

Guide pratique de l'éclairage

René Bouillot • Marianne Lamour

Guide pratique de l'éclairage

Cinéma • Télévision • Théâtre

7^e édition

DUNOD

Graphisme de couverture : Elizabeth Riba
Illustration de couverture : © Dedo Weigert Film

© Dujarric, 1991 et 2003
pour les deux premières éditions
© Dunod, 2007, 2012, 2016, 2019, 2022
11 rue Paul-Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-084636-8

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^e et 3^e a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

AVANT-PROPOS	13
REMERCIEMENTS	14
CHAPITRE 1 – LA LUMIÈRE ET LA COULEUR	15
1.1 Nature de la lumière	15
1.1.1 Aspect ondulatoire	15
1.1.2 Aspect corpusculaire de la lumière : le transfert d'énergie	16
1.1.3 Composition de la lumière blanche	18
1.1.4 Radiations invisibles : ultraviolet et infrarouge	19
1.2 Notions de photométrie	19
1.2.1 Flux lumineux	20
1.2.2 Intensité lumineuse	20
1.2.3 Éclairement	21
1.2.4 Luminance	22
1.3 Éclairement et exposition	22
1.4 Caractérisation des couleurs	24
1.4.1 Caractéristiques des couleurs	24
1.4.2 Système colorimétrique CIE	25
1.4.3 Évolution du système colorimétrique CIE	26
1.5 Température de couleur de la lumière (Tc) et température corrélée (Tcc)	28
1.5.1 La température de couleur (spectre continu)	28
1.5.2 La température de couleur corrélée (spectre discontinu)	29
1.5.3 Les blancs étalons	30
1.5.4 L'indice de rendu des couleurs IRC	30
1.5.5 Les indices CQS et TLCI	32
1.5.6 La méthode IES TM 30-15 (devenu TM 30-20)	33
1.5.7 Valeurs mired	35
1.5.8 Les filtres de corrections caméra	35
1.5.9 La balance des blancs en numérique	36
1.6 Instruments de mesure de la lumière	36
1.6.1 Mesure de la température de couleur : le thermocolorimètre	36
1.6.2 La mesure spectrale de la couleur : le spectromètre	39
1.6.3 Mesure de l'exposition	41
1.6.4 Le posemètre	41
1.6.5 Mesure en lumière incidente	42
1.6.6 Mesure en lumière réfléchie	43
1.6.7 Mesure de l'éclairement	44

1.7	Les effets visuels	44
1.7.1	Adaptation de l'œil aux différentes luminances	45
1.7.2	Luminance relative	45
1.7.3	Limite de contraste	45
1.7.4	L'effet des ombres	46
1.8	Adaptation de l'œil aux couleurs	46
1.8.1	Adaptation à la température de couleur de l'illuminant	46
1.8.2	Adaptation locale à la couleur du motif dominant	46
1.8.3	Adaptation aux couleurs environnantes	46

CHAPITRE 2 – LES BASES DE L'ÉCLAIRAGE

2.1	Rôle de l'éclairage	47
2.2	L'éclairage, « outil » de composition	48
2.3	Qualité de l'éclairage	49
2.3.1	Lumière dirigée (dure)	49
2.3.2	Lumière diffuse (douce)	50
2.3.3	Lumière semi-dirigée	51
2.3.4	Lumière semi-diffuse	51
2.4	La direction de l'éclairage	52
2.4.1	Lumière frontale	54
2.4.2	Lumière de face	54
2.4.3	Lumière en position haute, à 45° environ	54
2.4.4	Lumière latérale	55
2.4.5	Contre-jour et semi-contre-jour	55
2.4.6	Lumière par en dessous	56
2.5	Ombre et lumière	56
2.6	Bâtir l'éclairage	57
2.6.1	Éclairage de base	59
2.6.2	Éclairage de base : le triangle	59

CHAPITRE 3 – LES LAMPES NORMALISÉES

3.1	Les grandes familles de lampes	61
3.1.1	Généralités sur les sources de lumière artificielle	61
3.2	Lampes tungstène-halogènes (TH)	62
3.2.1	Types de lampes TH 3 200 K	66
3.2.2	Lampes à culot unilatéral (<i>single-ended</i> , SE)	66
3.2.3	Lampes à culot bilatéral (<i>double-ended</i> , DE)	68
3.2.4	Les lampes domestiques et types de culots	69
3.3	Lampes à décharge aux halogénures métalliques	69
3.3.1	HMI : nature et principe de fonctionnement	70

