COLORVIEW
INTERFAÇAGE D'UN SPECTROCOLORIMETRE 45-0°

Serge Odof, Pascal Vasseur, Jean-Baptiste Nolot, Damien Erre

ESIEC
Ecole Supérieure d'Ingénieurs en Emballage et Conditionnement
BP 1029
51686 Reims Cedex 2
pascal.vasseur@univ-reims.fr

1 INTRODUCTION

ColorVIEW a été conçu initialement dans un objectif pédagogique. A l'ESIEC, l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs en Emballage et Conditionnement de Reims, nos étudiants ont un projet au cours duquel ils doivent développer un logiciel à vocation industrielle à l'aide de LabVIEW.

Le sujet de ce projet était le suivant : créer un logiciel d'interfaçage entre un spectrocolorimètre 45-0° de marque Xrite et un PC. Ce logiciel permet la mesure de la couleur et son traitement comme un logiciel professionnel. Il autorise la représentation dans différents espaces de couleur (CIE Lab et CIE xyY), et il permet la mesure de la différence de couleur selon les formules ΔEab et ΔE94. C'est un outil puissant d'aide à la création de cahier des charges couleur pour le packaging ou l'industrie graphique, ou de mesure de la qualité des techniques d'impression. Nous présentons ici une application de caractérisation des encres d'imprimerie utilisant notre logiciel.

2 LA COLORIMETRIE

La colorimétrie est la science de la couleur. Mais la question est, qu'est ce que la couleur ? Pour exister une couleur nécessite trois éléments. Tout d'abord une source de lumière, l'illuminant, puis l'objet coloré, caractérisé par sa reflectance spectrale, et finalement un observateur qui regarde l'objet (sans lui, la couleur n'a pas de sens).

Comme l'illustration ci dessus le montre, la lumière blanche se réfléchit à la surface de la pomme. La pomme absorbe toutes les couleurs du spectre sauf le rouge, l'observateur reçoit alors le rayonnement rouge et son cerveau interprète l'information comme une sensation nommée : rouge.

Une lumière est un mélange arbitraire de lumières monochromatiques, comprises entre 400 nm (Bleu) et 700 nm (Rouge). Pour les mesures colorimétriques, la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) a définie un certains nombre d'illuminants standards (nommés par exemple A, pour les lampes tungstène, F pour les tubes fluorescents et D65 pour la

lumière du jour). Chacun d'entre eux représente une source de lumière parfaite rencontrée dans l'industrie et défini par sa distribution spectrale de puissance.

Pour simuler le comportement de la vision humaine, nous avons besoin de la réponse spectrale des yeux humains. Ceux-ci possèdent trois types de capteurs sur la rétine, sensibles à la lumière rouge, verte ou bleue. Des mesures ont été réalisées par la CIE en 1931 et 1964. Les résultats ont aboutis à deux observateurs standards appelés respectivement l'observateur 2° et 10°. Ils sont représentés par un ensemble de trois courbes x(λ), y(λ) et z(λ), correspondant chacune à la réponse spectrale d'un capteur. En réalité, ces courbes intègrent non seulement la réponse des capteurs rétiniens mais aussi et surtout la réponse en termes de sensation réalisée par le cerveau.

Un objet ne possède pas couleur en soi. La seule donnée objective caractérisant les propriétés colorées d'un objet est la réflectance spectrale. Celle-ci est définie, pour un objet donnée et pour une longueur d'onde donnée, comme le rapport entre la quantité de lumière réfléchie et la quantité de lumière incidente. C'est la seule donnée mesurée par le spectrocolorimètre. L'illuminant et l'observateur sont juste un ensemble de données dans le logiciel.

3 LA REPRESENTATION D'UNE COULEUR

Nos yeux disposent de trois capteurs, on a donc besoin de trois chiffres pour représenter une couleur. La première représentation proposée par la CIE en 1931 et le diagramme de chromaticité xy. En utilisant l'illuminant S(λ), l'observateur (x(λ), y(λ) et z(λ)) et la reflectance mesurée R(λ), on peut calculer trois nombres XYZ. Ces nombres représentent la façon dont notre vision fonctionne. Dans un objectif de représentation, la CIE a proposée le système de coordonnées xy défini comme suit :

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

Ces nombres ne contiennent que l'information colorée (la chromaticité), couplé avec le nombre Y qui représente la luminance de la couleur, ils permettent une représentation cartésienne de la couleur, le diagramme CIE en forme de fer à cheval (Figure 1).

