

# **ENS Louis-Lumière**

La Cité du Cinéma – 20, rue Ampère BP 12 – 93213 La Plaine Saint-Denis

Tel. 33 (0) 1 84 67 00 01

[www.ens-louis-lumiere.fr](http://www.ens-louis-lumiere.fr)

## **Mémoire de master**

Spécialité cinéma, promotion 2013-2016

Soutenance de Juin 2016

## **Les Lumières de la ville la nuit**

*De la recherche de contrastes colorés à leur restitution au moyen des outils numériques*

**Eléna ERHEL**

Ce mémoire est accompagné de la partie pratique intitulée : « *Contamination* »

Directeurs de mémoire : **David FAROULT** et **Alain SARLAT**

Présidente du jury cinéma et coordinatrice des mémoires : Giusy PISANO

# **ENS Louis-Lumière**

La Cité du Cinéma – 20, rue Ampère BP 12 – 93213 La Plaine Saint-Denis

Tel. 33 (0) 1 84 67 00 01

[www.ens-louis-lumiere.fr](http://www.ens-louis-lumiere.fr)

## **Mémoire de master**

Spécialité cinéma, promotion 2013-2016

Soutenance de Juin 2016

## **Les Lumières de la ville la nuit**

*De la recherche de contrastes colorés à leur restitution au moyen des outils numériques*

**Eléna ERHEL**

Ce mémoire est accompagné de la partie pratique intitulée : « *Contamination* »

Directeurs de mémoire : **David FAROULT** et **Alain SARLAT**

Présidente du jury cinéma et coordinatrice des mémoires : Giusy PISANO

## REMERCIEMENTS

Je veux tout d'abord exprimer toute ma reconnaissance à mes deux directeurs pour l'attention et la bienveillance dont ils ont fait preuve lors de toutes les étapes de réalisation de ce mémoire.

Merci à Alain Sarlat de m'avoir guidé vers une plus grande autonomie de la pensée, qui passe par les dessins et les fils tirés.

Merci à David Faroult pour le partage de sa bibliothèque mentale, les sages conseils et les idées fulgurantes.

Un immense merci à toutes les personnes mobilisées et joyeuses qui m'ont aidées à la réalisation de la partie pratique de ce mémoire : Audrey Guibert, Clotilde Coeurdoeil, Sacha Brauman, Florine Bel, Pierre Chailloleau, Antoine Martin, Jonathan Bombard, Fanny Caillibot et Eliot Blondet.

Merci à Stéphane Quatrehomme, Didier Nové de débloquer les situations et de fixer les caméras avec ingéniosité.

Merci à Ivan Marchika et à Loeiz Perreux pour les coups de pouce de dernière minute.

Merci à Fabrice Loussert, Mohammed Elliq pour les petits coups de main.

Merci également à Next Shot, Natacha Vlatkovic, Mathilde Galis, Oumeya El Ouadie (RVZ) et Camille Jaulent pour le prêt de matériel ayant permis la réalisation de tous les tests de ce mémoire.

À Françoise Baranger pour son aide spontanée dans toutes les démarches liées à la bonne réalisation de la partie pratique de ce mémoire.

À Florent Fajole pour avoir permis l'accès à des ressources documentaires que je n'aurais pas pu obtenir sans son aide.

Je pense à Alexandre Delol avec qui j'ai réalisé la majeure partie des tests en laboratoire, et partagé les montagnes russes émotionnelles qui caractérisent ce type de recherche.

Merci aussi à Pascal Guyomard pour la transmission de sa passion.

À Michel Dodeman qui, par son enseignement, m'a poussé à chercher le *comment* au lieu du *pourquoi*.

Merci à Büyük, Pierre, Agathe, Fanny, Claire et Maité d'être là.

Enfin, j'ai une pensée toute particulière pour ces moments partagés à regarder *droit dans le soleil*...

## RÉSUMÉ

En ville la nuit, deux types d'éclairages cohabitent : le public et le privé. Tous deux participent à assurer une continuité avec la vie diurne et à poursuivre les activités humaines au delà de la tombée de la nuit. De par leur variété en terme de couleur et de géométrie, elles établissent une ambiance nocturne faite de forts contrastes lumineux et colorés que l'on ne peut trouver de jour.

Ces sources d'éclairage ont un spectre lumineux composé de raies monochromatiques, ce qui les distingue des sources à spectre continu comme le soleil, la bougie ou les ampoules tungstène. Tandis qu'à l'œil cette différence n'est pas nécessairement perceptible, il en est tout autrement pour les caméras qui peuvent restituer une même source colorée comme le sodium en vert ou en orange, selon le modèle.

L'enjeu de ce mémoire est d'envisager les potentialités dramaturgiques qu'offrent les lumières en ville la nuit, tout en allant vers une recherche autour des caractéristiques fondamentales des caméras, en particulier leur faculté à restituer les contrastes lumineux et colorés, afin de mieux maîtriser la traduction par l'image de l'intention à l'origine du désir de filmer la ville de nuit.

Nous aborderons dans une première partie les potentialités qu'offrent les sources lumineuses de la ville au cinéma combinées aux caractéristiques des caméras. Nous étudierons un corpus de films pour lesquels la couleur des lumières joue un rôle prépondérant.

Puis nous analyserons les caractéristiques qualitatives et quantitatives des sources lumineuses usuelles, et expérimenterons par la photographie la réponse du capteur face à des oppositions colorées, en portant notre attention sur le choix de la balance des blancs.

Enfin, nous étudierons l'ensemble des caractéristiques fondamentales de trois caméras (courbe de réponse, température d'équilibre, sensibilité spectrale, indice d'exposition), et confronteront nos résultats à une situation réelle de tournage en ville la nuit.

**MOTS CLÉS** : lumière, ville, nuit, sources à spectre de raies, balance colorée, réponse spectrale

## ABSTRACT

In cities at night, two types of lighting coexist : street lighting and private lighting. Both participate to ensure the continuity between daytime and nighttime human activities. Through their variety in terms of color and directionality, they create a night mood made of contrasts that we can't come across with daylight, made of deep grey areas and others bathed in light.

These light sources have an emission spectrum made of rays, that draw a distinction with broad-spectrum sources like sunlight, a candlelight or incandescent light bulbs. While this characteristic is not obvious visually, it is different for the camera that can easily render as green a high pressure sodium source whereas it seems orange to the eye.

The stakes of this thesis lies on the formulation of the aesthetic and dramatic potentials linked to the presence of these kinds of lights, in connection to a research on the native characteristics of cameras, particularly their ability to render contrast of light and color, with the aim to translate in the best way with images the original intent of the filmmaker who decides to make a movie in a city at night.

In a first part we will examine the potential that the sources combined with the characteristics of camera can offer in films that take place in the city. For that purpose, we'll study some clips of film for which the nightlife of the city and its light play an important role.

Then we will analyze the qualitative and quantitative characteristics of common light sources, and experiment with a photographic camera the response of the sensor to opposite colors, by paying attention to the choice of the appropriate white balance.

Finally, we will study the fundamental characteristics (response curve, equilibrium temperature, spectrum sensitivity, exposure index) of three cameras, and confront these results to a real shooting situation in the city at night.

**KEY WORDS :** light, city, night, emission spectrum, ray, spectral band, color balance, spectral response

# TABLE DES MATIÈRES (SOMMAIRE)

REMERCIEMENTS	3
RÉSUMÉ	4
ABSTRACT	5
SOMMAIRE	6
INTRODUCTION	8
PARTIE I – ENJEUX DRAMATURGIQUES	11
A) DEUX EXPÉRIENCES VISUELLES SUR LES LUMIÈRES DE LOS ANGELES	12
1) L'éclairage public utilisé comme métaphore de la ville pervertie dans <i>Collateral</i>	12
2) L'usage des couleurs vives des éclairages dans <i>Tangerine</i>	17
3) Comparaison de l'usage des sources en présence dans la ville de Los Angeles	23
B) LA TRADUCTION DE L'OPPOSITION SOUS FORME D'APLATS CHROMATIQUES	24
1) La relation père/fille à l'adolescence, regard sur un monde inaccessible dans <i>Holy Motors</i>	24
2) Un personnage étranger à Tanger dans <i>Only Lovers Left Alive</i>	28
PARTIE II - LES SOURCES ET LEURS POTENTIELS	32
A) LES SOURCES USUELLES UTILISÉES POUR L'ÉCLAIRAGE	33
1) L'éclairage public, l'éclairage privé	33
2) les sources de l'éclairage public	33
a) Les lampes à vapeur de sodium	35
b) Les lampes à vapeur de mercure	36
c) Les tubes fluorescents	36
d) Les LEDs	38
3) Les sources de l'éclairage privé	40
a) absence de norme, infinité des possibles	40
b) les ampoules à incandescence	40
c) les tubes néon	41
B) LES ENJEUX DU CONTRASTE	42
1) Le contraste lumineux	43
a) la géométrie des sources	43
b) La quantité de source en présence	46
2) Interactions lumière-matière	47
a) La luminance	47
b) Le contraste sujet	48

c) <i>L'influence de la nature de la lumière sur la couleur et la gradation du sujet</i> .....	49
3) Le contraste coloré .....	52
a) <i>Le fonctionnement du système visuel par antagonisme</i> .....	53
b) <i>La complémentarité des couleurs</i> .....	56
c) <i>Les différences de contrastes colorés entre quartiers</i> .....	58
C) EXPLORATION DE LA VILLE PAR LA PHOTOGRAPHIE .....	63
1) Le choix d'exposition .....	63
2) La balance des blancs en question .....	65
a) <i>L'influence de la nature des sources sur le choix de la balance des blancs</i> .....	66
b) <i>Différentes balances des blancs appliquées à un même sujet éclairé par des sources variées</i> .....	68
PARTIE III – UNE MÉTHODE POUR DÉPLACER LA QUESTION DE LA COMPOSITION DE LA LUMIÈRE DU COTÉ DES RÉGLAGES CAMÉRA .....	
A) RECHERCHE EXPÉRIMENTALE EN LABORATOIRE .....	74
1) Le choix des caméras à tester .....	75
2) Tests en laboratoire de sensitométrie .....	75
a) <i>courbe de réponse</i> .....	76
b) <i>température d'équilibre</i> .....	83
c) <i>sensibilité spectrale</i> .....	89
3) Conclusions des tests .....	95
B) LA PARTIE PRATIQUE DU MÉMOIRE .....	96
1) Le projet .....	96
2) Choix techniques .....	98
3) Résultats .....	99
4) Conclusion .....	106
CONCLUSION GÉNÉRALE DU MÉMOIRE .....	107
BIBLIOGRAPHIE .....	109
FILMOGRAPHIE .....	111
TABLE DES ILLUSTRATIONS .....	112
GLOSSAIRE .....	113
ANNEXES .....	123
PARTIE PRATIQUE DU MÉMOIRE .....	134

## INTRODUCTION

« Regarde, mon enfant, c'est la lumière  
Et ça, ça n'appartiendra jamais à personne »

*Les années lumières* – Fred Pellerin

A la tombée de la nuit, alors que le soleil disparaît sous l'horizon et que l'obscurité envahit les campagnes, la ville se pare de lumière et de couleurs.

Le jour, un référent unique – le soleil – nous donne à percevoir la ville et ses mouvements, et nous permet de nous orienter dans l'espace. La nuit, tous les repères visuels sont bouleversés : l'éclairage redéfinit l'espace en zones d'ombres et de lumière, met en valeur l'architecture des rues ou l'ignore, favorise la qualité d'éclairage dans certains quartiers au détriment d'autres.

L'humain prend donc le pouvoir sur la nature. Il en sélectionne une partie qu'il rend visible en l'éclairant et laisse certaines zones dans l'obscurité, tandis que le soleil ne discrimine pas les espaces : il crée des ombres sur sa route, mais elles s'appliquent partout, et changent d'endroit selon l'heure de la journée ; il éclaire la façade d'un immeuble le matin, celle d'en face le soir.

La nuit, l'atmosphère des quartiers dépend essentiellement de l'éclairage urbain, de la quantité et de la couleur de ses sources lumineuses, en lien avec la présence ou l'absence d'activité nocturne. Elle est intimement liée aux impressions issues de notre perception visuelle : glauque, chaleureuse, festive, inquiétante... Les qualificatifs sont nombreux pour tenter de décrire une sensation produite par une source lumineuse, et ses effets sur notre façon d'appréhender la circulation dans la rue la nuit. Ces adjectifs peuvent-ils être traduits au par des couleurs, des orientations de lumière ? On parle par



exemple d'« *une ruelle glauque* », où glauque réfère généralement à une lumière de teinte verdâtre, et la ruelle à l'idée de sources lumineuses ponctuelles, laissant des zones importantes d'ombre. Le cinéma tire-t-il parti de ce lien naturel tissé entre sensation et lumière ? Entre ce qui s'imprime en nous et ce qui impressionne la pellicule, le capteur ?

**Comment traduire une intention dramaturgique au moyen des sources lumineuses présentes en ville la nuit, et en restituer les effets de contraste et de couleur par les outils du cinéma ?**

Dans ce mémoire, nous chercherons dans un premier temps à mettre en évidence des récurrences dans la manière de restituer l'ambiance de la ville par le travail de la lumière, sa géométrie et ses couleurs, par l'analyse d'un corpus de films où la lumière joue un rôle prépondérant.

Dans un second temps, nous qualifierons les sources de lumière présentes en ville la nuit afin d'en appréhender les différences avec l'éclairage diurne, et mettrons en évidence certains choix politiques d'éclairage public, qui influent sur notre perception visuelle de la nuit en ville. Nous expliquerons alors l'importance des contrastes lumineux et colorés par le biais des mécanismes de la vision, et questionnerons par la pratique le rôle de la balance des blancs dans la traduction de ces contrastes.

Ensuite, nous verrons comment ces lumières artificielles peuvent être captées et restituées de façons très diverses d'une caméra à l'autre, en regard à notre propre vision des couleurs. Pour cela, nous procéderons à des tests de caractérisation des caméras en laboratoire de sensimétrie.

Enfin, nous confronterons nos résultats à une situation réelle de tournage en ville la nuit, en jouant sur l'expressivité des lumières et leur potentiel dramatique.

Par cette démarche,  
nous partirons de la perception  
pour en appréhender les distorsions  
par la représentation qu'en fait la caméra,  
nous caractériserons l'outil d'enregistrement  
pour en maîtriser les spécificités,  
et nous nous adapterons en conséquence  
pour restituer l'intention d'origine,  
et retourner vers l'émotion initiale.  
La boucle sera bouclée.

## PARTIE I

### ENJEUX DRAMATURGIQUES

Dans cette première partie, nous chercherons à identifier quelles sont les possibilités qu'offrent les lumières de la ville la nuit pour servir une narration : l'analyse des extraits mettra en évidence les enjeux esthétiques traduits par les choix techniques de tournage, et la manière dont les couleurs des lumières interviennent dans la construction de l'image.

## A) DEUX EXPÉRIENCES VISUELLES SUR LES LUMIÈRES DE LOS ANGELES

### 1) L'éclairage public utilisé comme métaphore de la ville pervertie dans *Collateral*

*Collateral* est un film réalisé par Michael Mann, sorti en 2004. C'est l'un des premiers films tourné en numérique, au moyen des caméras HDW-F900 (Sony/Panavision) et Viper (Thomson)<sup>1</sup>. L'image de ce film a sollicité des recherches particulièrement poussées de la part des directeurs de la photographie Paul Cameron puis Dion Beebe et de leurs chef électriciens, notamment sur la restitution des couleurs des sources lumineuses de Los Angeles par les caméras numériques, qui ont pu être utilisées en source principale grâce à la sensibilité du capteur, ce qui n'était pas possible auparavant en pellicule<sup>2</sup>.

Max est chauffeur de taxi à Los Angeles. Une nuit, il se retrouve malgré lui à conduire Vincent, un tueur à gages, chez chacune de ses victimes afin qu'il y commette ses exactions.

---

<sup>1</sup> HOLBEN Jay, « Hell on Wheels », *The American Cinematographer*, volume 85, numéro 8, Août 2004, p.40-51

<sup>2</sup> (Cf. supra) Les rattrapages et éclairages additionnels ayant été réalisés au moyen de Kino Flo pour l'espace extérieur, et de prototype d'éclairage LEDs pour l'intérieur du taxi.

L'extrait étudié intervient vers la dix-huitième minute du film. Il s'agit de la séquence où le déroulement normal de la nuit de Max bascule, par la découverte de l'identité réelle de Vincent. Alors qu'il le conduit à sa destination, Vincent lui propose une grosse somme d'argent pour qu'il l'accompagne à ses différents rendez-vous de la nuit. Max finit par accepter. Au milieu de l'extrait, alors qu'il attend le retour de Vincent, son pare-brise explose sous le poids d'un corps tombé de l'immeuble dans lequel est entré son client. L'homme est mort sur le coup. Alors que Max, horrifié, se met à paniquer, Vincent ressort calmement de l'immeuble. Max comprend très vite que Vincent est à l'origine de la mort de l'homme.

Comment se manifeste à l'image cette bascule narrative vers l'angoisse ?

Nous verrons dans un premier temps en quoi les lumières en présence dans la séquence marquent une prise de distance avec l'environnement habituel de Max, puis comment le taxi constitue une bulle protectrice autour de lui, jusqu'au moment où le corps tombe sur le véhicule. Ensuite, nous analyserons comment le placement de Max à l'image participe à l'installation d'un sentiment d'angoisse, et installe un rapport de force entre lui et Vincent.

L'extrait démarre par une entrée de champ du taxi dans une ruelle éclairée par des sources bleu-vert. Au loin, on peut distinguer les lumières du centre ville, avec les gratte-ciels aux fenêtres éclairées, et les sources orangées à vapeur de sodium qui ont marqué l'environnement visuel de la première partie du film<sup>3</sup>. Cet arrière-plan nous place en marge de l'espace habituel de travail de Max, et accentue par le contraste l'ambiance « glauque »<sup>4</sup> de ce quartier : bitume défoncé, graffitis sur les murs, ruelle éclairée de façon uniforme, presque « chirurgicale » par les lumières froides, qui

---

<sup>3</sup> Dans la première partie du film, Max conduit l'avocate Annie Farrel dans le centre d'affaire de la ville, en passant par l'autoroute. L'image est à ce moment du film marquée majoritairement par les sources orangées de l'éclairage public (sodium) qui viennent réchauffer l'intérieur du taxi et passent sur le visage de Max, ainsi que par les lumières blanches émanant des bureaux. L'ensemble donne une image plutôt chaleureuse, contrastant fortement avec celles de cet extrait.

<sup>4</sup> Le terme « glauque » vient du grec γλαυκός [glaukos] signifiant *vert pâle*, sans connotation négative

rappellent les couleurs de tubes fluorescents d'usine, d'hôpital ou de tunnels, évocations mentales à la tonalité plutôt péjorative. Les couleurs du taxi, jaune rouge flamboyantes à la lumière du jour, sont ici ternes, les lumières ne rendant pas ses couleurs.



*Collateral, de Michael Mann (2003), chef opérateur : Dion Beebe (et Paul Cameron), 18'*

Lorsque Vincent quitte le taxi, différents inserts montrent Max qui l'attend en feuilletant une publicité pour une voiture haut de gamme, tout en mangeant son sandwich, sur un air de musique classique. Le metteur en scène décrit en quelques éléments stéréotypés un personnage au revenu modeste, mais au goût raffiné, sensible à une musique souvent considérée comme « intellectuelle », et rêvant de pouvoir se payer une voiture (*son taxi ?*) qui lui permettrait de vivre plus confortablement. Pour autant, le taxi qu'il occupe est montré comme une bulle qui le protège du milieu extérieur, dont il fait sien à travers la musique, et sa carte-grigri qui le rassure, accrochée à son pare-soleil.



*La lueur orangée en découpe réchauffe l'image. Le gros plan isole l'espace intérieur du taxi de l'extérieur, entièrement flou. Ce plan, où Max regarde la carte sur le pare-soleil, apparaît juste avant la rupture scénaristique.*

Les gros plans, uniquement dans la voiture, ajoutent à la sensation d'intimité à l'intérieur du taxi, le calme qui y règne.

La chute du corps sur le taxi vient briser le pare-brise et la tranquillité de Max. L'instant du choc est souligné par l'interruption abrupte de la musique, plongeant la scène dans le silence et la terreur qui saisit soudain Max.

Il se précipite hors du taxi, et tombe de frayeur sur le sol jonché de débris de verre. Dans les plans qui suivent, Max est systématiquement placé dans la zone froide de l'image, tandis que Vincent demeure entouré des sources orangées de l'arrière plan. Le placement des personnages s'inverse brièvement au moment où Max tente de sortir de cette situation, en proposant à Vincent s'en aller avec le taxi en le laissant là, promettant de ne rien dire. Max se retrouve entouré d'un halo orangé qui réchauffe l'espace autour de lui, et crée un bref instant de surprise chez Vincent qui laisse penser qu'il peut encore s'en tirer. Mais celui-ci lui somme de rentrer dans le taxi, et Max obéit, replongeant dans le bleu.

Cette exclusion dans un environnement presque monochromatique, froid, traduit le piège qui se referme sur Max, le fait que rien ne sera plus jamais comme avant, de la même manière que le taxi endommagé ne pourra plus être son lieu de repli, mais l'exposera au contraire à être identifié par la police.



Ainsi, la lumière participe à l'instauration de l'angoisse autour de Max, et de sa mise à distance de la vie « normale », représentée par les lueurs de la ville en arrière plan. Il se retrouve plongé dans un environnement aux lumières blafardes à cause de Vincent, devenant malgré lui le chauffeur d'un tueur, qui sillonne les bas-fonds de Los Angeles en semant la mort derrière lui.

L'esthétique de l'image dans cette séquence se caractérise donc par la mise en opposition des personnages, au travers de l'opposition colorée. La froideur des sources éclairant l'espace est réchauffée par le sodium à dominante orangée, mais seulement par touches, ce qui accentue la dissymétrie du rapport de force qui existe entre les personnages.



## 2) L'usage des couleurs vives des éclairages dans *Tangerine*

*Tangerine* de Sean Baker (2015), photographié en collaboration avec le chef-opérateur Radium Cheung (HKSC), est un film tourné aux moyens de trois iPhone 5s dans les quartiers de West Hollywood et Santa Monica Boulevard à Los Angeles. Sa première projection au Sundance Festival en janvier 2015 a donné lieu à un accueil critique élogieux, et surtout à la mise en avant d'une esthétique jamais vue auparavant dans le cadre d'un long métrage. Par la suite, le film a notamment obtenu le Prix du Jury au Festival de Deauville.

*Tangerine* suit sur la journée du 24 décembre deux amies transgenres, Sin-Dee Rella et Alexandra, qui vivent de la prostitution. Tandis que Sin-Dee sort d'un séjour en prison, Alexandra lui annonce que son fiancé Chester l'a trompé avec une « fish » (mot d'argot pour désigner en anglais une femme biologiquement née avec un sexe féminin). Elles se lancent alors dans une course effrénée à la recherche de Chester, et de la femme en question dans les rues de Los Angeles.

L'extrait que l'on va étudier se situe à la fin du film (72'56 -> 78'51), une fois la nuit tombée. Sin-Dee a mis la main sur Dinah, la femme avec qui Chester l'a « trompé », et cherche à le retrouver pour le confronter à la situation. Lors de la scène finale, alors que tous les personnages sont réunis au Donut Time sur Santa Monica Boulevard, la situation explose et aboutit à la mise en pièce des secrets de chacun. Sin-Dee apprend alors qu'Alexandra aussi a eu une relation avec Chester.

Le film mélange les codes d'un cinéma de fiction emphatique en usant du format 2,35:1<sup>5</sup> au moyen d'un anamorphoseur placé devant l'optique de l'iPhone<sup>6</sup>, tout en

---

<sup>5</sup> on pense à l'apparition du format Cinemascope (2,39:1) au cinéma en 1953, issu de l'invention de l'anamorphoseur par Henri Chrétien en 1926, pour concurrencer l'arrivée de la télévision dans les foyers au milieu des années 1950 et pousser le public à se rendre à nouveau au cinéma  
<sup>6</sup> « "To tell you the truth, I wouldn't have even made the movie without it," Baker says. "It truly elevated it to a cinematic level." » ("*Pour être honnête, je n'aurais pas fait le film sans [l'optique anamorphique]*", avoue Baker, "*Ça a réellement hissé le film à une qualité cinématographique*")  
NEWTON Casey, « How one of the best film at Sundance was shot using an iPhone 5s », *The Verge*, 28 janvier 2015, consulté le 18 avril 2016  
<http://www.theverge.com/2015/1/28/7925023/sundance-film-festival-2015-tangerine-iphone-5s>

adoptant un style pratiquement de reportage : tournage souvent en une prise, caméra au poing, aucune modification des sources lumineuses en présence, actrices non professionnelles jouant le rôle de personnages inspirés de personnes réelles du quartier...

Comment le réalisateur tire-t-il parti des caractéristiques de l'iPhone et de l'éclairage en présence pour appuyer l'intention dramatique de la séquence ?

Nous verrons tout d'abord en quoi l'espace dans lequel évoluent les personnages est saturé d'informations visuelles par l'usage des lumières de la ville et du grand angle de la caméra. Par la suite, nous analyserons comment le Donut Time est érigé par les choix de mise en scène en tribunal. Enfin, nous terminerons l'analyse en tissant un lien entre le changement brusque d'ambiance lumineuse et l'abandon du combat par Sin-Dee.

L'intérieur du Donut Time contraste avec le reste du film par la blancheur de son éclairage. En effet, dans les séquences qui précèdent, les lieux dans lesquels se rendent les filles sont marqués par l'absence de repère blanc : des sources orange du sodium de la rue donnant son nom au film – *Tangerine* signifiant 'mandarine' en français – aux lueurs des feux tricolores en passant par les enseignes lumineuses roses, violettes, vertes... Aucune source n'est neutre, ce qui rend l'image aussi explosive que le caractère des protagonistes. Le réalisateur, dans une interview pour *The American Cinematographer*, justifie en effet ce choix radical de la saturation des couleurs : « Ce que je fais normalement, c'est désaturer les couleurs, car en quelque sorte cela ajoute à l'effet de réalisme. [...] Mais du fait que ces femmes sont si hautes en couleurs, j'ai décidé d'aller dans l'autre sens, et ai poussé la saturation à la place. Presque immédiatement, c'était vendu. Un critique a appelé ça 'pop vérité' et c'était exactement la combinaison que je recherchais. » (Patricia THOMSON<sup>7</sup>)

---

<sup>7</sup> Patricia THOMSON "The sort of films I make have this urban social-realist thing," Baker says. "What I normally do is drain the color because for some reason, that adds to the reality." But [...] "Because these women are so colorful, I decided to try going the other way, and I tried pumping

La combinaison de ces deux termes « pop » et « vérité », fait écho à l'idée d'un cinéma qui va chercher à la fois du côté de la culture populaire, en lien avec le mouvement Pop Art des années 1960, caractérisé par ses aplats de couleurs vives (comme chez Roy Lichtenstein ou Andy Warhol) faisant référence plutôt à l'animation ou la BD qu'au réel, et à la fois prenant le parti d'une captation brute de ce réel, dont la part d'imprévisible, voire d'accidentel, vient heurter le potentiel esthétisant et figé qu'est le « pop » (la ligne qui cercle les aplats colorés dans les tableaux de Lichtenstein en est une caractéristique marquée). Je synthétiserais même ces deux termes par l'idée de « fauvisme » au cinéma : des aplats colorés qui se posent les uns par rapport aux autres, et qui se renforcent par leur co-présence, dans un mouvement de caméra qui annihile la possibilité de délimitation des frontières entre les unes et les autres, le même que celui du peintre Henri Matisse lorsqu'il représente *La Gitane* en 1905.



*Un exemple particulièrement représentatif des ambiances lumineuses dans le reste du film : Dinah et Sin-Dee sont éclairées en vert-jaune par derrière, en rose et orange de face, tandis qu'Alexandra reçoit du violet sur la partie basse du corps et un résidu de vert sur le visage. En arrière plan, les feux rouges, le sodium qui éclaire les rues, et des enseignes lumineuses.*

---

*up the saturation instead. Almost immediately, I was sold. One movie critic called it 'pop vérité,' and that was exactly the combination I was looking for."*

« Sundance 2015 : Inspiring Indies » *The American Cinematographer*, ASC, Février 2015, [http://www.theasc.com/ac\\_magazine/February2015/Sundance2015/page5.php](http://www.theasc.com/ac_magazine/February2015/Sundance2015/page5.php)

La caméra au poing, tournant en plan séquence dans un mouvement continu participe, tout autant que la multiplicité des lumières, à perdre le regard dans l'image. L'iPhone, de par la petite taille de son capteur, offre une profondeur de champ quasiment infinie. De plus, l'optique anamorphique utilisée, donnant un équivalent de 24mm, offre un champ très large. En conséquence, l'image ne se réduit pas seulement à l'action qui se joue au premier plan : la circulation des voitures en arrière plan, provoquant par exemple sur l'image ci-dessous un flare horizontal qui envahit l'image, participe à perturber l'attention et à diriger le regard vers l'extérieur.



*Le flare horizontal provoqué par le passage d'une voiture à l'extérieur du Donut Time*

Le montage saccadé désoriente le regard en jouant sur des raccords en jump cut et un non-respect de la place des acteurs à l'écran d'un plan à l'autre. Le spectateur doit sans cesse se re-situer dans l'espace et être actif visuellement pour suivre la scène. Ainsi le montage, en ne respectant pas les codes usuels, aide paradoxalement le spectateur à être au cœur de la dispute, aussi désorienté que les personnages qui en apprennent à chaque réplique un peu plus sur l'affaire qui les concerne.

De plus, l'opposition qui se fait entre la blancheur à l'intérieur de l'établissement et les couleurs criardes de l'extérieur instaure une symbolique, où le lieu devient l'îlot où se révèle la vérité, et où l'on fait la lumière sur les zones d'ombres de l'histoire qui se joue. La présence de la serveuse, qui est prise à partie à plusieurs reprises, renforce

l'idée de tribunal improvisé, où de témoin elle est faite juge. Lorsque celle-ci coupe court à la dispute en ordonnant aux protagonistes de sortir, elle met symboliquement fin à la séance.

A l'extérieur, Chester lâche la bombe finale : Alexandra fait également partie de ses conquêtes du mois passé, lorsque Sin-Dee était en prison. La situation se retourne alors à son avantage, puisqu'il met Alexandra en défaut face à son amie, elle qui avait dénoncé Dinah le matin même. L'ironie est telle que les trois femmes sont frappées au visage par le halo vert de l'enseigne fluorescente (le vert est relié symboliquement aux bouffons de la Cour du roi, au poison), tandis que Chester, par sa capuche, en est protégé. Celui contre lequel tout pousse à se retourner, s'en sort en fait sans la moindre égratignure. Il ose même une sortie qui achève d'enterrer Sin-Dee « *Je vois ce qui se passe ici, c'est un truc de filles, c'est entre vous deux, ok ? Je me casse. Faites-moi savoir quand vous avez réglé cette histoire* ».



Alors que tout laisse à penser que Sin-Dee va se jeter sur Alexandra, avec la même violence qu'elle l'a fait pour Dinah, celle-ci s'en va.

La rupture à l'image est brutale : d'un espace dominé par le vert et l'orangé du sodium, elle se retrouve soudain sous une lumière bleue de LEDs. En plus de témoigner de façon presque documentaire sur la transition opérée par Los Angeles du remplacement des sources au sodium par les LEDs, ce plan accentue la mélancolie qui s'empare d'elle (le 'blues'), et marque la rupture profonde avec le reste du film, où elle s'est battue pour rétablir son honneur, et où, maintenant décrédibilisée par sa meilleure amie, elle ne pourra plus obtenir le respect de Chester

Cette séquence utilise donc la multiplicité des sources disponibles dans les rues de Los Angeles, pour créer un foisonnement de couleurs à l'image, amplifié par les

caractéristiques de l’iPhone. De touches en aplats, le cocktail coloré participe à définir la personnalité explosive des protagonistes, et participe à amplifier la désorientation progressive du spectateur. Loin de toujours se marier harmonieusement, la présence d’aplats violet et vert dans un même plan nous parle implicitement du conflit qui se joue dans la narration. En cela, la lumière de la ville, pourtant non maîtrisée, participe dans cet extrait à appuyer l’intention dramaturgique.



*Les sources LEDs qui apparaissent à la fin du film*

### 3) Comparaison de l’usage des sources en présence dans la ville de Los Angeles

*Collateral* et *Tangerine* ont tous les deux comme décor la ville de Los Angeles, notamment les quartiers périphériques au centre-ville de Los Angeles et les sources hétérogènes qui les éclairent, avec un accent mis sur leur potentiel glauque et blafard dans *Collateral* et plutôt leur cohabitation explosive et vive dans *Tangerine*.

Les deux films se distinguent par leur utilisation des lumières de la ville. Tandis que Dion Beebe (pour *Collateral*) utilise les sources extérieures comme base qu’il modèle ensuite en précision au moyen de KinoFlo<sup>8</sup> de rattrapage sur les visages en

---

<sup>8</sup> tubes fluorescents qualitatifs utilisés en tournage cinéma

adaptant leur couleur aux sources à vapeur de sodium (orange) ou de mercure (vert)<sup>9</sup>, Radium Cheung et Sean Baker n'utilisent que les sources en présence (à l'exception de quelques plans où ils ont ajouté un Lite Panel<sup>10</sup>).

