

JEAN DELMAS

La gestion des couleurs pour les photographes



2^e édition

© Groupe Eyrolles, 2005, 2007,
ISBN : 978-2-212-12139-1

EYROLLES

Sommaire

Chapitre I : Colorimétrie

Introduction au modèle Rouge-Vert-Bleu	1
RGB ou RVB ? Notre convention	3
Les bases du modèle RGB	3
La colorimétrie, un monstre à deux têtes	5
Un acteur majeur : la Commission internationale de l'éclairage (CIE)	6
Flux lumineux, flux d'énergie	6
Perception visuelle de l'intensité lumineuse et de la couleur	6
Couleur, longueur d'onde et spectre visible	6
L'intensité lumineuse perçue dépend de la couleur	7
Perception des couleurs, sensibilité des cônes rétiens	8
Lumière monochromatique, lumière complexe et distribution spectrale	10
Quelle est la couleur d'un objet ? Illuminant, réflectance et stimulus visuel	11
La trivariance, principe fondamental de la vision des couleurs	12
Principe de la trivariance	12
Une arithmétique des couleurs, les lois de Grassman	13
Représentation d'une couleur dans un espace colorimétrique RGB	13
Chromaticité d'une couleur	14
Espace colorimétrique CIE RGB 1931	15
Expériences d'égalisation et observateur standard CIE	15
Quelles couleurs primaires RGB adopter ? Le choix historique de la CIE	16
Quelles quantités unitaires de primaires choisir pour mesurer les mélanges ?	16
L'égalisation des couleurs monochromatiques aboutit aux trois fonctions colorimétriques ..	17
Valeur négatives de la fonction colorimétrique rouge	19
Diagramme de chromaticité rouge-vert	20
Espace colorimétrique CIE XYZ 1931	22
Changeons de primaires : transformation colorimétrique	22

Détermination de nouvelles primaires XYZ	22
Calcul et normalisation des composantes trichromatiques XYZ et chromatiques xy d'une couleur	26
Transformation colorimétrique de l'espace CIERGB vers l'espace CIEXYZ	26
Propriétés du diagramme de chromaticité xy	27
La non uniformité perceptuelle du diagramme de chromaticité xy	30
Diagramme de chromaticité complété par la luminance, l'espace xyY	31
Le métamérisme, un mal nécessaire	32
Expression colorimétrique du métamérisme	33
Le métamérisme envisagé comme un phénomène embêtant	33
Le métamérisme envisagé comme la source même de l'illusion photographique	34
Le métamérisme d'un appareil d'entrée	35
La couleur blanche est définie par un corps noir !	36
Le corps noir idéal ou radiateur planckien	36
Le bleu plus chaud que le rouge !	36
Températures proximales de couleur des illuminants « blancs »	37
Un système simple pour contrôler l'illuminant D50	40
CIE L*a*b* 1976, un espace colorimétrique où les distances entre couleurs sont (presque) conformes à leur perception visuelle	41
Deux espaces uniformes, CIE L*u*v* 1976 et CIE L*a*b* 1976	41
L'espace CIE L*a*b* 1976, ou CIELAB, ou Lab	42
Le mode Lab dans Photoshop	46
Le mode Lab dans Lightroom	48
Les modèles intuitifs basés sur teinte, saturation et luminance	48
L'espace colorimétrique HSV	48
Le modèle TSL dans Photoshop	50
CMJN, l'espace colorimétrique des imprimeurs	51
Mesure des différences de couleurs et des tolérances dans la reproduction des couleurs	54
Seuil de tolérance à respecter pour la reproduction d'une couleur	56

Chapitre 2 : **Numérisation des couleurs, profondeur de couleur, gamma**

Numérisation des composantes RGB et profondeur de couleur	59
Image numérique et pixels	59
Images dites « en Couleurs vraies » c'est-à-dire à profondeur de couleur basique (8 bits par composante)	60
Photographies « High-bit » à grande profondeur de couleur (15 ou 16 bits par composante)	62

La profondeur de couleur de 16 bits par composante permet d'éviter l'apparition d'artefacts	62
Examen d'un histogramme d'image : la profondeur de couleur de 16 bits par composante évite la disparition de niveaux RGB lors de l'optimisation des images	64
Attention à la compression LZW d'images TIFF définies avec une profondeur de couleur de 16 bits !	65
Profondeur de couleur colossale (32 bits par canal) des images HDR à haute dynamique ...	65
Profondeur de couleur dans Photoshop selon les types de fichiers	66
Profondeur de couleur dans le mode Lab de Photoshop	68
Quelle profondeur de couleur un photographe doit-il adopter ?	69
Cas des images JPEG	70
Cas des images RAW produites par un appareil photo numérique et des images issues d'un scanner à film	70
Gamma et courbe de réponse d'un appareil	71
Correction gamma dans Photoshop	72
La correction gamma modifie la répartition des valeurs entre blanc et noir	73
Gamma global d'une chaîne photographique	77
Quelques bonnes raisons de charger tout de même une correction gamma dans la carte graphique d'un poste de travail	80
La vérité sur les courbes de réponse des appareils	81
Gamma de la perception visuelle	82

Chapitre 3 : Gestion des couleurs, pourquoi, comment ?