3.3.2	L'importance des HMI	72
3.3.3	Les ballasts pour HMI et lampes apparentées	73
3.3.4	Types de lampes HMI	80
3.3.5	Lampes CDM-T	81
3.3.6	Contrôle anti-UV	81
3.4	Éclairage par fluorescence	82
3.4.1	Tube fluorescent : nature et principe de fonctionnement	82
3.4.2	Tube fluorescent à luminophore « halophosphate »	83
3.4.3	Tube fluorescent « triphosphate » aux terres rares	84
3.4.4	Tubes ou lampes fluorescents utilisables pour la prise de vues	87
3.5	Les autres lampes à décharge	89
3.5.1	Vapeur de sodium	89
3.5.2	Iodures métalliques industrielles	90
3.5.3	Induction	90
3.5.4	Les directives environnementales	90
3.5.5	Évolutions et avenir	90

CHAPITRE 4 – PROJECTEURS, SUPPORTS ET ACCESSOIRES

92

4.1	Généralités	92
4.1.1	Petit rappel d'optique	93
4.1.2	Caractéristiques du faisceau	94
4.2	Les grandes familles de projecteurs	96
4.2.1	Les projecteurs	97
4.2.2	Les ambiances	110
4.2.3	Projecteurs de cyclorama : cycliode	113
4.2.4	Projecteurs fluorescents	115
4.2.5	Lumières pour les grands espaces et autres projecteurs particuliers	117
4.3	Pieds, supports, accroches et suspensions	119
4.3.1	Pieds ou supports	119
4.3.2	Pincés, clamps, rotules et bras magiques	121
4.4	Accessoires de contrôle du faisceau	122
4.4.1	Contrôle de la forme du faisceau	122
4.4.2	Contrôle d'intensité et de diffusion	123
4.5	Filtres gélatines et verres	127
4.5.1	Généralités	127
4.5.2	Les différentes gélatines	128
4.5.3	Les gélatines couleur	129

CHAPITRE 5 – L'ÉCLAIRAGE EN STUDIO

131

5.1	Dimensions du studio et hauteur utile du mur de fond	131
5.1.1	Hauteur totale du studio sous plafond	132

5.2	Niveau moyen de l'éclairage en studio	133
5.2.1	Les structures porteuses	133
5.2.2	Ponts et structures lumières démontables	139
5.3	Plans de plateaux	140
5.4	Notions d'éclairage scénique	145
5.4.1	Concept d'éclairage d'un spectacle	145
5.4.2	Positionnement des projecteurs	146
5.4.3	Sélection des projecteurs appropriés	147
5.4.4	Sélection des filtres	147
5.4.5	L'ordre des priorités	147
5.4.6	L'évolution de la lumière en cours de spectacle	148
5.4.7	Conception d'éclairage assistée par ordinateur	149
5.5	Éclairage des personnages	150
5.5.1	Un seul personnage	150
5.5.2	Contraste, caractère du personnage et climat dramatique	151
5.5.3	Deux personnages : le champ/contrechamp	152
5.6	Personnages en mouvement sur le plateau	152
5.7	Éclairage des objets	155
5.7.1	La lumière et le volume de l'objet	156
5.7.2	Évoquer la matière de l'objet par l'éclairage	156
5.7.3	Objets transparents	157
5.7.4	Objets métalliques	159
5.7.5	Objets translucides : porcelaine, faïence, matériau plastique	162
5.7.6	Objets en cuir, tissus, fourrure	163
5.7.7	L'éclairage de tableau de maître	164

CHAPITRE 6 – ÉQUIPEMENT TECHNIQUE DU STUDIO

6.1	Généralités	165
6.2	Câblage d'alimentation de puissance	166
6.3	Principes d'alimentation des luminaires	168
6.4	Gradateurs	169
6.4.1	Types de gradateurs	170
6.4.2	Les autres technologies de gradation	171
6.4.3	Protocole DMX	172
6.4.4	Étalonnage du potentiomètre gradateur : la loi des carrés	175
6.4.5	Les autres systèmes de transmission d'ordre	176
6.5	Consoles d'éclairage	178
6.5.1	Console manuelle	179
6.5.2	Console à mémoire	179
6.5.3	Un exemple de console à mémoire	182

