étalonneur (personne chargé de la numérisation et des réglages des couleurs), au moyen d'un télécinéma, (dispositif de numérisation cinéma en temps réel et paramétrable), puis livrées au format SD (« Standard Vidéo » par opposition à HD « Haute Définition » en pleine progression), à des fins documentaires (consultation en salle de documentation ou sur internet et, parfois, diffusion télévisuelle ou en salle d'exposition).

Nous avons choisi, dans ce processus de numérisation de films patrimoniaux d'avant-garde ou expérimentaux, d'étudier spécifiquement le rendu de la couleur. En effet, dans ce type de films et surtout s'agissant de films abstraits, la couleur n'est pas un paramètre de vraisemblance ou de photoréalisme, mais constitue souvent un sujet à part entière. Elle doit donc

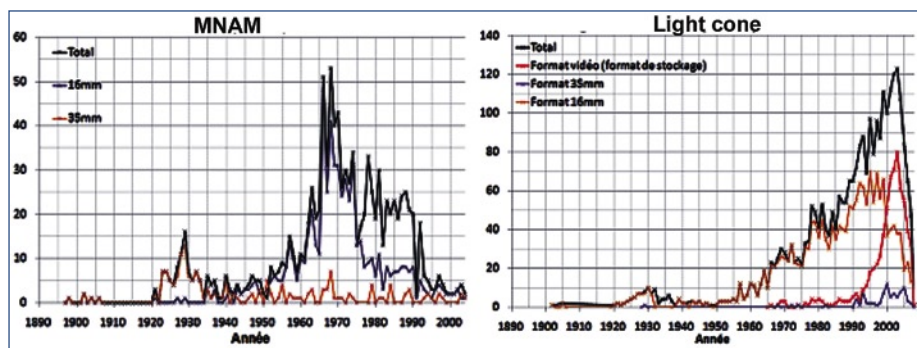


Fig. 1. Répartition du volume de films des catalogues du MNAM et de Light Cone par années de réalisation.

être reproduite le mieux possible, autrement dit, le plus fidèlement possible à l'original.

## 2. Protocole

Trois films expérimentaux tests issus du fonds de Light Cone nous ont été prêtés (précisons qu'il s'agit de copies d'exploitations et non des originaux) :

■ **Quiet chaos of desire**, Carl E. BROWN, 2007, couleur, 35 mm, 3'20.

Le film est constitué de chutes de films hétéroclites, ainsi que de plans abstraits,

grattés et peints à la main. Les tons choisis par l'artiste passent du rouge vif et sombre, au cyan-bleu de multiples nuances, au vert sombre.

■ **Vincit Veritas**, reMI, 2002, couleur, 35 mm, 10'.

Ce film est issu d'expérimentations informatiques autour de fichiers images et sons défectueux. Bien qu'elle ait été créée en vidéo, l'œuvre diffusée est un film 35mm. Les couleurs présentes sur le film sont composées de couleurs saturées