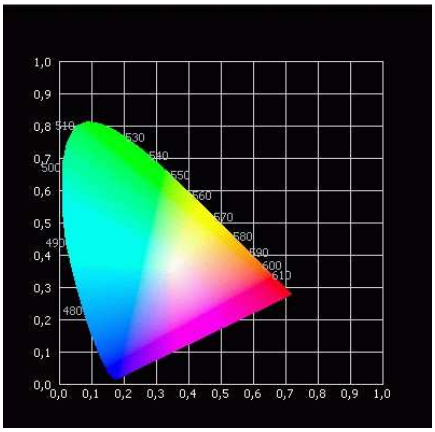


Figure 1:Représentation xyY

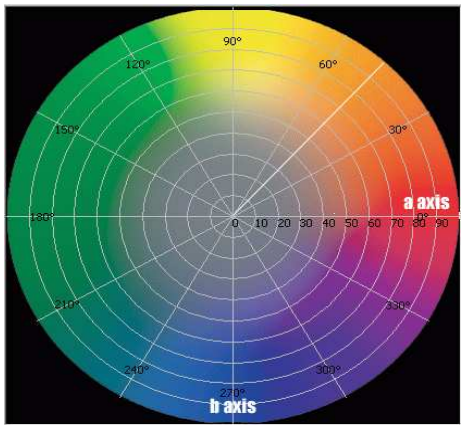


Figure 2: Représentation Lab

Cette représentation n'est en réalité par représentative du fonctionnement de l'œil, il n'est pas uniforme. C'est à dire que la distance entre deux points de cet espace n'est pas proportionnelle à la différence de couleur perçue par un observateur. Diverses transformations

de cet espace ont été proposée pour corriger ce défaut, et en 1976, la CIE a proposé un espace des couleurs mieux structuré : l'espace L*a*b*(Figure 2).

4 MESURE DES DIFFERENCES DE COULEUR

D'une grande importance pour l'industrie, la différence de couleur représente un défi pour la colorimétrie. Comment mesurer la différence entre un échantillon et un standard ? La première idée fut de considérer que la distance entre deux points dans l'espace des couleurs Lab est proportionnelle à la différence de couleur perçue. Cette définition conduit à la formule ΔEab de différence de couleur :

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{\left(\Delta L^*\right)^2 + \left(\Delta a^*\right)^2 + \left(\Delta b^*\right)^2}$$

Malheureusement cette formule est inefficace en raison de la non uniformité de l'espace Lab. Ainsi une différence de 1 dans les teintes rouges n'est pas perçue de la même façon dans les tons bleus. C'est pourquoi la CIE propose régulièrement des formules de différences de couleurs de plus en plus élaborée comme celle implantée dans notre logiciel : ΔE94.

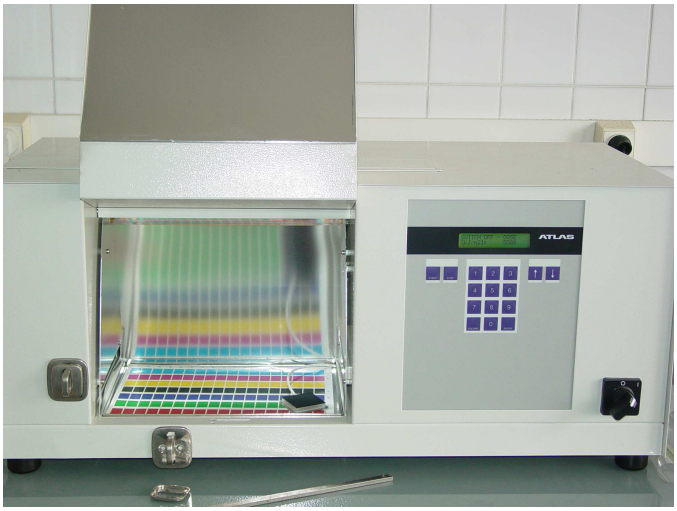
5 APPLICATION MESURE ET CARACTERISATION DU VIEILLISSEMENT D'UNE ENCRE D'IMPRIMERIE

Connaître la solidité lumière d'une encre est essentiel pour de nombreux industriels. En effet, les produits imprimés sont soumis à des conditions d'éclairage très variables qui modifient l'apparence colorée d'un produit. Or une trop grande modification des couleurs nuit à l'identité d'une marque, et crée un déficit en termes de qualité. L'objectif ici est de mettre au point un protocole de vieillissement et surtout une méthode de quantification de la solidité lumière d'une encre.