Les espaces CIEXYZ et CIELAB, références absolues de la gestion des couleurs	85
Espace colorimétrique d'un appareil	86
Gamut et couleurs primaires d'un appareil	86
Gamut d'un appareil RGB, cas de l'écran cathodique	87
Gamut d'une imprimante	88
Strictement parlant, les scanners et les appareils photo numériques n'ont pas de gamut ...	88
Point blanc d'un appareil, adaptation chromatique et balance des blancs	89
Le point blanc est une caractéristique d'un appareil	89
Adaptation chromatique de la perception visuelle	90
Adaptation chromatique et comparaison de deux images	91
Adaptation chromatique et balance des blancs d'un appareil photo numérique	92
Point noir	93
Profil ICC d'un appareil	93
Le profil d'un appareil décrit seulement son comportement colorimétrique	94

Les profils ICC dans les systèmes d'exploitation	96
Calibrage, calibration, étalonnage, caractérisation, profilage, réglage...	97
Gérer les couleurs, des appareils d'entrée aux appareils de sortie	98
Moteurs de conversion des couleurs	99
Attribution/Incorporation d'un profil ICC dans une image	100
Une donnée superflue et donc nuisible, la métadonnée EXIF d'espace colorimétrique	102
Quand convertir les couleurs ? Le concept d'espace de travail	102
Scénario A dit « de la conversion tardive »	102
Scénario B dit « de la conversion précoce »	103
Scénario de compromis basé sur un espace de travail intermédiaire	103
Enchaînement des conversions autour d'un espace de travail intermédiaire	104
Espaces de travail RGB, espaces génériques	105
sRGB, l'espace des écrans cathodiques et d'Internet	106
Adobe RGB (1998), l'espace de travail privilégié de Photoshop	108
eciRGB, jumeau d'Adobe RGB (1998)	110
Apple RGB	110
ColorMatch RGB	110
Wide gamut RGB	111
ProPhoto RGB, ROMM RGB et « Melissa RGB »	112
Appareils photo numériques, ProPhoto RGB et « Melissa RGB »	113
Caractéristiques des principaux espaces de travail	115
Caractéristiques des espaces de travail RGB	115
Fabriquer son propre espace de travail RGB avec Photoshop	117
Sur quels critères choisir son espace de travail	118
Comment l'espace de travail doit-il se situer vis-à-vis des espaces d'entrée et de sortie ?	119
Écrêtage des couleurs d'une image par un espace de travail au gamut insuffisant	120
Peut-on adopter le profil d'affichage comme espace de travail ?	122
L'espace de travail doit avoir des gris équilibrés	123
Le profil ICC de l'espace de travail doit être peu volumineux	123
Espace de travail et profondeur de couleur	124
Dans quel espace de travail un photographe doit-il optimiser et archiver ses images ?	125
Quel espace de travail pour l'archivage et/ou le développement de fichiers RAW ?	125
Quel espace de travail pour la correction et l'archivage d'images JPEG ?	126
Quel espace de travail pour la correction des images issues d'un scanner à film ?	126
Quel espace colorimétrique un photographe doit-il incorporer aux images destinées à un partenaire ?	127

Quel espace colorimétrique pour le tirage par un laboratoire ?	127
Quel espace colorimétrique pour envoyer une image à un éditeur ?	129
Le mode de rendu, un concept essentiel	130
Mode de rendu Colorimétrie absolue et éprouvage	130
Colorimétrie absolue pour l'éprouvage	131
Attention au blanc !	131
Mode de rendu Colorimétrie relative et adaptation chromatique	131
Mode de rendu Perception	133
Mode de rendu Saturation	135
Mode de rendu pour la reproduction des œuvres d'art	135
Quel mode de rendu un photographe doit-il adopter ?	142
Le mode de rendu Perception est-il trop aveuglément adopté par les photographes ?	142
Gestion des couleurs sur Internet	143
sRGB, l'espace colorimétrique du Web	143
Gestion des couleurs par les navigateurs Internet	144
Cas du Macintosh	144
Le filtre HTML ICMFilter et Internet Explorer	144
Gestion des couleurs dans les feuilles de style CSS	145
Incorporer un profil dans une image pour le Web	146
Garantie de couleur et commerce électronique	147