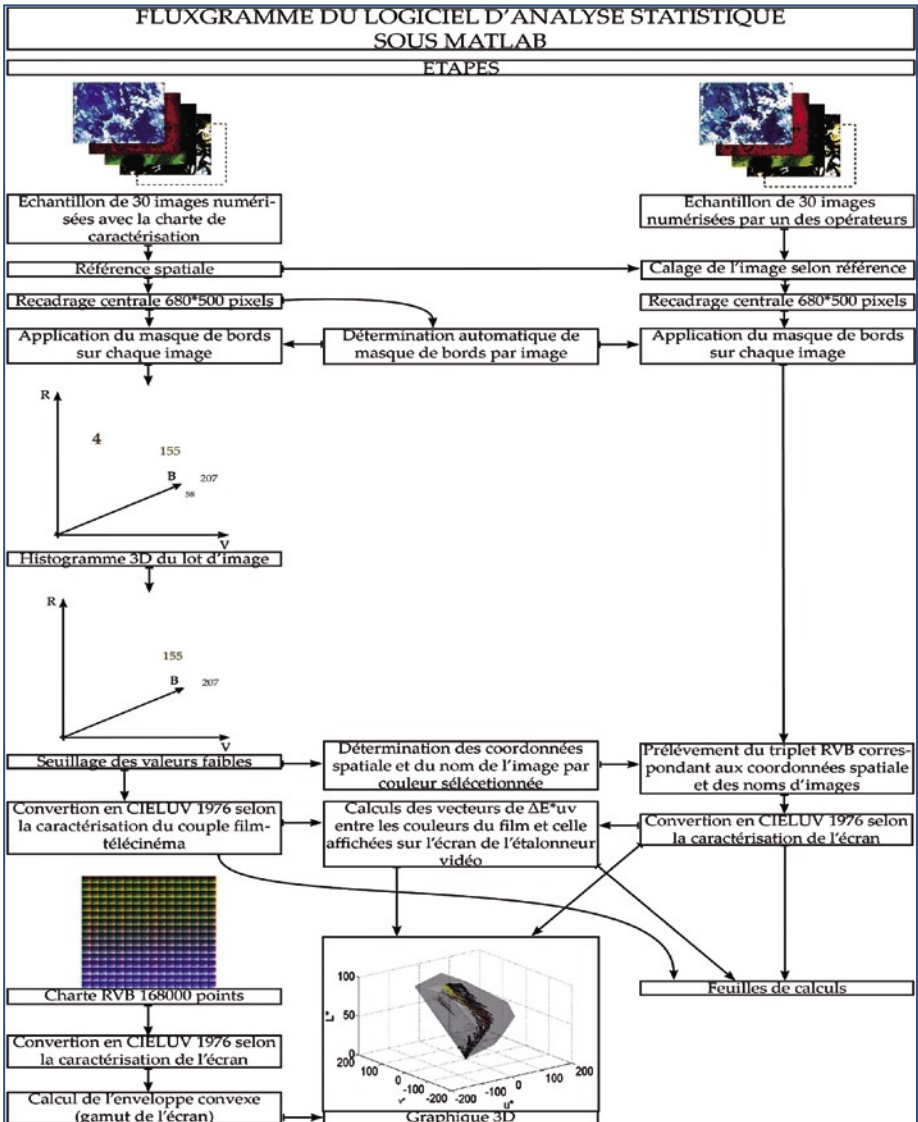


Fig. 2. Présentation de l'algorithme d'analyse des images développé sous Matlab.

simples, majoritairement des couleurs primaires, complémentaires et de dégradés.

■ **Cécile FONTAINE VS. Dany BRILLANT**, François RABET, 2004, 35mm, 7'.

L'auteur a utilisé une technique consistant à décoller l'émulsion d'un film pour l'apposer sur un autre support. Il en résulte une image difforme et bouillonnante. Le film a été par la suite teinté en jaune-orange, et vert.

Nous avons travaillé avec la société de post-production de films Télétota et trois étalonneurs. Nous avons demandé à ces trois étalonneurs de numériser les films au plus près des couleurs du film d'origine, en utilisant leurs méthodes habituelles de travail. Le premier étalonneur (Et.1) a 21 ans d'expérience, le deuxième (Et.2), 7 ans et le troisième (Et.3), 3 ans.

### 3. Étape technique de caractérisations couleurs de la chaîne de numérisation

Le matériel mis à disposition par la société de post-production est le télécinéma THOMSON SPIRIT DATACINE, la console d'étalonnage une DA VINCI 2K et l'écran un SONY BVM20F1 à tube cathodique.

Contrairement à une chaîne de traitement des images en arts graphiques (photographie, presse) [4], les chaînes de traitement en cinéma ne disposent pas de protocole normalisé de contrôle des couleurs (les industries du cinéma travaillent à cette question actuellement).