5.1 Méthode de vieillissement :

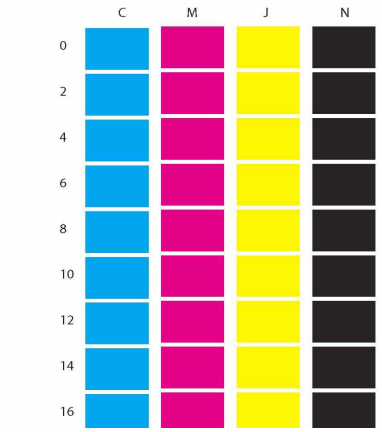
Après l'analyse des conditions réelles d'éclairage des produits industriels, il s'avère qu'il est impossible d'utiliser une source d'éclairage en parfaite conformité avec la réalité. Il serait dans ce cas nécessaire d'utiliser successivement des lampes à tube fluorescent (de natures diverses et non normalisée), du rayonnement solaire, des éclairages tungstène…

On devrait ainsi avoir un équipement de vieillissement pour chaque type de produit, ce qui serait inefficace et très coûteux. Pour cette raison, il est nécessaire d'effectuer un choix pertinent. Il apparaît que la lumière solaire est la plus agressive pour les produits. Ainsi si l'on utilise ce spectre pour le vieillissement, on se positionne alors dans la pire situation possible pour le produit. Ainsi, notre choix se focalise sur les Xénon test qui permettent de simuler de façon accélérée l'exposition solaire. Pour modérer ce vieillissement, notamment pour éliminer une part importante de rayonnement UV, nous choisissons l'exposition solaire sous filtre à quartz. Ce choix est d'autant plus pertinent, qu'il est déjà largement mis en application dans des entreprises qui traitent de la problématique du vieillissement comme L'Oréal, Shiseido, Chanel….



Le Xénon test permet de plus de corréler le temps d'exposition laboratoire, avec le temps d'exposition in-situ dans certaines parties de l'Europe ou d'Amérique. En effet, on peut sur cet équipement faire varier la valeur de l'éclairement, et la corréler directement avec la quantité d'énergie reçue dans ces différents endroits. Nous avons utilisé un Xéno test (voir photo ci dessus), de modèle SUNTEST CPS+, avec filtre à quartz pour reproduire le rayonnement solaire sous vitre, sans contrôle de la température. Afin de réduire les temps de vieillissement nous avons programmé celui-ci comme suit : Eclairement : 765 W/m^2 (valeur maximale).

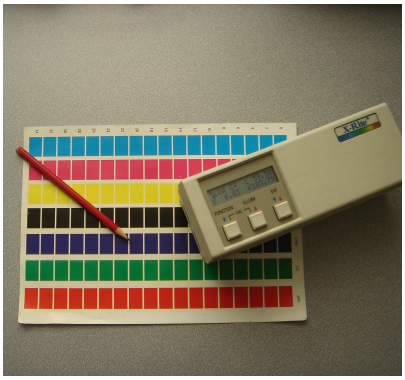
5.2 Echantillons imprimés



Nous avons testé des échantillons de couleur imprimé selon la technologie Offset, par l'imprimerie Blond. Ces échantillons, ne sont pas vernis, mais contiennent cependant dans leur formulation une certaine quantité de produit permettant la tenue dans le temps des encres. On parle alors de vernis machine. Les échantillons se présentent sous la forme de rectangles colorés. Nous avons testé les quatre encres primaires de l'imprimerie : le Cyan, la Magenta, le Jaune et le Noir.

5.3 La mesure colorimétrique

Les échantillons sont mesurés moyen de notre logiciel ColorVIEW (Figure 3) couplés avec le spectrocolorimètre (Figure 4). Ils sont tous comparés à la référence non vieillie. L'illuminant retenu est le D65, l'observateur est le 10°.