Il est utile de préciser que ces différences sont principalement dues à des restrictions budgétaires dans le cas de *Tangerine*, ce que souligne le réalisateur dans plusieurs interviews, obligeant de fait un déploiement d'ingéniosité pour faire sens avec la lumière de la ville. Le résultat est étonnant, et novateur, comme nous avons pu le démontrer précédemment. De la même manière, lorsque dans *Tangerine* l'accent est mis sur la pluralité des sources et l'exacerbation de la saturation des couleurs, *Collateral* ne joue que sur une ou deux teintes à la fois : « *Los Angeles a beaucoup de différentes couleurs la nuit — lampes à vapeur de sodium, à vapeur de mercure, éclairages tungstène, néons et tubes fluorescents — et lorsqu'ils apparaissent ensemble dans le cadre, ils créaient souvent une image que Michael [Mann] trouvait trop riche et qui détournait l'attention de l'ambiance de la scène.* »<sup>11</sup> Dion Beebe

Dans les deux films, Un choix se fait clairement lors du tournage : ou bien on enregistre les couleurs et on les retravaille à l'étalonnage, comme c'est le cas dans *Tangerine*, ou bien on applique à la caméra des réglages qui permettent de choisir les dominantes colorées de l'image à l'avance, en discriminant certaines teintes, comme ce fut le cas pour *Collateral*. Dans les deux cas, l'étalonnage est une étape importante du processus de création de l'image dans le but de servir l'intention dramatique, mais dans l'un des cas il améliore et corrige les dominantes colorées de l'image (*Collateral*), dans

---

<sup>9</sup> « *Kino Flo Image80s did the job; the fixtures were wrapped in ND.6 with two or three layers of muslin, in addition to the color pack for mercury-vapor (1/4 CTS and 1/2 Plus Green on daylight-balanced tubes) or sodium-vapor (Light Amber and 1/2 Plus Green on tungsten tubes) fixtures* » Jay HOLBEN, *The American Cinematographer*, Août 2004, p.49

<sup>10</sup> Eclairage à LEDs

<sup>11</sup> « *L.A. has a lot of mixed color at night — sodium vapors, mercury vapors, tungsten light, neon and fluorescents — and when mixed together within a frame, they often created an image that Michael thought looked too 'fruity' and detracted from the mood of the scene.* » Dion Beebe, cité par Jay HOLBEN, *The American Cinematographer*, Août 2004, p.49

l'autre, il la révèle et la modèle par de fortes corrections, notamment de saturation des couleurs (*Tangerine*).

## B) LA TRADUCTION DE L'OPPOSITION SOUS FORME D'APLATS CHROMATIQUES

### 1) La relation père/fille à l'adolescence, regard sur un monde inaccessible dans *Holy Motors*

*Holy Motors* est le cinquième long métrage de Leos Carax, sorti en 2012, treize ans après *Pola X*.<sup>12</sup>

Monsieur Oscar (Denis Lavant) est un homme qui gagne sa vie en occupant la place d'un autre le temps d'une séquence, qui correspond à une partie de la journée de cette personne. Plus qu'un simple travestissement, il *devient* cet autre, par sa gestuelle, sa manière de s'exprimer, ses qualifications professionnelles, ses sentiments. *Holy Motors* est donc un film composite, où chaque séquence met en situation Monsieur Oscar (et donc Denis Lavant) dans un rôle différent. Le passage d'une séquence à une autre s'opère par son retour dans sa limousine blanche aux allures de loge maquillage ou de grenier, et de lieu de rencontre. Les entre-deux qu'offrent ces moments de transformation physique "hors du monde" mettent en exergue le questionnement du personnage sur le sens de son métier (être acteur), et tissent également la toile d'un discours du réalisateur sur la disparition d'une foi en un cinéma inventif, novateur. Face à Michel Piccoli (qui apparaît comme étant son employeur), Denis Lavant, acteur de Leos Carax depuis le premier film, s'exprime en ces mots dans la limousine : « Je continue comme j'ai commencé, pour la beauté du geste ». A la fin du film, les limousines garées pour la nuit dans un entrepôt commun, ont peur que les humains ne veulent « plus de moteur ni d'action ».

---

<sup>12</sup> Caroline Champetier en a signé l'image, et la caméra utilisé est la Red Epic 4K HD



L'extrait que nous allons analyser se situe au "Quatrième rendez-vous", lorsque Monsieur Oscar interprète un père de famille qui va chercher sa fille Adèle à sa première soirée. Elle lui affirme dans un premier temps qu'elle s'est amusée et a dansé avec beaucoup de garçons, avant de devoir avouer qu'elle a en fait passé la soirée enfermée dans la salle de bain, pétrifiée de timidité.

Comment la mise en scène met-elle en exergue l'incapacité du père à voir la détresse de sa fille, et à accéder à son monde ?

Nous analyserons particulièrement comment le seul plan non fixe de la séquence parvient à suggérer l'impossibilité de rencontre du monde du père et de celui de sa fille par le travail au cadre et au son, puis comment l'opposition colorée dans ce plan tranche avec le camaïeu jaune dorée du reste de la séquence, et appuie cette idée de séparation.

Le premier plan dans la voiture montre Monsieur Oscar de profil, fumant une cigarette en conduisant la voiture. Les lumières de la ville défilent en arrière plan flou, par la fenêtre. Elles sont caractérisées par le halo du sodium à la teinte jaune-dorée plutôt qu'orange<sup>13</sup>, un choix de Caroline Champetier qui peut se justifier par le désir de ne pas avoir une image trop marquée par la forte opposition colorée vert/orange qu'implique l'éclairage des rues parisiennes, et qui aurait influencé fortement l'esthétique du film, dont la composition en séquences distinctes nécessite de pouvoir jouer sur différentes ambiances. La neutralisation de l'orangé du sodium permet alors d'avoir une certaine homogénéité avec les sources au mercure, très vertes, et ce jaune-doré. Il en découle une image de la nuit un peu blafarde, à la mesure de la fatigue du père, appuyant par la suite son sentiment de déception face au mensonge d'Adèle.

---

<sup>13</sup> REUMONT François, « La directrice de la photographie Caroline Champetier, AFC, parle de son travail sur "Holy Motors" de Léos Carax », site de l'AFC, 23 mai 2012  
<http://www.afcinema.com/La-directrice-de-la-photographie-Caroline-Champetier-AFC-parle-de-son-travail-sur-Holy-Motors-de-Leos-Carax-7729.html>



Dans le plan suivant, Monsieur Oscar se gare devant la barre d'immeuble où a lieu la soirée et attend sa fille. On aperçoit en hauteur un balcon éclairé sur lequel des jeunes font la fête. Adèle sort de l'immeuble, et le rejoint dans la voiture.

Le plan est constitué d'un mouvement de caméra qui part de la voiture et qui effectue un panoramique vers le balcon, avant de redescendre sur l'entrée de l'immeuble puis vers la voiture. Ici, le panoramique accentue le fossé entre les deux espaces, plus qu'il ne les lie, aucun mouvement dans le champ ne liant les deux cadres. Le son accompagne le mouvement de caméra, passant de l'ambiance de la rue et de la musique entendue de l'extérieur de la voiture, à celle qui émane de la soirée sur le balcon. Ces deux éléments placent le spectateur en observateur extérieur à l'action, en marquant nettement la séparation entre l'espace du père et celui de sa fille. Ce monde nous reste étranger, et la contre-plongée du cadre nous cloue au sol, la tête levée vers un inconnu inaccessible.



Dans ce plan, toutes les fenêtres dans le champ sont éteintes, à part celle de la fête, dont les lampions sur le balcon nous indiquent le lieu d'où nous parvient la musique. La lumière jaune-verte qui symbolise l'éclairage urbain contraste avec la lueur rose venant du balcon. Les couleurs de la fête, cliché de ce qu'on peut attendre d'une soirée d'adolescent, masquent la cruauté des situations qui s'y jouent en même temps. L'association de ces couleurs avec le verdâtre de la lueur extérieure vient créer un trouble, une disharmonie visuelle qui peut faire écho à la violence qui caractérise parfois le passage de l'enfance à l'âge adulte.

Ce plan du balcon fait écho à l'impuissance du père qui n'a plus accès aux pensées ni à la vie de sa fille. Il symbolise toute la distension entre ce qui est visible et ce qui ne l'est pas, entre ce que l'on vit et ce que l'on dit.

Dans cet extrait, l'usage d'aplats colorés qui mettent en rapport deux couleurs qui s'associent mal – le vert dégradé par du jaune, face au rose, couleur clichée de l'enfance – mettent en exergue la séparation de deux mondes, et de deux âges. L'ensemble de la surface de l'image est occupé par cette opposition chromatique, appuyant l'intention dramatique de la séquence.

## 2) Un personnage étranger à Tanger dans *Only Lovers Left Alive*

*Only Lovers Left Alive* est un film réalisé par Jim Jarmusch (2013)<sup>14</sup>. L'intrigue se déroule entre le Maroc et les Etats-Unis.

Adam (Tom Hiddleston) et Eve (Tilda Swinton) vivent respectivement à Détroit et à Tanger. Le teint cadavérique, ils ont vécu toutes les époques, ont été musiciens ou scientifiques connus. Ils s'aiment depuis des siècles, et ne vivent que la nuit. Ce sont des vampires, mais l'époque a changé. Il est de plus en plus difficile de se procurer du sang "non-contaminé". Ils subsistent donc grâce à un réseau constitué qui leur permet d'acheter le précieux liquide dont ils ont besoin pour se nourrir.

Dans une des premières séquences du film (7'24 à 8'14), Eve sort de chez elle, et parcourt les ruelles nocturnes de Tanger<sup>15</sup> pour se rendre dans un café, voir l'ami qui lui fournit le sang. A ce moment là du film, il n'est pas encore clair qu'elle est un vampire. Cependant, un climat étrange nous fait supposer qu'elle n'est pas tout à fait comme les autres personnes qu'elle croise dans la rue.

Comment s'exprime l'étrangeté à travers cette séquence de nuit ?

Nous analyserons comment l'usage du steadicam ainsi que le jeu sur les lumières en présence donnent à l'ambiance une tonalité mystérieuse qui enveloppe la séquence, accentuant l'effet d'étrangeté que provoque la présence d'Eve, étrangère au pays, dans les rues de Tanger la nuit.

Dans le premier plan, Eve se glisse hors de chez elle, toute habillée de beige, les cheveux – d'un blond presque blanc – et le visage couverts d'une étole. Elle évolue dans les ruelles de la ville telle un fantôme. L'usage du steadicam alternant entre plan poitrine sur elle et contre champ en point de vue subjectif sur les ruelles qu'elle traverse donne l'impression qu'elle glisse d'un espace à l'autre, comme détachée de la réalité physique

---

<sup>14</sup> Le chef-opérateur du film est Yorick Le Saux, et le film est tourné en Arri Alexa

<sup>15</sup> en réalité cette séquence a été tournée – au moins en partie – dans la ville de Chefchaouen, comme en témoignent les maisons blanches et turquoise qui en font sa renommée

du lieu. Sa présence dans la rue ne laisse pas indifférents les rares passants, qui se retournent sur son passage : deux femmes en habits traditionnels de Chefchaouen et du rif marocain, et deux hommes qui ont « quelque chose de spécial » à lui proposer. Ces personnages sortis de nulle part ajoutent à l'étrangeté de la nuit, et l'identifient clairement comme étrangère.

Le directeur de la photographie joue sur de forts contrastes colorés et lumineux et tire parti des caractéristiques de la médina. L'éclairage de cette partie de la ville est fait de sources ponctuelles, qui laissent de larges zones d'ombres, permettant de faire disparaître par moment le personnage, ou d'en faire une silhouette qui se volatilise dans une ruelle. Ces zones de pénombre mettent aussi en valeur les reflets spéculaires<sup>\*16</sup> des sources lumineuses sur les volets roulant des magasins fermés, les grilles métalliques, les murs en céramique et les rivets des portes de la médina. Ces petits éclats, accentués par le flou de profondeur du fait de la grande ouverture de l'objectif, enrichissent l'image faite principalement d'aplats noirs ou colorés.



*Les reflets spéculaires donnent de l'éclat aux aplats colorés*

Les couleurs dominantes de la séquence sont le jaune-ambré de l'éclairage des ruelles et une teinte bleu turquoise très saturée. Dès le premier plan, alors que la ruelle est éclairée par un monochrome chaud, la sortie d'Eve dévoile l'éclairage intérieur bleu

---

<sup>16</sup> \* à chaque fois qu'apparaît une étoile (\*), se référer au glossaire à la fin du mémoire, qui explicite les notions techniques présentes dans ce mémoire

turquoise de chez elle, qui enrichit soudainement l'image. Les deux couleurs orange et bleu, chaude et froide, se complètent et se renforcent, créant une dynamique colorée dans le cadre, une opposition harmonieuse. Le bleu du reste de la séquence est justifié dans le second plan par l'échoppe ouverte sur la place. On remarque d'ailleurs que le bleu n'est présent que dans les plans dans lesquels elle apparaît. Sur les autres plans, l'image, d'un monochrome orange, donne une tonalité bien plus réaliste à la scène.



*Le contre-champ du plan subjectif au steadicam montre l'absence de bleu à l'image*

Comme dans *Holy Motors*, le directeur de la photographie Yorick Le Saux joue sur les contrastes que génèrent deux sources colorées présentes en ville la nuit. Mais ici ce n'est pas un travail sur leur antagonisme – où les couleurs, par leur opposition, se renforcent et créent une dissonance –, mais au contraire sur l'association des complémentaires orange et bleu, qui crée une harmonie visuelle en renforçant l'aspect pictural de la séquence, son irréalisme.

On peut se demander comment a été créé ce contraste coloré : est-ce qu'il s'agit d'une modification des sources en présence où, par exemple, on aurait remplacé les

sources au sodium par du tungstène avec une gélatine “amber” et recouvert les tubes fluorescents de l'échoppe de “peacock blue” ? Est-ce qu'un jeu sur la balance des blancs ne permettrait pas plus simplement de générer ces mêmes teintes, en augmentant leur saturation à l'étalonnage ?<sup>17</sup>

Après avoir analysé quelques extraits de films utilisant les propriétés colorées des lumières de la ville la nuit, nous avons mis en évidence des utilisations différentes de l'opposition chromatique : plutôt par touches dans une image portant une dominante colorée bien définie, comme dans *Collateral* et *Tangerine*, ou par une opposition en aplats qui s'équilibrent (*Only Lovers...*) ou se renforcent (*Holy Motors*) dans les deux autres extraits.

Nous avons pu par ailleurs remarquer la récurrence d'un certain nombre de sources lumineuses particulièrement utilisées pour apporter couleurs et contraste lumineux à l'image : sources à vapeur de sodium et à vapeur de mercure, tubes fluorescents, LEDs...

Je propose maintenant d'aller explorer les villes de Paris et de Saint-Ouen la nuit, pour mettre en évidence l'usage qui est fait de ces sources en fonction des espaces, et l'influence que cette répartition va avoir sur l'image lors du tournage. Mais avant cela, définissons plus précisément la nature et les caractéristiques des sources lumineuses en présence en ville la nuit, étape nécessaire à la bonne compréhension des difficultés posées lors de leur enregistrement par la caméra.

---

<sup>17</sup> voir l'observation sur les différences d'éclairage d'un même plan qui revient à plusieurs reprises dans le film, en Annexe n°1

## PARTIE II

### LES SOURCES ET LEUR POTENTIEL



## A) LES SOURCES USUELLES UTILISÉES POUR L'ÉCLAIRAGE

### 1) L'éclairage public, l'éclairage privé

L'éclairage public est la lumière fonctionnelle qui permet la circulation nocturne et le confort visuel des usagers de la rue. Il comprend les sources qui éclairent les rues et les trottoirs, principalement des lampadaires et appliques murales, et les signaux de circulation (feux tricolores, balisage au sol etc.). C'est généralement au maire ou au préfet que reviennent les décisions relatives à l'éclairage public de la zone qu'il administre.

Par opposition, l'éclairage privé est l'ensemble des sources lumineuses en ville qui ne dépendent pas directement de la municipalité. Autrement dit, il regroupe tous les éclairages installés par la population de la ville : les lumières visibles aux fenêtres des habitations, celles installées dans les propriétés ou à leurs alentours de manière individuelle ou collective, mais aussi les éclairages des commerces, bars, restaurants, lieux culturels, les panneaux lumineux, ainsi que les éclairages mobiles comme les phares des véhicules etc... Ce sont ces éclairages définissent l'identité visuelle d'une rue, d'un quartier.






De fait, ce sont elles qui nourrissent aussi l'image cinématographique d'une ville, car on remarque que dans beaucoup de cas, l'éclairage public offre une image assez monochrome (soit sodium, soit mercure, soit LEDs...) de part l'homogénéité de l'éclairage au sein d'une rue, d'un quartier. Dans les films étudiés précédemment, il est intéressant de noter que la dynamique à l'image était souvent créée par un jeu entre les couleurs des éclairages publics et ceux des éclairages privés.

### 2) Les sources de l'éclairage public

En terme de sources lumineuses et de couleur, l'éclairage public peut être grossièrement réduit à trois grandes catégories : les lampes à vapeur de sodium,

orangées, les lampes à vapeur de mercure, d'un blanc verdâtre, et les nouveaux éclairages à LED ("light emitting diode" en anglais, ou DEL, diode électroluminescente en français), qui existent en rouge, vert et bleu combinées (au rendu donc blanc par synthèse additive des couleurs), et depuis peu également en blanc dont la température de couleur\* peut varier entre un jaune orangé et un blanc bleuté. Dans certaines zones particulières exigües ou confinées, les tunnels par exemple, il arrive que l'éclairage soit composé également de tubes fluorescent, à éclairage local, dont la couleur varie du jaune au blanc-bleu, avec des tendances magenta à vertes parfois très marquées qui dépendent et de la nature du mélange de gaz utilisés et du vieillissement du tube.

Ci-dessous, un tableau établi par l'Association Française de l'Eclairage qui répertorie les types de sources d'éclairage urbain en France (2015) et leur utilisation<sup>18</sup> :

Type de lampes	Sodium haute pression	Iodures métalliques nouvelle génération	Iodures métalliques à bruleur céramique	Fluorescence	LED de puissance
Applications					
Températures de couleurs disponibles (K)	De 1 950 à 2 500	De 3 000 à 5 600	2 800 - 3 000 4 200	De 2 700 à 8 000	De 3 000 à 6 000
Éclairage urbain (la ville)	X	X			X
Éclairage routier (voies de circulation)	X				X
Éclairage des grands espaces	X	X			
Mise en valeur du patrimoine (illuminations)		X	X		X
Éclairage des parcs et jardins		X	X	X	X
Éclairage des espaces piétonniers		X	X	X	X
Éclairage des tunnels	X			X	X
Éclairage des zones résidentielles		X	X		X

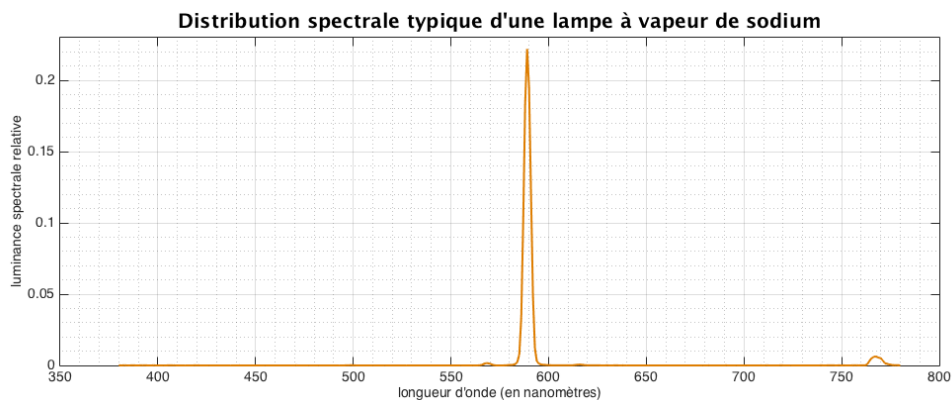
*Rappel sur la température de couleur : plus la température de couleur est basse, plus la source est chaude, et inversement*

<sup>18</sup> « Éclairage public : quelles lampes pour quelles applications ? », Revue de l'Association Française de l'Éclairage, fiche 8, 2015  
[www.afe-eclairage.fr/download.php?document=10569](http://www.afe-eclairage.fr/download.php?document=10569)

Visualisons plus précisément les spectres des sources en présence afin de mettre en évidence les problèmes potentiels posés lors de la prise de vue dans la restitution de leur couleur.

#### a) Les lampes à vapeur de sodium

Les sources à vapeur de sodium haute pression utilisées dans l'éclairage urbain sont composées d'une lampe émettant deux principales longueurs d'ondes dans le domaine orangé (les pics d'émission se situent à 589 et 589,6 nm). Ce type de sources est dit « à spectre de raies (ou de bandes)\* ». Il en résulte un spectre d'émission pauvre, quasi monochromatique, incapable de restituer l'ensemble des couleurs du sujet qu'elles éclairent. En revanche, cette quasi-monochromaticité engendre un très bon rendement lumineux, qui répond bien aux attentes des plans d'éclairage urbain.



Raphaël Auger dans son mémoire<sup>19</sup> cite une expérience menée par le laboratoire Éclair sur la restitution par deux caméras (ARRI Alexa et une RED Dragon) de l'éclairage au sodium des rues à Paris. Tournés en RAW, les essais montrent que l'Alexa restitue le sodium avec une teinte orange tandis que la RED Dragon le restitue vert. Comment expliquer ce résultat ? On peut supposer qu'il s'agit d'une différence qui se situe au niveau du domaine de sensibilité des filtres rouge, vert et bleu placés devant les

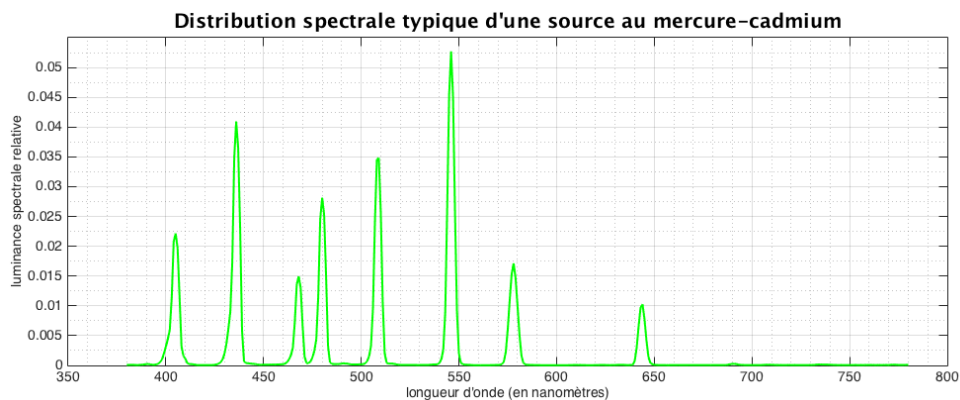
---

<sup>19</sup> AUGER Raphaël, *Stratégies d'éclairage en cinéma numérique*, mémoire de fin d'études, ENS Louis Lumière, 2015, p.36

photosites du capteur des caméras, qui entraîne la restitution d'un pic coloré par une autre teinte que celle qui la caractérise à l'œil. C'est une première piste à explorer, au moyen de tests de caractérisation des caméras en terme de rendu de couleur des sources à spectres de raies.

### b) Les lampes à vapeur de mercure

Les lampes à vapeur de mercure sont également des sources composées de raies. Le mercure sous forme gazeuse émet 5 raies, majoritairement dans l'ultraviolet et dans le bleu, qui sont décalées par fluorescence\* (grâce à de la poudre luminescente déposée sur les parois de la lampe) dans le domaine du visible, respectivement à 404,7 nm et 435,8 nm (violet), 546,1 nm (vert), 577 et 579,1nm (jaune). L'addition de ces raies donne à la source une teinte bleu-verte.



Le cadmium permet d'enrichir le spectre du mercure de trois pics autour de 500nm et un pic dans les rouges, vers 650nm

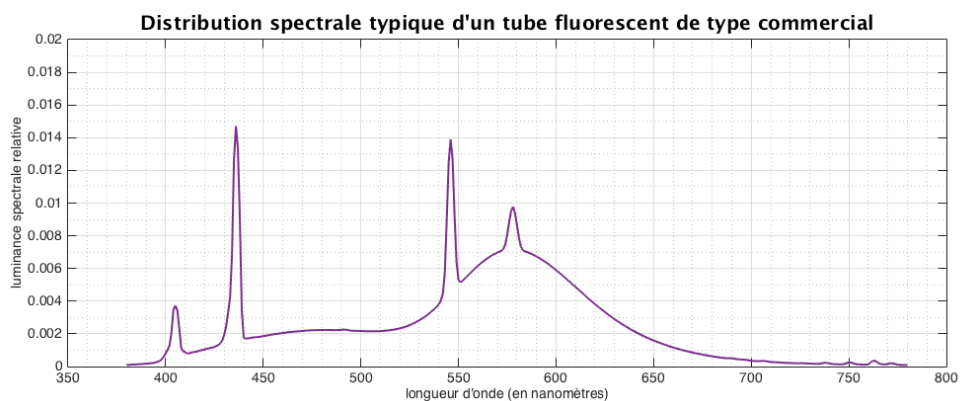
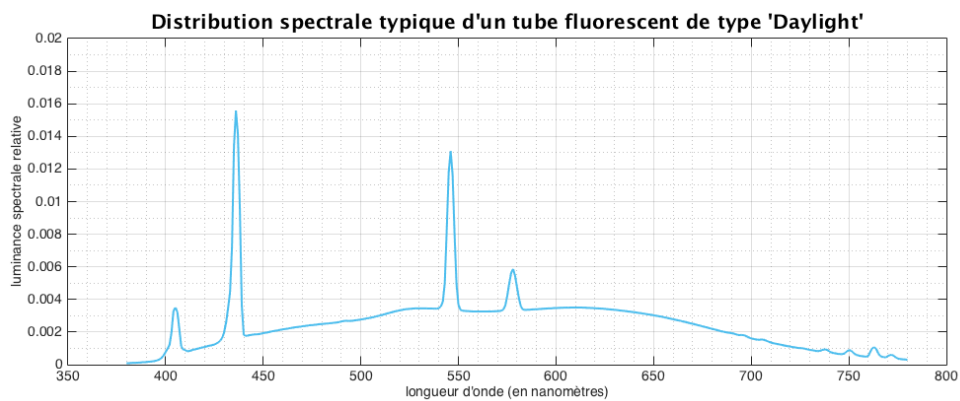
### c) Les tubes fluorescents

De la même manière que les lampes à vapeur de mercure, les tubes fluorescents\* (dont le nom officiel est *tubes luminescents*) sont composés de gaz ionisés (mercure et argon) filtrés par une couche de poudre luminescente\*, permettant de réémettre les raies situées dans l'ultraviolet – imperceptible à l'œil, et par constitution des capteurs, par les caméras – dans le domaine du visible. Cette différence de position

entre le pic du spectre d'absorption et celui du spectre d'émission est appelé *déplacement de Stokes*.

Les différences de température de couleur caractérisant les tubes (au cinéma par exemple : type artificiel ou lumière du jour) sont dues aux différentes combinaisons de poudres luminescentes qui réémettent les raies avec plus ou moins de décalage dans le domaine du visible, générant un spectre d'émission à l'allure identique mais différent en terme de longueur d'ondes où se situent les pics.

Les défauts colorés que l'on voit apparaître au fur et à mesure de l'utilisation des sources – la tendance de la source à émettre une teinte magenta – est due à la dégradation des composants luminescents et à la disparition du mercure qui vient se fixer sur le verre du tube et donc à ne plus se ioniser lors de l'allumage par décharge électrique de la source.



*Il est aisé de remarquer grâce à ces graphiques un ajout d'énergie lumineuse dans la zone jaune-orange pour les tubes commerciaux, afin d'obtenir une lumière à la teinte plus « chaude », mettant en valeur notamment les couleurs des fruits et légumes*

#### d) Les LEDs

Les LEDs sont de plus en plus utilisées pour l'éclairage public (comme privé), comme en témoigne notamment le tableau de l'AFE : éclairage des espaces piétonniers, de la voirie comme des monuments, il n'est simplement pas encore utilisé pour les grands espaces, de par la difficulté de construire de grands panneaux. Cet engouement récent s'explique d'abord par un aboutissement technologique (l'invention de la LED bleue au début des années 1990 et son amélioration en terme de rendement énergétique jusqu'à ces dernières années<sup>20</sup>) qui a permis la création de la LED blanche (RGB) par l'association de LED rouge, verte (toutes deux créées dès les années 1960) et bleue et de LEDs blanches par luminescence, où une partie du spectre d'une LED émettant dans l'UV ou le bleu est décalée par fluorescence dans le domaine jaune. Ce sont ces dernières qui sont généralement utilisées aujourd'hui en éclairage. Depuis 2013, l'indice de rendu des couleurs\* (IRC) des LEDs blanches peut dépasser 90, leur conférant une qualité presque équivalente aux sources à spectre continu, mais ces résultats ont été obtenus avec des prototypes de laboratoire, ce ne sont pas ces LEDs que l'on utilise pour l'éclairage.

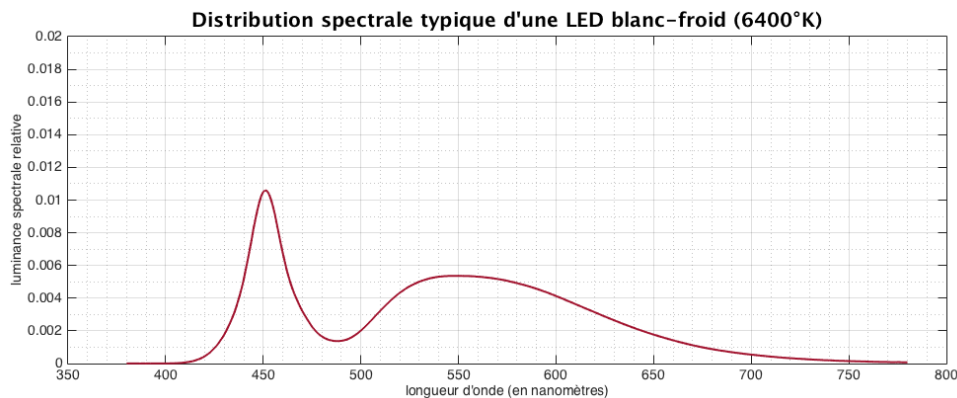
Les LEDs permettent par ailleurs une économie d'énergie considérable, de par leur rendement énergétique : elle peuvent aujourd'hui émettre un flux lumineux de 300 lumens par watt consommé (résultat obtenu en laboratoire, en condition réelle elle est supérieure à 100 lm/W), contre 16 lumens par watt pour les ampoules à incandescence et environ 70 lumens par watt pour les ampoules fluorescentes et ont une durée de vie environ 100 fois supérieure à celle d'une ampoule à incandescence et 10 fois supérieure à celle d'une ampoule fluorescente, d'où des économies autant en terme d'argent que de matériaux.

---

<sup>20</sup> voir l'attribution du Prix Nobel de Physique 2014 aux Japonais Isamu Akasaki et Hiroshi Amano, et à l'Américain d'origine japonaise, Shuji Nakamura pour l'invention de la LED bleue <http://www.cnrs.fr/inp/spip.php?article3153>

Enfin, les LEDs existent pour des températures de couleur allant de 2700K à 6500K, c'est à dire toutes les températures usuelles que l'on peut trouver aujourd'hui autant dans l'éclairage nocturne qu'en lumière du jour. Leur intensité peut même être gradée, ce qui n'est pas le cas des lampes à décharges comme les sources à vapeur de mercure et celles à vapeur de sodium.<sup>21</sup>

Autant dans le cadre d'un tournage cinéma que pour penser l'éclairage public, ces sources lumineuses sont donc synonymes d'économies d'énergie, et de possibilités quant au choix de la couleur qu'elles délivrent. Ce dernier argument est particulièrement important aujourd'hui, où les LEDs viennent peu à peu remplacer toutes les autres sources de l'éclairage public. Quels choix vont être opérés en terme de couleur : les municipalités vont-elles essayer de conserver l'ambiance d'origine du lieu, ou bien en modifier l'aspect par la couleur ? La ville de Los Angeles a tranché depuis 2013, et Paris est sur le point de remplacer les sources au sodium et au mercure par des LEDs « blanc-chaud ».<sup>22</sup>



*Une LED donnant une lumière « blanc-chaud » aura le même type de spectre, mais la partie arrondie aura une surface plus grande que celle du pic.*

---

<sup>21</sup> Association Française de l'Éclairage, « *Les nouvelles technologies des luminaires à LED en éclairage public sont prometteuses* », fiche n°9  
[http://www.afe-eclairage.com/fr/docs/2015/01/16/01-16-15-12-18-2015-Cahier\\_fiches\\_AFE\\_maire\\_eclairage\\_public.pdf](http://www.afe-eclairage.com/fr/docs/2015/01/16/01-16-15-12-18-2015-Cahier_fiches_AFE_maire_eclairage_public.pdf)

<sup>22</sup> voir *Annexe n°2* sur le passage aux LEDs de l'éclairage public

### 3) Les sources de l'éclairage privé

#### *a) Absence de norme, infinité de possibles*

De part le caractère non-normé des éclairages privés, il n'est pas déraisonnable de penser que tous les types de sources qui existent et qui sont vendues dans le commerce peuvent être visibles de la rue, et donc filmées : néons (rouge), sources fluorescentes à base de vapeur de mercure basse pression (que l'on trouve sous forme de tube, ou d'ampoule "à économie d'énergie", de nombreuses couleurs existantes), LEDs, présentes dans les commerces notamment, mais aussi les lampes à incandescence (ampoules tungstène, bougies)... En plus de leur grande variété, toutes ces sources peuvent être filtrées par des abat-jours, des rideaux, des surfaces colorées etc... Ce qui rend les combinaisons entre lampe et filtrage quasiment infinies et ouvre à la possibilité de rencontrer autant de couleurs et de qualités de lumières qu'il existe de personnes pour les penser.

En outre, il est impossible dans cette étude de faire l'impasse sur les écrans de télévision ou d'ordinateur. Leurs émissions lumineuses sont aujourd'hui particulièrement caractéristiques des sources que l'on aperçoit à travers les fenêtres d'habitations, dont la lueur bleutée et la luminosité variée rappellent assez étrangement (et ironiquement ?) celui des aquariums.

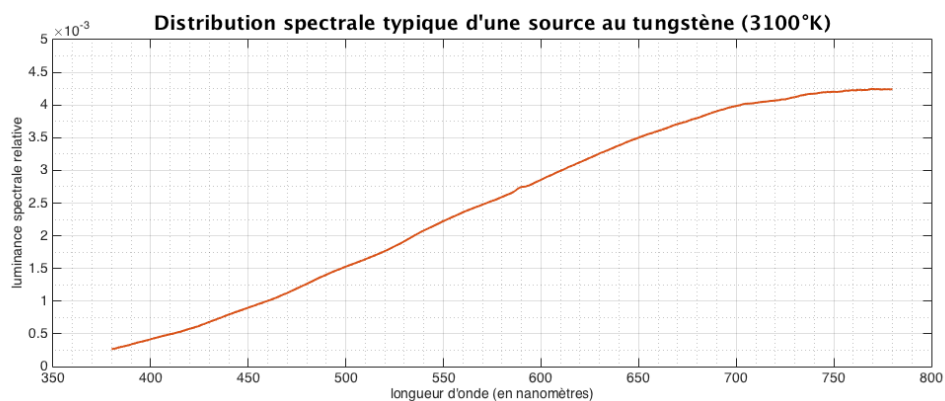
Complétons notre analyse des spectres lumineux en présence par les ampoules tungstènes et les tubes néon cités précédemment, qui vont nous permettre d'avoir une vue d'ensemble des typologies de spectres lumineux existants, et de lever toute ambiguïté sur les notions de spectre continu et de raies, ainsi que sur la confusion classique entre néons et tubes fluorescents.