L'étude a donc nécessité une phase technique de mesures des couleurs et de caractérisations des machines. Afin de pouvoir comparer les couleurs présentes sur les films et celles validées par les étalonneurs après étalonnage, nous avons caractérisé le télécinéma et l'écran présents en salle d'étalonnage [5].

Notons que les trois étalonneurs ayant participé à cette étude ont adopté des modes opératoires différents. Deux étalonneurs ont pris une référence d'étalonnage : en visionnant les couleurs du film en différé pour l'étalonneur 1, en se réglant sur des chartes LAD (charte couleur de référence en tirage de copie argen-

tique) pour l'étalonneur 2. L'étalonneur 3 ne s'est fié qu'à sa subjectivité.

Une fois les films numérisés, le nombre de données numériques étant considérable, nous avons, dans un premier temps, sélectionné 30 images par films, représentatives des différentes séquences les composant. Dans un deuxième temps, nous avons développé un algorithme d'analyse statistique des images sous le logiciel Matlab (cf. figure 2 pour visualiser les différentes étapes de traitements).

Le résultat de ce protocole d'analyse nous permet de comparer les couleurs du film original avec les couleurs numériques, vues sur l'écran de contrôle calibré sur le standard SD. Nous travaillons dans l'espace couleurs  $L^*u^*v^*$ , qui permet de représenter la clarté, la teinte et la chroma des différents points d'analyse [6].

## Différences de couleurs entre les films et les numérisations

### 1. Présentation des résultats

Nous pouvons maintenant comparer les couleurs originales avec les couleurs obtenues après numérisation. Nous utilisons la formule  $\Delta E$  pour représenter ces différences pour chaque film et chaque étalonneur dans le tableau 1. Le  $\Delta E$  est construit en colorimétrie pour qu'une différence inférieure à 1 soit imperceptible à l'œil, à peine perceptible à partir de 2, visible au dessus de 10 environ, puis de plus en plus visible. A titre d'exemple, la figure 3 permet de visualiser les relations entre les couleurs, leurs représentations et les  $\Delta E$ .

On voit, dans le tableau 1.a, que les différences moyennes entre le film et la version numérique sont importantes, de l'ordre de 25  $\Delta E$  (moyenne de la colonne « Moyenne »), ce qui signifie que les couleurs ne sont pas rendues correctement lors de la numérisation. Notons à titre de comparaison que, même dans un système calibré, les moyennes des différences peuvent aller jusqu'à 10  $\Delta E$  [7]. On constate également une grande disparité dans la reproduction des couleurs car certaines couleurs sont très proches (la moyenne de la colonne « Minimum » est à 2,6  $\Delta E$ ) et d'autres très différentes (la moyenne de la colonne « Maximum » est à 59  $\Delta E$ ). Toutes les couleurs ne sont donc pas

		Tableau 1.a			Tableau 1.b			
		Différences de couleurs entre le film et la numérisation ( $\Delta E$ )			Pourcentage de points du film reproduits avec une différence de couleur de moins de :			
Quiet chaos of desire	étalonneurs	Moyenne	Mini	Maxi	4 $\Delta E$	14 $\Delta E$	24 $\Delta E$	34 $\Delta E$
	Et.1	27,24	1,65	65,04	7	27	39	70
	Et.2	18,15	2,01	52,51	32	46	53	98
	Et.3	15,3	2,47	48,27	15	58	77	94
Vincit Veritas	Et.1	35,23	3,01	80,27	5	12	18	59
	Et.2	20,62	3,68	39,92	6	29	59	86
	Et.3	36,77	3,2	81,99	4	21	24	45
Cécile FONTAINE VS. Dany BRILLANT	Et.1	27,19	3	64,02	4	35	59	68
	Et.2	23,08	1,36	51,55	19	33	55	79
	Et.3	21,26	3,63	47,18	2	37	73	80
	moyenne	24,98	2,67	58,97	10	33	51	75

Tableau 1.

1a) différences de couleurs entre le film et la numérisation, exprimées en  $\Delta E$ , pour les 3 films expérimentaux et les trois étalonneurs.