Chapitre 4 : **Structure des profils ICC, exploitation par les moteurs de conversion**

Standardisation des profils par l'ICC	149
Avec quel outil analyser un profil ICC ?	150
Examen du point blanc d'un profil	150
ICC Profile Inspector	150
iPhoto Profile Inspector	151
Module Profile Inspector de ColorThink	152
Structure et en-tête d'un profil ICC	153
Balises communes à toutes les classes de profils	156
Balises des profils d'entrée (scanners et appareils photo numériques)	157
Balises des profils d'entrée fondés sur une matrice RGB (profils dits « matriciels »)	157
Balises des profils d'entrée basés sur une table	159
Balises des profils d'affichage et des espaces de travail RGB	160
Balises des profils matriciels d'affichage ou d'espaces de travail	160

Balises des profils d'affichage basés sur une table	161
Balises hors norme, balises vcgT des profils d'affichage	162
Balises des profils de sortie (imprimantes)	163
Précisions sur certaines balises à structure variable	164
Balises xTRC	164
Balises de type LUTable (<i>Lookup Table</i>) : A2Bx et B2Ax	165
Exploitation des profils par les moteurs de conversion	166
Illuminant des mesures et modes de rendu	167
Vos profils appliquent-ils vraiment le mode de rendu que vous demandez ?	168
Représentation graphique des gamuts	169

Chapitre 5 : Gestion des couleurs avec Photoshop

Les options de la boîte de dialogue Couleurs	171
Mode de rendu par défaut	172
Utiliser la compensation du point noir	172
Enregistrement de paramètres par défaut personnalisés	173
Contrôle du profil d'affichage	174
Espace de travail RGB par défaut	175
Inhibition de la métadonnée EXIF d'espace colorimétrique	175
Conserver les profils incorporés	178
Choix à l'ouverture des profils non concordants ou manquants	178
Cas de la non-concordance des profils incorporés	179
Cas du profil manquant	179
Moteur de conversion	180
Option simulation	180
Paramétrage de Photoshop « pour Lightroom »	180
La conversion/interprétation des couleurs hors des règles de conversion	181
Attribuer/Incorporer un profil colorimétrique à une image	182
Convertir une image dans un espace colorimétrique	183
Imprimer avec Photoshop	184
Préparer une image à imprimer dans Photoshop	184
Choix du profil d'impression	186
Choix du mode de rendu	186
Verrouiller le pilote de l'imprimante	187
Deux digressions sur la résolution	188
Pixels sans épaisseur et dimension d'image	188
Résolution d'image et résolution d'imprimante	189

L'épreuvage avec Photoshop, la simulation d'imprimante	190
L'épreuvage à l'écran (<i>soft proofing</i>)	190
Épreuve imprimée avec une autre imprimante que l'imprimante cible (<i>hard proofing</i>)	194

Chapitre 6 : Gestion des couleurs avec Lightroom

Synchronisation Lightroom-Photoshop	198
L'espace de travail interne de Lightroom	198
« Melissa RGB », espace de l'interface utilisateur de Lightroom	199
Composantes RGB affichées par Lightroom	200
Peut-on choisir un espace colorimétrique de sortie à partir de l'histogramme Lightroom ?	203
Peut-on utiliser les valeurs RGB données par Lightroom pour contrôler l'image d'une mire de calibrage ?	203
Corriger une image avec un éditeur externe	204
Préférences colorimétriques des éditeurs externes	204
Les nouvelles orientations d'Adobe	205
Retouche d'une image avec un éditeur externe (Photoshop CS3...)	206
Paramètres pour exporter une image	207
Impression d'une image	209
Profil	209
Mode de rendu	209
Compensation du point noir	210
Étalonnage/calibrage d'un appareil photo numérique	210

Chapitre 7 : Écran d'affichage, réglage, calibrage, contrôle

Comment obtenir un profil d'affichage ?	211
Profil d'affichage générique	211
Profil d'affichage sur mesure	212
À l'œil	213
Avec un instrument de mesure	213
Technologies d'affichage et réglages d'un écran	213
Écrans cathodiques CRT	213
Écrans à cristaux liquides LCD	214
Table LUT de la carte graphique	215
Comment contrôler la table LUT de votre carte graphique	216
Régler une carte graphique avec son logiciel pilote	216