#### *b) Les ampoules à incandescence*

Les ampoules à incandescences ont été l'éclairage de base des habitations depuis l'arrivée de l'électricité dans les foyers, au début du XXe siècle, et jusqu'à la fin des

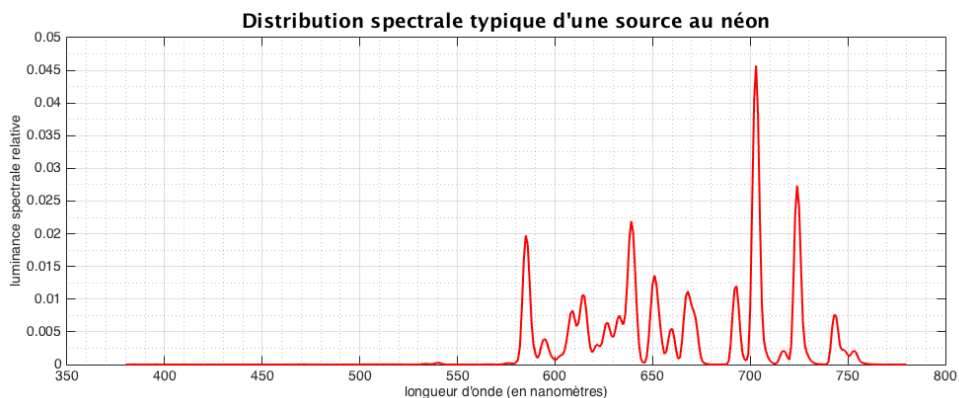


années 2000, avec l'arrivée des ampoules dites « basse consommation ». Inventée en 1879 par Joseph Swan et perfectionnée par Thomas Edison, l'ampoule est constituée d'un filament de tungstène – le métal ayant le plus haut point de fusion (3 422 °C, soit environ 3700K\*), donc la lumière la plus « blanche » – traversé par le courant électrique, et entouré de gaz inerte (pour empêcher sa combustion). Cette source est caractérisée par un spectre riche, ou continu (comme le soleil), qui permet de restituer toutes les couleurs qui caractérisent un objet. Elle ne pose donc aucun problème lors de la prise de vue(s) car toutes les informations colorées sont enregistrées.



### c) Les tubes néon

Le néon est un gaz qui donne une lueur rouge lorsqu'il est excité par un courant électrique, comme c'est le cas dans les tubes néons. Il s'agit donc d'une erreur lorsque l'on qualifie les tubes luminescents par ce terme.



Comme en témoigne le spectre d'émission du néon, cette source est composée d'une multitude de raies situées dans le domaine du rouge (avec un pic à 632,8 nm). Ce spectre n'a donc rien à voir avec celui des tubes luminescents.

Pour visualiser l'ensemble des sources normalisées pour un même niveau d'énergie spectrique, se référer à l'*Annexe n°3*.

Nous pouvons donc constater qu'il existe deux grands types de sources lumineuses : les sources à spectre continu et les sources à spectre de raies. Dans le cas de ces dernières, il va falloir que la caméra soit sensible au niveau des longueurs d'ondes de ces pics colorés afin d'être capable d'en restituer la clarté et les caractéristiques<sup>23</sup>. C'est sur l'hypothèse que les caméras ne sont pas toutes égales faces à certaines sources à spectre de raies que nous allons effectuer nos recherches dans la troisième partie du mémoire.

## B) LES ENJEUX DU CONTRASTE

Une source lumineuse n'est définie complètement que si l'on caractérise la quantité de lumière qu'elle délivre et sa géométrie (la répartition spatiale de cette lumière), en plus de sa qualité spectrale.

Son intensité, l'angle avec lequel elle touche les surfaces, et la richesse de son spectre (à raies ou continu, influant sur son IRC) influent sur la restitution des caractéristiques physique des objets qu'elle éclaire (teinte, texture de surface...).

Après avoir mis en évidence les grandes typologies de spectres des sources en présence en ville, en terme d'efficacité lumineuse et de couleurs émises par les matériaux qui les constituent, il est donc important d'identifier les manières dont elles sont utilisées pour réduire (voire supprimer) l'obscurité de la nuit, de par la surface

---

<sup>23</sup> \*voir les *caractéristiques d'une source (teinte, chroma, clarté)*

qu'elles couvrent individuellement, et de par la quantité choisie pour quadriller l'espace, décisions qui participent à définir le contraste du sujet. Selon le quartier et sa nature (résidentielle, animée...), les lumières en présence ne seront pas de même nature, et les contrastes colorés différents.

## 1) Le contraste lumineux

### a) *La géométrie des sources*

L'éclairage des rues dépend d'abord et surtout de de leur largeur ou étroitesse, qui va définir la hauteur à laquelle sera placée la source : plus la rue est large, plus le lampadaire va être haut pour pouvoir couvrir le maximum de surface au sol, et plus les ombres vont être dures. A Paris par exemple, les rues sont relativement larges – on pense notamment aux percées haussmanniennes – et engendrent ce type d'éclairage avec des lampadaires dont la hauteur atteint le troisième voire quatrième étage des immeubles ; à l'inverse plus les rues sont étroites, plus les sources vont être basses, et éclairer localement le sol, avec des ombres portées plus diffuses, comme c'est le cas dans les ruelles.

Les angles de couverture de ces sources sont par conséquent très différents, et la puissance rayonnée par surface angulaire également : plus le flux lumineux émis est concentré sur une surface angulaire réduite (lampadaires bas, distance au sol réduite), plus l'éclairage est important dans cette zone et accentue l'impression que le reste est sombre ; à l'inverse, plus la source est placée haute, plus la surface angulaire couverte au sol est grande. Le flux lumineux réparti sur cette grande surface donne un éclairage moindre, mais plus uniforme sur l'ensemble de la rue, limitant l'impression de zones d'ombres.

La formule suivante de l'éclairement met bien en évidence cette relation entre l'angle couvert par le flux lumineux et la quantité de lumière reçue par la surface (dépendant de la distance et de l'angle d'incidence de la source) :

$$E = \frac{I \times \cos\alpha}{d^2}$$

Avec  $I$  = l'intensité lumineuse dans la direction, exprimée en candela

$\alpha$  : l'angle sous lequel est éclairée le sujet

$d$  : la distance au sujet

Il est régulièrement avancé que la plus grande directionnalité des LEDs va naturellement empêcher les « bavures » provoquées par le sodium sur les bâtiments.<sup>24</sup>

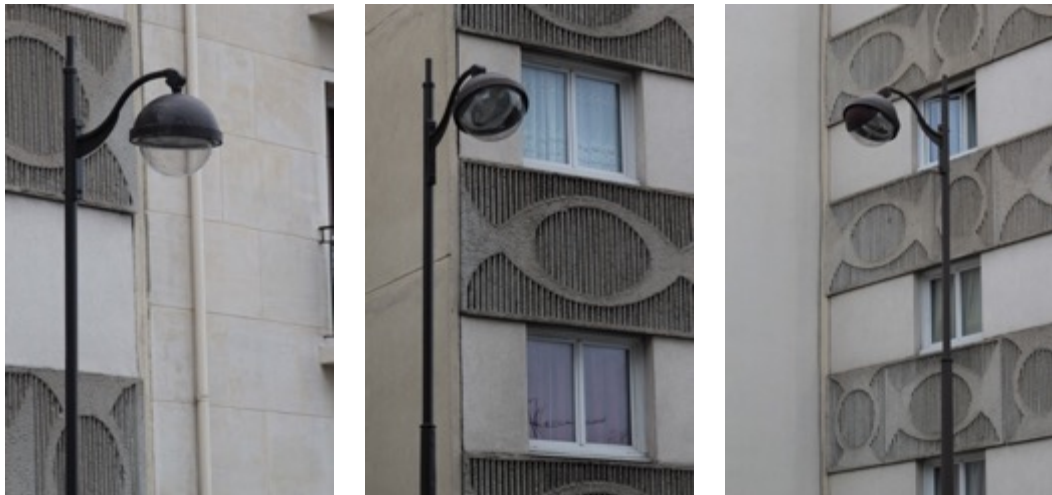
Cela est vrai, mais cet argument est partiellement faussé par le fait que c'est la nature des lampadaires (souvent des globes ouverts) qui participe le plus à ce défaut : les rayons émis par l'ampoule à vapeur de sodium pourraient tout aussi bien être uniquement orientés vers le sol, à condition de placer une calotte réfléchissante au dessus de l'ampoule qui redirigerait correctement les rayons.

A cet égard, j'ai observé dans la rue Compans à Paris (une rue résidentielle de largeur moyenne, principalement composée d'immeubles de six étages) une intéressante différence de spatialisation de la lumière entre trois lampadaires situés les uns à la suite des autres, sur un seul côté de la rue : l'un d'entre eux est parfaitement orienté vers le sol, éclairant par conséquent la chaussée, le trottoir et assez peu le bâtiment et le trottoir qui lui fait face (un restaurant, le bâtiment ne fait pas plus de deux étages) ; et deux d'entre eux sont orientés avec un angle par rapport au sol qui permet de couvrir

---

<sup>24</sup> Ce remplacement se justifie plutôt par l'économie d'énergie lié à l'utilisation des LEDs par rapport au sodium, dont une grande partie de la puissance délivrée est traduite sous forme lumineuse (autour de 40%), tandis qu'elle s'échappe sous forme de chaleur pour le sodium (environ 80%, et 20% sous forme de lumière), et les autres sources comme le tungstène (moins de 5% de la puissance est traduite en énergie lumineuse).

l'ensemble de la chaussée et les deux trottoirs de part et d'autre de celle-ci. Naturellement, cette orientation permet un bon éclairage de la rue, globalement uniforme, mais il apporte aussi de la lumière parasite qui vient éclairer la façade des immeubles sur les deux premiers étages, créant une nuisance lumineuse pour les habitants la nuit. Là où cela devient étrange, c'est lorsqu'on remarque que l'un d'entre eux est doté d'une sorte de visière pour justement empêcher que les rayons les plus éloignés du centre de la source ne touchent la façade de l'immeuble, tandis que l'autre non. D'où vient cette curieuse différence ? D'une plainte de la part des habitants d'un des deux immeubles ? Ce genre de dispositif a pourtant dont été pensé, mais non généralisé à l'ensemble des sources lumineuses.



*illustration 1A : le lampadaire qui n'éclaire que la chaussée*

*1B : le lampadaire qui éclaire la façade des bâtiments*

*1C: le lampadaire avec visière*

La géométrie des sources va donc directement participer à augmenter la place que les valeurs lumineuses intermédiaires occupent dans l'image : plus la source est concentrée sur une petite surface, plus la différence d'éclairage entre les zones sombres et la zone éclairée sera grande. A l'inverse, plus l'angle de couverture sera important, plus la transition entre la zone éclairée et la zone sombre sera douce, et augmentera la subtilité de la transition du noir au blanc dans l'image.

Il ne faut cependant pas confondre cette notion avec le contraste. Le contraste sujet est le rapport entre la luminance maximale et la luminance minimale du sujet. Quelle

que soit la répartition lumineuse sur une surface, le contraste image est le même, c'est seulement le passage du noir au blanc qui diffère.

Le contraste global de l'image dépendra tout autant de la norme dans laquelle est contenue l'image (projection, impression...) : l'espace Rec709 (l'affichage à l'écran d'ordinateur, par exemple) est plus réduit que le DCI-P3, espace de la projection cinéma, et réduira l'aptitude au contraste de l'image.

#### *b) La quantité de sources en présence*

Le nombre de sources lumineuse en présence dans la rue la nuit va dépendre principalement de la politique de la ville en terme d'éclairage, issue du compromis fait entre économies (d'énergie) et confort visuel (en lien avec la sensation de sécurité). À Paris par exemple, les lampadaires sont répartis de façon à ce que les zones d'ombres soient le plus réduites possibles, que ce soit dans les grandes rues ou les ruelles. Il est rare de passer dans une zone de quasi obscurité entre deux réverbères, ce qui n'est pas le cas en Turquie à Istanbul ou Izmir, où les sources sont plus espacées et les variations lumineuses plus grandes. L'esthétique du lieu en est très différente. Dans l'un le passant baigne dans une lumière quasi continue, dans l'autre il navigue entre ombre et lumière. Est-ce que la sécurité réelle de l'utilisateur de la rue en est affectée ? S'agit-il du sentiment de sécurité dont il est question ? Celle-ci prend nécessairement en compte la subjectivité de chacun, et c'est une des raisons pour lesquelles les décisions politiques en terme d'éclairage sont d'autant plus difficiles à prendre.

En plus des sources de l'éclairage public, la présence de sources issues de l'éclairage privé vient ajouter de la lumière supplémentaire à la rue. Les panneaux publicitaires et les enseignes des commerces amènent un flux lumineux souvent supérieur à celui des lampadaires. Ils ont soit une faible portée, et dans ce cas augmentent le contraste, en ne diminuant pas les zones d'ombres mais en augmentant les zones de hautes lumières, soit leur portée est plus grande, et dans ce cas, en supprimant certaines zones d'ombre, elles participent à diminuer le contraste global à l'image.

Nous avons dorénavant évoqué la manière dont sont installées les sources, et comment l'angle d'incidence et leur nombre influent sur la gradation de la luminosité entre les zones sombres et claires de la rue. Mais nous n'avons pas mis en avant l'influence de la nature même de la source sur la qualité avec laquelle les détails colorés de la rue seront restitués, ni explicité le concept de contraste sujet.

## 2) Interactions lumière / matière

### a) *La luminance*

Un sujet, en terme photographique, est l'image d'un objet par la lumière qui l'éclaire. La luminance désigne la quantité de lumière perçue d'un sujet par une surface sensible (l'œil, la caméra, la pellicule). La luminance est donc la réponse quantitative de la combinaisons des propriétés qualitatives de l'objet<sup>25</sup> et de la source qui l'éclaire.

---

<sup>25</sup> Tout objet coloré est défini par son rapport à la lumière en terme d'absorption et de diffusion : « *l'absorption\* définit la teinte de fond et la diffusion\* par la surface donne le fini : mat, satiné, brillant.* » ZUPPIROLI Libero, BUSSAC Marie-Noëlle - *Traité des couleurs*, presses polytechniques et universitaires romandes, 2011, p.63

Elle s'exprime mathématiquement tel que :

$$Luminance\ sujet = \frac{\text{éclairement incident} \times \text{réflectance objet}}{\pi}$$

Si on considère la surface comme mate\*

$$Luminance\ sujet = \frac{\text{éclairement incident} \times \text{réflectance objet}}{1}$$

si la surface de l'objet est brillante (ex : miroir)

Dans les faits, la plupart des objets ne sont ni tout à fait mats, ni tout à fait brillants.

Dans notre cas, le premier intérêt de connaître cette propriété est de porter une attention particulière aux objets qui réfléchissent beaucoup la lumière, comme les vitrines, le sol mouillé... Et de vérifier que leur luminance ne dépasse pas ce que le capteur peut enregistrer.

#### b) *Le contraste sujet*

Le contraste, c'est l'écart de luminance entre la partie la plus sombre et la plus claire du sujet.

$$Cs = \frac{Lmax}{Lmin}$$

La profondeur de codage du capteur (le nombre de valeurs numériques sur lequel encode la caméra, en bits) définit son aptitude maximale à enregistrer l'écart de contraste sujet. Afin de déterminer comment l'on va poser notre sujet, et avec quels détails les zones sombres et les hautes lumières vont être rendues à l'image, il faut donc appréhender quel écart de contraste notre capteur est capable d'enregistrer.

Le nombre d'indices de lamination (ou "*exposure value*", 1Ev correspondant à un "diaphragme") ou diaphragmes pour lequel le capteur peut moduler s'appelle l'*étendue*



*utile*. C'est de cette étendue utile que dépend la finesse d'enregistrement de la gradation du sujet, l'évolution lumineuse entre la zone la plus sombre et la plus claire.

Le sujet offre une dynamique de valeurs que l'on ne peut modifier dans le cas d'un tournage sans ajout /retrait de sources lumineuse. Du choix de la caméra dépend l'enregistrement de cette dynamique.

### *c) L'influence de la nature de la lumière sur la couleur et la gradation du sujet*

Le contraste sujet est intimement lié à la nature colorée de la lumière. L'interaction de cette dernière avec les propriétés de l'objet va avoir une influence sur l'apparence lumineuse et colorée du sujet : une lumière à spectre de raie comme le sodium (orange) éclairant un objet bleu va donner un sujet dont l'apparence colorée sera neutre, car il n'y a pas de raies bleu dans le spectre du sodium. Les objets orangés apparaîtront de fait à la fois plus colorés et plus lumineux que les objets bleus à l'image.

Cela nous permet d'introduire d'Indice de Rendu des Couleurs (IRC), qui définit la capacité d'une source lumineuse à restituer les propriétés colorées d'un sujet. Il est compris entre 0 et 100, 100 étant la valeur maximale, correspondant à la lumière blanche « idéale », celle de la lumière du jour. Plus une source est dotée d'un spectre riche, où toutes les couleurs du visibles sont présentes dans les longueurs d'ondes d'émission de la source, plus l'IRC sera bon.

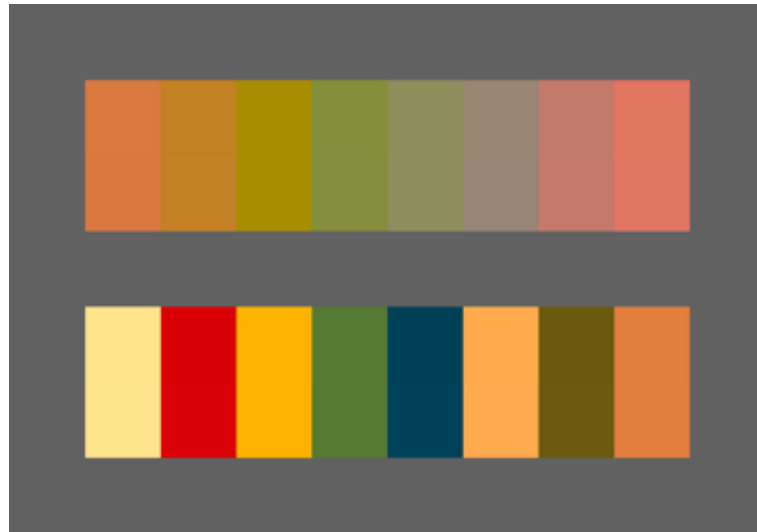
Pour mieux visualiser la différence entre une source au sodium et une source à très bon IRC, comme le tungstène, j'ai repris les mesures de ces sources précédemment obtenues en laboratoire par le CS2000 et les ai confrontées aux couleurs-tests, définies par la CIE en 1965<sup>26</sup>, via Matlab.

Huit carrés de couleurs principales (non pures et peu saturées, sur la première ligne) et huit secondaires (plus saturées, sur la seconde) sont juxtaposés verticalement

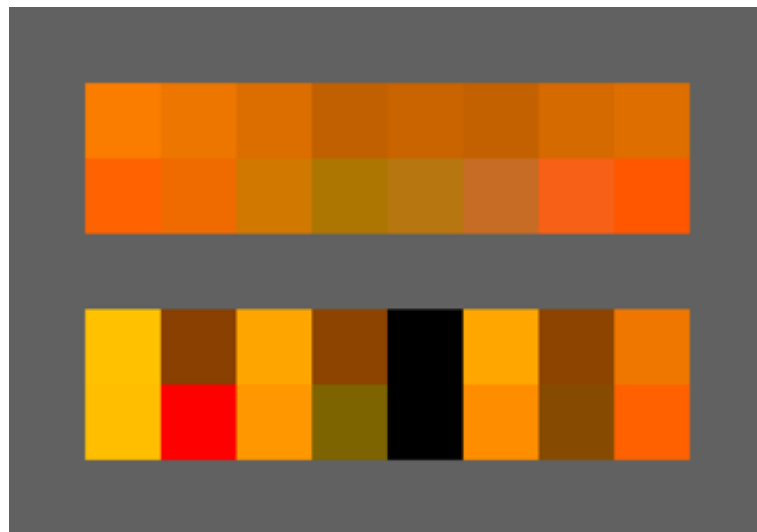
---

<sup>26</sup> « Méthode de mesure et de spécification des qualités de rendu des couleurs des sources de lumière. », Publication CIE 13.3, 3<sup>ème</sup> ed., Paris, 1995

avec une de leur métamère\*, dont la couleur est identique lorsqu'elle est éclairée par une source à bon IRC.



*Les couleurs-tests de la CIE sous un éclairage tungstène (IRC=99,59)*



*Les couleurs-tests de la CIE sous un éclairage au sodium*

On observe qu'en plus de ne pas restituer les couleurs, notamment la couleur bleue qui apparaît ici noire, le sodium appauvrit la gradation de l'image, la subtilité avec laquelle les différentes valeurs lumineuses vont être restituées : du très sombre (les bleus), du très clair (les orangés) et entre les deux, un camaïeu pratiquement uniforme de marron-orange sur les couleurs principales, là même où le tungstène restitue la

richesse des couleurs et leur gradation, tout en restituant les métamères de la même couleur (dans la partie haute et basse de chaque bande verticale).<sup>27</sup>

La pauvreté du spectre de la source influe donc directement sur l'équilibre et coloré et lumineux de l'image, en augmentant les différences de luminance entre des objets de nature colorée différentes.

Il en résulte un appauvrissement de la gradation entre les zones les plus sombres et celles les plus lumineuses. Le contraste global de l'image n'est pas modifié, mais les valeurs de luminance intermédiaires n'existent pas, ou peu.

Cette observation marque les influences réciproques de la chromaticité sur la luminance : pour deux objets étant constitués du même matériau mais ayant une couleur différente (par exemple deux balles en caoutchouc, une bleue, une rouge), leur luminance pourra être très différente face à une même source, surtout si celle-ci est composée de raies ; le raisonnement inverse pour un objet éclairé par des sources lumineuses de nature différente.

Pour revenir pragmatiquement à l'éclairage des rues la nuit, nous pouvons observer dans certaines rues des sources au mercure installées comme éclairage secondaire, sur le même lampadaire que la source sodium qui éclaire la chaussée, mais plus bas, qui cible précisément les trottoirs. Les sources au sodium permettent pourtant d'éclairer à la fois la chaussée et le trottoir dans bien des cas. Qu'est-ce qui motive alors à ajouter une source au mercure ?

---

<sup>27</sup> Pour visualiser l'ensemble des sources étudiées en début de partie II mises face à ce test, se référer à l'*Annexe n°4*



*Un lampadaire pourvu d'une source au sodium et d'une source au mercure à Paris  
(photographie personnelle<sup>28</sup>, à 4200K - 1/8s - f/1.4 - iso 400)*

Notre analyse des spectres de ces deux sources nous permet d'expliquer cela : comme nous l'avons vu, le spectre du mercure est un peu plus riche que celui du sodium, son Indice de Rendu des Couleurs est meilleur. Le confort visuel en est donc amélioré.

A l'inverse, son rendement lumineux est moins bon pour une même puissance délivrée sur une même surface, du fait d'une plus grande richesse de spectre qui distribue l'énergie lumineuse sur plusieurs pics, contrairement au sodium, monochromatique. Il faut donc rapprocher la source du sol pour obtenir un même éclairage.

Le but est donc, à éclairage équivalent, d'améliorer le confort visuel du piéton, là où le sodium suffit à éclairer la chaussée pour les voitures, par ailleurs dotées de phares à bon IRC.

### 3) Le contraste coloré

Dans la première partie du mémoire, nous avons mis en valeur la manière dont le traitement des couleurs contribue à la dramaturgie tout en témoignant d'une

---

<sup>28</sup> Toutes les photographies personnelles sont prises avec le Fujifilm X-T1 et l'objectif Voigtlander 40mm f/1.4 en RAW puis traitées sur Lightroom

orientation esthétique. Dans les extraits étudiés, les oppositions colorées étaient particulièrement efficaces dans la construction de l'image par la couleur, et dans l'identification des personnages à celles-ci, en aplats, comme dans *Only Lovers Left Alive*, ou par touches comme dans *Collateral*.

Comment expliquer le recours à ces oppositions colorées pour donner une richesse à l'image ? Justifier ce qui tient du sensible est ardu, tout comme du « goût ». Mais il est possible de questionner comment le système visuel réagit aux stimulations lumineuses et colorées, et d'en établir un certain nombre de points auxquels il est intéressant de prêter attention lors de la composition d'un plan et d'une séquence de film.

*a) Le fonctionnement du système visuel par antagonisme*

Il est possible de d'expliciter ce que sont des couleurs antagonistes, par le prisme du mécanisme de la vision, et montrer en quoi elles stimulent la réponse du cerveau, en comparaison avec un sujet monochrome.

- La différenciation des couleurs au niveau des cônes et des cellules ganglionnaires

Le fond de la rétine de l'œil est tapissé de cônes et de bâtonnets. Chaque type de cônes (S, M et L)<sup>29</sup> réagit positivement à une stimulation colorée : les cônes S réagissent positivement au bleu, les cônes M et L sont eux sensibles aux longueurs d'ondes moyennes et grandes, dans des domaines très proches.

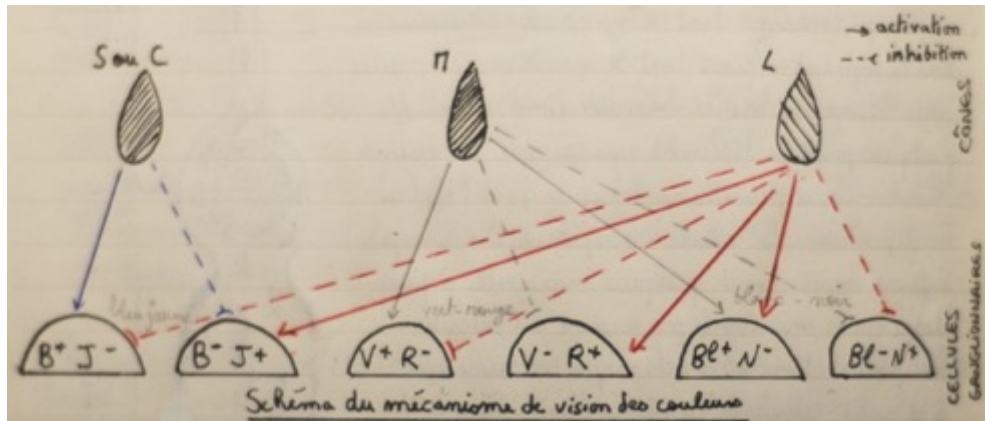
C'est une molécule – le rétinol – contenue par une protéine – l'opsine – située sur le segment extérieur du cône, qui réagit à la stimulation lumineuse en déclenchant une cascade de réactions biochimiques puis électrochimiques (électrique pour le photosite du capteur) qui vont se diriger vers les cellules ganglionnaires.

---

<sup>29</sup> S : sensible aux faibles longueurs d'ondes (bleu), M : sensible aux longueurs d'ondes moyennes (verts), L : sensible aux grandes longueurs d'ondes

Les cellules ganglionnaires existent sous six formes appariées :

- le couple bleu jaune (B+/J-) et (B-/J+)
- le couple vert rouge (V+/R-) et (V-/R+)
- le couple achromatique blanc noir (B+/N-) et (B-/N+) qui joue la fonction d'amélioration du contraste spatial en vue d'une meilleure résolution de l'image<sup>30</sup>



Schématisation de l'action des cônes sur la réponse des cellules ganglionnaires qui envoient les signaux nerveux au cerveau

Localement, les cônes L jouent un rôle d'inhibiteurs ou d'activateurs des cellules ganglionnaires liées aux autres cônes : la présence de rouge sur le sujet active les cellules ganglionnaires liées au rouge (V-/R+) et au jaune (B-/J+) tandis qu'elles inhibent les cellules liées au vert (V+/R-) et au bleu (B+/J-). Les cellules ganglionnaires envoient ensuite des signaux au cerveau, dont la fréquence d'impulsion dépend de la couleur en présence : dans l'obscurité, la cellule ganglionnaire associée au cône émet des impulsions avec une fréquence de l'ordre de 10 Hz, avec du rouge la fréquence passe à 30 Hz alors qu'avec du vert, les impulsions cessent pratiquement.

Il apparaît ici l'idée que, pour l'œil, le vert est la « réaction à la négative » du rouge, et le jaune du bleu. Nous ne parlons pour l'instant que de la réaction du couple cône-

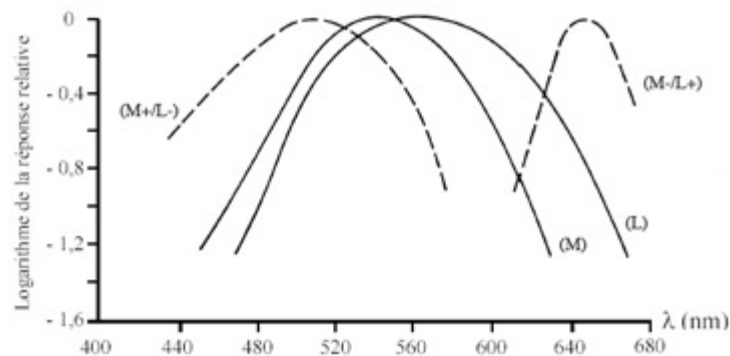
<sup>30</sup> ZUPPIROLI Libero, BUSSAC Marie-Noëlle - *Traité des couleurs*, presses polytechniques et universitaires romandes, 2011, p.194-195

cellule ganglionnaire à la présence d'une seule couleur. Allons voir ce qui se passe au niveau du cerveau.

- L'amplification de l'antagonisme coloré au niveau des cellules à opposition spectrale

Le signal passe ensuite dans le cortex visuel primaire du cerveau (lieu d'une première interprétation de l'image en terme de forme, orientation, mouvement, couleur). Celui-ci est constitué notamment des îlots chromatiques qui permettent l'augmentation des contrastes colorés grâce à leur cellule à double opposition : au centre est mesuré l'antagonisme vert-rouge (cônes M+/L-) tandis que la périphérie mesure l'antagonisme rouge-vert (L+/M-).

Une telle cellule ne produit donc aucun signal face à une tâche uniforme mais une cerise sur fond vert provoquera un signal fort, ainsi que le sujet entier éclairé par une lumière rouge car la cellule continuera à enregistrer davantage de rouge au centre.<sup>31</sup>



(Figure n°1) Les domaines de sensibilité des cellules à opposition spectrale sont bien plus différenciés que ceux des cônes, ce qui permet une nette séparation du vert et du rouge.

<sup>31</sup> ZUPPIROLI Libero, BUSSAC Marie-Noëlle (Cf. supra)

- Une expérience sur le contraste coloré

Une des expériences menées par Michel-Eugène Chevreul, qui a donné lieu à la formulation de la *Loi du contraste simultané des couleurs* (publiée en 1839)<sup>32</sup>, met en évidence la modification d'une couleur par la présence d'une autre. Pour cela, il dispose une bande grise sur un fond coloré. La bande prend une teinte qui correspond à la couleur antagoniste du fond coloré (ex : sur un fond rouge, le gris paraît verdâtre)<sup>33</sup>.

Cette expérience met en évidence un mécanisme visuel de recherche d'un contraste coloré, qui dépasse le renforcement des contrastes par les cellules à double opposition en présence de deux couleurs antagonistes.

A l'issue de ces expériences et de l'explication du fonctionnement de la vision en couleurs, on peut donc définir l'antagonisme coloré comme le renforcement du contraste coloré par la coprésence du rouge et du vert, du jaune et du bleu. Cela nous met sur la piste des choix de couleurs à opérer lorsque l'on construit une image par les lumières en présence pour stimuler la vision.

Poursuivons dans ce sens : n'y a-t-il pas d'autres mécanismes liées aux oppositions colorées, par lesquelles le contraste coloré à l'image est renforcé, au delà de cette simple stimulation visuelle ?

#### *b) La complémentarité des couleurs*

Lorsque l'on parle de deux couleurs complémentaires lumière, ce sont deux couleurs qui, en associant, sont à même de donner du blanc. C'est le cas du cyan et du rouge, du magenta et du vert, du jaune et du bleu. Mais ce n'est pas le cas du rouge et du vert, couleurs antagonistes mais non complémentaires.

---

<sup>32</sup> Michel-Eugène Chevreul, *De la loi du contraste simultané des couleurs et de l'assortiment des objets colorés, considérés d'après cette loi dans ses rapports avec la peinture, les tapisseries...*, Pitois-Levrault, 1839, 735 p.

<sup>33</sup> ZUPPIROLI Libero, BUSSAC Marie-Noëlle (Cf. supra) p.212



Par abus, il arrive de parler de couleurs complémentaires en peinture pour des teintes qui s'opposent, comme le bleu et l'orange. Dans ce mémoire, afin d'éviter toute confusion, nous parlons d'oppositions colorées.

Lors de la mise en place de son expérience sur le contraste simultané des couleurs, Chevreul a remarqué que la largeur des zones colorées rentrait en compte dans la perception des couleurs.

En plaçant deux couleurs complémentaires l'une à côté de l'autre, la première couleur ajoute sa complémentaire à l'autre couleur, et inversement, à condition que les plages soient suffisamment larges. En revanche « *si [les bandes] sont très étroites, l'écart entre les deux tonalités tend à se réduire au lieu de d'accentuer, et il se produit alors un phénomène d'assimilation* ». <sup>34</sup>

Il en résulte une conséquence importante pour la construction d'oppositions colorées à l'image : les couleurs apparaissent d'autant plus vives en présence de leur complémentaire, et se renforcent, ce qui appuie les observations liées au fonctionnement de l'œil, mais cela dépend de la surface qu'elles occupent. Trop petites, les zones colorées tendent à se fondre les unes dans les autres. Ce mécanisme visuel est utilisé à la fin du XIXe siècle par les divisionnistes comme Georges Seurat, qui se basent sur l'étude de Chevreul et tentent, par la juxtaposition de points de couleur pures, de créer la synthèse colorée à l'intérieur de l'œil et non pas directement sur la toile. Plus récemment, c'est ce même mécanisme qui fut utilisé pour la télévision en couleur, avec les tubes cathodiques émettant séparément du rouge, du vert et du bleu, qui se mélangeaient ensuite dans l'œil.