1b) pourcentages des points des films dont la différence couleur entre film et numérisation est inférieure à 4, 14, 24 et 34  $\Delta E$ .

reproduites avec les mêmes différences pour un même film. Ces analyses sur les moyennes sont un résumé et les différences couleurs dépendent du film lui-même et des étalonneurs. On voit par exemple que l'Et.3 obtient un  $\Delta E$  moyen de 15 sur le film *Quiet chaos of desire* alors que le film *Vinci Veritas* semble nettement plus difficile à reproduire correctement.

La suite du tableau 1.b donne le pourcentage de point d'un film reproduit en fonction des  $\Delta E$ , ce qui pondère les chiffres de 1.a. Par exemple, pour *Quiet chaos of desire* l'Et.3 obtient 15% des points du film à moins de 4  $\Delta E$  (donc les couleurs de la numérisation sont très pro-

Coordonnées couleurs de 4 points de "Vinci Veritas" après numérisation par les trois étalonneurs

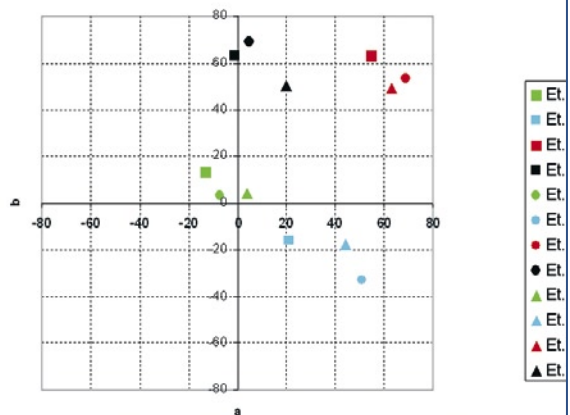


Fig. 3. Exemple de relations entre les images, les coordonnées couleurs et les E. Partie supérieure : coordonnées couleurs dans le plan  $a^*b^*$  de 4 points du film *Vinci Veritas* numérisé par les trois étalonneurs (le film original ne peut pas être représenté ici). Partie inférieure : les trois images numériques des étalonneurs avec les points prélevés pour le diagramme  $a^*b^*$ .

De plus, le  $\Delta E$  moyen de ces points entre l'Et.1 et l'Et.2 est de 23, de 20 entre Et. 1 et Et. 2 et de 19 entre l'Et. 2 et l'Et.3.

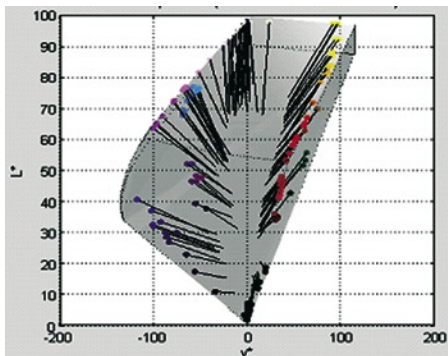


Fig. 4. Vecteurs entre les couleurs film et les couleurs écran (points), pour l'étalonneur E1, film *Quiet chaos of desire* dans l'espace CIELUV 1976 en  $u^*v^*$ . L'enveloppe du gamut écran est en gris.

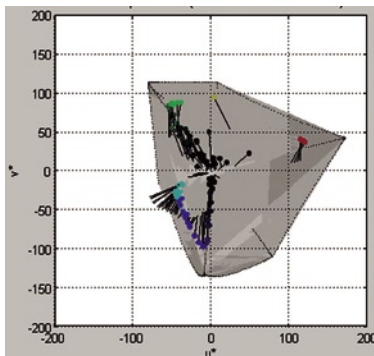


Fig. 5. Vecteurs entre les couleurs film et les couleurs écran (points), de l'étalonneur E3 pour le film *Vincit Veritas* dans l'espace CIELUV 1976 en  $L^*v^*$ .