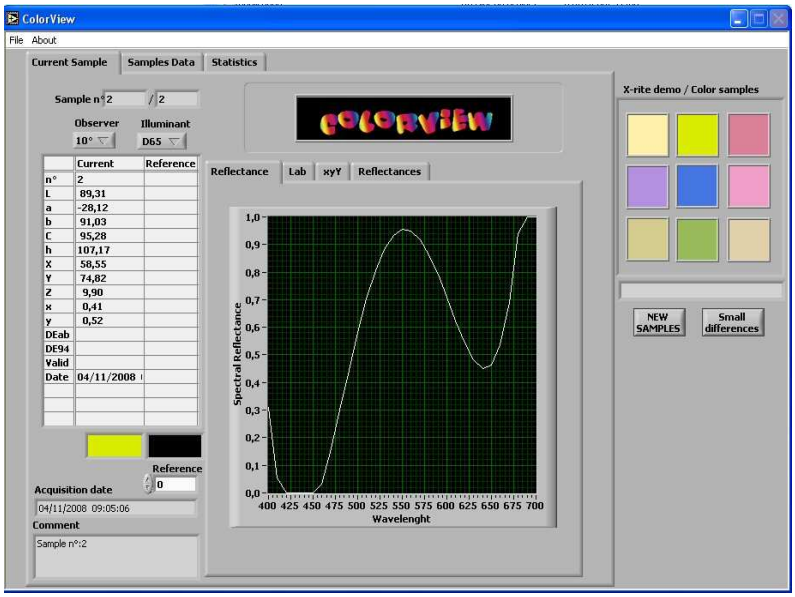


Figure 4 Spectrocolorimètre Xrite *Figure 3 Face avant de ColorVIEW*

6 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Les quatre encres vieillissent différemment. Passé un certain temps dans l'enceinte de vieillissement, le ΔE augmente jusqu'à une valeur limite de saturation (Figure 5). Ceci s'explique simplement par le fait qu'à la limite, une fois que tous les pigments de l'encre sont dégradés, il n'y a plus rien à dégrader, et donc la teinte se stabilise. La différence de teinte devient donc constante.

Ce qui différencie les différentes teintes, c'est la valeur de saturation. Ainsi, l'encre jaune vieillit beaucoup plus que le cyan, le magenta, ou le noir. La valeur de saturation est respectivement de : 16 pour l'encre jaune, alors qu'elle de seulement 3 pour l'encre noire.

La cinétique du vieillissement, c'est dire la dépendance temporelle du vieillissement est différente également pour les 4 encres. En effet, la saturation n'arrive pas avec la même rapidité en fonction de la couleur considérée. Ainsi la saturation arrive au bout de plus de 30h pour le jaune, alors qu'elle est déjà atteinte en quelques heures pour les autres encres.

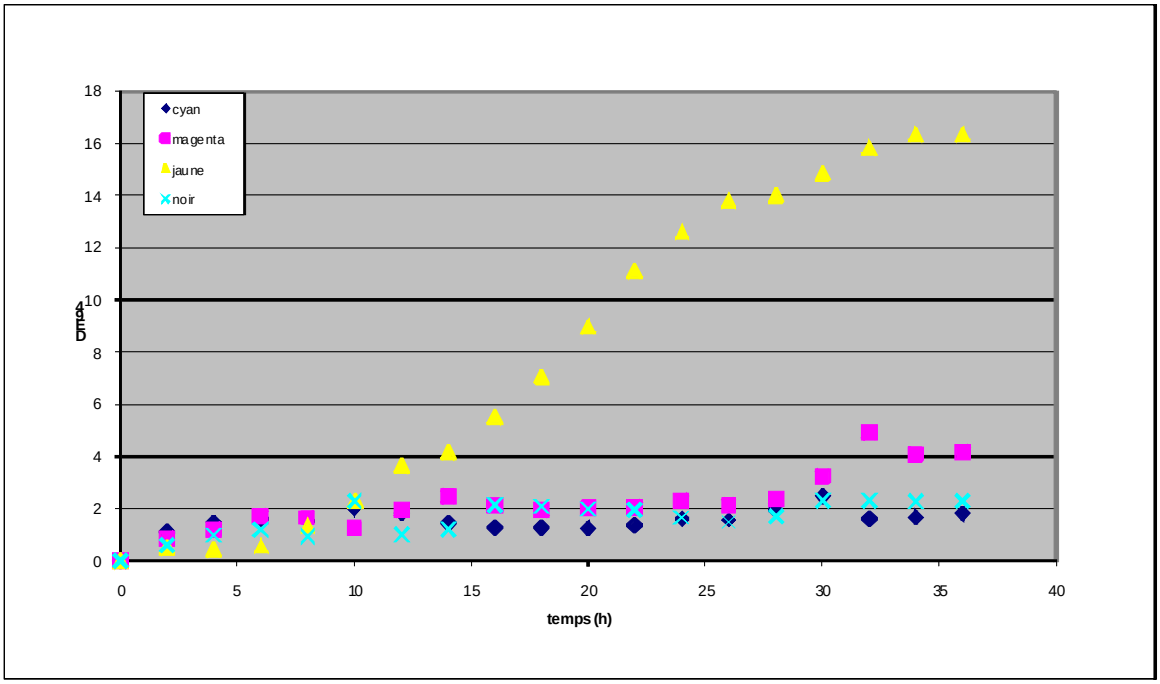


Figure 5 Courbes ΔE94 en fonction du temps d'exposition pour cyan, magenta, jaune et noir

7 CONCLUSION

Nous avons pu élaborer au cours de ces expériences un protocole expérimental de mesure du vieillissement d'encres. La valeur limite de saturation, ainsi que la cinétique de vieillissement permettent facilement la comparaison entre deux encres.

A terme nous pourrons intégrer, dans le logiciel Colorview, un VI d'automatisation de cette mesure, qui permettrait par exemple l'ajustement non linéaire des courbes obtenues afin de déterminer sans aucune ambiguïté le temps caractéristique de vieillissement et la limite de saturation.