Nous pouvons conclure de ces observations que la co-présence de couleurs antagonistes augmente fortement l'activité du système visuel. Celui-ci recherche le contraste coloré et lumineux dans le mécanisme de formation de l'image, et est d'autant plus discriminatoire face à une image polychromatique qu'une image monochrome.

---

<sup>34</sup> ROQUE Georges, *Art et Science de la couleur, Chevreul et les peintres, de Delacroix à l'abstraction*, Paris, Éditions Gallimard, 2009 p.107

Ainsi, dans un film, si le directeur de la photographie veut jouer des sensations colorées dans une séquence, il aura tout intérêt à placer plusieurs couleurs opposées au sein d'un même plan ou, dans le cas d'image monochromatiques, de jouer des contrastes entre des plans montés rapidement (on parle alors de contraste séquentiel), sans quoi la sensation colorée perçue au début du plan ne perdurera pas au long de la séquence.

Ces concepts de contraste simultané et de contraste séquentiel, liés à la fois à la composition du plan au tournage et à une pensée du montage, se révèlent cruciaux dans la construction d'une dynamique de la couleur au sein d'un film. En avoir conscience permet une plus grande maîtrise de l'effet produit par le jeu des couleurs sur les sensations visuelles du spectateur.

### *c) Les différences de contrastes colorés entre quartiers*

Appliquons maintenant notre étude du contraste coloré à l'éclairage de différents types de quartiers d'une ville, qui se distinguent par leur activité nocturne (ou son absence) et les choix d'éclairage par les municipalités qui en découlent, pouvant être très différents.

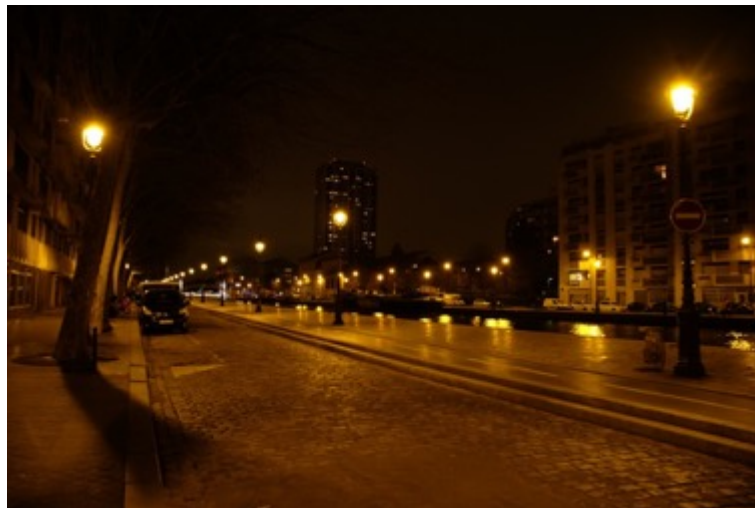
#### - Les quartiers résidentiels

Dans les quartiers résidentiels, la primauté des sources de l'éclairage public sur l'éclairage privé (souvent réduit aux lumières venant des habitations) entraîne une image à l'éclairage uniforme, quasi monochrome, de dominante orangée si l'éclairage public est au sodium, blanc à verdâtre dans les autres cas.

En tissant le lien avec ce que nous venons de voir sur le contraste simultané des couleurs et notre propre expérience en tant qu'utilisateur de la rue, il apparaît que l'on arrête vite de percevoir la dominante orangée du sodium, si aucune autre source de

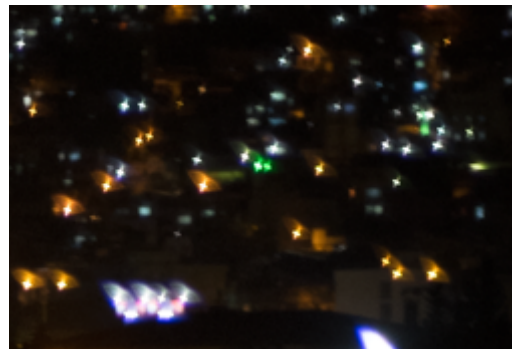
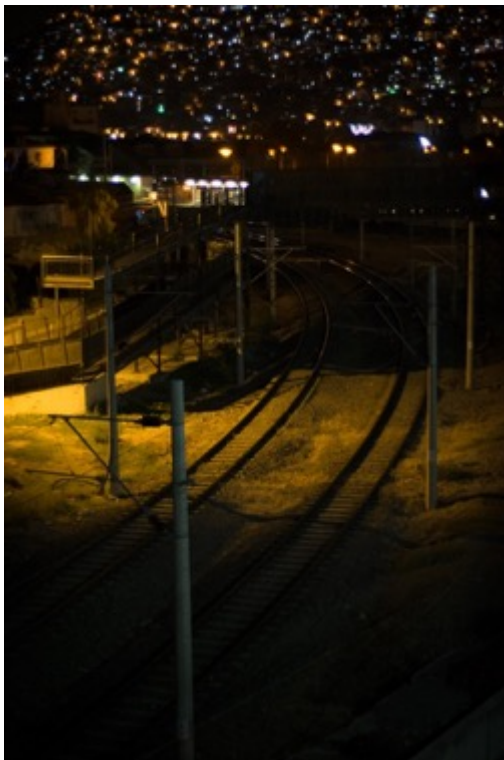
nature différente vient en rappeler la différence de teinte à l'œil. De fait, le potentiel cinématographique de ces lieux est cantonné à une esthétique particulière, de forts contrastes lumineux et de faibles contrastes colorés, de par l'incapacité du sodium à reproduire les différentes couleurs des objets qu'il éclaire.

Elle peut convenir à certains films, mais ne permet pas de grandes marges de manœuvre pour jouer, par le biais des réglages caméra, de l'esthétique du lieu. Elle se révèle en revanche intéressante si elle est utilisée ponctuellement au sein d'une séquence qui présente d'autres dominantes colorées, en jouant du contraste séquentiel provoqué au montage par l'introduction, dans un plan juxtaposé, de teintes colorées opposées, les mettant alors mieux en valeur qu'un plan d'avance riche en couleurs.



*Les bords du canal d'Ourcq à Paris (photographie personnelle, à 4500K - 1/8s - f/1.4 - iso 800)*  
*La photographie est riche des reflets spéculaires du sodium dans l'eau, du halo des sources en présence, de la diffusion atmosphérique qui éclaircit le ciel nocturne et de l'architecture du quartier. Ces éléments participent à une augmentation du contraste lumineux et de la gradation de l'image, malgré l'absence de contraste coloré.*

Plus rarement dans les quartiers résidentiels, on trouve des rues à l'éclairage pluriel, composé d'un éclairage principal et d'un éclairage secondaire. A Paris, des lampadaires à doubles sources sont assez souvent présents, le mercure (blanc tirant sur le vert) éclairant les trottoirs, et le sodium éclairant la chaussée, nous l'avons étudié précédemment. Le contraste vert/orange n'est pas le plus heureux si l'on recherche une ambiance « chaleureuse » – cette observation, subjective, peut différer d'une personne à l'autre –, mais l'effet d'uniformité colorée n'est en tout cas pas présente. Plus intéressant, le remplacement de certaines sources par des LEDs blanches tirant vers le bleu amène un contraste orange/bleu avec le sodium, qui amène une sensation colorée réellement différente, plus agréable.



*Au loin, le quartier de Kadifekale à Izmir (à 4400K - 1/60s - f/1.4 - iso 800)  
Au premier plan, un éclairage au sodium qui tend vers le vert. En arrière plan (détail), un  
exemple de mélange de sources chaudes (orange) et froides (bleu, vert, blanc).*

- Les quartiers animés

Dans ces quartiers, marqués par la présence de commerces ouverts la nuit, de bars, lieux festifs, voire monuments illuminés, la multiplicité des sources colorées redéfinit complètement l'atmosphère colorée de la rue. Ils viennent enrichir l'espace de teintes diverses, allant des tubes fluorescents froids contrastant avec la couleur chaude du sodium, à des couleurs pures rouge, vertes, violettes etc... Dans ce cas, on peut jouer de la variété de ces sources, comme dans *Tangerine*, pour créer un "cocktail" coloré, ou bien accentuer certains contrastes entre couleurs, pour affirmer des oppositions ou associations narratives (un personnage contre l'autre, un personnage extérieur à son milieu, deux personnages qui sont deux entités d'une même personne...), jouer sur des aplats comme dans *Only Lovers Left Alive*, où la couleur cyan est associé au personnage d'Eva (Tilda Swinton) etc... Les possibilités de travail sur l'esthétique de l'image et sur le potentiel narratif des lumières sont favorisées par ce types d'espaces.



Le quartier d'Uçyol à Izmir

*(photographie personnelle, à 3900K - 1/100s - f/1.4 - iso 800)*

*L'éclairage public et celui des commerces de nuit s'équilibrent, la partie gauche du trottoir et la rue sont éclairés par le sodium, la partie droite du trottoir par les enseignes lumineuses et les ampoules qui ajoutent leur coloration et leur luminosité à l'image.*



*Lost In Translation (Sophia Coppola, 2003)*

*Dans ce plan, l'éclairage public – les lampadaires à lumière verte – sont complètement noyés par l'éclairage des enseignes lumineuses. Leur influence sur le contraste coloré ou lumineux de l'image est absente.*

On remarque à travers les exemples photographiques une nette distinction, autant en terme de contraste lumineux que coloré, entre les quartiers résidentiels et ceux animés la nuit.

Dans les premiers, les contrastes lumineux sont plutôt forts et la présence des sources marquée et identifiable, mais les couleurs assez pauvres (image monochromatique ou avec des couleurs plutôt pâles) ; dans le second cas, de part la multiplicité des sources, le contraste lumineux est moins fort entre les zones les plus sombres et les plus claires, et l'effet de chacune est plus diffus. En revanche les couleurs se renforcent les unes les autres, dynamisant l'image.

L'expérimentation photographique va nous permettre de faire un premier pas vers la compréhension de l'interaction entre les lumières de la ville et l'appareil d'enregistrement, et d'appréhender comment il est possible de tirer parti de ces contrastes colorés en présence, par le biais des réglages de la caméra.

## C) EXPLORATION DE LA VILLE PAR LA PHOTOGRAPHIE

Afin d'appréhender les enjeux techniques liés à la gestion de ce contraste particulier en ville la nuit, je suis sortie plusieurs soirs à la recherche de lieux particuliers, de curiosités lumineuses, de contrastes colorés particuliers... De cette expérience, j'ai fait face à plusieurs problèmes : le choix de l'exposition sur un plan large, là où les contrastes lumineux sont maximaux, à savoir comment (ex)poser les lumières dans le champ et mon sujet (humain) ; et le choix de la balance des blancs, qui influe sur les contrastes colorés entre les sources en présence.

### 1) Le choix d'exposition

Premièrement, la question s'est posée de savoir comment exposer mon image. Prenons un cas extrême, où il faudrait à la fois avoir la source et le personnage bien exposé, sans ajout de lumière : face à une enseigne lumineuse et des personnes dans le champ, assez éloignés de la source, (comment) puis-je enregistrer les toutes les informations de l'image, du plus clair du point chaud de la source au plus sombre du coin non éclairé du mur ? Quel écart de luminance mon appareil photographique va-t-il être capable d'enregistrer ?

Au moment de la prise de vue, je ne connais pas l'étendue utile\* de mon capteur, et je ne sais pas ce qu'il va enregistrer de l'écart de contraste qui me fait face. J'expose par rapport à la cellule intégrée à l'appareil photographique, et vérifie sur mon écran l'image que j'obtiens.

Cette démarche, satisfaisante dans des conditions de prise de vue normales (contraste inférieur, éclairage par des sources à spectres larges) ne peut l'être ici :

- d'une part, sur l'écran (qui affiche du Rec709), l'espace colorimétrique et l'étendue utile du RAW sont réduites, l'image est traitée, donc interprétée par le processeur embarqué de l'appareil et ne restitue par conséquent pas les caractéristiques du RAW que j'enregistre.

- d'autre part, la cellule embarquée ne peut être fiable, dans le sens où elle me donne une exposition correcte pour un gris neutre éclairé par cette source, dont elle ne prend en compte que les caractéristiques lumineuses quantitatives, et non pas l'influence de la couleur sur l'objet qu'elle éclaire (à éclairage égal, une source bleue donnera une luminance sujet bien moindre qu'une source blanche, pourtant ma cellule m'indiquera d'exposer de la même manière). C'est donc d'un spotmètre dont j'ai besoin pour mesurer les différentes luminances du sujet, et choisir où je vais poser par rapport à la référence de gris neutre (à 18%).

Avoir une source lumineuse bien exposée, de laquelle on distinguerait l'ampoule ou le tube, n'est pas au centre de l'intérêt lorsque l'on tourne un plan (sauf dans le cas où l'on filme spécifiquement la source, comme c'est le cas parfois pour les enseignes lumineuses). Ce sont les sources secondaires qu'elles créent sur les murs, via les reflets qui structurent l'image, et surtout l'éclairage du personnage dans le champ qui m'importe, dans l'idée de restituer l'ambiance d'un lieu. En cela, je serai tentée de surexposer les sources lumineuses de façon à obtenir une exposition correcte du sujet, quitte à perdre les informations des hautes lumières.

Cependant, les "irisations" lumineuses liées à la surexposition de ces dernières ainsi que les distorsions colorées liées à la saturation du capteur peuvent poser problème en créant des aberrations non souhaitées. A l'opposé, certaines informations dans les zones d'ombres (la texture du sol, celle des murs) peuvent m'intéresser, dans l'idée de rendre au mieux la nature du lieu.

D'où la nécessité de trouver la juste exposition, par rapport aux possibilités qu'offrent mon capteur et le format d'enregistrement des données numériques.

Dans ce sens, le développement de l'HDR (*High Dynamic Range*, soit grande étendue utile en français) semble très prometteur pour ce genre de prise de vue nécessitant une capacité du capteur à enregistrer de grands écarts lumineux.



Avant cela, mes premières observations m'amènent à me questionner sur l'étendue utile et l'aptitude au contraste du capteur de mon appareil, et à la nécessité de déterminer sa courbe de réponse pour en connaître les caractéristiques.

## 2) La balance des blancs en question

La balance des blancs consiste à obtenir d'un objet colorimétriquement neutre (un blanc, un gris, un noir) une image neutre. C'est ce que l'œil fait naturellement par adaptation, par exemple lorsque l'on passe d'une pièce éclairée par une ampoule tungstène, au salon où la télévision est allumée. Au moment du passage d'une pièce à l'autre, la dominante colorée nous apparaît très nettement, mais elle disparaît rapidement par la neutralisation à laquelle l'œil procède, sans que nous en soyons forcément conscients.

Du point de vue de l'image, il s'agit d'équilibrer les valeurs des canaux rouge, vert et bleu issues du capteur pour la température de couleur de la source en présence : le traitement consiste à augmenter le gain des canaux R et B au niveau du vert (qui porte la majorité des infos de luminance, R et B ne portant pratiquement que leurs infos de chrominance) afin d'obtenir une quantité égale de rouge, de bleu et de vert qui, par synthèse, donneront un neutre.

Ce traitement est opéré directement par la caméra lorsque l'on en tourne pas en RAW, et les valeurs numériques enregistrées sont encodées selon la balance des blancs choisie. Elle peut être modifiée en post-production, mais générera forcément une dégradation de la qualité de l'image, puisqu'on ajoutera un traitement à une image déjà traitée.

En revanche, en RAW, l'information lumineuse est enregistrée sans balance des blancs, telle que le capteur l'a reçue au travers de la mosaïque de Bayer qui, par des filtres rouge, vert et bleu placés devant les photosites, sépare la lumière en trois ou

quatre<sup>35</sup> canaux distincts. L'application de la balance des blancs à l'image RAW peut alors être faite via un logiciel qui intègre ce traitement, ou bien manuellement, en connaissant les coefficients de gain à appliquer aux différents canaux.

L'opération manuelle est la seule qui permet de s'assurer qu'aucun traitement annexe ne sera fait en même temps que la balance, et reste le meilleur moyen de s'assurer de l'intégrité de l'image tout au long des traitements qui suivent l'enregistrement.

#### *a) L'influence de la nature des sources sur le choix de la balance des blancs*

Dans la majorité des contextes (en studio, en plein jour), le choix de balance des blancs est évident : les sources majoritaires en présence sont bien identifiées (le tungstène ou les HMI en studio, le soleil en plein jour), leur spectre est continu, la référence de blanc est clair. L'œil assimilera comme blanc tout objet apparaissant neutre sous cette lumière, et évaluera la couleur des objets et des sources secondaires par leur écart à cette référence.

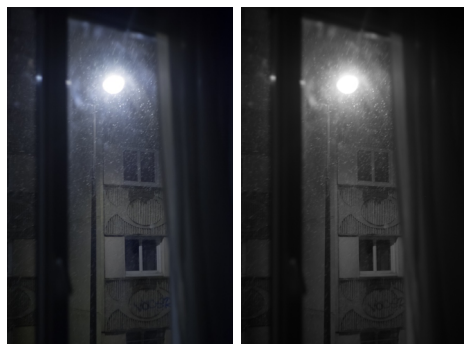
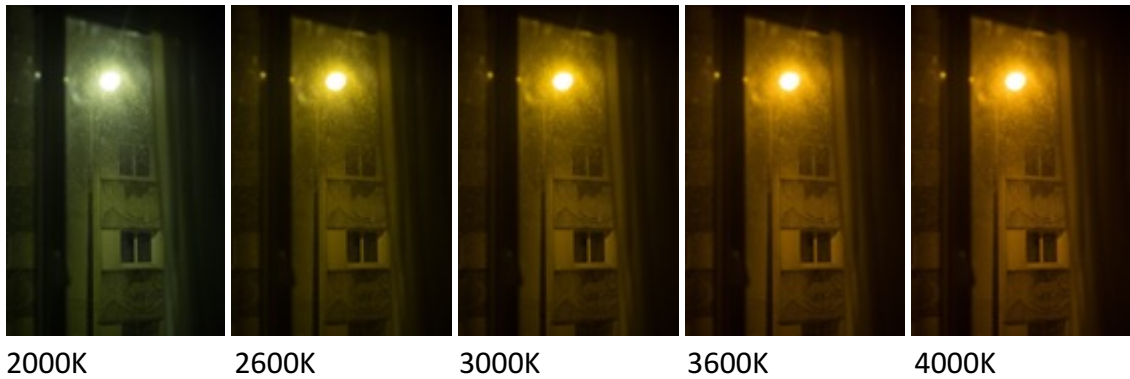
Ce n'est pas le cas en ville la nuit : les sources sont multiples, leur spectre est souvent composé de raies (LEDs, tubes fluorescents, sodium, mercure), et il n'y a pas forcément de blanc qui fait référence. Aucune de ces sources ne rend une image neutre d'un objet neutre, de par l'absence d'une source ayant un bon IRC, contingent à la synthèse d'un blanc<sup>36</sup>. Il en résulte une difficulté à déterminer quelle balance des blancs choisir.

Pour illustrer mon propos, j'en suis revenue au sodium, et ai appliqué différentes balances des blancs à une même image.

---

<sup>35</sup> Il arrive que les filtres verts soient de deux types, comme c'est le cas pour l'Alexa, augmentant sensiblement la sensibilité spectrale\* du capteur

<sup>36</sup> Quelques LEDs sont aujourd'hui capables de restituer un blanc avec une qualité presque égale à une source à spectre continu, en ayant un IRC supérieur à 90, mais elles restent rares et ne sont pas utilisées pour l'éclairage public.



à gauche : balance des blancs faite avec la pipette sur le halo orange (2100K) et correction de couleur automatique (+24 magenta) : un quasi-monochrome noir et blanc.

A droite : bascule de l'image en noir et blanc

Il semble évident que pour restituer une ambiance fidèle à celle de la rue éclairée par le sodium, il ne s'agit pas de neutraliser la dominante colorée du sodium, comme c'est le cas en studio face à la source de référence d'éclairage, ou en plein soleil, au risque d'obtenir ici une image assimilable à un film en noir et blanc, de part l'impossible restitution des couleurs du sujet par le sodium.

Il n'est pas pour autant simple de choisir quelle est, parmi les différentes balances entre 3000K et 4000K, celle qui sera la plus proche de notre vision colorée du sodium.

Dans le cas de deux sources dont les températures de couleur s'opposent (une est plutôt « chaude », l'autre « froide »), on va donc essayer de s'éloigner le plus possible de la balance qui neutralisera chacune des sources en présence en trouvant une forme d'équilibre entre celles-ci, afin de restituer au maximum la chromaticité de chacune, et d'obtenir un contraste coloré optimal.

*b) Différentes balances des blancs appliquées à un même sujet éclairé par des sources variées*

J'ai effectué des prises de vues en RAW<sup>37</sup> de lieux qui présentaient des sources diverses qui me semblaient apporter une richesse de contrastes colorés et lumineux à l'image, et ai appliqué différentes balances des blancs au moyen du logiciel de développement Lightroom, en essayant de retrouver la balance correspondant à l'ambiance que je me faisais a posteriori de la scène. Dans un second temps, j'ai procédé à un double enregistrement en RAW+JPEG, en sélectionnant manuellement la balance des blancs et la correction colorimétrique appliqué à l'image sur place, afin de faire correspondre mon image JPEG "témoin" avec ma sensation visuelle, et d'avoir plus un repère plus objectif (bien que déjà interprété) lors du traitement.

- Exemple 1 :



Devant l'usine PSA à Saint-Ouen, rue Farcot  
à 3200K, 4000K, 5600K

Dans cette image, il n'y a pas de référence de blanc. Visuellement, la lumière de l'éclairage public est plutôt de teinte orange tandis qu'à l'intérieur de l'usine elle est plutôt bleue, tirant sur le vert.

On remarque que lorsque la balance des blancs est faite à 3200K, l'orangé du sodium est réduit, au profit d'une teinte plus verte. La rue apparaît très terne (et non

---

<sup>37</sup> La balance des blancs choisie à la prise de vue n'est pas enregistrée dans l'image même mais dans les métadatas, les valeurs numériques exprimant seulement la quantité de lumière reçue par chaque photosite (vérification opérée sur Matlab au moyen d'images-test en RAW pour lesquelles j'ai sélectionné une balance des blancs différente sur l'appareil)

pas sombre, car la luminance ne change pas, c'est la vivacité de la couleur qui est modifiée). A 5600K, ce dernier est bien présent, mais c'est le bleuté de la lumière à l'intérieur de l'usine qui est modifié, entre vert et orange. Autour de 4000K, un équilibre se crée entre ces deux teintes. C'est, à mon sens, autour de cette valeur que se situe l'équilibre coloré de mon sujet, là où le jeu avec l'opposition orange/bleu-vert est le plus intéressant.

En théorie, sans traitement annexe, à 3200K, on « ajoute » du bleu dans l'image, en appliquant un gain à toutes les valeurs issues du canal bleu du capteur, et baisse le gain du canal rouge. A 5600K, c'est l'inverse, on augmente la valeur numérique de toutes les valeurs issues de la matrice rouge. Dans le cas de sources à spectre pauvre, par exemple avec le sodium, baisser le gain du canal rouge (et augmenter celui du canal bleu) entraîne la désaturation colorée de toute la zone éclairée par le sodium, puisque l'information colorée est principalement enregistrée dans ce canal et dans celui du vert, et très peu dans celui du bleu.

Cela se traduit bien ici dans l'image par la diminution de la chromaticité de la zone du trottoir lors de l'abaissement de la valeur de balance des blancs choisie.

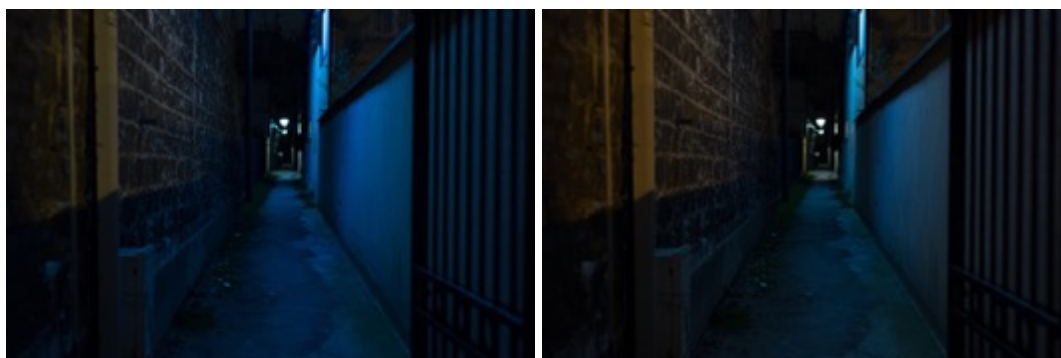
Il est utile de noter qu'à l'œil, l'intérieur de l'usine ne paraissait pas du tout vert, mais d'un bleu tendant vers le blanc, ce qui n'est pas la couleur que je visualise dans Lightroom. Est-ce une résultante de l'adaptation chromatique de l'œil face à cette source ?

Afin d'essayer de retrouver ma sensation visuelle lors de la prise de vue, j'ai procédé à la désaturation partielle du vert de toute l'image (l'effet est visible localement, en haut à droite de l'image). En désaturant de 64%, j'ai retrouvé une image qui me semble fidèle à mon souvenir.



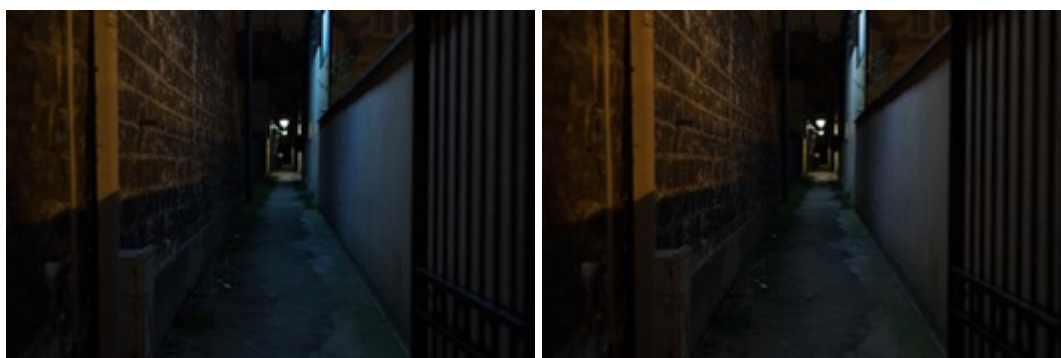
*à 4000K, le vert désaturé de 64%, je retrouve les valeurs de teinte et de luminance que j'ai en mémoire du lieu photographié*

- Exemple 2 :



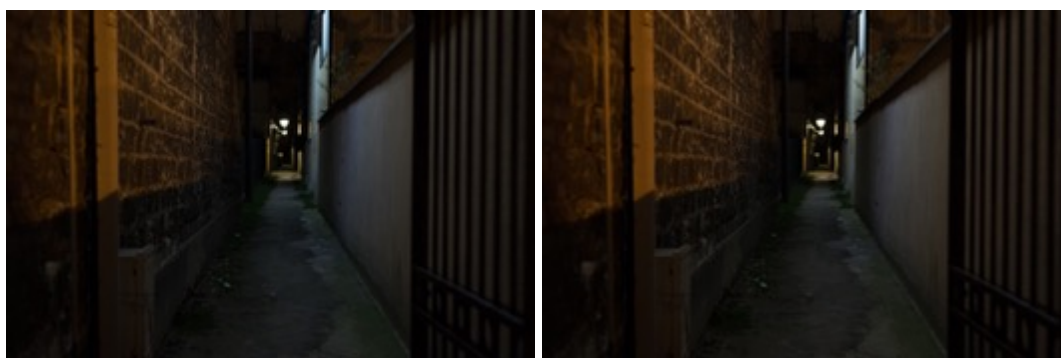
à 2600K

3200K



à 4000K

4500K



à 5000K

5600K

C'est à Saint-Ouen que j'ai remarqué une mise en place d'éclairages un peu particulière : alors que les grandes artères et la grande majorité de la ville sont éclairées au sodium, dans quelques petites ruelles résidentielles (plutôt dans les parties "bourgeoises" de la ville, aux vieilles maisons individuelles ouvrières rénovées en pavillons), des sources à base de LEDs très blanches, tirant sur le bleu ont été installées. Je ne peux m'empêcher de penser que ces ruelles, étroites et dissimulées, ont été éclairées ainsi pour dissuader les trafics et réduire l'effet "coupe-gorge".

Cependant, ce mélange de LED et de sodium offre des opportunités en terme de création qu'une rue éclairée de façon uniforme ne rend pas possible. Le sodium, seul, est compliqué à apprivoiser à l'image : si on choisit d'équilibrer l'image selon la température de cette source, l'image devient achrome, de par la pauvreté de son spectre, comme nous venons de le voir. Il en est de même pour la LED blanche : aplat blanc, froid, sans relief. En revanche, lorsque l'un et l'autre sont en présence à l'image, il est possible de prendre ou la LED ou le sodium comme référence de blanc (le monochrome désaturé du sodium ne posera pas forcément problème), ou bien de trouver un équilibre entre les deux.

Tandis que la balance autour du blanc de la LED (5000-5600K) donne un aspect chaud au sodium et crée une image qui rappelle le sépia des vieilles photographies ou les ambiances de film sociaux anglais dont l'action se passe dans les régions minières, autour de 4000-4500K, la balance des blancs n'est faite ni pour le sodium (en dessous de 3000K) ni pour la LED (ici au delà de 5000K). De fait, aucune des deux sources n'est considérée par l'appareil comme référent de blanc, chacune est teintée, le sodium plutôt orangé, la LED tendant vers le bleu. Cette opposition colorée constitue une image riche chromatiquement. La rue n'est plus simplement éclairée, elle est habillée de couleurs, qui en font ressortir les caractéristiques : les briques en jaune-orangé du sodium, le mur et le sol, leurs aspérités, dans un camaïeu de bleu. D'un espace de passage quotidien ressort une ambiance particulière, comme si, à travers l'éclairage urbain, il était également possible de peindre la ville.

C'est d'autant plus le cas avec la balance des blancs posée à 2600-3000K. Elle crée ici une atmosphère électrique, irréaliste. Le bleu électrique de la LED se pose comme étranger à un éclairage « normal », dont nous aurions un référent naturel, et qui se caractériserait par une source à incandescence comme le tungstène, la lumière du soleil, ou la flamme d'une bougie, d'un feu. Ne pouvant pas être assimilée à aucune d'entre elle, la scène paraît déconnectée du réel, de l'ordre du surnaturel, du fantastique.



Conclusion :

Je remarque dans chacune des propositions ci-dessus que mon choix s'oriente généralement vers une balance des blancs se situant entre 4000-4500K. J'y trouve un antagonisme coloré qui équilibre bien l'image, et correspond à ce que mon œil percevait lors de la prise de vue. Ce qui n'empêche pas d'explorer ce qu'offrent les choix de balance des blancs plus extrêmes, avivant les couleurs de l'image.

Lors de cette expérience, j'ai également fait face à une différence de restitution des contrastes colorés entre le système visuel et le capteur, qui n'analysent pas le spectre de la même façon.

De ces explorations nocturnes ressort donc la nécessité de connaître les caractéristiques de mon capteur, ce que nous allons explorer dans la troisième partie de ce mémoire.

## PARTIE III

UNE MÉTHODE POUR DÉPLACER LA QUESTION DE LA  
COMPOSITION DE LA LUMIÈRE DU COTÉ DES RÉGLAGES CAMÉRA

## A) RECHERCHE EXPÉRIMENTALE EN LABORATOIRE SUR UN PANEL REPRÉSENTATIF DE CAMÉRAS UTILISÉES EN TOURNAGE CINÉMA

### 1) Le choix des caméras à tester

Dans l'idée de tourner en dispositif léger sans ajout d'éclairage en ville la nuit, comme c'est de plus en plus le cas pour des productions à petits et moyens budget (en témoignent *Tangerine*, ou *La Guerre est déclarée*), j'ai voulu tester des caméras hybrides, telle que la Blackmagic 4K, qui associe légèreté et un potentiel à délivrer une image cinéma 4K, et un appareil photographique capable d'enregistrer du RAW, comme c'est le cas du Canon 5D<sup>38</sup>. Je voulais confronter ces résultats à ceux d'une caméra de cinéma de référence pour les tournages professionnels, j'ai choisi l'Alexa.

J'obtiens ainsi un panel varié de caméras, de par leur usage, et de par leur fabricant, ce qui optimisait le potentiel d'obtenir des résultats bien différents entre les caméras.

### 2) Tests en laboratoire de sensitométrie

Les tests qui suivent vont nous permettre d'une part de connaître les caractéristiques en terme d'aptitude au contraste et de réponse colorée des caméras-test, et d'envisager leurs réponses face aux sources lumineuses en présence.

Deux séries de tests ont été menées entre mars et mai sur les mêmes caméras afin de s'assurer de la reproductibilité des résultats, et d'améliorer le protocole d'essai pour minimiser le taux d'erreur.

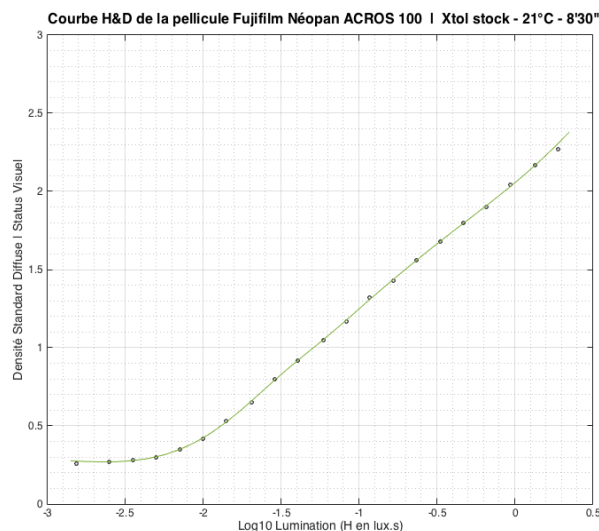
---

<sup>38</sup> à la condition de le débrider par le module Magic Lantern, qui permet l'enregistrement en RAW.

### a) Courbe de réponse

Il est courant d'entendre dire qu'une caméra numérique a plusieurs sensibilités, que l'on choisit en sélectionnant une valeur dans un menu. On en oublie que la sensibilité d'un capteur tout autant qu'une pellicule est déterminée par les matériaux photosensibles qui la composent. Selon le cas, ils les photons seront à l'origine de la formation d'une structure élémentaire d'argent métallique (l'image latente, formant le catalyseur de la réaction d'oxydo-réduction) ou d'une conversion photoélectrique (via le photosite du capteur). En première approche, sur un capteur bien refroidi, la charge électrique accumulée d'un photosite est proportionnelle au nombre de photons reçu pendant la durée de l'exposition. C'est cette charge qui, selon la technologie, est convertie en tension ou intensité est ensuite amplifiée et numérisée. Cette proportionnalité implique une réponse quasi linéaire du capteur.