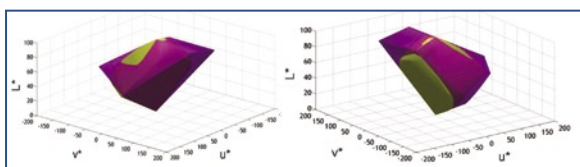


Fig. 6. Comparaison des gamuts écran (violet) et film (jaune). On constate qu'ils ne sont pas superposés et donc que certaines couleurs ne sont pas représentables à l'identique sur les deux supports de visualisation.

ches du film) et 58% des points couleurs sont reproduits avec moins de 14  $\Delta E$  (ce qui est peut être acceptable pour diffusion). A contrario, l'Et.3 n'obtient que 45% des points reproduits avec moins de 34  $\Delta E$  ce qui signifie que cette numérisation est éloignée en terme de reproduction couleur de l'original.

Une visualisation plus précise de ces différences est proposée dans les figures 4 et 5 qui représentent les vecteurs de différence de couleur entre le film et la numérisation (point couleur) dans l'espace CIELUV.

La figure 4 visualise les vecteurs entre les couleurs films et les couleurs écran (points), de l'étalonneur E1, pour le film *Quiet chaos of desire* dans l'espace CIELUV 1976 en  $u^*v^*$ . L'enveloppe du gamut écran est en gris (le gamut représente l'ensemble des couleurs reproductibles par l'écran).

La figure 5 visualise les vecteurs entre les couleurs films et les couleurs écran, de l'étalonneur E3 pour le film *Vincit Veritas* dans l'espace CIELUV 1976 en  $L^*v^*$ .

Ces représentations en 3D (montrées ici en 2D) permettent d'analyser plus précisément les comportements des couleurs lors de la numérisation, en fonction des étalonneurs d'une part et en fonction des contraintes techniques

d'autre part. En effet, l'ensemble des couleurs reproductibles (ou gamut) par un système lui est propre et est généralement différent pour un autre système [8]. Ainsi, dans le cas qui nous occupe, il y a une différence technique inévitable entre l'ensemble des couleurs que peut reproduire un film et un écran par exemple. Certaines couleurs du film peuvent donc être modifiées par le passage en numérique, indépendamment des étalonneurs. La figure 6 montre l'ensemble des couleurs reproductibles par le film (jaune) et à l'écran (violet), on voit que certaines couleurs du film ne sont pas représentables sur écran et vice versa.

Les figures 7, 8 et 9 montrent cinq photogrammes des films numérisés par les trois étalonneurs. Cela illustre les différentes interprétations couleurs des étalonneurs. Certaines interprétations, bien que proches l'une de l'autre, restent éloignées des originaux. Ces images ne représentent que l'interprétation des étalonneurs et l'image de référence argentique, celle à laquelle elles doivent être comparées, n'est pas représentable sur papier ou numériquement car aucune numérisation « parfaite » n'a été réalisée. Notez aussi que l'étape d'impression de cet article a pu aussi modifier les couleurs de ces images.



Fig. 7. Exemples d'images numérisées du film *Cécile FONTAINE VS. Dany BRILLANT*, par les trois étalonneurs.