Régler un écran et construire son profil ICC	217
Les missions inattendues des logiciels de calibrage d'écran	218
Gare à la table vcgt !	219
Les instruments de mesure et leurs logiciels associés	220
Les systèmes de calibrage automatiques et l'interface DDC2	224
Calibrage d'un écran avec un colorimètre	226
Précautions à prendre avant de calibrer votre écran	226
Calibrage et vérification de l'instrument de mesure	226
Lancement du logiciel de calibrage d'écran	228
Choix du type de profil	228
Choix de la norme ICC : V2 ou V4 ?	229
Choix du type de profil ICC : matriciel ou table ?	229
Type d'écran	230
Paramètres cibles du calibrage	231
Choix du point blanc cible : 5 000 K, 6 500 K, natif ?	232
Point blanc cible d'un écran CRT	232
Point blanc cible d'un écran LCD	234
Choix du gamma cible	234
Choix des cibles pour la luminance maximale et point noir	235
Niveau du noir	236
En option : calibrage du colorimètre et vérification de la lumière ambiante	236
Calibrage du colorimètre	236
Mesure de la lumière ambiante	237
Réglage de l'écran sur ses paramètres cibles	238
Réglage du contraste	239
Réglage du point blanc	241
Méthode de réglage Préréglages RGB	241
Option Réglage RGB	242
Réglage de la luminance	242
Mesure des couleurs	244
Mise en service du profil d'affichage	245
Que contient le profil d'affichage ?	247
Présentation générale	247
En-têtes des profils	248
Table des balises	248
Neutralité des gris	250
Gamut	251

Contrôler le réglage de l'écran	251
Test du noir	251
Test du gradient	254
Test du gradient en fond d'écran	256
Contrôler le profil et l'évolution de l'écran	257
Contrôler visuellement le profil d'affichage avec une mire	260

Chapitre 8 : **Scanner**

Les mires pour le calibrage des scanners	263
La mire IT8	263
Le fichier de description .it8	265
Quelles mires IT8 vous faut-il acquérir ?	266
Mires HCT	267
Mire Eye-One Scan Target 1.4 pour le calibrage des scanners à plat	268
Le calibrage d'un scanner	268
Quel pilote adopter pour un scanner ?	268
Faut-il calibrer un scanner avec VueScan ou avec un logiciel de calibrage ?	269
Validité d'un profil de scanner	269
Application des profils	270
Calibrer un scanner avec VueScan	270
Opérations préliminaires	271
Calibrage du scanner	272
Scanner une diapositive avec un scanner calibré avec VueScan	275
Onglet Input	276
Onglet Crop	276
Onglet Filter	276
Onglet Color	277
Onglet Output	279
Onglet Prefs (préférences)	279
Prévisualisation et scan	279
Scanner une mire IT8 pour calibrer un scanner avec un logiciel de calibrage	280
Verrouiller un scanner	281
Établir la correction gamma optimale de votre scanner	281
Scanner la mire IT8 avec VueScan	282
Onglet Input	282
Onglet Color	283
Onglet Output	283

Prévisualisation et verrouillage de l'exposition	284
Calibrer un scanner avec un logiciel de calibrage	285
Scanner une diapositive avec un scanner calibré par un logiciel	288
Scanner une diapositive avec VueScan	289
Options à modifier dans l'onglet Input	289
Attribuer le profil du scanner au fichier scanné	289
Qu'apporte le calibrage d'un scanner ?	289
Que contient le profil de scanner ?	290
En-tête et données générales	291
Balises de conversion et gamut	291
Calibrer un film négatif	292
Scanner un négatif sans « calibrage du négatif »	293
Scanner un négatif avec « calibrage du négatif »	293
1 ^{ère} phase : calibrer le négatif	293
2 ^e phase : scan d'un négatif	294

Chapitre 9 : Appareil photo numérique, développement d'image, calibrage

Les obstacles au calibrage d'un APN	295
Verrouiller un APN comme un scanner ? Un non-sens... ..	295
Un éclairage constant et homogène ? Une illusion... ..	295
Le calibrage d'un APN serait-il donc une gageure ?	296
Les mires pour le calibrage d'un APN	296
Mires GretagMacbeth ColorChecker	296
Mire Christophe Métairie	298
Mire ColorEyes 20/20	299
Capteurs photo numériques et fichiers RAW	299
Capteur, photosites et dématricage	299
Dématricage traitant indépendamment les trois couches RGB	301
Dématricage basé sur les rapports entre couleurs	302
Images brutes et fichiers RAW	303
Les métadonnées incorporées aux fichiers d'images	303
Métadonnées EXIF	304
Métadonnées de développement	304
Métadonnées d'annotation IPTC	305
Pourquoi développer les fichiers RAW hors de l'APN ?	306
L'adhésion des photographes aux formats RAW	306
DNG, un format RAW universel ?	308