6.6	Projecteurs automatisés dits « asservis »	185
6.6.1	Généralités	185
6.6.2	Les différents réglages motorisés	186
6.6.3	L'encodage ou l'adressage	187
6.6.4	Les commandes depuis la console	189
6.6.5	Type de motorisation	191
6.6.6	Les projecteurs à miroir (les scanners)	193
6.6.7	Les projecteurs sur lyres asservies	193
6.6.8	Un autre exemple de projecteur asservi : le Sunstrip	194
6.7	Sécurité électrique	195
6.7.1	Rappel des notions électriques de base	196
6.7.2	Conseils de sécurité	196
6.7.3	Quelques calculs utiles	198
6.8	Sécurité mécanique	199

CHAPITRE 7 – ÉVOCATION D'UN CERTAIN CLIMAT

7.1	Effets atmosphériques	202
7.1.1	Brume et brouillard	202
7.1.2	La pluie	204
7.1.3	La nuit américaine	205
7.2	Contraste, valeurs sombres, valeurs claires	206
7.2.1	Image contrastée	206
7.2.2	Valeurs sombres (<i>low key</i>)	206
7.2.3	Valeurs claires (<i>high key</i>)	207
7.3	Éclairage changeant	207
7.4	Éclairage du décor	209
7.4.1	Niveau d'éclairement	209
7.4.2	Ombres gênantes sur le décor	209
7.4.3	Reflets	210
7.4.4	Architecture du décor et éclairage	210
7.4.5	Les lumières de jeu ou lampes domestiques	213

CHAPITRE 8 – L'ÉCLAIRAGE LED

8.1	Introduction	214
8.2	L'invention de la LED	214
8.2.1	Le principe	214
8.2.2	L'historique	215
8.2.3	Une première classification : la puissance de consommation	217
8.3	À la recherche de la lumière blanche : les différentes technologies	217
8.3.1	LED dites « blanches » utilisant la réémission d'un phosphore	217

8.3.2	LED émettrice d'ultraviolet excitant plusieurs phosphores	218
8.3.3	LED UV + phosphore RGB	218
8.3.4	La LED blanche à nanoparticules (QD-LED)	219
8.3.5	PRS-LED	220
8.3.6	Lumière blanche par mélange des faisceaux de LED de différentes couleurs	221
8.4	Particularités des luminaires à LED	224
8.4.1	Homogénéité de l'éclairement et de la teinte de la lumière	225
8.4.2	Pilotage (ou driver) et gradation des sources LED	225
8.4.3	Influence de la température	226
8.4.4	Efficacité lumineuse des LED	227
8.4.5	Mesure colorimétrique adaptée aux LED	228
8.4.6	Les risques oculaires	228
8.5	Les projecteurs à LED	228
8.5.1	Le SL1 Switch de DMG lumière (variable de 3 000 K à 5 600 K, 160 W, 3 000 lx à 1 m, 500 lx à 3 m)	228
8.5.2	Fiilex P360 (modulable de 3 000 K à 5 600 K, à 5 600 K de 185 lx à 530 lx à 3 m)	229
8.5.3	Trucolor HS2 de Cinéo lighting (450 W, à 5 600 K, 1 200 lx à 3 m)	229
8.5.4	Le Sky Panel S30-C d'Arri Lighting (200 W, à 5 600 K, de 513 lx à 908 lx à 3 m)	229
8.5.5	Autres montages LED	230
8.5.6	L'étude de la CST	230
8.5.7	Quelques performances particulières	230
8.5.8	La norme L70, un gage de qualité	231
8.6	Les autres domaines d'applications	231
8.6.1	L'innovation des logiciels de pilotage	231
8.6.2	Éclairage automobile et éclairage public	233
8.6.3	Éclairage domestique	233
8.6.4	Évolution et idées à suivre	234