En argentique, pour connaître les caractéristiques d'une pellicule en terme de gradation de la réponse à une lamination, on en traçait la courbe de réponse H&D (nommée d'après les scientifiques Hurter et Driffield, et exprimant la densité en fonction du log de l'exposition) au moyen d'une gamme de 21 plages de gris neutres.



*Courbe H&D caractéristique d'un film noir et blanc*



*Gamme carbone utilisée pour la détermination de la courbe de réponse des caméras dans ce mémoire. incrément de densité de 0,2 (2/3 de diaphragme) entre deux pages*

On en obtenait ainsi par l'étude sensitométrique :

- Le facteur de contraste (ou gamma  $\gamma$ ),
- l'étendue utile (l'écart de lumination, en abscisses, entre le bas du pied de courbe et le haut de l'épaule
- l'écart de densité entre la partie la plus sombre et la plus claire de l'image  
etc...

Cela nous permettait de calculer la sensibilité nominale de la pellicule, et sa zone optimale de réponse.

La réponse du capteur de la caméra peut être définie par les mêmes paramètres, bien que ceux-ci diffèrent dans leurs caractéristiques.

La stimulation lumineuse est nativement linéaire pour le capteur (le photosite traduit une réponse électrique proportionnelle). Dans le cas d'une réponse non linéaire, on peut en déduire qu'il existe des traitements au moment de l'enregistrement au sein de la caméra qui entraîne une modification lors de l'encodage des valeurs lumineuses en valeurs numériques).

Le pied de courbe existe, mais il résulte d'une incurvation liée à des phénomènes parasites tels que le flare ou le bruit, ou d'une inflexion artificielle opérée par un traitement dans la caméra.

Il n'existe pas d'épaule, de par la constitution du photosite, un « réservoir à électron » qui, lorsqu'il est rempli, sature d'un coup. Il en résulte une rupture nette dans la courbe de réponse qui correspond à la lumination de saturation.

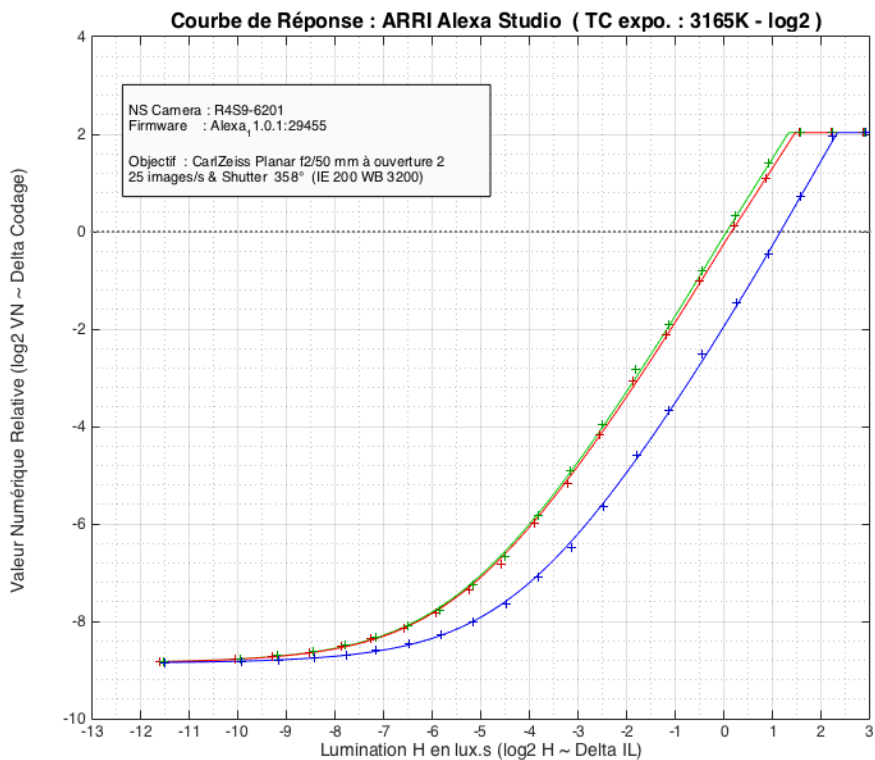
### **Principe**

Pour tracer la courbe de réponse  $V_n=f(H)$  de la caméra, on expose le capteur à une gamme de valeurs en s'assurant que la plage la plus claire de la gamme soit au delà de la lumination de saturation du capteur sur les trois canaux R,V et B. On trace ensuite la courbe de réponse en valeurs numériques en fonction de la lumination subie par le capteur.

## Résultats

La luminance de saturation nous indique la limite absolue du capteur, au delà de laquelle aucune information ne peut être enregistrée puisqu'elle aboutit à la saturation lumineuse des photosites. On observe que la luminance de saturation n'est pas la même pour les canaux R, V et B puisque la lumière est filtrée quantitativement par la matrice de Bayer différemment pour chaque filtre, selon ses caractéristiques. Le vert sature toujours en premier (sauf dans des cas extrêmes de température de couleur), ce qui explique parfois la teinte magenta (R+B) des nuages dans un ciel posé en limite de saturation.

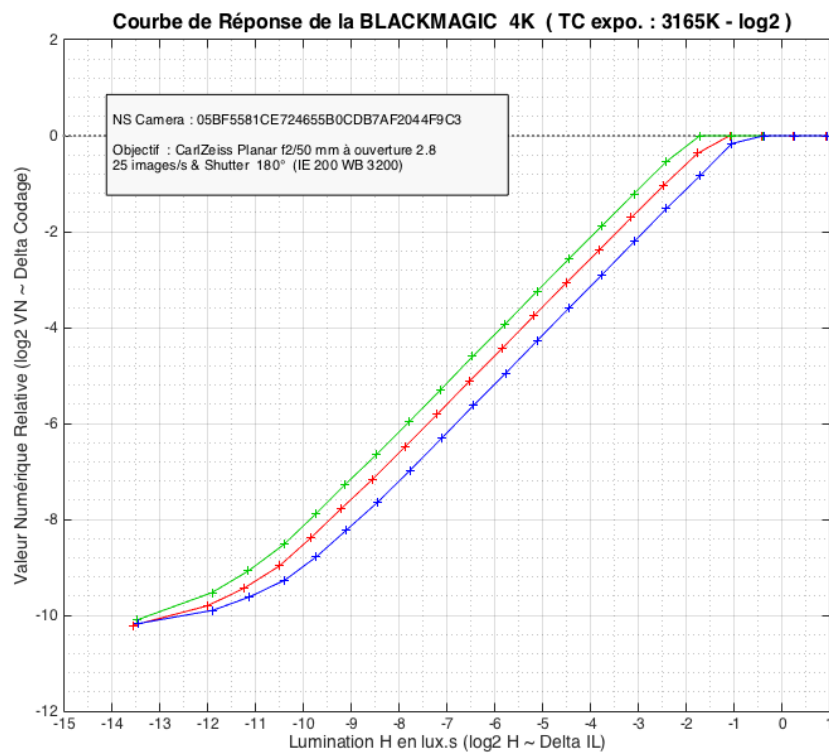
## L'Alexa Studio



La lumination maximale enregistrable par le capteur avant saturation se situe autour de 2,30 lux.s pour l’Alexa, elle est de 0,85 lux.s pour le Canon 5D Mark III et de 0,28 lux.s pour la Blackmagic<sup>39</sup>.

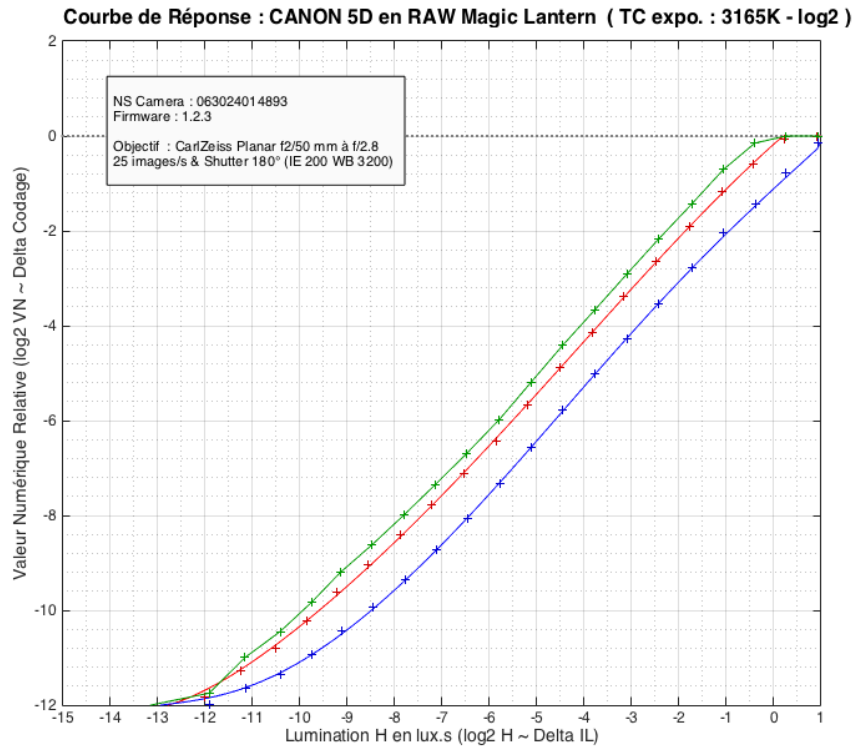
La connaissance de cette lumination de saturation est pertinente pour exposer sciemment le capteur, selon l’intention de rendu. Il s’agira alors de (dé)placer le sujet sur la partie choisie courbe, également en fonction de la quantité de lumière en présence. Nous parlerons donc plutôt d’indice d’exposition (IE) lorsque nous ferons référence au placement du gris neutre sur la courbe.

### La Blackmagic 4K



<sup>39</sup> Ces valeurs sont plus facilement lisibles sur la représentation linéaire de la courbe de réponse, en *Annexe n°5*

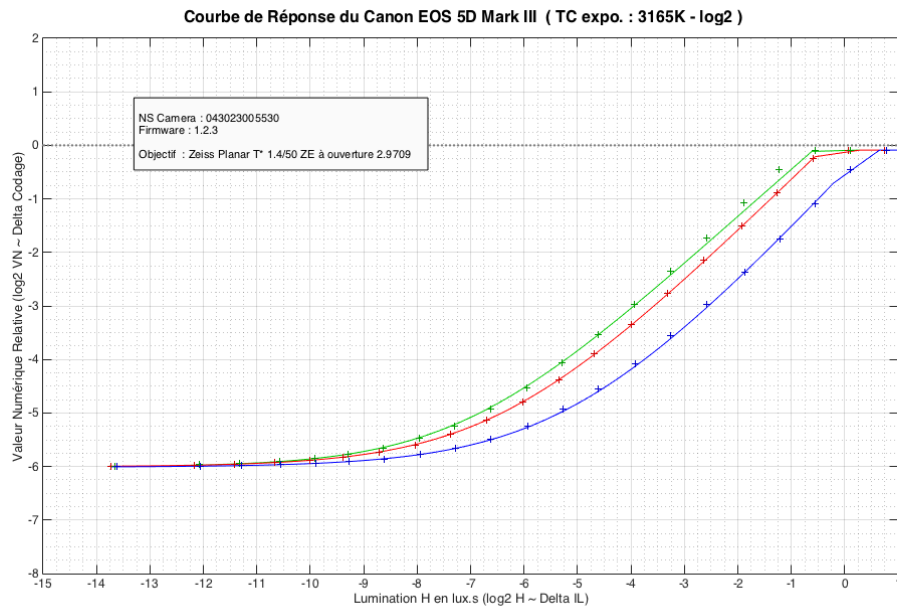
## Le Canon 5D Mark III



L’Alexa, contrairement aux deux autres caméras, présente une courbe de réponse qui n’est linéaire que sur environ la moitié de son étendue utile, tandis la Blackmagic répond de façon pratiquement linéaire.

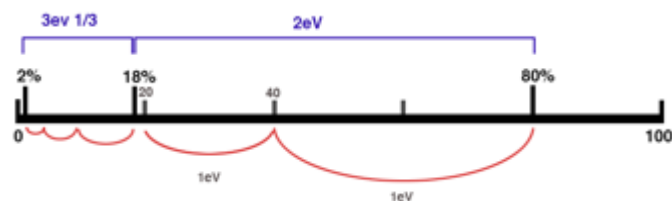
La linéarité a pour conséquence d’offrir une image qui traduit par une gradation régulière la luminance du sujet, c’est-à-dire qu’entre deux écarts de contraste égaux, l’image enregistrée aura des écarts de densité égaux. Dans le cas de l’Alexa, en bas de la courbe, les écarts de luminance enregistrés apparaîtront moins importants à l’image. En quelque sorte, l’image sera plus « plate » à la sortie de la caméra. L’avantage que cela comporte, c’est de permettre une évolution plus progressive vers les noirs.





*La courbe de réponse du Canon 5D Mark III en images fixes RAW surprend de part la faible profondeur de codage sur laquelle l'appareil encode les informations : 6 bits. Cela s'explique par la grande définition de son capteur, qui permet une interpolation des valeurs de l'image, aboutissant un à un résultat tout autant qualitatif*

Par usage, on considère que le contraste moyen d'une image est de 40:1. Cette valeur s'obtient en prenant un blanc de feuille de papier, qui réfléchit la lumière à 80%, et un velours noir, piège à lumière, qui n'en réfléchit que 2%. Cela aboutit à un contraste de 5 Ev 1/3, le gris neutre (18%) étant placé deux diaphragmes sous le niveau du blanc à 80% et trois Ev 1/3 au dessus du noir à 2%.



Mais dans le cas d'un sujet dont le contraste est supérieur, comme c'est le cas notamment en ville la nuit du fait des sources lumineuses dans le champ et du noir profond des zones non éclairées, il reste beaucoup plus intéressant de considérer le niveau de saturation du capteur et de décider à combien d'Ev de cette limite on place

notre sujet. On pourra ainsi déterminer combien d'Ev nous pourrions enregistrer au dessus et en dessous du gris neutre correspondant à l'IE choisi.

On utilise la formule qui lie l'indice d'exposition à la lamination<sup>40</sup> :

$$Hm = \frac{Ho}{S}$$

avec

*Hm* : l'indice de lamination du gris à 18% (en lux.s) ;

*S* : la sensibilité (en ISO) ;

*Ho* : constante égale à 8

On en déduit les valeurs des indices de lamination usuels utilisés au cinéma afin de les placer sur les courbes de réponse des caméras. On obtient ainsi la latitude d'exposition qu'offre chacune d'entre elles pour chaque IE.

IE (ISO)	Hm reçue par le capteur (lux.s)
50	0,16
100	0,08
200	0,04
400	0,02
800	0,01
1600	0,005

Ces résultats doivent cependant être pondérés par le fait que nous n'avons pas caractérisé les objectifs utilisés et leur ouverture réelle. En effet, lorsque le diaphragme affiche une ouverture de 2, celle-ci peut n'être pas exacte et apporter plus ou moins de lumière au capteur, selon que l'ouverture réelle est plutôt 1.8 ou 2.2, ce qui entraîne un taux d'erreur maximal de l'ordre du tiers de diaphragme.

---

<sup>40</sup> déduite des formules (1)  $H = 0,64 \cdot \frac{Lm}{A^2} \cdot t$  et (2)  $\frac{A^2}{t} = \frac{Lm \cdot S}{k}$  avec k = 12,5 la constante d'étalonnage des posemètres

Cependant, les résultats nous permettent tout de même d'avoir une idée relativement précise du potentiel des caméras étudiées, d'exposer avec une plus grande justesse notre capteur en maîtrisant la répartition de nos valeurs.

La caméra n'a donc pas plusieurs sensibilités : elle est limitée en haut par la lumination de saturation du capteur, en bas par le niveau de bruit au delà duquel l'information ne peut plus être correctement enregistrée. De ces bornes est déduite une étendue utile, sur laquelle le chef-opérateur pourra décider de se déplacer, en fixant le lieu du gris neutre (et son équivalent en ISO). Plus il placera son sujet haut sur la courbe (plus la sensibilité ISO équivalente sera faible), moins il aura de latitude dans les hautes lumières, mais plus grande sera sa marge de manœuvre dans la restitution des détails des zones d'ombre. A l'inverse, plus le sujet sera posé bas (grand ISO affiché), plus il risque de perdre les informations des ombres au profit d'une grande latitude dans les hautes lumières.

## b) Température d'équilibre

La température d'équilibre d'une surface sensible, c'est la valeur (en kelvin ou en mired) pour laquelle l'image d'un objet gris éclairé à cette température sera restitué neutre à l'image.

En argentique, la pellicule imposait une température d'équilibre "lumière du jour" (daylight, environ 5000K) ou artificielle (3200K, correspondant à la température du tungstène). En numérique, contrairement à une idée très répandue selon laquelle on choisit sa balance des blancs sans conséquence sur la qualité de l'image, le capteur possède une température d'équilibre nominale au même titre que ces pellicules.

La température d'équilibre du capteur (que nous nommerons 'Teq'), c'est la valeur de balance des blancs pour laquelle le gain appliqué à l'image sera minimal (le gain génère du bruit). Elle correspond à la température pour laquelle la réponse des canaux rouge et bleu sont égaux, ce qui donne une image neutre en égalisant avec le canal vert.

La correction de balance des blancs est opérée en traitement après l'analyse (la capture), et s'effectue en équilibrant les canaux vert, bleu et rouge, de façon à ce qu'un neutre (une surface achromatique) soit rendu neutre à l'image. Elle peut se faire par le biais d'un logiciel qui analysera l'image ou la traitera suivant les métadatas liées au fichier, ou on peut l'effectuer manuellement, en déterminant les polynômes qui lient le niveau de rouge et de bleu à la température de couleur. A ces niveaux il suffit ensuite d'appliquer le gain qui permet d'égaliser celui du canal vert, et donc d'équilibrer les valeurs de l'image pour la température de couleur ciblée.

Cette valeur diffère d'une caméra à l'autre, et peut justifier de l'usage d'une caméra ou d'une autre en extérieur ou en intérieur, selon sa température d'équilibre (un peu comme les pellicules).

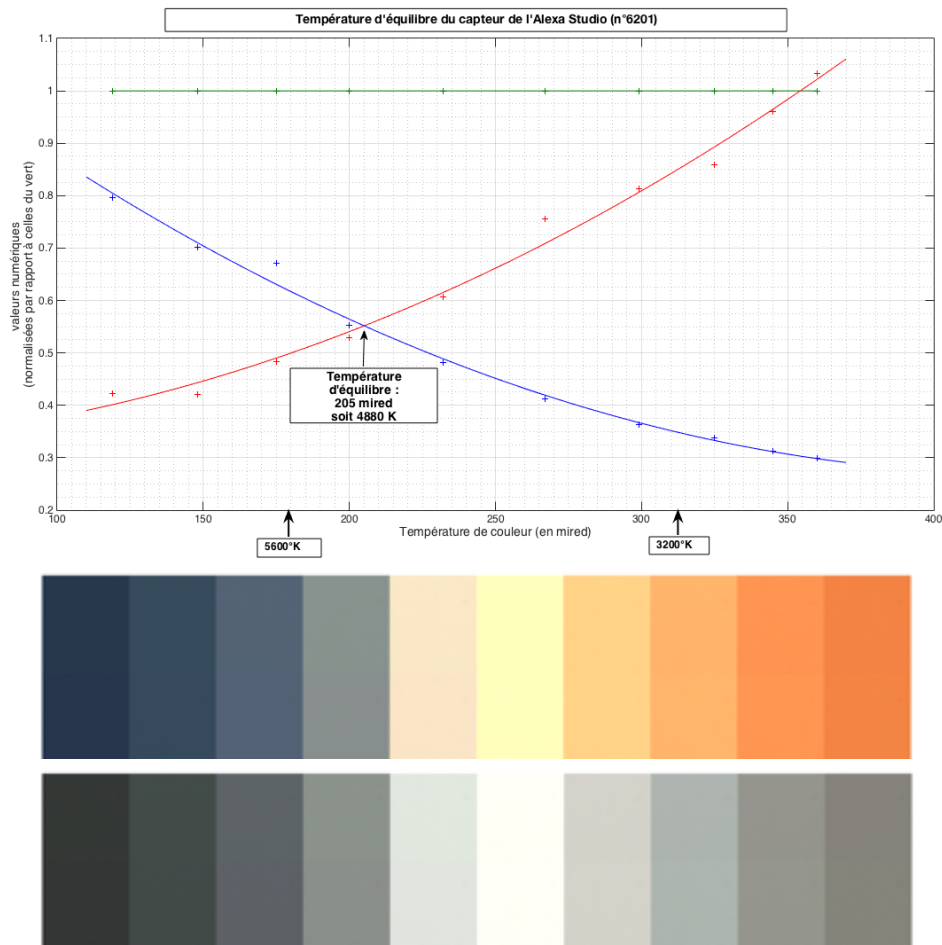
La quantité de bruit générée par la correction de balance des blancs est un des paramètres qui doit être pris en compte dans le choix de la caméra en plus de sa température d'équilibre selon le type de tournage. Le traitement peut être excellent sur une caméra, et permettre un tournage autant en extérieur qu'en intérieur avec le même appareil, ou au contraire discriminer une caméra par rapport à une autre dans une situation d'éclairage donnée.

#### - Protocole Expérimental

On expose la caméra testée à dix échantillons de lumière blanche entre 2600K et 9100K afin d'obtenir la valeur de la température d'équilibre du capteur, mais également les courbes de sensibilité des canaux R et B en fonction de l'illuminant\* pour pouvoir identifier les gains à appliquer en post-production et équilibrer l'image selon la balance des blancs choisie.

- Résultats

**L’Alexa Studio**



illuminants théoriques : D91 – D71 – D59– D50 – D43 – D38 – D34 – D31 – D29 – D26 <sup>41</sup>  
 en couleur : réponse de la caméra pour tous les illuminants à la température d’équilibre du capteur  
 en niveaux de gris : réponse de la caméra pour chaque illuminant équilibré à sa température <sup>42</sup>

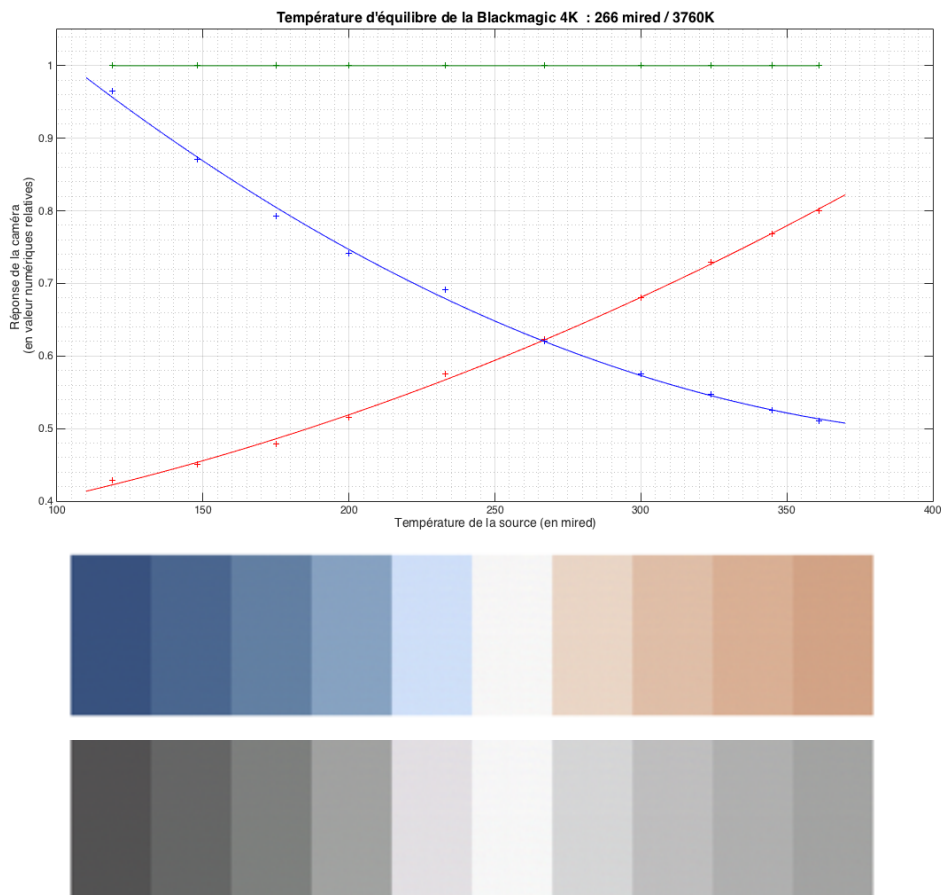
<sup>41</sup> illuminants réels : D91 (119md / 8391K / IRC : 98.38) – D71 (148md / 6754K / IRC : 98.18) – D59 (175md / 5708K / IRC : 96.79) – D50 (200md / 5002K / IRC : 98.93) – D43 (232,5md / 4301K / IRC : 96.54) – D38 (267,5md / 3738K / IRC : 97.95) – D34 (300md / 3331K / IRC : 96.83) – D31 (326md / 3069K / IRC : 95.65) – D29 (345.5md / 2893K / IRC : 95.26) – D26 (361md / 2769K / IRC : 94.36) Les illuminants utilisés pour le test ont été créés au moyen de la source spectrale programmable OL 490. Les décalages de points par rapport au modèle polynômial sont dûs à l’imperfection des sources simulant la lumière naturelle

<sup>42</sup> nous n’avons pas cherché à égaliser les différents illuminants, ce qui nous aurait donné une réponse en luminance identique, et donc une bande neutre uniforme, mais seulement à neutraliser la couleur en appliquant les gains d’équilibre pour chaque illuminant déduits des polynômes

La température d'équilibre de l'Alexa se situe autour de 4880K, ce qui la place en situation favorable pour les tournages de jour (la référence pour la température du soleil est située entre 5000K et 6000K, selon l'heure). On remarque d'après les courbes que le gain qui devra être appliqué au bleu autour de 3200K est assez important (x3,3 pour atteindre le niveau du canal vert, contre x1,8 [1/0.55] à la température d'équilibre pour obtenir le neutre où R=V=B), ce qui risque de générer du bruit. Il serait intéressant d'aller plus loin et de visualiser l'influence de ce gain à l'image pour les valeurs extrêmes de température de couleur en comparaison avec l'image à la température d'équilibre.

Du point de vue de la gamme colorée, on remarque que la quatrième plage (D50, 5000K) est pratiquement assimilable à un gris neutre, et se confond avec le gris neutre de la gamme d'en dessous, ce qui confirme bien notre analyse d'une température d'équilibre proche de 5000K.

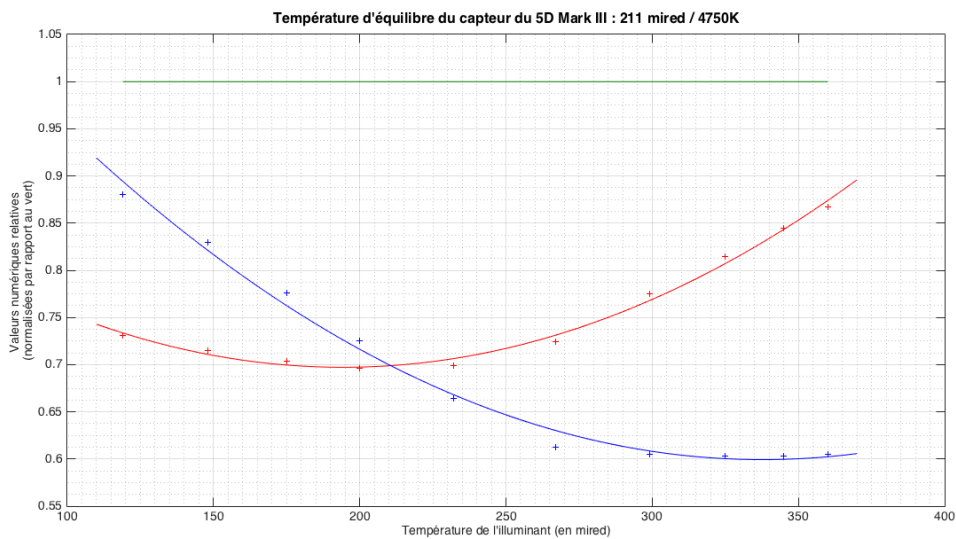
### La Blackmagic 4K



La Blackmagic est équilibrée pour une température inférieure, plutôt de type tungstène, à 3760K (266md). Le gain à appliquer aux canaux rouge et bleu pour avoir une image neutre n'est que de 1,67 à la température d'équilibre et il est inférieur à ceux de l'Alexa pour l'ensemble des valeurs de balance des blancs. Mais le gain global de l'image ne se limite pas à celui lié à l'équilibrage du capteur, et les traitements sur ce gain différent, ce qui ne nous permet pas de conclure quoi que ce soit concernant la caméra.

On remarque que les deux gammes donnent un résultat coloré quasi semblable pour la sixième plage (D38 soit 3800K), où la première gamme à la température d'équilibre du capteur (3760K) donne un gris neutre presque identique à celui de la seconde.

### Le Canon 5D mark III



Le 5D est équilibré pour 4750K (211md), soit une valeur proche de l'Alexa. Les gains à appliquer au rouge et bleu dans les hautes températures sont très faibles (<1,3) et ceux pour les basses températures ne dépassent pas 1,7. Pour la température d'équilibre, il faut appliquer un gain de 1,43 aux canaux R et B pour obtenir le neutre (R=V=B).

Ici aucune plage de la gamme colorée ne donne tout à fait un neutre, mais on identifie la bascule colorée (bleu-rouge) entre la plage 4 (5000K) et la plage 5 (4300K), une observation logique d'après la température d'équilibre, située entre les deux. Pour obtenir un neutre, il aurait fallu un illuminant intermédiaire.

Il est intéressant, pour comprendre visuellement l'idée de différence de température d'équilibre, de regarder la cinquième plage (D43, soit 4300K) de la gamme colorée issue du test pour chacune des caméras : pour l'Alexa elle est d'une teinte légèrement orangée (saumon), ce qui signifie que sa température d'équilibre est supérieure à 4300K. Pour le Canon, dont la température d'équilibre est un peu inférieure à celle de l'Alexa, la plage est presque un gris neutre. A l'inverse, pour la Blackmagic c'est un bleu ciel, ce qui signifie que la température d'équilibre est située dans des valeurs plus basses en Kelvin.



- Conclusion du test :

Dans le cadre de mon tournage avec les lumières de la ville, où les lumières présentent des spectres très variés (du sodium très orangé à la LED très froide), j'ai trouvé l'intérêt de placer ma balance des blancs autour de 4500K (tests Partie II-C), afin de restituer les dominantes colorées de chacune des sources. Dans ce cadre, l'Alexa et



le Canon 5D sont avantagés par leur température d'équilibre, dans la mesure où leur capteur sera plus sensible à la lumière issue des sources en présence que la Blackmagic ou le Sony, où un gain important devra être appliqué au canal rouge pour obtenir le même équilibre coloré.

L'allure des polynômes représentant la réponse des canaux rouge et bleu du Canon 5D m'interpelle cependant : les valeurs du rouge ne devraient pas remonter face à un illuminant à haute température, ces sources émettant peu dans le domaine du rouge. De même, l'inflexion du bleu n'est pas caractéristique sur les autres caméras. Une des explications de la remontée de rouge serait un ajout artificiel de sensibilité au rouge dans le domaine du bleu au niveau de la composition des filtres de la matrice de Bayer du Canon 5D. L'étude du test de la sensibilité spectrale du boîtier nous permettra de trancher à la faveur ou à la défaveur de cette hypothèse.

### c) Sensibilité spectrale

#### - Principe du test

Le but du test est de déterminer la réponse en valeur numérique de la lamination du capteur en fonction de la longueur d'onde envoyée sur l'ensemble du domaine du visible, en mesurant la luminance énergétique\* enregistrée par la caméra à chacune des longueurs d'ondes du visible.

On cherche donc à modéliser ses variations de sensibilité en fonction de la longueur d'onde de la source lumineuse. On procède en exposant le capteur successivement aux longueurs d'ondes de 380 à 720 nanomètres par pas de 5, en envoyant la même lamination pour chaque longueur d'onde. On exprime ensuite la réponse en sensibilité (inversement proportionnelle à la lamination) pour chacune des longueurs d'ondes.

L'enjeu de ce test dans le cadre de ce mémoire est d'avoir les informations nous permettant de prévoir quelle sera la réponse colorée du capteur à une source à spectre

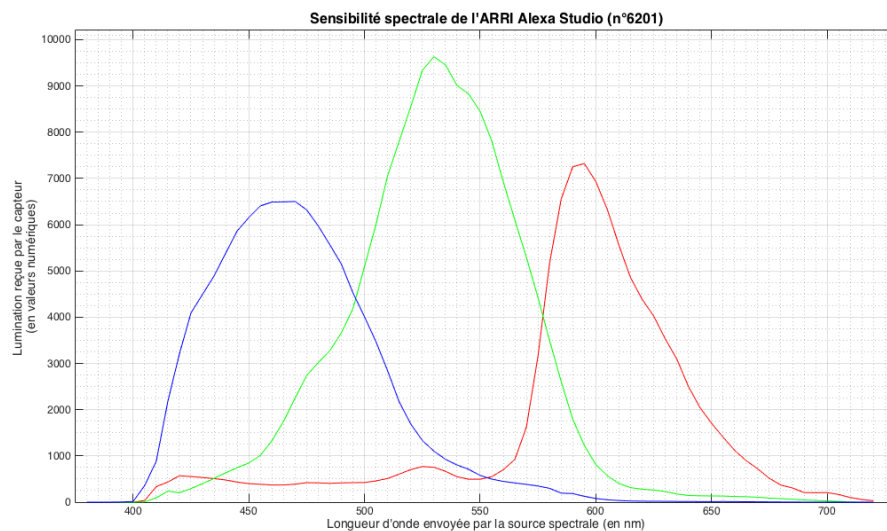
de raies comme celles présentes en ville la nuit, notamment dans la zone de jonction entre les filtres vert et rouge de la mosaïque du capteur, entre 550 nm et 600 nm, là où des lumières comme le sodium peuvent être restituées autant verte, qu'orange ou rouge, selon les caméras.