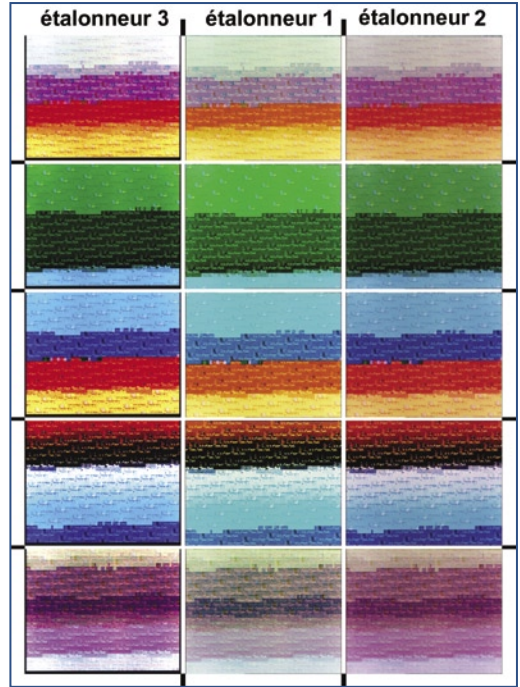


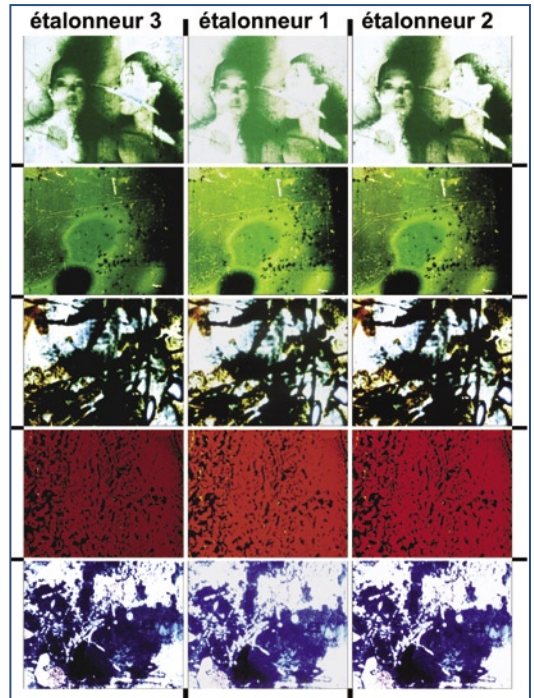
Fig. 8. Exemples d'images numérisées du film *Vincit Veritas*, par les trois étalonneurs.

## 2. Interprétation des différences

Après l'étude détaillée des couleurs résultant des divers étalonnages, nous pouvons observer que certaines tendances de transformations des couleurs sont récurrentes entre étalonneurs.

Mis à part l'étalonneur Et. 3 pour *Quiet chaos of desire*, les couleurs des étalonneurs sont toutes plus claires que les couleurs d'origine. D'une façon générale, les étalonneurs tendent à augmenter la chroma d'une manière quasi systématique, au maximum des possibilités techniques du système, en rapprochant les couleurs d'origine du bord du gamut écran. L'analyse du film *Vincit Veritas* montre que les couleurs d'origine, majoritairement proche de l'axe des gris, gagnent beaucoup en saturation. Il est probable que les étalonneurs cherchent à exploiter au maximum les capacités de reproduction de l'écran et à gagner en visibilité en obtenant des couleurs plus pures. Les teintes sont

▼ Fig. 9. Exemples d'images numérisées du film *Quiet chaos of desire*, par les trois étalonneurs.





déviées vers leurs couleurs dominantes principales. Par exemple, les rouges-pourpres présents sur *Quiet chaos of desire* sont invariablement déviés vers un rouge pur, proche des couleurs primaires de l'écran.

Les films expérimentaux utilisent la couleur ici dans des scènes non figuratives or, c'est le cas le plus difficile de numérisation. En effet, on sait que les réglages des couleurs par les étalonneurs se fondent sur la vraisemblance des scènes, c'est-à-dire sur la comparaison des couleurs des images numérisées avec les des références internes mémorisées de couleurs, tirées de leurs expériences [9, 10, 11]. Ces couleurs de références sont appelées « couleurs en mémoire », ce sont des couleurs de sujets connus de tous tel que l'herbe, le ciel ou la peau. Les recherches menées sur ces questions en photographie nous semblent également applicables à la reproduction numérique de copies films. Elles concluent qu'en l'absence de couleurs en mémoire, par exemple dans le cadre d'images abstraites comme les nôtres, les phénomènes d'exagération (augmentation de la chroma) et focalisation (déviation vers les couleurs pures) sont accrues [12]. Dans notre cas, les étalonneurs ont ainsi presque systématiquement modifié les couleurs pour les rendre plus claires, plus saturées et plus pures.