CHAPITRE 9 – TOURNAGE HORS STUDIO

9.1	L'éclairage en production	235
9.1.1	Définition d'un style d'éclairage	235
9.1.2	L'homogénéité du traitement technique	236
9.1.3	Comment maintenir l'homogénéité de l'éclairage ?	237
9.2	Les conditions du tournage hors studio	238
9.2.1	Les branchements provisoires	238
9.2.2	Groupe électrogène	239
9.2.3	L'évolution nécessaire des groupes électrogènes mobiles	241
9.2.4	Quelques règles de sécurité et de bon sens du tournage en extérieur	241
9.3	Extérieur jour	242
9.3.1	Diminution du contraste : emploi de réflecteurs passifs	242

9.3.2	Diffuseurs et masques noirs	244
9.3.3	Emploi de projecteurs en extérieur	244
9.3.4	Emploi de luminaires TH	245
9.3.5	Équilibre lumière du jour/lumière d'appoint	246
9.4	Extérieur nuit	246
9.5	Éclairage en décors naturels	247
9.5.1	Les contraintes	248
9.5.2	Alimentation électrique des projecteurs	250
9.6	Ateliers, bureaux, locaux commerciaux	251
9.6.1	Éclairage fluorescent	251
9.7	Éclairage autonome	254
9.7.1	Batteries et packs	254
9.7.2	Les studios improvisés	259
9.7.3	Technique d'éclairage volant	260

CHAPITRE 10 – EFFETS SPÉCIAUX

10.1	Effets colorés	261
10.2	Feu	262
10.3	Éclairs d'orage	262
10.4	Lampe-torche et autres sources mobiles	263
10.5	Bougies, chandeliers, flambeaux	263
10.6	Éclairage des maquettes	264
10.7	Fonds photographiques et incrustations	266
10.7.1	Généralités	266
10.7.2	Découverte	266
10.7.3	Transparence	267
10.7.4	Image composite optique : le <i>travelling matte</i>	267
10.7.5	Image composite optique : la projection frontale	268
10.7.6	Image composite électronique : <i>colorkey, fond bleu et fond vert</i>	269
10.7.7	Prévisualisation	271
10.7.8	Incrustation décor sur dalles LED ou le Studio virtuel	271
10.8	La réalité virtuelle	271
10.8.1	Éclairage des objets virtuels	275
10.9	Éclairage assisté par ordinateur	275

ANNEXE 1 – SENSIBILITÉ ET EXPOSITION

A.1	Exposition	279
A.2	Sensibilité	281
A.3	Cinéma : calcul de l'éclairement requis	282

ANNEXE 2 – LAMPES DE PROJECTEURS TH	283
Tableau A.1 Lampes compactes à culot unilatéral	284
Tableau A.2 Lampes basse tension sans réflecteur incorporé	285
Tableau A.3 Lampes TH tubulaires à culot bilatéral	285
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGICIELLES	287
Livres	287
Articles	287
Sites de références	288
Logiciels cinéma pour smartphones	288
Logiciels de pilotage DMX sans fil	289
GLOSSAIRE DE L'ÉCLAIRAGE	291
INDEX	299

Avant-propos

Les récentes évolutions de la technologie en matière de lumière ainsi que dans les médias influencent profondément les méthodes et les conditions de production. La LED a fait une apparition forte dans l'éclairage et a entraîné avec elle toute une remise en cause (des moyens de mesures de la colorimétrie à l'évolution des plateaux). On la retrouve donc présente dans la plupart des champs d'applications, que ce soit l'éclairage public, le monde du spectacle ou celui des médias. Ces changements sont si profonds que l'on se retrouve avec une certaine uniformisation des techniques mises en place. Il nous faut pouvoir fournir vite et, surtout, être compétitif. C'est une des explication de l'explosion du marché des projecteurs multispectraux (associant plusieurs LED de couleurs avec de la LED blanche, permettant ainsi de couvrir une vaste gamme de couleur tout en gardant une haute qualité colorimétrique associée à de plus grande intensité lumineuse) et cela, peut-être, au détriment d'autres technologies.