- protocole expérimental

On place la caméra testée devant la source spectrale programmable<sup>43</sup> et on expose le capteur aux longueurs d'ondes comprises entre 380 et 720nm avec un pas de 5 nm à l'illumination spectrique égale.

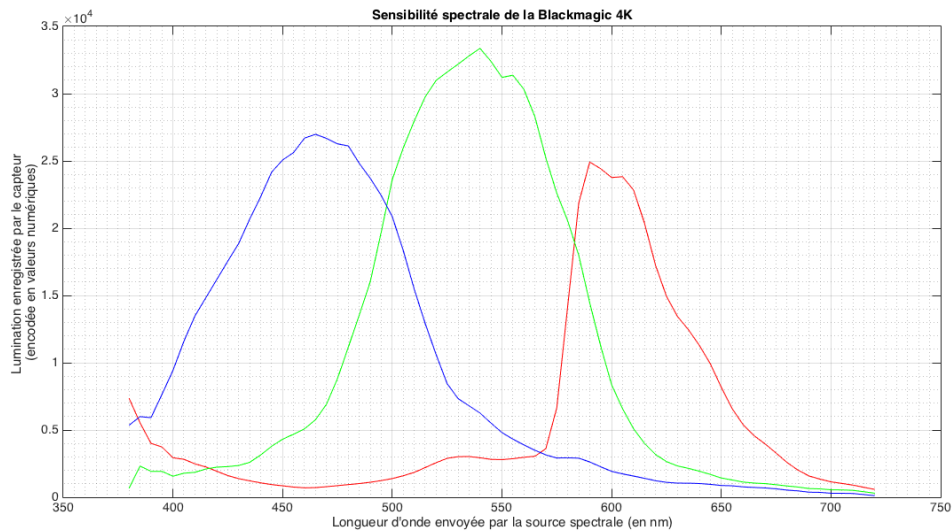
- Résultats

## L'Alexa Studio



<sup>43</sup>La source spectrale programmable OL 490 présente au laboratoire de sensitométrie permet d'émettre une lumière monochromatique entre 380 et 780 nm avec une précision au nanomètre.

## La Blackmagic 4K



Les deux courbes montrent une restitution de luminance sous forme de valeurs numériques dans le canal rouge au niveau de domaine de sensibilité du bleu. Cela se traduit par une restitution des bleus profonds en magenta. La Blackmagic montre par ailleurs une sensibilité aux ultraviolets (en dessous de 400nm), qui permet une augmentation artificielle de la sensibilité du capteur.

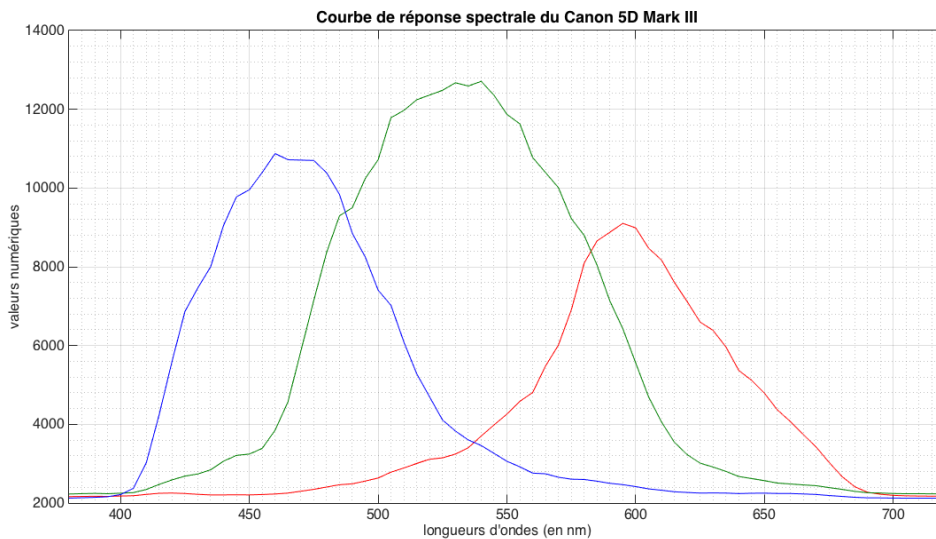
On remarque également que la Blackmagic a un domaine (et une surface énergétique) de sensibilité au vert plus étendu que les autres caméras, ce qui donne à penser que cela permet une augmentation globale de sensibilité. En revanche, cela entraîne une rémanence de vert dans un domaine où l'œil y est déjà beaucoup moins sensible. On peut supposer que pour deux sources à spectre de raies dont les pics sont proches et situés dans ce domaine de sensibilité, par exemple un jaune à 570nm et un jaune-orange à 580nm (à l'œil), la réponse de la caméra sera respectivement un vert d'un côté, et un jaune franchement orange de l'autre. Nous étudierons sa réponse face au sodium lors de la partie pratique de ce mémoire.

A l'inverse, la courbe de réponse de l'Alexa montre que la sensibilité au vert décroît assez rapidement dans cette zone, ce qui facilite la transition vers le rouge, par un mélange équilibré de vert et de rouge dans le domaine jaune-orangé (570-

600nm). Il n'y aura a priori pas de différence colorée entre ce que l'œil perçoit et ce que le capteur enregistre d'un point de vue coloré.

Il en est de même pour la transition entre le domaine du vert et du bleu : l'Alexa discriminera plus radicalement les verts des cyans et des bleus, tandis que la Blackmagic opérera un dégradé supérieur entre le bleu et le vert, qui donne, face à un sujet éclairé par une source à spectre continu une richesse dans les camaïeux colorés, mais au détriment de la précision de restitution de la couleur vue par l'œil, puisqu'elle sera traduite par plus de vert que ce que perçoit l'œil.

### Le Canon 5D Mark III



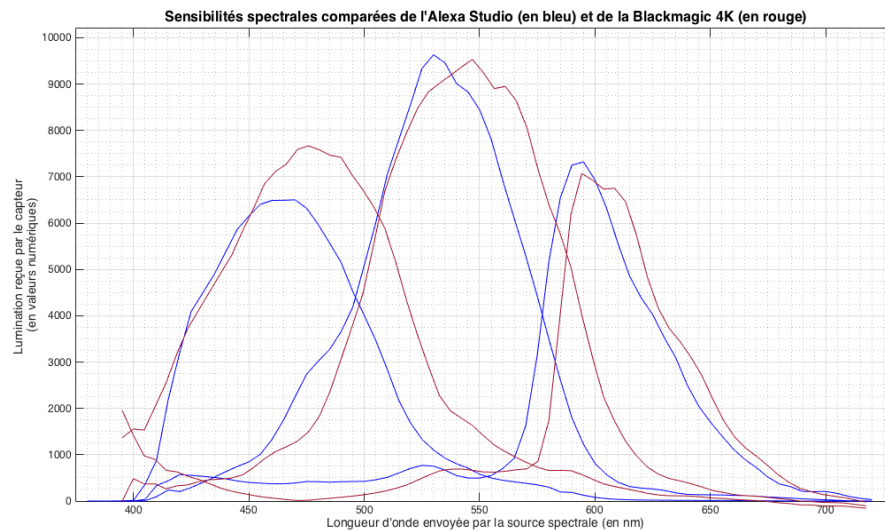
La courbe de réponse spectrale<sup>44</sup> du Canon met en évidence une sensibilité au rouge qui décroît très lentement dans les longueurs d'ondes entre 580 et 600 nm, normalement domaine du vert (l'œil perçoit du vert-bleu à 500, vert à partir de 510 et vert-citron à 560nm) et de l'orange (570-600 nm), ce qui pousse à interpréter que l'évolution du vert au rouge se fait de façon progressive, sans rupture nette entre les deux filtres vert et rouge, offrant la possibilité de nuances dans les jaune-orangés, lieux où sont placées les peaux. En revanche, cela on peut formuler l'hypothèse

<sup>44</sup> Une erreur lors des tests n'a pas permis l'obtention de la courbe de sensibilité spectrale (où la luminance relative pour chaque longueur d'onde est calculée par rapport à plusieurs luminances envoyées). On visualise ici la réponse de la caméra à une seule luminance, ce qui rend le résultat incertain par rapport à la réponse de la caméra sur l'ensemble de sa modulation, mais qui permet de donner l'allure de la réponse à une luminance correcte

selon laquelle les couleurs dans ce domaine seront restituées plus orange qu'elles ne le sont réellement.

De la même manière, le bleu est encore bien présent vers 530nm, là où l'œil arrête de le percevoir à 510nm. Le début du domaine du vert sera enregistré un peu plus cyan qu'ils n'apparaît à l'œil.

Il en résulte que les couleurs que l'on verra à l'œil ne vont pas être restituée de la même couleur avec cette caméra mais que les nuances – bien que décalées – seront bien présentes, tout comme avec la Blackmagic.

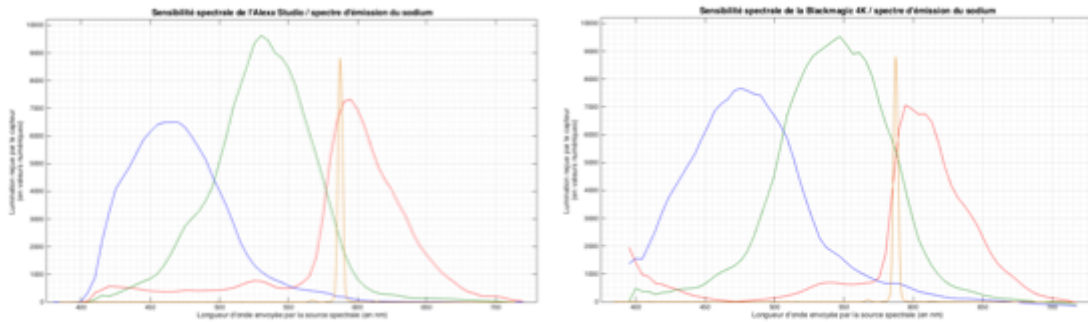


*Sensibilités spectrales comparées de l'Alexa Studio (en bleu) et de la Blackmagic 4K (en rouge)*

- Analyse comparée

*« Un bon croquis vaut mieux qu'un long discours »*

Cette phrase, prononcée par Napoléon s'applique tout à fait à la situation présente. Comparons le spectre d'émission du sodium, le plus discriminant de tous ceux que l'on a étudié dans la deuxième partie de ce mémoire, aux courbes de sensibilité spectrale des caméras étudiées.



Il apparaît clairement que la proportion de vert qui rentrera dans la restitution de la teinte du sodium par la caméra sera bien plus importante avec la Blackmagic que l’Alexa. Son pic d’émission se situe en fait exactement au lieu où la valeur de vert et de rouge s’égalise pour la Blackmagic, donnant toujours une teinte jaune, même si l’équilibre coloré est modifié. A l’inverse, lorsque l’on modifiera la balance des blancs de l’Alexa (et donc les gains appliqués aux canaux rouge et bleu), la teinte du sodium pourra varier d’un jaune-vert (si on fait la balance très en dessous de la Teq de l’Alexa) à un orange tirant vers le rouge (avec une balance très au dessus de sa température d’équilibre).

- Conclusion du test

Ce test nous a permis de bien mettre en évidence les caractéristiques spectrales des caméras, et leur différence de réponse colorée face à une même source à spectre de raies comme le sodium.

En résumé, l’Alexa donnera une réponse colorée plutôt conforme à celle de la vision humaine, la Blackmagic décalera toutes les teintes vers des longueurs d’ondes supérieures, provoquant notamment un surplus de vert dans les jaune-orangés et bleu dans les cyan-vert, tandis que le Canon aura au contraire tendance à rendre plus rouge qu’elle ne l’est la teinte des objets vus jaune à l’œil.

### 3) Conclusion des tests

Le RAW du Canon (obtenu en images fixes) et les résultats obtenus avec le module Magic Lantern sont conformes en terme de caractéristiques colorées (température d'équilibre et sensibilité spectrale), ce qui nous permet d'envisager le tournage de la partie pratique du mémoire au moyen de Magic Lantern. Ainsi nous pourrions comparer les résultats des tests en laboratoire et l'expérimentation en ville la nuit. Il existe cependant une différence de profondeur de codage (6 bits pour les images RAW, 14 pour Magic Lantern) qui pourraient être expliquées par la grande définition des images fixes du Canon (5760x3840) qui permettent une interpolation des valeurs, au regard de la plus petite définition de l'image HD enregistrée par Magic Lantern.

## B) LA PARTIE PRATIQUE DU MÉMOIRE

### 1) Le projet

Dans l'idée de jouer sur les possibilités qu'offrent les oppositions colorées en ville la nuit tout en testant la réaction de mes caméras à ces sources à spectre de raies, j'ai effectué le tournage d'une séquence dont le synopsis est le suivant :

*« Suite à l'annonce à la radio d'un rejet accidentel de produit chimique dans la Seine entraînant la formation de gaz colorés orange au contact de l'eau, deux personnages errent la nuit dans la ville, dans l'attente d'une potentielle catastrophe environnementale, pouvant provoquer la destruction du vivant. Autour d'eux, personne ne semble au fait de cette nouvelle, la vie nocturne se poursuit tranquillement. »*

Pour traduire cette angoisse naissante, j'avais pour intention de jouer de la présence des sources au sodium orangées à Paris, qui baignent l'espace dans une teinte monochrome, et de faire peu à peu intervenir d'autres sources colorées présentes en ville la nuit. Le scénario me permettait ainsi de mettre en place un jeu sur les oppositions chromatiques et d'en accentuer les effets dramatiques, de jouer avec la sensation d'irréalisme qui en découlait, en lien avec la montée de la paranoïa des personnages, leur décalage par rapport à une réalité à laquelle ils étaient devenus étrangers.

Le tournage me permettait alors de tester en situation réelle comment chacune des caméras restitue l'opposition colorée, en vérifiant ou invalidant les résultats obtenus en laboratoire en amont du tournage, et dans un second temps d'opérer un traitement sur les images, qui évaluerait la marge de manœuvre en post-production sur l'accentuation des oppositions chromatiques, mais surtout sur la correction des défauts colorés.

Pour cette dernière, dans le cas d'une source à spectre large avec un bon IRC qui éclaire l'ensemble de la scène, un décalage dans le rendu des valeurs colorée ne pose a



priori pas beaucoup de problèmes, puisqu'il suffit de réajuster les canaux R,V ,B les uns par rapport aux autres pour retrouver l'équilibre coloré souhaité, en agissant sur l'ensemble du spectre de réponse de la caméra.

Dans le cas de sources à spectres de raies qui seraient enregistrées avec un décalage dans le rendu de leur dominante colorée, cela est plus problématique.

Prenons l'exemple d'un sujet éclairé par du sodium et des LEDs blanches. Si le sodium est restitué vert par la caméra du fait d'un défaut de sensibilité au vert (trop grand) ou au rouge (trop faible), pour rééquilibrer les valeurs de l'image et ramener le sodium vers l'orangé, il faudra remonter le niveau de l'ensemble des valeurs de rouge. La LED blanche, elle, de par son spectre plus riche et continu, aura été restituée globalement blanche, malgré le décalage de sensibilité du capteur par rapport à celle de l'œil. Si l'on modifie le niveau global du rouge, on vient alors rajouter de cette teinte à la partie de l'image éclairée par la LED, créant un décalage dans le rouge. Et ces observations ne prennent pas en compte le retour de rouge dans les bleus qui en découlera, dont nous avons mis en évidence la présence par les courbes de sensibilité spectrale des caméras, aboutissant à des bleus tendant vers le magenta.

En conséquence, si l'on s'aperçoit d'un défaut chromatique que l'on souhaitera corriger en post-production, la seule solution sera d'opérer une correction locale dans l'image, un travail relativement fastidieux pour les étalonneurs. C'est en cela qu'effectuer des tests en conditions réelle va nous permettre d'appréhender les problèmes qui se poseront en aval tournage, et de tâcher d'y remédier au moment de la prise de vues.

Les conditions de production imposaient comme lieu de tournage les rives du canal d'Ourcq à Paris. Les sources en présence en amont du pont de la rue de Crimée sont majoritairement des sources au sodium, celles en aval des LEDs d'un blanc un peu chaud, dont la teinte ne tend pas vers une dominante colorée bleue lorsque l'on joue de la balance des blancs. Ces sources issues de l'éclairage public ne donnent pas au lieu un grand potentiel cinématographique en elles-mêmes, de par leur éclairage en aplat. En revanche, la présence de sources issues de l'éclairage privé, plus ponctuelles

et colorées, m'a permis de jouer des oppositions autant quantitatives que qualitatives, en jouant des rapports de surface et des contrastes lumineux d'une part, et des contrastes colorés d'autre part.

## 2) Choix techniques

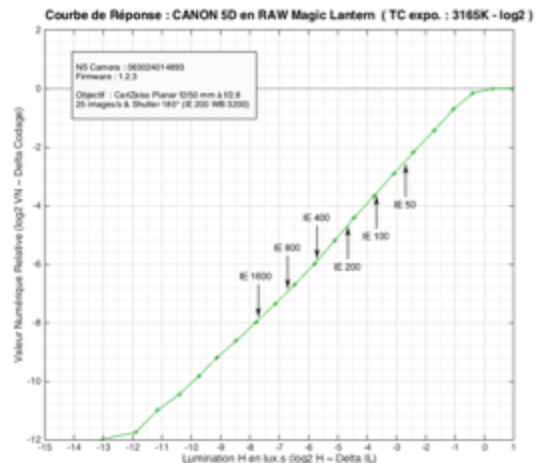
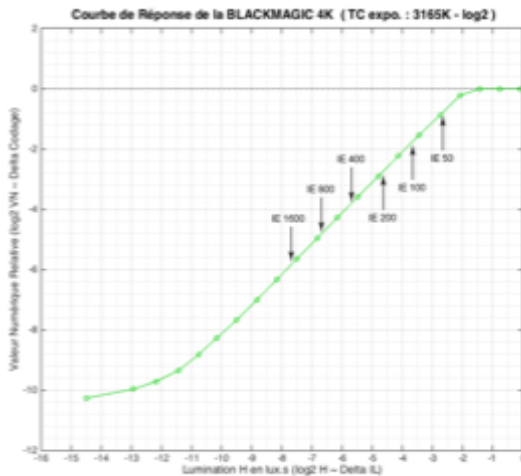
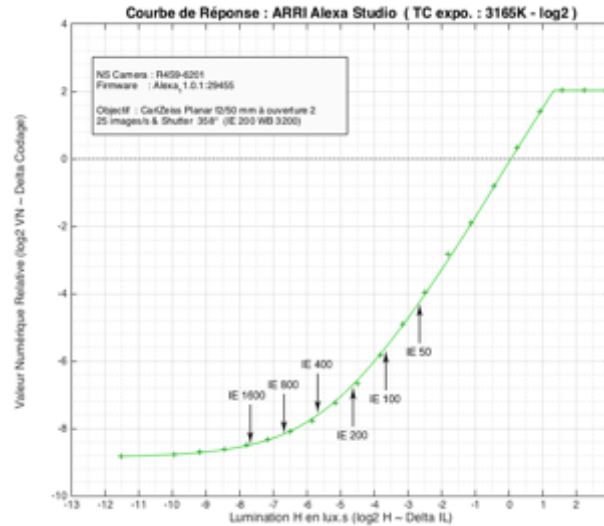
Face aux forts contrastes présents en ville de nuit, il me fallait faire les choix techniques les plus judicieux pour permettre au capteur de recevoir le maximum de lumination possible sans saturer les hautes lumières, en posant raisonnablement le sujet sur la courbe, en vue d'encoder sur le maximum de valeurs l'information lumineuse, afin de ne pas générer trop de bruit dans les zones d'ombres.

Dans la pratique, avec un contraste moyen de 15 eV entre les zones les plus sombres que je souhaitais pouvoir restituer à l'image et les points chauds des sources lumineuses, je ne pouvais que sacrifier l'un ou l'autre des extrêmes. J'ai fait le choix de ne pas saturer les hautes lumières sur l'Alexa, en posant de la même façon sur la Blackmagic et le Canon afin d'observer les différences de rendu que cela entraînait, tout en sachant que les courbes de réponse différaient et nécessitaient une exposition différente pour chaque appareil.

L'autre paramètre à prendre en compte était la présence d'un personnage dans le champ, qu'il me fallait tout de même exposer proche de la valeur Ev correspondant au gris neutre en rapport avec la lumination disponible, très faible lorsque je jouais des sources ponctuelles de l'éclairage privé comme éclairage principal. Cela m'a poussé à poser pour un indice d'exposition (EI) équivalent à 400 ISO, et 800 ISO dans le cas de luminations trop faibles.

Mon couple vitesse-diaphragme était le plus petit possible en étant à pleine ouverture de mes objectifs (tous des 50mm, à f/1.4) et en exposant à 1/50s.

Visualisons le nombre d'Ev au dessus du gris neutre à 18% (lieu où sont placés les indicateurs EI pour chaque sensibilité ISO affichée sur la caméra) dont je disposais selon les caméras pour enregistrer la luminance de mon sujet :



*Placement de la luminance moyenne (Hm, soit le gris neutre à 18%) pour chaque indice d'exposition (IE) sur la courbe de réponse en vert des trois caméras-test*

À EI 400, je disposais respectivement pour l'Alexa de 7 Ev avant la saturation, de 3 Ev ½ pour la Blackmagic et de 5 Ev pour le Canon. A EI 800, je disposais d'1 Ev en plus.

### 3) Résultats

Afin de pouvoir les comparer, et de permettre une cohérence avec la partie pratique montée sous Da Vinci Resolve puis projetée lors de la soutenance dans l'espace colorimétrique DCI P3, les images RAW ont été placées dans cet espace colorimétrique et équilibrées pour 4500K.

Toujours dans un souci de comparaison, les plans ont été tournés simultanément, afin de restituer de la même manière l'effet des lumières changeantes (feu tricolore, phare de voiture...). Le cadre en revanche n'a pas toujours pu être conforme d'une caméra à l'autre, mais permet ici tout de même de les comparer.

#### Plan 1 : Le Canal

Ce plan joue sur le monochrome orange du sodium, couplé aux spéculaires des points chauds des sources lumineuses dans l'eau du canal. En arrière plan, le flou dû à la grande ouverture crée un bokeh<sup>45</sup> dont les couleurs sous forme de touches tranchent avec le quasi monochrome orange.

D'un point de vue de l'enregistrement de la luminance, on observe la limitation que subissent la Blackmagic et le Canon 5D face à l'Alexa dans la restitution des hautes lumières : les spéculaires sont situées dans la zone de saturation du capteur, et les zones d'ombre comportent peu de détails. La réponse de l'Alexa est assez remarquable : les spéculaires ne sont pas situées dans la zone de saturation, car leur chromaticité est restituée, ainsi que les variations de luminance d'un lampadaire à l'autre. De même, les zones d'ombres comportent toute l'information nécessaire pour pouvoir ensuite moduler les valeurs numériques en fonction du désir de rendre les détails de ces zones d'ombres, ou au contraire de les enterrer.

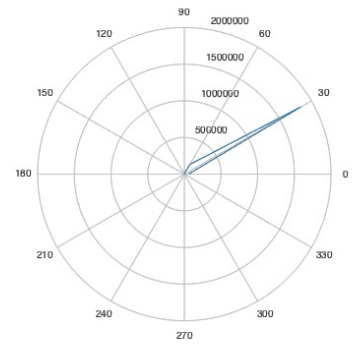
D'un point de vue de la chromaticité, les images sont parlantes : celles de la Blackmagic est verdâtre, car elle restitue la teinte du sodium avec le décalage que nous avons mis en évidence dans les résultats de tests laboratoire. Il en est de même avec le Canon, bien que l'effet soit moins marqué. Une partie de la teinte des points chauds des lampadaires est restituée, ceux-ci étant posés en limite de saturation du capteur. L'Alexa quant à elle restitue toute la richesse des teintes présentes.

---

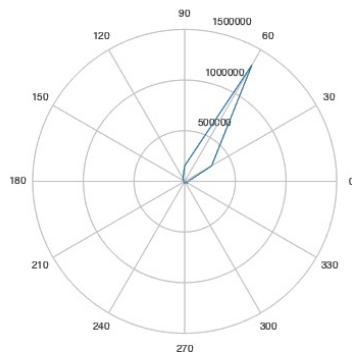
<sup>45</sup> Flou d'arrière plan à grande ouverture caractérisé par la présence accentuée des sources lumineuses dans le champ, sous forme de disques.



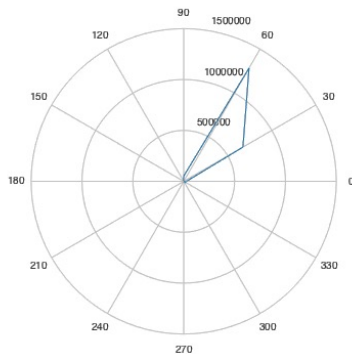
*l'image brute de l'Alexa Studio (profil colorimétrique DCI P3)*



*l'image brute de la Blackmagic 4K (profil colorimétrique DCI P3)*



*l'image brute du Canon 5D Mark III avec Magic Lantern (profil colorimétrique DCI P3)*



*Les diagrammes de chromaticité associés aux images brutes permettent de visualiser la répartition du spectre coloré de l'image sur la roue colorée de référence en colorimétrie, disponible en Annexe n°6*

Après étalonnage, on parvient à restituer la teinte du sodium pour chacune des images, mais l'on remarque que seule l'Alexa est à même de restituer la subtilité des teintes : la dominante est orangée mais un peu de vert est présent dans la composition chromatique du pull gris et des arbres en arrière plan. Les dominantes colorées du bokeh

en arrière plan restent très pures, alors qu'elles sont « délavées » par le shift coloré de l'ensemble de l'image vers le rouge, qui a pour effet de neutraliser le bleu de l'image.



*l'image étalonnée de l'Alexa Studio*



*l'image étalonnée de la Blackmagic 4K*



*l'image étalonnée du Canon 5D*

Pour ce premier plan, on peut conclure que les caméras, même si elles ne se valent pas dans la restitution des niveaux lumineux du sujet, permettent un résultat coloré qui ne diffère pas trop. De par la géométrie des sources (la présence seulement par touches de couleurs opposées), l'ambiance globale du plan est restituée pour chacune d'entre elles.

#### Plan 2 : La caserne des pompiers

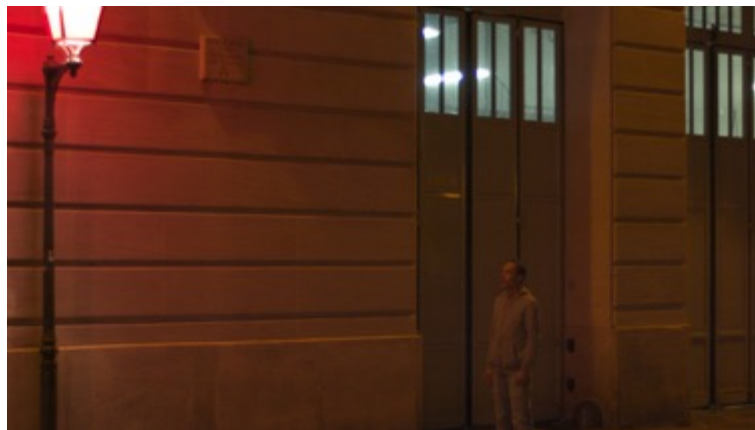
Pour ce plan, la présence à la fois du sodium – qui sert de fill light à la scène – se conjugue avec la lanterne rouge de la caserne des pompiers et les tubes fluorescents à l'intérieur.

La grande étendue utile de l'Alexa est particulièrement précieuse pour ce plan, puisqu'elle permet de ne pas saturer la lanterne, et d'y lire « POMPIERS » ce qui donne une clé de lecture en plus au spectateur pour comprendre la présence du personnage dans ce lieu, au moment où une catastrophe environnementale va demander la mobilisation totale des sauveteurs. En revanche, la caméra est moins sensible aux teintes rouge dans les très grandes longueurs d'ondes, et restitue un rouge un peu rose, où le dégradé sur le mur n'est pas très marqué, contrairement à l'image que produit la Blackmagic, et le Canon.

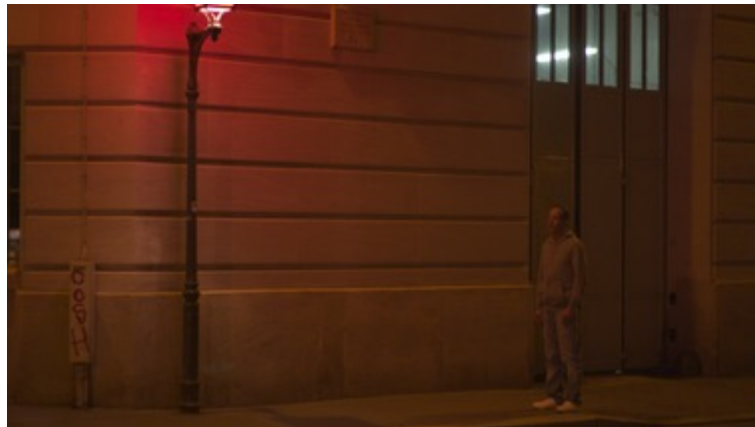
Par contre, les tubes fluorescents sont restitués avec une teinte plus uniforme que sur la Blackmagic, du fait de la moins grande discrimination de faibles écarts de longueurs d'ondes de l'Alexa par rapport à la Blackmagic. Dans notre cas, c'est plutôt un avantage, car il compense le défaut de teinte des tubes fluorescents entre eux, et apporte une cohérence chromatique à cette partie de l'image.



*l'image brute de l'Alexa Studio*



*l'image brute de la Blackmagic 4K*

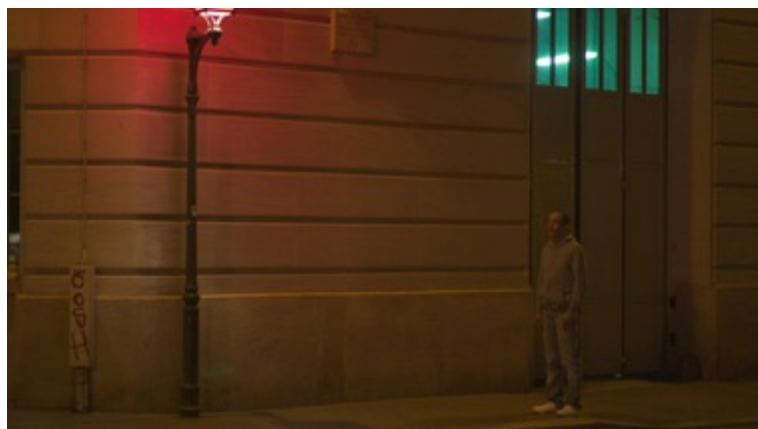
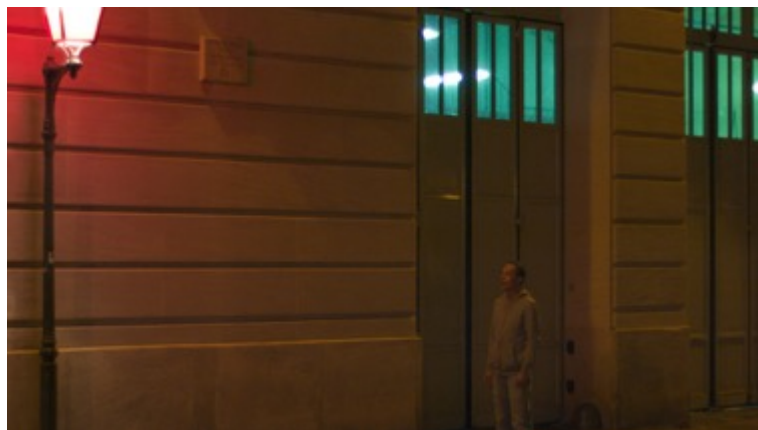
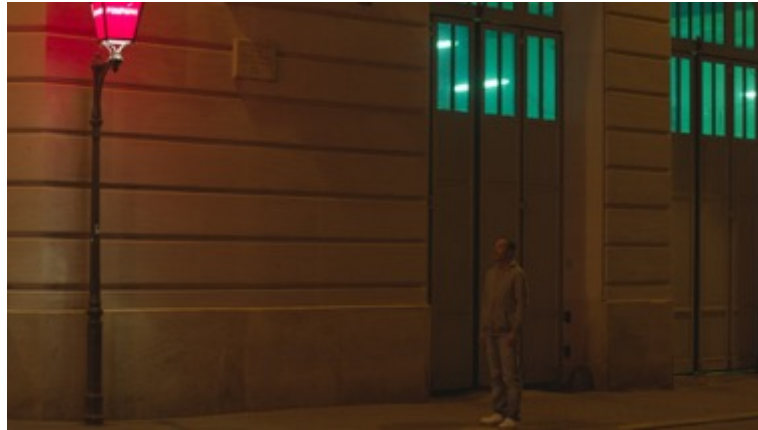


*l'image brute du Canon 5D*

Lors de l'étalonnage, j'ai voulu accentuer l'opposition colorée entre le bleu et le rouge. J'ai d'abord tenté d'abaisser la balance des blancs pour accentuer la teinte bleue des tubes fluorescents, mais cela ne rendait finalement pas l'image très marquée chromatiquement. J'ai alors effectué un virage des teintes bleues de l'image vers le vert. C'était mieux, mais l'orangé du sodium, contaminé par le rouge des lampadaires, prenait encore trop le dessus sur la partie verte.



L'équilibre a été obtenu lorsque j'ai effectué une correction globale du vert dans l'image : la teinte orange du sodium s'est atténuée et l'effet fluorescent des tubes s'est alors amplifié pour donner une image surréelle bien plus intéressante en terme de sensations colorées.



*images étalonnées de l'Alexa, Blackmagic, Canon (dans l'ordre cité)*

#### 4) Conclusion

A travers ces deux exemples, nous pouvons dresser un premier bilan de l'utilisation de ces trois caméras pour un tournage en ville la nuit face à des sources à spectre de raies, et de forts contrastes.

L'Alexa est incontestablement l'outil idéal pour restituer les écarts de luminance du sujet, elle est capable d'enregistrer les bas niveaux tout en préservant les hautes lumières et leur teinte, ce qui demeure impossible pour le Canon ou même la Blackmagic. En posant plus bas sur la courbe de ces deux caméras, j'aurais certes préservé les hautes lumières, mais mon personnage aurait été perdu dans le noir.

