

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE LOUIS LUMIÈRE
La cité du Cinéma, 20 rue Ampère, BP 12, 93213 La Plaine Saint-Denis Cedex
Tel. 33 (0) 1 84 67 00 01- www.ens-louis-lumiere.fr

Mémoire de master

Spécialité cinéma, promotion 2013/2014
Soutenance de juin 2014

LES HAUTES LUMIERES EN CINEMA NUMERIQUE

Laurène LE BARH

Ce mémoire est accompagné de la partie pratique intitulée *Oasis*

Membres du jury :
Alain SARLAT, Directeur de mémoire
Giusy PISANO, Présidente du jury cinéma et Coordinatrice des mémoires
Frédéric SABOURAUD, Maître de conférence
Michel COTERET, Directeur des études

REMERCIEMENTS

Je remercie les membres du jury,
Giusy PISANO coordinatrice des mémoires, Frédéric SABOURAUD et Michel COTERET.

Un grand merci à mon directeur de mémoire Alain SARLAT, pour la transmission de son savoir et son soutien motivant.

Merci à Natasza CHROSCICKI de la société Image works pour le prêt du Codex ayant servi à la réalisation de la partie pratique.

Merci à Didier GREZES de la société Next Shot pour le prêt du Codex ayant servi à la réalisation des tests.

Merci à Nejib BOUBAKER pour son aide précieuse et sa disponibilité.

Merci à Florent FAJOLE pour son attention.

Merci à Marie-José LE BARH pour sa relecture.

C'est aussi l'occasion de remercier toutes les personnes ayant participé de près ou de loin à la réalisation de la partie pratique qui accompagne ce mémoire.

RÉSUMÉ

Les hautes lumières sont un outil d'expression manié en permanence par le chef-opérateur, aussi bien en prise de vue qu'en post-production. A l'ère où le numérique s'est affirmé au sein de la production cinématographique, les hautes lumières semblent en être une limite en comparaison avec l'argentique. Dans la plupart des films numériques, elles sont souvent évitées, ou du moins plus subies qu'exploitées. En effet, la technologie ne valorise pas la partie haute de la courbe de réponse, mais c'est aussi une crainte culturelle que se sont imposés les opérateurs face au passé argentique et aux travers de la télévision. Dans ce mémoire, nous allons tenter de relativiser ces croyances en partant d'une analyse objective basée sur des tests précis afin de comprendre leur comportement en vue d'une réappropriation esthétique. Il faut en effet repenser la technologie numérique et la façon de l'aborder pour pouvoir maîtriser les nombreux outils fournis par les fabricants et ainsi retrouver la possibilité de travailler les hautes lumières. Nous approfondirons notre étude en considérant le cas de ARRI et de l'Alexa Studio.

ABSTRACT

Highlights are an expression tool handled permanently by directors of photography , whether shooting or post-production. When digital is stated in the film production, highlights appear to be limited in comparison with the film. In most digital movies, they are often avoided, or at least more endured than exploited. Indeed, the technology doesn't enhance the upper part of the response curve, but it is also a cultural fear that operators impose to themselves, facing the film past and television quirk. In this thesis, we will try to put these beliefs into perspective, from an objective analysis based on specific tests to understand their behavior towards an aesthetic appropriation. It is indeed necessary to rethink the digital technology and how to broach it, in order to master the many tools provided by manufacturers and thus regain the ability to work highlights. We will deepen our study by examining the case of Arri Alexa Studio.

LISTE DES MOTS CLEFS

Hautes lumières	Highlight
Exposition	Exposure
Surexposition	Overexposure
Saturation du capteur	Clipping
Etendue utile	Dynamic range
Contraste	Contrast
Codage logarithmique	Logarithmic encoding
RAW	RAW
ARRI	ARRI