### 3. Discussion

Les résultats obtenus au cours de cette étude sont éloignés de ceux que l'on pourrait attendre dans un cadre de reproduction muséale. L'ensemble des tests montre un décalage important entre les couleurs d'origine et celles reproduites.

Une partie du problème vient du manque de réglages de la chaîne de numérisation. En effet, la reproduction au plus proche des couleurs d'un film est un cas limite du travail des sociétés de post-production dont la vocation est plutôt l'interprétation des couleurs et la recherche de rendus spécifiques. La gestion informatique de la couleur en cinéma a, jusqu'à présent, été essentiellement abordée pour régler les problèmes liés au retour sur pellicule via imageur. Elle n'a longtemps pas été considérée comme utile lors de la numérisation ; la

numérisation de négatifs issus de tournages, dont les couleurs sont destinées à être interprétées en post-production, demeure l'activité majeure des prestataires de service.

Ainsi, les étalonneurs ne disposent généralement pas des outils complets pour faire une reproduction au plus proche. Dans notre cas, les références utilisées par les étalonneurs 1 et 2 ne semblent pas constituer une solution optimale. Un système de gestion de la couleur performant est donc nécessaire. Cependant un tel système n'est pas suffisant. En effet, une part interprétative dans le travail des étalonneurs est presque toujours inévitable, ne serait-ce que pour les contraintes de gamut possiblement engendrées par le changement de technologie de production d'image (film argentique, écran, projecteurs).

Un système considérablement plus développé incluant les différences de technologies, les paramètres de projection, de gamut mapping et des données de modèles d'apparence couleur (derniers développements de la colorimétrie prenant notamment en compte les phénomènes d'adaptation [13]) serait nécessaire. Des outils performants et normés de gestion de la couleur sont actuellement en phase d'intégration dans les industries du cinéma, dont les technologies sont elles-mêmes en pleine mutation [14, 15].

Cette question cruciale de la couleur pour la qualité de la numérisation des œuvres dans le contexte qui nous intéresse devrait être prise en compte dans le cahier des charges des institutions en fonction des objectifs de la numérisation – à des fins de documentation ou de conservation. Compte tenu des contraintes techniques actuelles, le plus important est sans doute la traçabilité de la couleur. Consigner et conserver les paramètres de numérisation au complet permettrait ainsi qu'une œuvre numérisée soit entièrement décrite par son fichier numérique et par les caractéristiques de numérisations. La qualité et la précision des numérisations sont à établir avec la société de numérisation qui pourra, suivant les technologies qu'elle utilise (et qui impliquent des coûts différents), fournir un « master » numérique, exportable ensuite vers différents formats (DVD, projections...). Ces données

« masters » permettront de mieux appréhender les changements de technologies à venir (notamment en matière de projection et compression) et d'aller plus loin, par exemple vers une étape de restauration numérique des couleurs.

## Conclusion

Dans le cadre son programme concernant la gestion des phénomènes d'obsolescence technologique dans les collections contemporaines, l'étude qualitative de la numérisation de films patrimoniaux par le groupe Art contemporain du C2RMF n'a pas pour objectif de préconiser à tous crins la numérisation des films argentiques. La perspective est en quelque sorte inverse : compte tenu de nombreuses collections (c'est le cas du Musée national d'art moderne et de Light Cone) sont d'ores et déjà engagées dans des processus de numérisation systématique de leur fonds, compte tenu de l'importance de la qualité plastique et esthétique des images des films concernés, il a semblé important de développer une approche comparative précise entre les images argentiques et numériques. L'étude de la gestion de la couleur n'en constitue qu'une étape ou un volet ; un second projet sur le *flicker* ou papillotement est en cours.