En revanche en ce qui concerne la restitution des couleurs, il est plus compliqué d'être catégorique. Tandis que l'Alexa restitue plutôt fidèlement les couleurs visibles à l'œil, est moins discriminante sur les teintes proches, comme peut l'être la Blackmagic par exemple et, de fait, ne permet pas de jouer avec des teintes pures pour accentuer les contrastes colorés autant que cette dernière. Et tout en même temps, la Blackmagic elle-même restitue les couleurs avec un décalage vers les grandes longueurs d'ondes par rapport à la vision, ce qui entraîne un défaut coloré vert qui n'est pas toujours souhaitable ni corrigible. Le Canon est finalement assez proche de la Blackmagic sur les plans étudiés, avec un décalage dans le vert cependant moins marqué.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Nous avons dans un premier temps mis en évidence de l'importance des oppositions colorées dans les extraits de films étudiés, puis compris, par le biais du mécanisme de la vision, leur importance dans la perception visuelle.

Simultanément, les extraits filmiques nous ont donné à voir la multiplicité des sources lumineuses en présence en ville la nuit, leur potentiel esthétique, et les différences de rendu coloré qui peuvent exister d'un film à l'autre, par la caméra utilisée, par l'étalonnage opéré.

Nous avons ensuite étudié la nature de ces sources et mis au jour les différences que génèrent l'enregistrement et la restitution par les caméras des sources à spectres de raies, où les pics d'émission peuvent se situer dans le domaine de sensibilité au vert pour une caméra, et dans celui du rouge pour une autre. Les films étudiés nous en ont donné un bon exemple : le sodium n'est pas restitué de la même façon dans *Collateral* que dans *Holy Motors* ou *Tangerine*. Entre vert-orangé et orange chaud, l'écart spectral est mince, mais la différence de sensation colorée considérable.

Grâce aux tests effectués en laboratoire, nous avons pu déterminer les principales caractéristiques fondamentales des caméras testées, à savoir leur courbe de réponse, leur sensibilité spectrale et leur température d'équilibre. Cette connaissance nous donne la possibilité de maîtriser la façon dont nous exposons notre sujet, et nous permet d'anticiper la réponse de la caméra, en terme d'enregistrement et de restitution des valeurs lumineuses et colorées du sujet que l'on photographie.

L'appréhension des caractéristiques des caméras est extrêmement complexe. Cette étude nous apporte cependant des bases solides sur lesquelles construire une pensée de l'image par le prisme de l'outil technique qui nous permet d'enregistrer notre sujet et d'en restituer la richesse. Donner sa place à un aller-retour entre expérimentation et analyse plutôt que de ne fonctionner que par instinct et au coup par

coup est un des grands enseignements que je tire de l'aventure du mémoire, et me pousse à poursuivre la recherche dans ce sens.

## BIBLIOGRAPHIE

### Ouvrages

- ZUPPIROLI Libero, BUSSAC Marie-Noëlle - *Traité des couleurs*, presses polytechniques et universitaires romandes, 2011
- CHEVREUL Michel-Eugène, *De la loi du contraste simultané des couleurs et de l'assortiment des objets colorés, considérés d'après cette loi dans ses rapports avec la peinture, les tapisseries...*, Pitois-Levrault, 1839, 735 p.
- ROQUE Georges, *Art et Science de la couleur, Chevreul et les peintres, de Delacroix à l'abstraction*, Paris, Éditions Gallimard, 2009, 657 p.
- FOURNIER Jean-Louis, *La Sensitométrie, Les sciences de l'image appliquées à la prise de vues cinématographiques*, 84p.
- GWIAZDZINSKI Luc, *La nuit, dernière frontière de la ville*. Editions de l'Aube, 256 p., 2005, Monde en cours, Jean Viard assisté de Hugues Nancy
- GINTRAC Cécile & GIROUD Matthieu, *Villes contestées. Pour une géographie critique de l'urbain*, Les Prairies Ordinaires, 2014, 399 pages
- CLÉMENT Serge, *Dépaysé*, KEHRER Verlag, 2014, 192 pages

### Thèses et mémoires

- AUGER Raphaël, *Stratégies d'éclairage en cinéma numérique*, mémoire de fin d'études, ENS Louis Lumière, 2015
- PERREUX Loeiz, *La pénombre, une histoire de contraste et de couleur*, mémoire de fin d'études, ENS Louis Lumière, 2015
- ROUSSEAU Thomas, *Politiques et techniques de l'éclairage public pour répondre aux enjeux du développement durable en France : acteurs, mutations et impacts urbains*, thèse en urbanisme de l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2013
- GERVAIS Claire, *Pratiques nocturnes de la ville par les femmes : Le combat pour l'espace*, Institut français d'urbanisme, 2012
- POITRAS Diane, *L'Erosion de la nuit, et le nocturne dans l'œuvre de Wong Kar-Wai*, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 2007

### **Articles scientifiques et publications**

- « *Méthode de mesure et de spécification des qualités de rendu des couleurs des sources de lumière.* », Publication CIE 13.3, 3<sup>ème</sup> ed., Paris, 1995

### **Magazines**

- HOLBEN Jay, « Hell on Wheels », *The American Cinematographer*, volume 85, numéro 8, Août 2004, p.40-51

### **Articles issus d'internet**

- Revue de l'Association Française de l'Éclairage,
  - *Éclairage public : quelles lampes pour quelles applications ?*, fiche 8
  - *Les nouvelles technologies des luminaires à LED en éclairage public sont prometteuses*, fiche 9
  - *Éclairage public et (in)sécurité : y-a-t-il un véritable lien ?*, fiche 15

[http://www.afe-eclairage.com/fr/docs/2015/01/16/01-16-15-12-18-2015-Cahier\\_fiches\\_AFE\\_maire\\_eclairage\\_public.pdf](http://www.afe-eclairage.com/fr/docs/2015/01/16/01-16-15-12-18-2015-Cahier_fiches_AFE_maire_eclairage_public.pdf)
- NEWTON Casey, « How one of the best film at Sundance was shot using an iPhone 5s », *The Verge*, 28 janvier 2015 (consulté le 18 avril 2016)  
<http://www.theverge.com/2015/1/28/7925023/sundance-film-festival-2015-tangerine-iphone-5s>
- REUMONT François, « La directrice de la photographie Caroline Champetier, AFC, parle de son travail sur "Holy Motors" de Léos Carax », site de l'AFC, 23 mai 2012  
<http://www.afcinema.com/La-directrice-de-la-photographie-Caroline-Champetier-AFC-parle-de-son-travail-sur-Holy-Motors-de-Leos-Carax-7729.html>
- THOMSON Patricia, « Sundance 2015 : Inspiring Indies » *The American Cinematographer*, ASC, Février 2015  
[http://www.theasc.com/ac\\_magazine/February2015/Sundance2015/page5.php](http://www.theasc.com/ac_magazine/February2015/Sundance2015/page5.php)
- Le site d'evesa : <http://www.evesa.fr/fr/pag-775934-La-Rue-de-Rivoli.html>

## FILMOGRAPHIE

### Œuvres étudiées :

- BAKER Sean S., *Tangerine*, Etats-Unis, 2015, 88 minutes, couleurs, 2,40:1, HD
- CARAX Leos, *Holy Motors*, France, 2012, 115 minutes, couleurs, 1,85:1, HD
- JARMUSCH Jim, *Only Lovers Left Alive*, Royaume-Uni, Allemagne, 2013, 123 minutes, couleurs, 1,85:1, HD
- MANN Michael, *Collateral*, Etats-Unis, 2004, couleurs (Technicolor), 2,35:1, HDTV

### Œuvres citées :

- COPPOLA Sofia, *Lost in Translation*, 2003, 104 minutes, couleurs, 1,85:1, pellicule
- DONZELLI Valérie, *La Guerre est déclarée*, 2011, 100 minutes, couleurs, 2,35:1, HD

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

- *Figure 1* : domaine de sensibilité des cônes L et M et des cellules à double-opposition (M+/L-) et (M-/L+), source : <http://tpe610.free.fr/vision%20des%20couleurs.htm>
- *Figure n°2* : Courbe d'isotempérature et ses corrélées dans le Diagramme de chromaticité CIE 1931.



## GLOSSAIRE (par thème)

### Mesure de la lumière et contraste lumineux

• **Sujet** : image perçue par une surface sensible (œil, capteur, pellicule) composée de l'objet (ce qui est à l'intérieur du cadre) et de la source lumineuse qui l'éclaire.

*Sujet = objet x source*

• **Flux lumineux** : c'est l'intensité lumineuse émise par une source dans un angle solide  $\Omega$ . Elle s'exprime en lumen (cd.st)  $\phi = I \cdot \Omega$

• **Éclairement** : c'est la quantité de lumière (flux lumineux) reçue par une surface. Il s'exprime en lux (cd.st.m<sup>-2</sup>).

$$E = \frac{I \times \cos\alpha}{d^2}$$

Avec  $I$  = l'intensité lumineuse dans la direction, exprimée en candela

$\cos\alpha$  : l'angle sous lequel est éclairée le sujet

$d$  : la distance au sujet

C'est la grandeur physique qu'évalue la **cellule** (ou posemètre) lors des mesures de lumière effectuée pour une prise de vue(s), en considérant que la surface sensible de la cellule qui reçoit la lumière est un gris neutre à 18%. Elle traduit en eV ou en couple vitesse-diaphragme l'éclairement de la scène.

• **Luminance** : c'est la quantité de lumière réfléchi(e) (éventuellement transmise) par un objet. Elle est le résultat de l'interaction lumière-matière et traduit la valeur du sujet (objet éclairé). Elle est à l'origine de la vision humaine. C'est cette même grandeur que l'on cherche à enregistrer avec les caméras.

La luminance s'exprime en candela par mètre carré (1cd = 1/683 watt par stéradian).

Pour une surface mate :  $L = \frac{ExR}{\pi}$

Pour une surface brillante :  $L = \frac{ExR}{1}$

avec  $L$  : la luminance ( $\text{cd/m}^2$ ),  $E$  : l'éclairement de la surface (lux),  $R$  : la réflectance (ou facteur de réflexion)

Par exemple, à éclairement égal, une surface noire mate (comme le velours) aura une luminance quasiment nulle à l'image (elle apparaîtra très sombre) tandis qu'une surface blanche mate aura une plus grande luminance. Plus encore, une surface brillante (un miroir, une flaque d'eau...) aura une luminance plus grande qu'une surface mate, d'un facteur  $\pi$ .

En terme d'outils, c'est le **spotmètre** qui mesure la luminance du sujet, prenant en compte à la fois l'éclairement de l'objet par la lumière incidente et ses caractéristiques intrinsèques. A contrario la cellule (aussi appelée posemètre) ne prend en compte que l'éclairement et donne une valeur de pose pour un sujet équivalent au gris à 18%.

- **Luminance énergétique** : c'est la quantité d'énergie reçue par un capteur d'un sujet (synthèse lumière-objet). Elle s'exprime en watt par mètre carré par stéradian ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ ). La différence avec la luminance tient dans le fait que la luminance énergétique prend en compte les longueurs d'ondes qui ne font pas partie du domaine du visible, mais auquel le capteur peut être sensible.

- **facteur de réflexion** : propriété de la surface d'un objet à absorber ou réfléchir les rayons lumineux qui le frappent. Elle s'exprime par le rapport du flux lumineux réfléchi par le flux lumineux incident :  $R = \frac{\phi_r}{\phi_i}$ .

- **Surface mate** : surface pour laquelle un rayon incident est réfléchi dans toutes les directions. C'est une surface dite « diffusante ».

- **Surface brillante** : surface pour laquelle un rayon incident n'est renvoyé que dans une seule direction. La surface brillante parfaite est le miroir. Les surfaces brillantes (eau, objets lisses, vitres, miroirs) sont à l'origine des spéculaires.

- **Spéculaire (reflet)** : réflexion d'une source par un objet brillant, se caractérisant par un ou des points très lumineux et ponctuels. C'est l'image de la source par la surface de

l'objet que l'on perçoit alors, tandis que dans le cas général nous percevons l'image de l'objet éclairé par la source.

- **Absorption** : phénomène de dissipation sous forme de chaleur d'une partie (ou de la totalité) de la lumière incidente par la matière composant l'objet. Ce phénomène, souvent négligeable, ne l'est pas dans tous les cas. Par exemple, face à une puissante source lumineuse comme le soleil d'été à midi, un vêtement noir, très absorbant, va produire beaucoup plus de chaleur qu'un vêtement blanc. Ce phénomène est amplifié si l'objet est mat, amoindri s'il est réfléchissant.

- **Diffusion** : phénomène optique de dispersion de la lumière dans toutes les directions, et sans en changer les longueurs d'ondes.<sup>46</sup> Cette définition est valable pour la diffusion au sein de la matière. Elle se conjugue aux phénomènes d'absorption et de transmission pour qualifier les propriétés de surface d'un objet. On parle d'un diffuseur parfait lorsque lorsque l'intégralité des rayons incidents qui frappent la surface de l'objet sont renvoyés uniformément dans toutes les directions (il n'y a pas d'absorption ni de transmission de la lumière). C'est le cas des objets mats.

- **Indice de lamination 'IL'** (en anglais *exposure value 'Ev'*) : c'est un nombre qui combine la luminance reçue par le spotmètre et la sensibilité de la pellicule avec le nombre d'ouverture du diaphragme de l'objectif utilisé.

Un indice de lamination de zéro correspond à une exposition d'1 seconde et d'une ouverture de f/1 (ou également à 2 secondes et f/1,4, ou toute autre paire de valeurs produisant la même luminance reçue par le capteur) à IE 100.

---

<sup>46</sup> « processus élémentaire par lequel les électrons, les atomes, les molécules ou les petits objets mésoscopiques constituant la matière réémettent la lumière qu'ils reçoivent sans en changer la longueur d'onde » ZUPPIROLI Libero, BUSSAC Marie-Noëlle - *Traité des couleurs*, presses polytechniques et universitaires romandes, 2011, p.81

Il s'exprime tel que : 
$$2^{Ev} = \frac{A^2}{t} = \frac{Lm.S}{k}$$

avec : A, l'ouverture du diaphragme ; t, le temps d'exposition ; Lm, la luminance d'un objet gris à 18% dans les conditions d'éclairage de la scène ; S, la sensibilité ; k, la constante d'étalonnage des posemètre, considérée à 12,5.

Le spotmètre ne donne pas la valeur à laquelle il faut ouvrir le diaphragme pour bien exposer le sujet selon le gris à 18% (comme c'est le cas pour le posemètre) mais la valeur en Ev à laquelle est située la partie du sujet visé. Le spotmètre permet une analyse locale des différentes valeurs de la scène, et en particulier celles des valeurs extrêmes, et de déterminer le contraste sujet :

$$2^{\Delta Ev} = \text{Contraste sujet}$$

### Caractéristiques d'une couleur

- **clarté** = c'est la luminosité relative d'une surface par rapport à une surface blanche éclairée par la même source. C'est une échelle subjective qui exprime l'apparence sombre ou claire d'une couleur. L'échelle objective qui la représente est l'échelle de clarté CIE L\*. Elle est bornée par 0 et 100. Elle porte donc l'information de luminosité de la couleur (luma), alors que l'information colorée (de chromaticité) est portée par le couple teinte-chroma.

- **teinte** = c'est la "nature" de la couleur. Elle est définie dans le langage courant par le nom que l'on donne à cette couleur (rouge, jaune, bordeaux, turquoise, glauque...) et s'appréhende en colorimétrie conventionnelle par la longueur d'onde dominante. Aujourd'hui, la teinte est envisagée sous forme d'un angle dans les représentations spatiales de la couleur, sur le cercle des couleurs.

- **chroma** = plus la chromaticité d'une couleur augmente, plus on s'éloigne du neutre. La chroma porte en quelque sorte ce que nous nommons la saturation de la couleur. Elle exprime le potentiel coloré de cette couleur, et se traduit par une distribution spectrale plus sélective.

- **signal de luminance** = porte les caractéristiques lumineuses de l'image (lié à la clarté)
- **signal de chrominance** = porte les caractéristiques colorées de l'image (lié à la teinte et la chroma)

Le tableau suivant pose les termes qui permettent de caractériser une couleur selon sa clarté et sa saturation :

		Saturation		
		faible	moyenne	forte
Clarté	forte	<i>pâle</i>	<i>clair</i>	<i>lumineux</i>
	moyenne	<i>gris</i>	<i>moyen</i>	<i>vif</i>
	faible	<i>sombre</i>	<i>foncé</i>	<i>profond</i>

Source : AFNOR X 08-010

- **illuminant** : source artificielle de référence assimilable au corps noir dont on connaît précisément la température de couleur et les caractéristiques spectrales.

- **Indice de Rendu des Couleurs (IRC)** : Deux sources de même température de couleur peuvent donner lieu à deux couleurs sujet différentes, de par la différence dans la composition de leur spectre. L'IRC permet de qualifier la qualité d'une source par rapport à lumière blanche « idéale », celle du corps noir.

L'échelle de l'IRC est graduée de 0 à 100. Plus une source est dotée d'un spectre riche, où toutes les couleurs du visibles sont présentes dans les longueurs d'ondes d'émission de la source, plus l'IRC se rapprochera de 100. Une lumière ayant un indice supérieur à 90 indique un bon rendu des valeurs colorées du sujet éclairé par cette source.

- **métamérisme** : « *Le métamérisme est le phénomène selon lequel deux stimuli (lumières ou matériaux colorés éclairés) ont la même couleur alors que leurs spectres sont différents. Il s'agit d'un phénomène fondamental pour la vision des couleurs, qui s'ex- plique par le fait que les deux spectres ne sont pas analysés par l'œil mais génèrent trois mêmes signaux dans les cônes de la rétine.* »<sup>47</sup>. Les modèles de la colorimétrie simulent le métamérisme.

- **source à spectre continu** : sources présentant un spectre d'émission composé de quasiment toutes les longueurs d'ondes du visible, qui permet la restitution d'un blanc, avec un plus ou moins bon IRC selon l'équilibre coloré de son spectre. Toutes les sources incandescentes ont un spectre considéré comme continu.

- **source à spectre de raies/de bandes** : source composé d'un ou plusieurs pics d'émissions.

- **source monochromatique** : source dont le spectre d'émission n'est composé que d'une seule raie.

- **température d'équilibre d'un capteur** : température pour laquelle le gain à appliquer aux canaux rouge et bleu sera minimal pour obtenir d'un objet neutre une image neutre. Elle traduit la sensibilité spectrale du capteur, définie par la bande passante des filtres composant la matrice de Bayer,

- **corps noir** : modèle de physique, également appelé « radiateur parfait ». Initialement réalisé en cuivre - excellent conducteur thermique –, l'objet produit un rayonnement électromagnétique de qualité variable en fonction de son échauffement, établissant une relation directe entre température et qualité de lumière. C'est un rayonnement continu. Planck établit la Loi du rayonnement thermique du corps noir, qui donne lieu à la notion

---

<sup>47</sup> Françoise Viénot et Hans Brettel, *noirs métamères et blancs métamères*, école thématique interdisciplinaire du CNRS : le noir et le blanc, 28 mars au 1er avril 2011 - école de printemps (roussillon)

de température de couleur. Le  $\Delta uv$  indique l'écart à la courbe d'isotempérature, qui correspond à la réponse spectrale du corps noir en fonction de son échauffement. Dans les positifs, ce décalage est en vert, dans les négatifs il est magenta. C'est ce qui donne lieu sur les plateaux de cinéma à l'ajout de gélâtines de correction des sources, et en étalonnage il se manifeste par la CC (correction colorimétrique) à appliquer pour neutraliser le défaut.

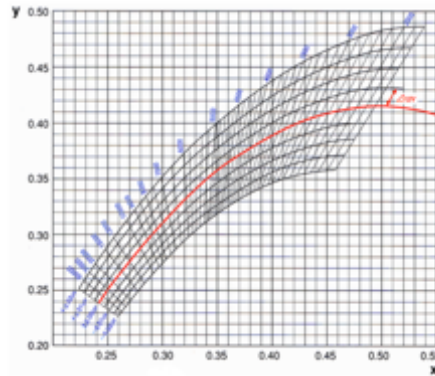


Figure n°2 : Courbe d'isotempérature et ses corrélées dans le Diagramme de chromaticité CIE 1931.

La température est exprimée en Kelvin.

- **température de couleur d'une source** : c'est la température à laquelle une source s'assimilant à un corps noir (le soleil en est un) émet une lumière que l'oeil peut considérer comme blanche. Il y a plusieurs façons de la déterminer : par un thermocolorimètre, qui fournit des données pratiques de correction de couleur adaptées à l'argentique ; ou par assimilation au lieu du corps noir, représenté dans le diagramme de chromaticité.

Elle s'exprime en Kelvin ou en mired

- **Le Kelvin (K)** : La température de 0°K est égale à -273,15 °C et correspond au zéro absolu, c'est à dire la température la plus basse qui puisse exister, correspondant à l'absence totale d'agitation thermique. 0°C = 273,15°K, et une différence d' 1°K est égale à une différence d'1°C.

- **conversion mired / Kelvin** :  $T^\circ \text{ en mired} = \frac{10^6}{T^\circ \text{ en Kelvin}}$

La température de couleur d'une source qualifie son équilibre chromatique par référence à l'échauffement du corps noir, modèle de physique.

la température de couleur d'une source est la référence utilisée autant dans le commerce qu'au cinéma pour définir la "chaleur" d'une source (sa tendance à être plutôt de couleur chaude, jaune-orangée, ou froide, blanc-bleutée). Cette valeur de température est corrélée à la couleur produite par l'échauffement d'un corps noir porté à une température en Kelvin. Elle permet de qualifier les sources à spectres continus (tungstène) ou assimilables comme les lampes à décharges à spectre riche (les sources HMI, par exemple). Cela ne peut pas fonctionner avec les sources à vapeur de sodium ou de mercure, ni les LEDs, qui sont des sources à spectre de bandes (ou de raies). Pour ces dernières, la température de couleur n'est qu'une indication sur la tendance d'une source à produire une lumière de couleur plutôt chaude (basse température de couleur) ou plutôt froide (haute température de couleur). La température de couleur n'indique en revanche pas la tendance d'une source au vert ou au magenta, qui participe pourtant grandement à la perception colorée d'une source, surtout dans le cas de lampes vieillissantes.

### Équilibre coloré

- **Balance des blancs (WB)** : Traitement d'image effectué en aval de l'enregistrement, soit directement dans la caméra (lorsque l'on ne tourne pas en RAW), soit au moment de la post-production. Elle s'applique par le biais du logiciel d'étalonnage qui calcule ces gains à partir des informations présentes dans l'image ou via les métadatas incluses, ou bien manuellement en jouant sur des curseurs génériques implémentant une réponse polynômiale aux canaux rouge et bleu.

En numérique, on vient amplifier la réponse des canaux rouge et bleu de façon différenciée afin de compenser le décalage existant entre les caractéristiques du capteur et celles de la source majoritaire en présence. Pour se faire, on applique un gain aux



canaux rouge et bleu afin qu'ils soient égaux à celui du vert. Ayant ainsi une quantité égale des trois couleurs, on obtient un neutre pour la source lumineuse référente.

- **Correction colorimétrique (CC)** : correction en vert ou magenta qui compense le défaut coloré d'une source et le rapproche au lieu du corps noir.
- **fluorescence** : elle définit la faculté d'un matériau à absorber de un rayonnement et à le réémettre de façon instantanée sous une longueur d'onde plus grande (dans la majorité des cas).
- **phosphorescence** : un matériau phosphorescent a les mêmes propriétés que les matériaux fluorescents, à la différence près qu'il existe un délai entre l'absorption et l'émission du rayonnement
- **luminescence** : terme générique pour parler de fluorescence ou phosphorescence

### Caractéristiques des caméras

- **lumination de saturation** : c'est la quantité de lumière maximale au delà de laquelle les photosites du capteur saturent, et n'enregistrent plus l'information. Cette valeur est une caractéristique fondamentale de la caméra.
- **niveau de bruit** : c'est le niveau au dessous duquel l'information lumineuse ne pourra être correctement restituée. Il correspond à une valeur numérique encodée par la caméra en l'absence même de lumière, liée à la chauffe du capteur. Ce niveau de bruit augmente avec la chaleur, il est donc nécessaire d'y prêter attention lorsque l'on tourne sous de hautes températures, afin de ne pas perdre involontairement les informations des zones sombres du sujet.
- **étendue utile** (*dynamic range* en anglais) : c'est l'écart en log de l'exposition ( $\log H$ ), souvent exprimé en nombre d'indices de lumination maximal (ou de diaphragmes), sur lequel le capteur module l'information lumineuse. Elle définit la latitude d'exposition

entre le noir le plus sombre (niveau pour lequel le bruit empêche le bon enregistrement de l'information) et le blanc maximum (luminance de saturation). Elle est la troisième caractéristique qui définit les potentiels de la caméra.

- **contraste** : c'est le rapport entre la luminance maximale et la luminance minimale du sujet

- **dynamique** : c'est l'aptitude au contraste du capteur, l'écart en valeurs numérique entre le noir et le blanc. Elle se compte en bits de codage. Plus la profondeur de codage est grande, plus les informations lumineuses vont pouvoir être enregistrées sur un nombre de valeurs numériques important, et donc permettre une gradation des niveaux de gris, une finesse de restitution des transitions entre les valeurs sombres et claires.

- **gris neutre** : valeur (en pourcentage) d'un objet achromatique qui réfléchit 18% de la lumière qui l'éclaire. La peau humaine se situe autour de ce gris neutre, les peaux claires légèrement au dessus, les peaux foncées légèrement en dessous.

## ANNEXE N°1

Un exemple assez intéressant est visible dans la comparaison de deux plans du film *Only Lovers Left Alive*. Alors que le cadre est pratiquement identique, la lumière ne l'est pas.



*Only Lovers Left Alive* de Jim Jarmusch (2013) vers 4mn05 et vers 7mn40

Il est particulièrement intéressant de remarquer que la lueur du commerce est plutôt blanche dans le premier plan, et bleutée dans le second. La différence tient probablement dans le retrait d'une gélatine sur la source lumineuse qui éclaire l'intérieur du commerce, ou d'un virage vers le bleu de la source au moment de

l'étalonnage. Il est assez vraisemblable de penser que les deux plans ont été tournés au même moment, et sont assez rapproché dans le déroulé du film, mais leur fonction n'est pas la même.

Le premier, avec la lumière blanche, sert de plan de transition entre deux séquences du film, il n'y a pas de nécessité de créer une continuité avec d'autres plans d'une même séquence, ni de dynamiser le cadre par une complémentarité de couleurs.

A l'inverse, le second photogramme fait partie d'une séquence où Eve, le personnage féminin, sort de nuit et parcourt les ruelles de la ville. Majoritairement éclairées au sodium et comportant peu d'éléments colorés ou pouvant accrocher la lumière, il est nécessaire de dynamiser l'éclairage de la rue de manière à ne pas avoir une image qui tendrait vers le monochrome, le système visuel fonctionnant par contraste, lumineux et coloré.

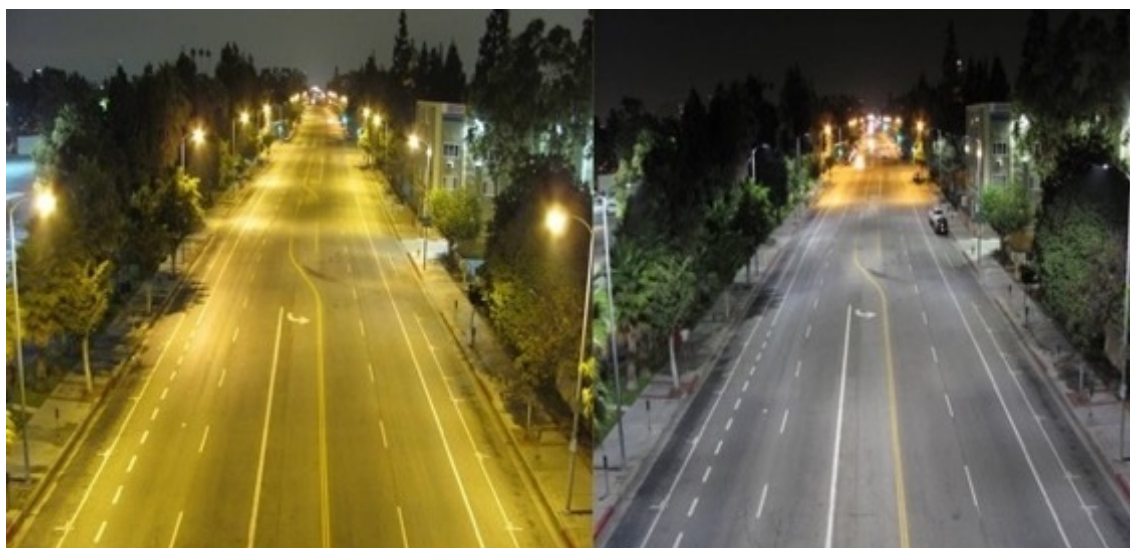
De fait, la présence du commerce permet de justifier une lueur bleutée, qui sera présente dans pratiquement chacun des plans qui suit dans la séquence.

## ANNEXE N°2

### La transformation de l'identité nocturne des villes avec le remplacement des sources d'éclairage actuelles par les LEDs

Il m'a semblé important d'ajouter quelques informations à ce mémoire sur la transition qui s'opère actuellement dans les grandes villes du monde comme Los Angeles, Paris ou New York, avec le remplacement des sources d'éclairage actuelles par les LEDs.

L'éclairage au sodium, caractéristique de la ville de Los Angeles dans des films comme *Collateral* ou *Mulholland Drive*, est en train de disparaître. Peu à peu, les rues de Paris connaissent aussi cette transition vers le blanc. Loin d'être négatif, le passage au LED dans l'éclairage public promet une économie d'énergie considérable (% de l'énergie consommée en ville), alliée à la diminution des nuisances lumineuses engendrées par l'éclairage urbain. La transition colorée est cependant brutale.



*Une rue de Los Angeles, avant et après le remplacement par les LEDs<sup>48</sup>  
(nous émettrons cependant un doute sur l'absence de modification des valeurs de luminance de l'image, dans le but d'appuyer la nuisance lumineuse du sodium par rapport aux LEDs)*

---

<sup>48</sup> <http://nofilmschool.com/2014/02/why-hollywood-will-never-look-the-same-again-on-film-leds-in-la-ny>

De telles modifications de l'identité visuelle de la nuit ont déjà existé : le remplacement des sources au mercure au début des années 1960 au profit du sodium haute pression en est une, qui a métamorphosé l'ambiance lumineuse des grandes villes. Et nous n'aborderons pas l'arrivée de l'éclairage électrique en ville à la fin du XIXe siècle...

Peut-on quand même considérer que l'éclairage fait partie du « patrimoine culturel » d'une ville, au même titre que les monuments historiques qu'il éclaire ?

C'est ce que semble défendre, dans une mesure toute relative *evesa*, la société responsable de l'éclairage public de la ville de Paris : « EVESA [...] répond à un enjeu majeur : réduire d'ici 2020 la consommation électrique de 30% dans le cadre du Plan Climat parisien, tout en préservant l'ambiance lumineuse de la "ville lumière". »<sup>49</sup>

C'est effectivement le cas pour l'Hôtel de ville ou la rue de Rivoli, dont la température de couleur des luminaires a été scrupuleusement respectée lors de la transition vers l'éclairage à LEDs.

Mais ce n'est pas le cas de toutes les rues, notamment celles des quartiers résidentiels auparavant éclairées au sodium, au rendu de couleur certes peu qualitatif, mais à la sensation visuelle chaleureuse et très représentative de la ville de Paris, qui sont peu à peu baignées dans une lumière blanche. La perte de cette qualité de lumière est regrettable, dans le sens où les LEDs permettent de synthétiser toutes les qualités de lumière « blanches », du plus chaud au plus froid, et que l'on pourrait jouer de cette possibilité pour redonner du contraste coloré à la ville, plus agréable à l'œil, comme peut l'être la co-présence d'une source orangée et d'une bleutée<sup>50</sup>, ce qui permettrait de remplacer avantageusement l'association actuelle sodium-mercure (orange-vert).

De plus, il semblerait que sur cette route vers un éclairage moins énergivore donc plus économique pour les municipalités, se jouent d'autres modifications dont nous ne mesurons peut-être pas encore l'importance.

---

<sup>49</sup> <http://www.evesa.fr/fr/pag-775934-La-Rue-de-Rivoli.html>

<sup>50</sup> voir la photographie de la ruelle à Saint-Ouen, p.71 dans ce mémoire

Des études se mettent en place pour évaluer le risque de dérèglement du cycle circadien<sup>51</sup> par les LEDs, en lien avec la perturbation du sommeil par l'exposition à une lumière à dominante bleue et à faible luminosité.

L'AFE signale ce risque potentiel : « Des études ont démontré que les lumières émises par les tablettes, écrans d'ordinateurs et écrans de télé, à teneur en bleu, pouvaient retarder l'endormissement. Pourquoi ? Parce que l'horloge circadienne est particulièrement sensible à une intensité lumineuse faible, comme celle d'un écran d'ordinateur (entre 40 et 100 lux). A titre de comparaison, il faut une lumière fluorescente blanche 100 fois plus intense pour provoquer les mêmes effets sur le rythme biologique de l'homme qu'une lumière à LED bleue. »<sup>52</sup>

Certains logiciels prennent en compte ce problème et proposent une transition de température de couleur vers l'orangé à partir d'une certaine heure : f.lux ou Redshift sur les écrans d'ordinateur, Nightshift sur les smartphones.

La dernière conséquence de ce remplacement des sources lumineuses de l'éclairage public par les LEDs blanches est la modification de la sensation nocturne lors des déplacements en ville la nuit : est-ce que le risque n'est pas, comme aux Etats-Unis, où les mégapoles vivent 24h/24, de glisser lentement vers un second jour la nuit, une activité ininterrompue ? La question se pose d'autant plus dans un contexte sociétal où les industries, les communications et les échanges économiques fonctionnent dorénavant en continu.