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	7
Partie 1 : LES HAUTES LUMIERES ET LEURS LIMITES.....	9
CHAPITRE 1 : LES HAUTES LUMIERES DU SUJET.....	10
A) Point photométrique.....	10
B) Mesure.....	13
C) Perception.....	17
A) Dynamique, Etendue utile et Contraste.....	20
B) La saturation du support photosensible.....	21
C) La Couleur.....	27
CHAPITRE III : LE TRAITEMENT DES HAUTES LUMIÈRES.....	33
A) Le traitement en Post-Production.....	33
B) Comparaison : l'highlight rolloff.....	35
Partie 2 :L'UTILISATION DES HAUTES LUMIERES EN NUMERIQUE ANALYSE DE CORPUS.....	38
CHAPITRE 1 : L'EVOLUTION DES FIGURES DE SUREXPOSITION	39
A) Les figures de la surexposition.....	39
B) Argentique Vidéo et numérique.....	44
CHAPITRE 2 : LA RÉAPPROPRIATION DE LA SUREXPOSITION	48
A) La réappropriation.....	48
B) Etude de motifs : la contrainte du haut contraste.....	50
Partie 3 : LA MAITRISE DES HAUTES LUMIÈRES.....	57
CHAPITRE 1 : L'AUGMENTATION DE LA DYNAMIQUE ?.....	58
A) Le Knee	58
B) Le codage logarithmique	59
C) Le RAW.....	66
D) Le HDR : High Dynamic Range.....	69
CHAPITRE 2 : LA POST-PRODUCTION : APPLICATION A LA PARTIE PRATIQUE DE MEMOIRE.....	72
A) L'intention :.....	72
B) Etude du worlflow :.....	73
C) Compte rendu de la partie pratique.....	76
CONCLUSION.....	83
BIBLIOGRAPHIE.....	85
FILMOGRAPHIE.....	87
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	89
ANNEXES.....	91
PARTIE PRATIQUE DE MÉMOIRE DE MASTER-2.....	97

INTRODUCTION

En argentique, il faut plutôt poser pour les basses lumières. En numérique, la tendance s'est inversée, c'est en fonction des hautes lumières qu'il faut exposer son image.

J'ai choisi le thème des hautes lumières pour plusieurs raisons. La première vient d'informations recueillies un peu partout autour de moi qui me mettent en garde contre les hautes lumières en cinéma numérique. La deuxième vient de ma pratique à laquelle j'ai été confrontée : saturation des hautes lumières autant en numérique qu'en argentique. Enfin, l'étude de la courbe sensitométrique et de la post-production pendant ma spécialisation de cursus, m'a poussée à continuer la recherche pour la confronter à la pratique et à l'analyse esthétique.

Mon but est de démystifier les hautes lumières, donc de montrer comment on pourrait atteindre une maîtrise aussi grande qu'en argentique voire même la dépasser vers une esthétique numérique des hautes lumières.

En partant de l'analyse d'un corpus de films, de données et d'expériences techniques, je tenterai de dégager en quoi le passage au numérique a modifié notre approche des hautes lumières, comment les deux technologies tendent à s'égaliser pour rendre aux hautes lumières leur rôle expressif et esthétique. L'objectif de ce parcours est de parvenir à la réponse suivante : dans quelles mesures la maîtrise et donc l'utilisation des hautes lumières est-t-il toujours possible en numérique ?

Les hautes lumières sont caractérisées physiquement par la mesure mais aussi de manière plus empirique par le contraste d'un sujet : elles représentent les zones de luminance les plus fortes. La luminance est l'éclairement modulé par l'objet, elle tient donc compte des caractéristiques de celui-ci.

La courbe de réponse d'une caméra numérique est telle qu'au-delà d'une certaine lamination, le point de saturation est brusquement atteint, il n'y a alors plus aucun détail dans les hautes lumières. Leur importance est telle que pour déterminer une sensibilité de caméra numérique, les différentes méthodes tiennent compte dorénavant des blancs.

La retenue dans l'utilisation des hautes lumières est basée sur la réalité des caractéristiques du capteur numérique mais elle est transmise par l'opinion générale et des expériences empiriques. Peut-

on maintenant la relativiser ? Nous allons donc étudier dans une première partie la caractérisation des hautes lumières en passant par l'analyse du sujet et de l'image argentique et numérique.