Conversion d'un fichier RAW en DNG	309
Que faire aujourd'hui des fichiers DNG ?	310
La carte n'est pas le territoire, l'image n'est pas la scène	311
Le gamut d'un APN ? Peut-être, mais dans quel espace de sortie ?	313
Que dit l'ICC des profils d'APN ?	313
La balance des blancs, une opération capitale	314
Mires pour la balance des blancs	316
Établir la balance des blancs avec un logiciel de développement RAW	318
Latitude de validité d'un profil d'APN	320
Photographier une mire de calibrage	321
Exposition	321
Uniformité d'éclairage	322
Uniformité d'illuminant	322
Cadrage	323
Suppression des reflets parasites	323
Calibrer un APN alors que votre logiciel de développement n'emploie pas de profil ICC pour le décrire ? Un détricotage de rendu !	323
Flux de travail pour le calibrage d'un APN	325
Développer un fichier RAW avec Camera Raw ou Lightroom	326
Politique de réglage à l'ouverture d'une image	327
Maintien des réglages de l'APN	327
Optimisation automatique	328
Histogramme et outils	328
Options colorimétriques, choix de l'espace colorimétrique de sortie	329
Cas d'une image écrêtée par Adobe RGB (1998)	330
Cas d'une image non écrêtée par Adobe RGB (1998)	331
Options de définition et de résolution	331
Balance des blancs	331
Autres paramètres de l'onglet Réglages de base	332
Onglets d'optimisation : Courbes, Détail, TSL, Virage partiel, Corrections de l'objectif	334
Étalonner un APN avec Camera Raw	335
Onglet Étalonnage	335
Conserver des paramètres de développement	336
Fichier .xmp annexe (fichier side-car)	337
Base de données Camera Raw	337
Cas des fichiers DNG	337

Partager des paramètres de développement entre Camera Raw et Lightroom	338
Conclure la correction d'un fichier RAW	338
Enregistrer et réutiliser un jeu de paramètres d'étalonnage	339
Déterminer des paramètres d'étalonnage avec une mire	340
Première étape : ajuster les couleurs neutres	343
Seconde étape : la saturation globale	343
Troisième étape : régler les paramètres d'étalonnage	344
Quatrième étape : l'application des paramètres	344
Calibrer un APN si l'on utilise un logiciel de développement utilisant les profils ICC d'appareil	344
Flux de travail pour le calibrage d'un APN	345
Capture One : développer l'image d'une mire puis appliquer le profil ICC aux photographies	346
RawShooter : développer l'image d'une mire puis appliquer le profil ICC aux photographies	347
Calibrer un APN avec un logiciel de calibrage ICC	349
Paramètres généraux de calibrage	349
Traiter la photographie de la mire	350
Ajuster le profil	353
Options Tâches photo de ProfileMaker 5	354
Option Balance des gris	356
Option Compensation d'exposition	356
Option Saturation et contraste	356
Option Couleurs critiques	356
Sous-traiter le calibrage d'un APN	356
Que contient le profil d'un appareil photo numérique ?	358

Chapitre 10 : **Imprimante, calibrage, contrôle**

Calibrer une imprimante avec un spectrophotomètre	363
Les instruments de mesure	363
Préparation du calibrage	365
Sélectionner et imprimer la mire par le logiciel de calibrage	366
Imprimer la mire avec Photoshop	368
Étalonner le spectrophotomètre	369
Mesurer la mire	370
Réfection d'un profil à partir des données CIELAB ou des mesures spectrales, cas des couleurs métamères	372

Correction des azurants optiques	374
Flexibilité du rendu Perception avec ProfileMaker 5	375
Calculer et enregistrer le profil	375
Éditer un profil d'impression	376
Calibrer une imprimante avec un scanner à plat	381
Opérations préliminaires	381
Imprimer la mire pour le scanner	382
Scanner la double mire	383
Calculer le profil du scanner et celui de l'imprimante	384
Sous-traiter le profil d'impression à un spécialiste	384
Que contient le profil d'impression ?	386
Annexe A	
Budget d'équipement	389
Annexe B	
Livres	393
Sémiologie et histoire des couleurs	393
Colorimétrie	394
Gestion des couleurs	394
Traitement des fichiers RAW	395
Sites Internet	395
Organisations	395
Colorimétrie	396
Gestion des couleurs	396
Constructeurs d'instruments de mesure et éditeurs de logiciels de calibrage	398
Distributeurs et prestataires de service en gestion des couleurs	398
Photo numérique et traitement d'images	399
Glossaire	401
Index	421