---

<sup>51</sup> rythme biologique journalier

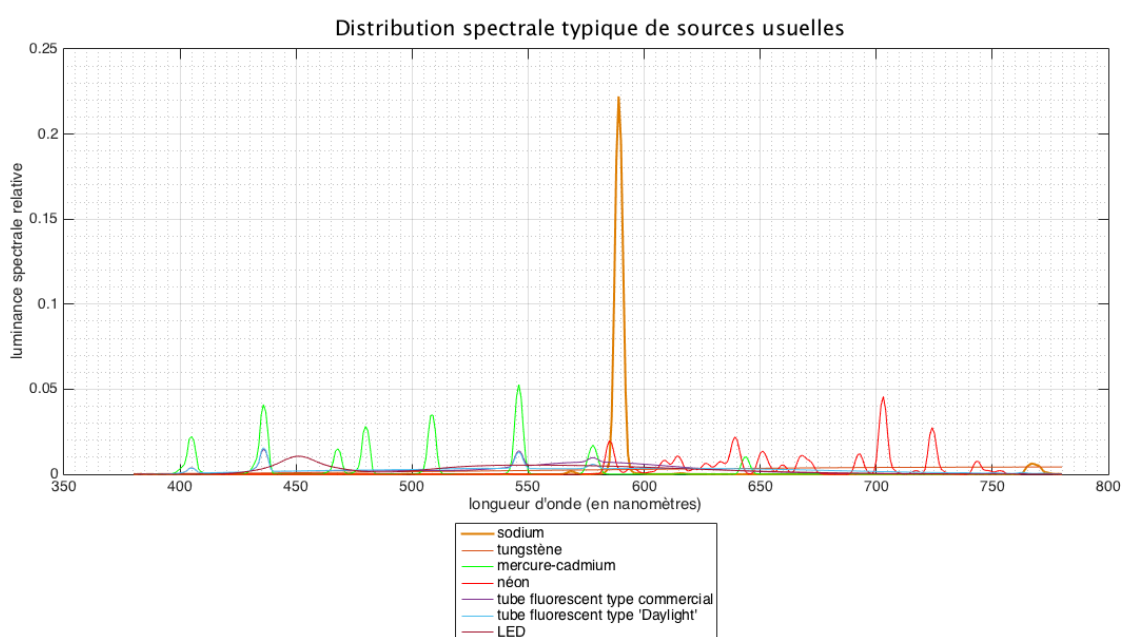
<sup>52</sup> AFE, « Lumière et santé : effets de la lumière sur l'homme », fiche 6  
lien vers le site web : [http://www.afe-eclairage.com.fr/docs/2015/01/16/01-16-15-12-18-2015-Cahier\\_fiches\\_AFE\\_maire\\_eclairage\\_public.pdf](http://www.afe-eclairage.com.fr/docs/2015/01/16/01-16-15-12-18-2015-Cahier_fiches_AFE_maire_eclairage_public.pdf)

## ANNEXE N°3

### Typologie des sources usuelles normalisées à une luminance énergétique de 1000 W.st-1.m-2

Toutes les représentations de spectres ont été réalisées grâce à des mesures spectriques de sources usuelles placées en réflexion sur une surface neutre parfaitement diffusante, sur laquelle venait pointer le spectroradiomètre CS2000. Le traitement de ces données a été fait sous Matlab.

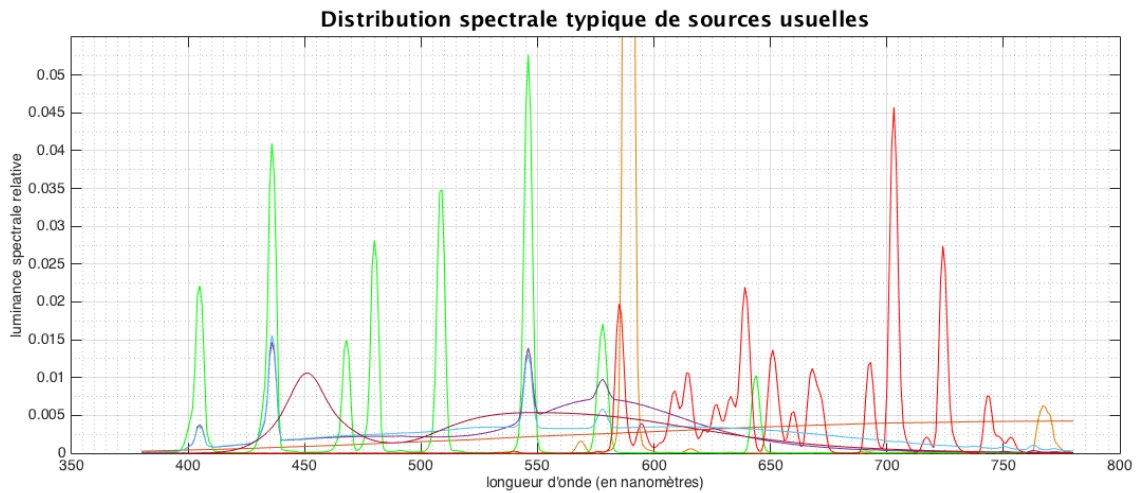
Nous avons normalisé les luminances spectrales des sources étudiées afin d'obtenir la même surface énergétique, et de pouvoir ainsi comparer l'efficacité de chacune de ces sources sur l'ensemble des longueurs d'ondes du visible.



On remarque que le sodium supprime toutes les autres sources par la luminance spectrale de son pic d'émission. Cela s'explique par son caractère monochromatique, où toute l'énergie se concentre sur une partie très restreinte du spectre, à l'inverse du tungstène par exemple, où la continuité de son spectre entraîne une répartition presque uniforme de l'énergie sur l'ensemble du domaine du visible. Cela explique notamment



pourquoi le sodium est utilisé en éclairage public : mauvais rendement des couleurs mais excellent rendement lumineux.

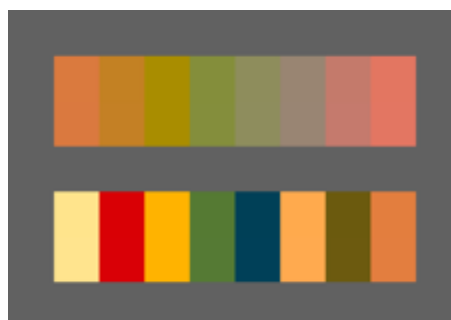
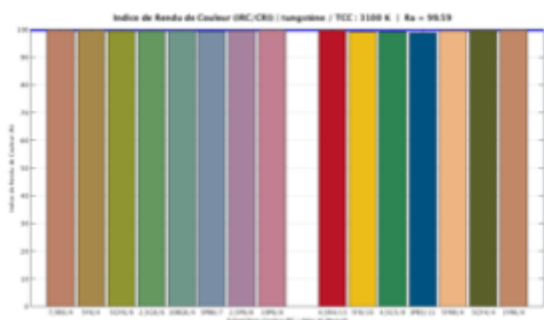


En effectuant une diminution de l'échelle de l'axe des ordonnées afin de se rapprocher des valeurs maximales des pics autres que celui du sodium, on observe que les pics d'émission des tubes fluorescents se superposent parfaitement, attestant de la même nature de leurs composants. De même, la superposition des lieux des pics du mercure et des tubes luminescents nous permet de mettre en évidence la nature du gaz majoritaire les caractérisant, le mercure.

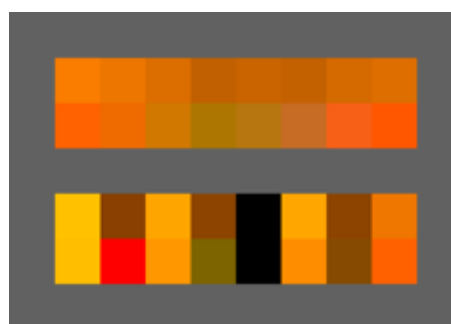
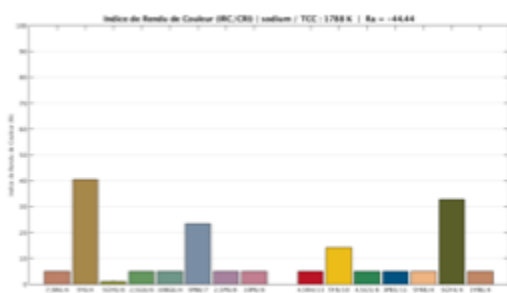
## ANNEXE N°4

### Les sources usuelles en ville face aux couleurs-test de la CIE et leur indice de rendu des couleurs

#### Le tungstène

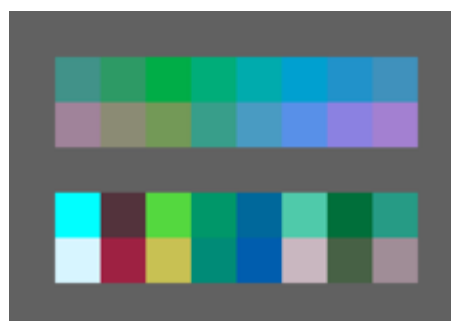
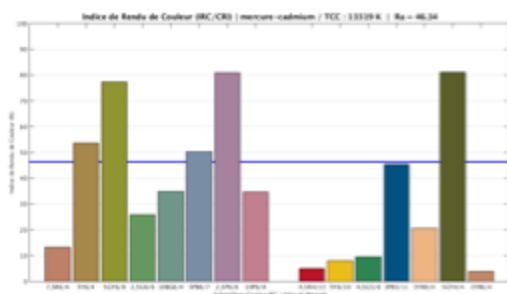


#### Le sodium

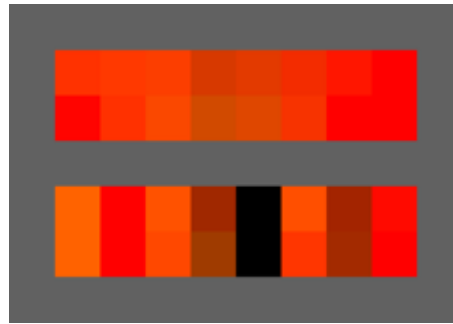
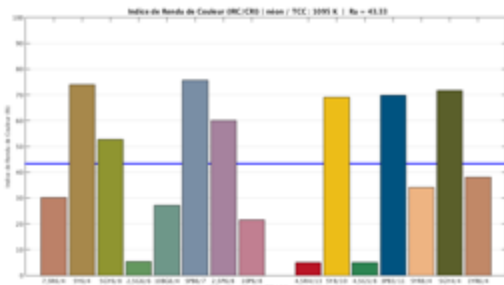


L'IRC qui apparaît est aberrant (-44), mais il souligne le très mauvais rendu des couleurs dans les bleus qui, comme on le voit est nul.

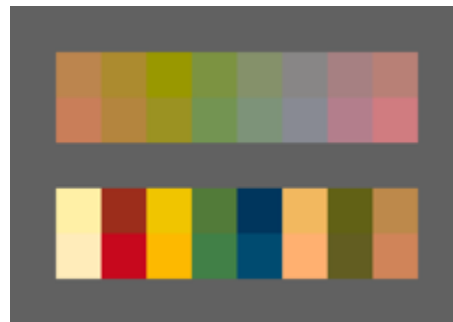
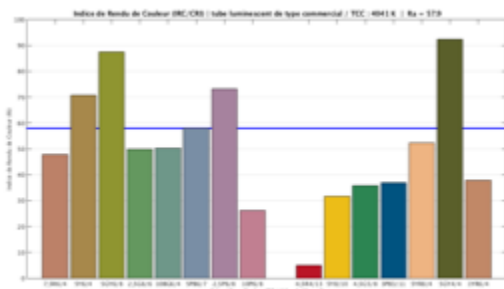
#### Le mercure-cadmium



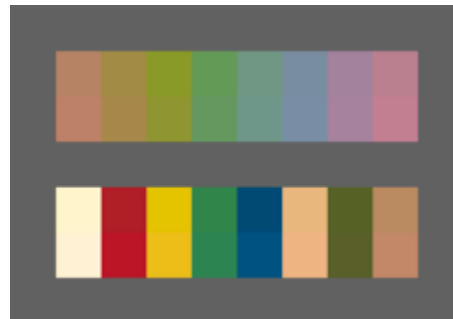
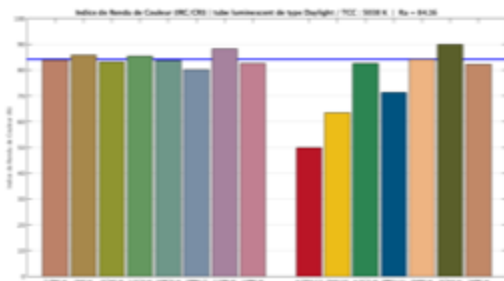
## Le néon



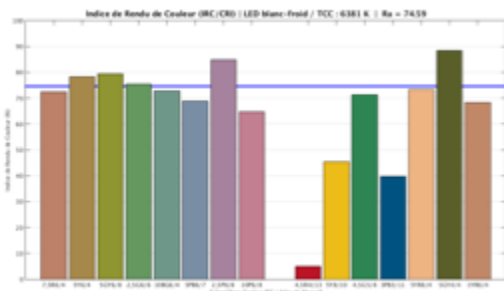
## Le tube luminescent de type « commercial »



## Le tube luminescent de type Daylight



## La LED « blanc-froid »

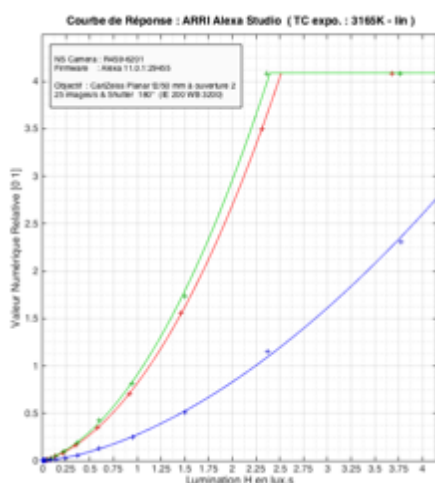


## ANNEXE N°5

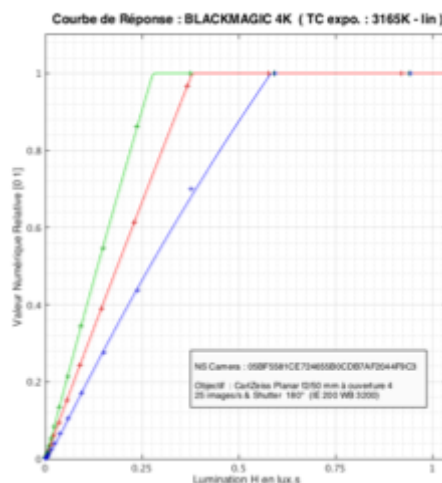
### Modélisation linéaire des courbes de réponse des caméras

NB : La valeur de saturation du capteur est déterminée ici par des points séparés de 0,20 en densité. Nous pourrions envisager un bracketing au 1/3 de diaphragme afin d'amener la précision à 0,10 en logH.

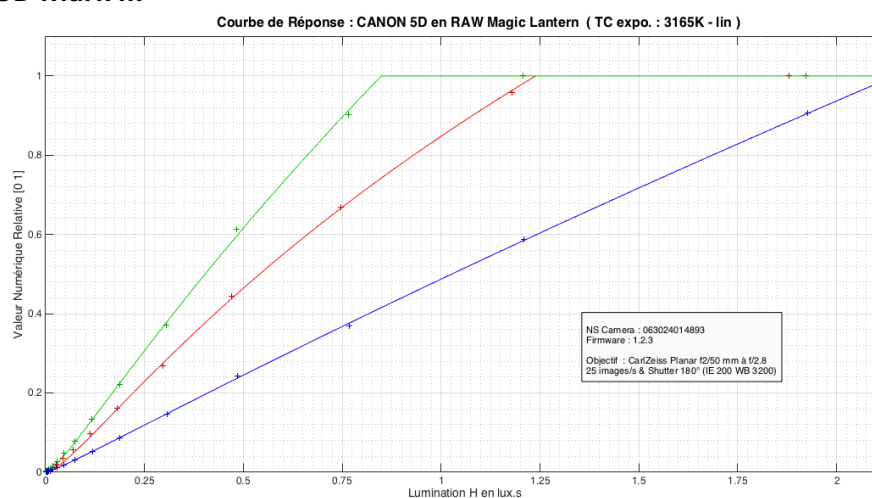
#### Alexa Studio



#### Blackmagic 4K



#### Canon 5D Mark III



Luminance maximale avant saturation (déterminée par la cassure sur la courbe de réponse du canal vert) :

Alexa : 2,30 lux.s

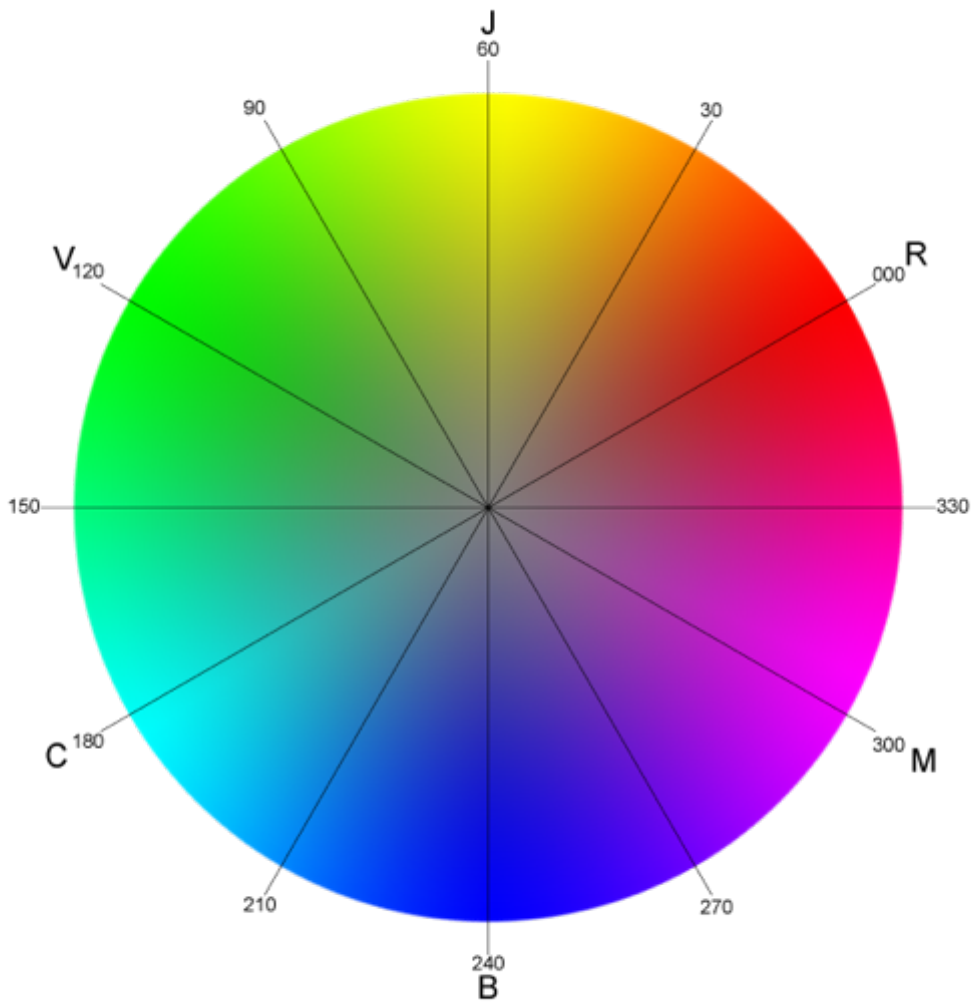
Blackmagic : 0,28 lux.s

Canon 5D Mark III : 0,85 lux.s

## ANNEXE N°6

### Color Wheel

roue colorée de référence en colorimétrie, qui permet de visualiser dans l'espace  $L^*C^*H^*$  (luma, chroma, teinte ; HSL : Hue, Saturation, Lightness en anglais) les caractéristiques colorées d'une image



source : [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Color\\_wheel\\_with\\_degree.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Color_wheel_with_degree.png)

# **ENS Louis-Lumière**

La Cité du Cinéma – 20, rue Ampère BP 12 – 93213 La Plaine Saint-Denis

Tel. 33 (0) 1 84 67 00 01

[www.ens-louis-lumiere.fr](http://www.ens-louis-lumiere.fr)

## **Partie Pratique de Mémoire de Master-2**

Spécialité cinéma, promotion 2013-2016

Soutenance de Juin 2016

### **« *Contamination* »**

**Eléna ERHEL**

Cette PPM fait partie du mémoire intitulé : *Les Lumières de la ville la nuit*

Directeurs de mémoire : **Alain SARLAT** et **David FAROULT**

Présidente du jury cinéma et coordinatrice des mémoires : **Giusy PISANO**

## SOMMAIRE

CV _____	135
Synopsis _____	137
Note d'intention de la PPM _____	138
Liste des matériels employés _____	142
Plan de travail du tournage _____	144
Plan de travail de post-production _____	145
Étude technique et économique _____	146

## Eléna ERHEL

Née le 3 février 1993 à Rennes, France

82 rue Compans, 75019 PARIS, FRANCE

elena.erhel@hotmail.fr

+33 6.67.31.32.62

### FORMATION ACADEMIQUE & DIPLOMES OBTENUS

---

Sept 2015 – Janv 2016 **Mobilité Erasmus** à Yaşar University, Izmir, Turquie  
2013 – 2016 **ENS Louis Lumière**, master cinéma, La Plaine Saint-Denis (93)  
2011 – 2013 **Prépa Ciné-Sup** au Lycée Gabriel Guist'hau, Nantes  
2011 **Baccalauréat Scientifique OIB** (Option Internationale Britannique) au Lycée Victor et Héléne Basch, Rennes, *mention Très Bien*

### STAGES, BÉNÉVOLAT ET EXPÉRIENCES PROFESSIONNELLES

---

Mai - Décembre 2016 **Service civique** à la Ligue de l'enseignement à Paris. Accompagnement dans la mise en place d'ateliers d'expression artistique et de parole partagée « Les Criées », réalisation de prises de vues et aide à la réalisation d'un objet transmédia (webdocumentaire)

Depuis 2012 Différentes expériences d'**assistanat réalisation, réalisation, cadre et lumière** dans le cadre de tournages étudiants (cursus et hors-cursus) incluant une websérie, des documentaires, des courts-métrages de fiction.

Février 2014 **Photographe et Vidéaste** pour le Festival de Saint-Denis « Utopia »  
2012 – 2013 **Bénévole diffusion** des programmes pour *Le Cinématographe, cinéma nantais*

Juillet – Août 2012 **Stage** en entreprise de **location de matériel lumière** à *Papaye, Ivry-sur-Seine*

Mars 2011 **Stage** en **studio d'enregistrement**, prise de son et mixage à *La Chambre Jaune – Châteaubourg*  
**Bénévolat Régie** (installation, désinstallation du matériel audiovisuel) au *Festival Les Embellies – Rennes*

### CARACTÉRISTIQUES PROFESSIONNELLES

---

Août 2013 **Permis B**  
Mars 2014 **Habilitation électrique BR** permettant des travaux de maintenance et réparation sur des installations électriques TBT et BT (0-1000V)

Langues : **Anglais** (courant), **Espagnol** (bon niveau scolaire), **Turc** (bases)

### AUTRES ACTIVITÉS

---

• **Vice-Présidente et co-animatrice du Ciné-Club de l'école Louis Lumière** (Janvier-Décembre 2015), séance et discussion avec un chef-opérateur autour d'un film qu'il a éclairé, une fois par mois.

Champs d'intérêts : **photographie** (argentique et numérique), **voyage, lecture** (A. Camus, J.P. Toussaint, R. Gary...), **cinéma de fiction et documentaire** (C. Marker, J. Van Der Keuken, Fatih Akin, M. Amalric), **musique** (rock alternative, new wave, musiques traditionnelles), **cuisine, tricot**



### **Réalisation**

*On liquide et on s'en va*, de Eléna Erhel, 10', documentaire, 2014

*Hâche-na-Hâche*, de Eléna Erhel, 4', fiction, 2014, dans le cadre du cursus Louis Lumière, 1<sup>ère</sup> année

*Action painting* de Eléna ERHEL, 2', fiction, 2015, dans le cadre du cursus Louis Lumière, 2<sup>ème</sup> année

*Nighthawks*, de Eléna ERHEL, 5', documentaire, 2015, dans le cadre du master à Yaşar University, Izmir

### **Equipe technique**

Cadreuse

*L'heure où blanchit la campagne* d'Alexandre Büyükodabas, 15', fiction, 2015, ENS Louis Lumière

*Un autre pas* de Juliette Le Monnyer, 52', documentaire, 2012, dans le cadre du cursus Ciné-Sup

1<sup>ère</sup> assistante caméra

*Mirage*, projet collectif de vidéo interactive des étudiants des GOBELINS

*L'entretien* de Hans Fischer, 2', fiction, 2015, ENS Louis Lumière

*Dime Novel* de Alexandre Delol, 2', fiction, 2015, ENS Louis Lumière

Electricité

Chef électricienne et électro sur plusieurs exercices au sein de l'ENS Louis Lumière

Electricienne sur *Les Médouny* de Simon Bonanni, fiction, 2016, ENS Louis Lumière, en cours de montage

### **Assistanat réalisation**

*Chambre 204*, de Simon Bonanni, 10', fiction, 2014, dans le cadre du cursus Louis Lumière, 1<sup>ère</sup> année

## SYNOPSIS

Un soir, la radio annonce qu'une usine aux abords de Paris a laissé échapper une quantité importante de gaz coloré orange dans la Seine. Les risques sont connus, les conséquences imprévisibles. Une femme et un homme errent séparément au bord de l'eau dans Paris. Ils savent, et observent les lumières de la ville, les bâtiments, les reflets dans l'eau, ces choses du quotidien qui vont peut-être dans quelques heures être changées pour toujours.

Personne autour d'eux ne semble avoir eu la nouvelle, à moins que ce ne soit le climat général qui les pousse à nier le danger.

La femme et l'homme se croisent au coin d'une boulangerie, ils savent alors que l'autre sait.

## NOTE D'INTENTION

Dans le mémoire que cette partie pratique accompagne, je mets en avant les difficultés qui se posent lors de prises de vues nocturnes en ville.

De très grands contrastes lumineux existent entre les zones d'ombres non atteintes par l'éclairage de la rue et les éclairages eux-mêmes, rendant difficile l'enregistrement de l'ensemble de l'information lumineuse du sujet. Ces mêmes sources lumineuses, composées de raies, ne restituent pas les couleurs des éléments éclairés comme le font les sources à spectre continu (la lumière de studio ou du soleil).

La caméra ajoute un élément de plus entre le sujet et l'oeil : la sensibilité aux couleurs du capteur et sa réponse en terme d'étendue utile varie d'une caméra à l'autre. De fait, une source telle que le sodium ne sera pas restituée par une caméra ni de la même couleur ni avec la même clarté que par une autre, à réglages égaux. Cela peut poser problème notamment lorsque l'on veut jouer des contrastes colorés que provoque ces sources.

A travers des tests réalisés en laboratoire et des expérimentations photographiques en ville de nuit, j'ai réussi à mettre à jour certaines caractéristiques qui différencient les caméras les unes par rapport aux autres (l'Alexa Studio, la Blackmagic 4K, le Canon 5D mark III).

Il me reste maintenant, par le biais de la PPM, de confronter les caméras aux situations réelle de contrastes et d'éclairages en ville la nuit, qui me permettront d'illustrer le propos de mon mémoire.

Mes expérimentations porteront sur trois éléments :

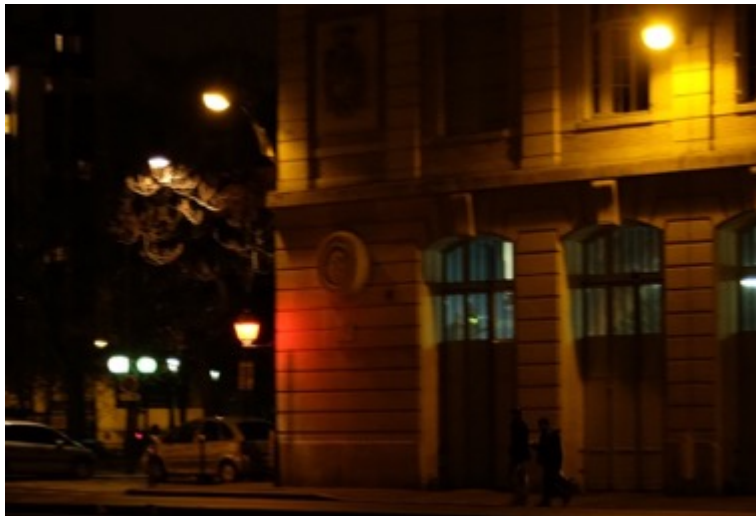
- L'exposition choisie
- La balance des blancs appliquée à l'image en post-production et le contraste coloré
- La différence dans les images issues de trois caméras

## Découpage image

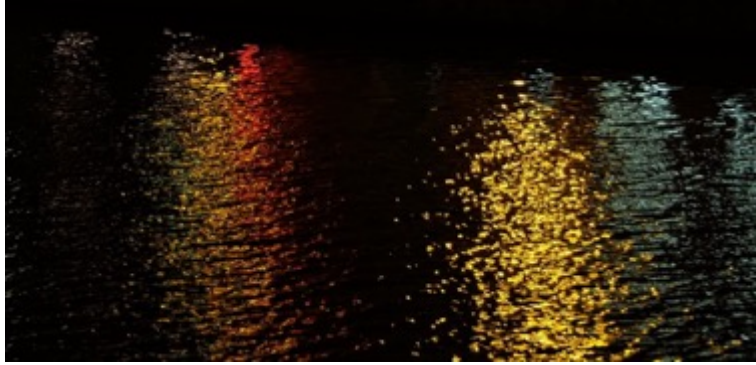
Plan 1 : rue éclairée au sodium uniquement, présence de l'eau, d'un personnage qui rentre dans le champ



plan 2 : plan poitrine homme qui regarde la lumière rouge des pompiers



plan 3 : plan sur l'eau et ses reflets



plan 4 : plan sur un sol coloré



plan 5 : contre-champ sur la femme

*(image)*

plan 6 : plan moyen sur la femme qui avance vers la caméra



plan 7 : plan sur les lueurs des habitation dans les immeubles



plan 8 : plan devant la boulangerie



Dans plusieurs des plans de la séquence, je ferai appel à un personnage habillé à la fois de clair et de foncé (de couleur neutre) qui passera dans le champ, afin d'avoir la réaction de la caméra à des vêtements et une peau éclairée par des sources à spectre de raies, et sa capacité ou non à enregistrer les différences de luminance entre ces personnages, les lumières et les ombres.

J'effectuerai deux plan serrés sur des détails (un sur le personnage, un sur une zone sombre, un sur une zone très lumineuse) pour montrer l'influence de l'échelle de plan sur la gestion du contraste.

En post production, j'appliquerai la même balance des blancs à la séquence pour chaque caméra, afin de mesurer les différences colorées pour chacune d'entre-elle.

Il y aura donc trois séquences de sept plans à l'issue de cette PPM.

Choix techniques :

Je tournerai avec des optiques ouvrant à  $f/1,4$  (25ips, 1/50)

Je choisirai une sensibilité de 400 iso, en corrélation avec les courbes de réponses des caméras et les possibilités lumineuses en présence en ville la nuit

# MATÉRIEL DEMANDÉ

## Liste Caméra

ENSL

- 1x ARRI Alexa Studio n° 6201
- 1x Série ZEISS GO (seulement le 50mm et 85mm)
- 2x Tiges 19mm
- 1x Commande de point Chrosziel
- 1x Matte Box Chrosziel 4\*5,6
- 1x séries de Filtres DN dégradé vertical 0,3-0,6-0,9-1,2 (4\*5.6)
- 4x Batteries 14V + chargeur + câble d'alimentation
- 1x Atomos shogun + fixation caméra (Petit bras magique)
- 1x vis pas kodak
- 1x spigot 16mm
- 3x câble BNC 40cm
- 2x Disque Dur navette 1 TO
- 2x Grandes branches
- 2x Tête fluide Sachtler Studio 90 + manche et contre-manche

- 1x Valise d'assistant composée de :

- 1x Décamètre
- 1x Pistolet Dust-Off
- 1x Table de profondeur de champ
- 1x Mire Gris 18%
- 1x Mire Blanc 90%
- 1x Mire Noir 2%
- 1x Rapport image



- 1x Valise opérateur composée de :

1x Cellule Spectra digitale

1x Spotmètre Pentax

1x Thermocolorimètre Minolta

1x Chercheur de champ

1x Verre de contraste

#### LOCATION EXTERIEURE :

- codex pour l'enregistrement en RAW de l'Alexa (Next Shot) + carte
- Canon 5D Mark III débridé (avec Magic Lantern) qui permet le tournage en RAW.
- Zeiss 50mm (PL)
- carte compact flash 64GB, 160MB/s
- Adaptateur optique PL pour boitier monture EF
- filtres carrés de densité neutre dégradé vertical 0,3-0,6-0,9-1,2 type P pour appareils photo
- portes-filtres
  
- Blackmagic 4K
- cage
- batteries
- 1x Carte SxS PRO 32 GO
- Zeiss 50mm f/2
- filtres carrés de densité neutre dégradé vertical 0,3-0,6-0,9-1,2 type P pour appareils photo
- portes-filtres

### **Lumière**

Aucun matériel lumière demandé, de par les contraintes que je m'impose dans le mémoire de tourner uniquement avec les sources en présence, sans modification de contrastes lumineux ou coloré.

## **Plan de travail du tournage**

EQUIPE :

Assistante réalisation/scripte : Audrey GUIBERT

Assistants caméra : Clotilde COEURDOEIL, Florine BEL et Sacha BRAUMAN

Régisseurs (sécurisation rue) : Antoine MARTIN et Pierre CHAILLOLEAU

Sécurisation du tournage : Jonathan BOMBARD

Actrice : Fanny CAILLIBOT

Veilleur de l'Alexa Studio : Alain SARLAT

Le tournage aura lieu le jeudi 5 et vendredi 6 mai 2016, de 21h à minuit.

Coucher de soleil le jeudi 5 mai : 21h12

Coucher de soleil le vendredi 6 mai : 21h14

20h-21h prépa matériel

22h PAT

0h00 fin de tournage

## **Plan de travail de post-production**

Les tests développés, montés en séquences et étalonnés seront rendus le 8 juin 2016, pour une projection devant jury entre le 20 et 24 juin 2016.

La postproduction s'effectuera en laboratoire de sensitométrie pour le développement des RAW dans la semaine du 9 au 14 mai 2016 en ce qui concerne le développement et l'étalonnage des images test du mémoire, et du 23 au 27 mai en salle de montage AVID pour la mise en forme des séquences de projection.

L'étalonnage final aura lieu en salle de sensitométrie du 1 au 3 juin 2015.

Les travaux d'analyse et de compte-rendu des données sont partie intégrante du mémoire et seront rendus dans le même délai que celui-ci.

## Étude technique et économique

Objet	Coût TTC
location véhicule 3 jours	216 €
essence / parking	15 €
régie repas pour 9 personnes * 2 jours	100 €
Location 5D Mark III	120 €
location filtres ND dégradés (Next shot)	0 €
<b>TOTAL</b>	<b>451 €</b>