L'aplat blanc qui n'est pas rattrapable en étalonnage est loin d'être absent des films en pellicule. Il est alors utilisé et maîtrisé dans un but esthétique. Au contraire, on peut observer que dans la majorité des films tournés en numérique la surexposition est plutôt évitée au profit de l'exploitation de la pénombre. Pourtant, avec les nouvelles générations de caméras numériques, on peut observer un changement de tendance, par exemple dans *Michael Kohlhaas* (2013) d'Arnaud des Pallières éclairé par Jeanne Lapoirie.

On analysera donc, dans une deuxième partie, sous quelles formes les hautes lumières apparaissent dans les films tournés en numérique grâce à l'étude des motifs des ciels, des entrées de jour et des sources dans le champ.

La troisième partie consiste en une application de la maîtrise de l'effet de surexposition à travers des tests et la partie pratique intitulée *Oasis*. Il existe de nombreux procédés numériques visant à « améliorer » la réponse des caméras numériques, en augmentant l'étendue utile : le knee, le codage logarithmique, le RAW, le système HDR... Mais quel est leur impact exact sur l'image ? Cette augmentation est-elle réelle et nécessaire ? En effet, c'est peut-être en adaptant au mieux l'exposition grâce à une vraie compréhension de l'outil que l'on pourra de nouveau exploiter les hautes lumières. Enfin, j'expérimenterai la post-production et les traitements numériques qui conditionnent et restituent les hautes lumières.

Partie 1 :

LES HAUTES LUMIERES ET LEURS LIMITES

La saturation des hautes lumières est atteinte lorsque la quantité de lumière est trop importante pour la surface photosensible qui ne peut plus traduire les variations de la luminance du sujet. L'image restituée est un aplat blanc. Il faut bien la différencier d'un des paramètres de caractérisation de la couleur : la saturation ou pureté. Dans ce mémoire, j'utiliserai le terme de « luminance de saturation » pour parler de la luminance seuil, de « la saturation du capteur » pour désigner le phénomène physique et d'une « zone clippée » pour exprimer l'effet obtenu sur l'image.

Dans le vocabulaire de l'image, on parle d'image « cramée » pour exprimer cette saturation comme on évoquerait une brûlure du support. On utilise aussi le terme « clipper » pour exprimer la platitude du signal. Ces termes ont une connotation plutôt négative sur un plateau, ou du moins depuis l'arrivée de la vidéo.

Au contraire, en argentique on a toujours utilisé la surexposition : à la prise de vue, on expose pour une sensibilité inférieure à la sensibilité du support ce qui éclaircit toute l'image en la plaçant plus haut sur la courbe de réponse. On peut donc surexposer une image en clippant ou non les hautes lumières. Dans le langage courant cette notion connote un choix d'opérateur car la surexposition implique la notion de pose.

Il y aura donc plusieurs façons d'aborder les hautes lumières qui peuvent-être bien posées, surexposées ou clippées. Mais comment caractérise-t-on une haute lumière ?

CHAPITRE 1 : LES HAUTES LUMIERES DU SUJET

A) Point photométrique

La lumière est un rayonnement électromagnétique caractérisé par différentes longueur d'onde (nm). Le spectre de la lumière visible s'étend 380nm et 780nm.

Les hautes lumières sont tout d'abord de fortes quantités de lumière caractérisées quantitativement par des grandeurs photométriques.¹

- **Le flux lumineux** est la quantité globale de lumière émise par une source lumineuse dans toutes les directions.
- **L'intensité lumineuse** est le flux lumineux transmis uniformément dans un cône d'angle solide unitaire Ω et dans une direction donnée.
- **L'éclairement** est le flux lumineux reçu par unité de surface de l'élément.
- **La luminance** est l'éclairement modulé par les caractéristiques de l'objet.
- **L'éclairement image** est l'éclairement produit par les luminances du sujet sur la surface photosensible.
- **La lamination** est le produit de l'éclairement image reçu par la surface photosensible d'une caméra par le temps de pose.