L'idée qui préside à ces études est de trouver un moyen de réduire les écarts entre l'original argentique et la version numérique d'une même œuvre sans pour autant nier les différences structurelles entre ces différentes images ; bien au contraire, la formulation, là encore la plus précise possible, des différences en termes de réception et de perception des images argentiques et numériques se situe bel et bien au cœur de notre approche. L'objectif des différents projets menés au C2RMF sur ces questions est même, *in fine*, de parvenir à une forme de « modélisation » des œuvres (dans leur forme ou format original), autrement dit une description des paramètres qui, au niveau de la réception ou perception, sont caractéristiques et inhérents à une œuvre, des qualités que l'on doit retrouver même lorsque l'œuvre, frappée d'obsolescence technologique, change de forme ou de format. ♦

## Remerciements

*Nous tenons à remercier les sociétés Télétota et Mikros Image pour leur accueil, leur soutien matériel et logistique ainsi que pour les conseils. Nous tenons également à remercier le MNAM et l'association Light Cone pour le prêt de leurs œuvres, ainsi que Patrice Bazerque, ingénieur en programmation informatique, pour son aide précieuse.*

## BIBLIOGRAPHIE

1. DAZORD C. « Création d'un programme d'étude des phénomènes d'obsolescence technologique au C2RMF », Sommet 2007, DOCAM Alliance de recherche internationale sur la documentation et la conservation du patrimoine des arts médiatiques. 2007 (vidéo disponible sur <http://www.docam.ca/fr/?p=305>)
2. DAZORD C., « L'art contemporain confronté aux phénomènes d'obsolescence technologique, ou l'impact des évolutions technologiques sur la préservation des œuvres d'art contemporain », Actes des Journées d'étude Restauration et non restauration en art contemporain, École supérieure des beaux-arts de Tours, 14 février 2007, (texte disponible sur <http://www.ecoledumagasin.com/session17/spip.php?article139>)
3. Réseau des médias variables : <http://www.variablemedia.net>
4. Spécification ICC.1:2004-10, Image technology colour management. Architecture, profile format, and data structure. *International Color Consortium* (disponible sur [www.color.org](http://www.color.org)), 2005.
5. DUBAIL M. « Numérisation de films expérimentaux issus de fonds patrimoniaux : la question de la couleur », Mémoire de fin d'Étude et de Recherche appliquée, Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière, Noisy-le-Grand, 2008, 107 p.
6. SÈVE R. *Physique de la couleur, de l'apparence colorée à la technique colorimétrique*, Masson, Paris, 1996
7. HARDEBERG J., *Acquisition et reproduction d'images couleurs : approches colorimétrique et multispectrale*, Thèse de doctorat, Spécialité Signal et Images, Ecole Nationale

- Supérieure des Télécommunications, Paris, 1999, 239 p.
8. MOROVIÈ J., *To Develop a Universal Gamut Mapping Algorhythm*, Thèse de doctorat, Université de Derby, Derby, 1998, 203p.
  9. BOUST C., BRETTEL H., VIENOT F., BERCHE S., ALQUIE G., « Color enhancement of digital images by experts and preference judgments by observers », *The Journal of Imaging Science and Technology*, January/February 2006, vol. 50, no. 1; p. 1-11
  10. YENDRIKHOVSKIJ S., BLOMMAERT F.J.J. et RIDDER H. «Color Reproduction and the Naturalness Constraint», *Color research and application*, volume 24, number 1, p.52-67, 1999
  11. HUNT R.W.G., *The reproduction of colour in photography, printing and television*, fourth edition, Fountain Press, 1987
  12. BODROGI P. *Shifts of short-term color memory*, thèse de doctorat, University of Veszprém, Department of Image Processing and Neurocomputing, 1998
  13. FAIRCHILD M.D., *Color Appearance Models*, Addison-Wesley, 1998
  14. HD3D-IIO (Initiative pour une Industrie Ouverte), Pôle de Compétitivité Cap Digital sur les contenus numériques multimédias, <http://www.capdigital.com/category/projets/>
  15. *Digital Cinema Initiatives-DCI, Digital Cinema System Specification Version 1.2 March 07, 2008*, [www.dcinovies.com](http://www.dcinovies.com)