Par le biais d'interfaces numériques embarquées, les projecteurs se sont transformés en véritables usines à lumière. Ils se pilotent tant en intensité qu'en couleur (par liaisons filaires ou sans fil) et permettent de multiples effets visuels, allant même jusqu'à la projection en temps réel d'images en mouvement (les décors virtuels) qui servent aussi, de cette façon, de base d'éclairage. La transformation a de quoi faire tourner la tête, tellement elle induit de forts changements dans notre pratique de l'éclairage.

Il est cependant une grande richesse qu'il nous faut garder à l'esprit : un des aspects fondamentaux de la lumière, et plus précisément de l'éclairage, est la transposition entre ce que l'on pourrait appeler la réalité et les images ou les scènes créées, traduisant les intentions d'un réalisateur ou d'un metteur en scène. Ces facteurs prennent en compte différents aspects techniques, tels que le niveau d'éclairement, le contraste entre la lumière et l'ombre, la température de couleur, etc. Ils restent, quelle que soit la source, toujours d'actualité.

Le parc d'éclairage dans sa totalité, par sa diversité, propose tous les outils possibles à ces représentations. La richesse réside fondamentalement dans ce mélange et ces différences. Le parc de projecteurs traditionnels reste donc un élément important du travail de lumière (ainsi que de sa compréhension).

Remerciements

Le travail lumière est un formidable travail d'équipe. J'en profite donc pour remercier pour leur gentillesse et leurs apports tous ceux qui ont aidé à finaliser cette réécriture et notamment :

Régis Prosper et Jean-Charles Pasquier – société Cartoni France

Gaël Ollier et Jean-François Maugier – société Innport

Andrei Velitchko et Sophie Kerényi – société Arri Lighting

Niels de Montgrand et Thomas Servelle – société DMG Lumière/Rosco

Franck Lependu – groupe TSF

Gilles Arnaud de la CST

François Roger – société Atohm

Vincent Palèse – société Axente

François Reumont, auteur de *Le guide machinerie de la prise de vue* (édition Dujarric, 2004)

Ainsi que les sociétés Dedo Weigert Film, K 5600 Lighting, Softlights, Exalux, CET Lighting, Dimatec, Key Lite, UPR Tech.

Chapitre 1

La lumière et la couleur

La lumière est produite par des sources naturelles (soleil, éclairs d'orage, éruptions volcaniques) ou artificielles, parmi lesquelles des sources à incandescence, des sources à décharge (HMI, tubes fluorescents, par exemple) et des sources à luminescence (diodes, écrans plasma, tubes cathodiques).

1.1 Nature de la lumière

Depuis le début du XX^e siècle, on admet que les théories ondulatoire et corpusculaire des radiations ne sont pas opposées, mais qu'elles représentent deux aspects complémentaires d'une même réalité physique. En résumant, les ondes électromagnétiques sinusoïdales transportent des « grains » d'énergie appelés photons.

1.1.1 Aspect ondulatoire

La lumière visible n'occupe qu'une toute petite fraction du spectre des ondes électromagnétiques, lequel s'étend des rayons cosmiques aux ondes hertziennes. Une radiation de la lumière peut être caractérisée par sa longueur d'onde (λ) exprimée en nanomètres (nm) ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) et par sa fréquence d'oscillation par seconde (f) ($1 \text{ Hz} = 1 \text{ cycle/s}$), que l'on exprime plus commodément en térahertz (THz) ($1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz}$) et bien sûr, en fonction de la vitesse (c) de propagation des ondes électromagnétiques dans le vide. Cette constante universelle vaut $299\,792,5 \text{ km/s}$ (arrondi pour les calculs à $3 \times 10^8 \text{ m/s}$). Les relations sont :

$$\text{Longueur d'onde : } \lambda = c / f$$

$$\text{Fréquence : } f = c / \lambda$$

Les radiations perceptibles par l'œil humain sont celles dont la fréquence est comprise entre 789 THz (à la frontière du domaine UV) et 385 THz (début du domaine IR), qui correspondent, respectivement, aux longueurs d'onde $\lambda = 380 \text{ nm}$ et $\lambda = 780 \text{ nm}$.

À chaque longueur d'onde du spectre visible correspond une sensation visuelle de « couleur » différente. Les lumières monochromatiques (formées d'une seule longueur d'onde) n'existent pas réellement dans la nature (les lumières que l'on dit monochromatiques ne