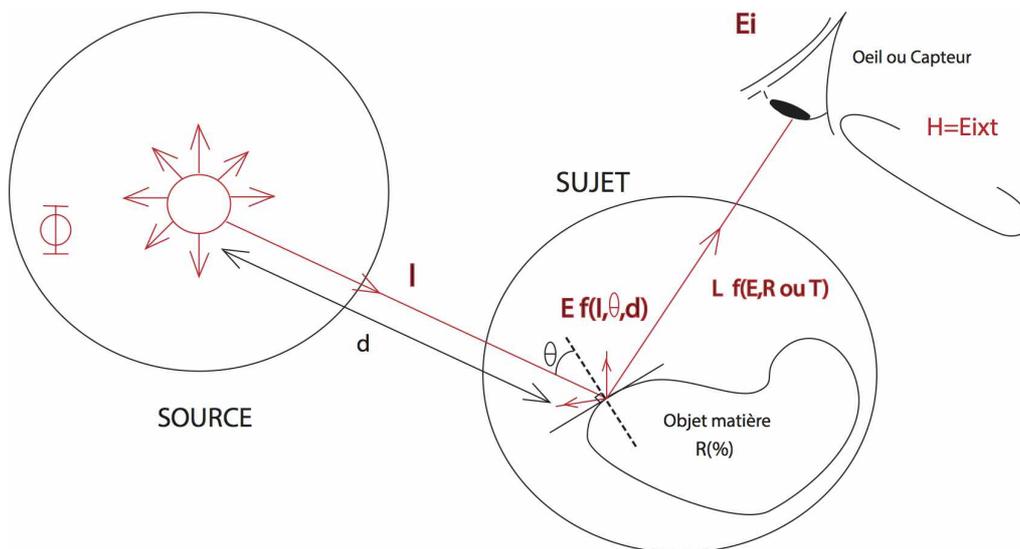


Figure 1: Les grandeurs photométriques

¹ BELLAICHE P., *Les secrets de l'image vidéo*, Paris, Eyrolles, 2009, p 7-8

Pour exprimer ces grandeurs, on distingue le système énergétique et le système lumineux pondéré par la réponse spectrale de l'oeil humain.

Grandeur	Système énergétique	Système lumineux	Formule
Flux Φ	Watt (W)	Lumen (lm)	
Intensité I	W.Sr ⁻¹	Candela (cd)	$I=\Phi/\Omega$
Eclairement E	W.m ⁻²	lux = lm /m ²	$E=(I*\cos\theta)/d^2$
Luminance L	W.m ⁻² .Sr ⁻¹	cd/m ²	$L=(RE)/\Pi$
Eclairement Image Ei	W.m ⁻²	lux	$Ei=0.64(L/A^2)+E_{flare}$
Lumination H	W.m ⁻² .s = J.m ⁻²	lux.s	$H=Ei*T$

A étant l'ouverture du diaphragme.

Un flux incident qui interagit avec un système physique, se transmet, s'absorbe, se diffuse, et se réfléchit. Dans les objets qui nous intéressent on n'utilisera que les facteurs R (réflexion) et T(transmittance) pour caractériser l'objet.

$R = \text{flux réfléchi} / \text{flux incident}$

$T = \text{flux transmis} / \text{flux incident}$

On aura par exemple un noir à $R=10\%$, un gris à $R=18\%$ et un blanc à $R=90\%$. Cela a donc un impact sur les hautes lumières : si un fort éclairement touche un noir à 10%, cela veut dire que 10% de cette lumière pourra atteindre la surface photosensible. Au contraire, 90% pourra atteindre le capteur si l'objet est blanc.

Pour mieux définir la réflexion et les caractéristiques de l'objet, on différencie :

- **Un objet lambertien** ou parfaitement diffusant : le rayon incident est réfléchi dans toutes les directions. On peut alors écrire la formule de la luminance : $L=RE/\Pi$

- **Un objet spéculaire** : le rayon incident n'est réfléchi que dans une direction.

On a donc $L=RE$

- **Un objet mixte** : le rayon incident est réfléchi majoritairement dans une direction mais aussi diffusé.

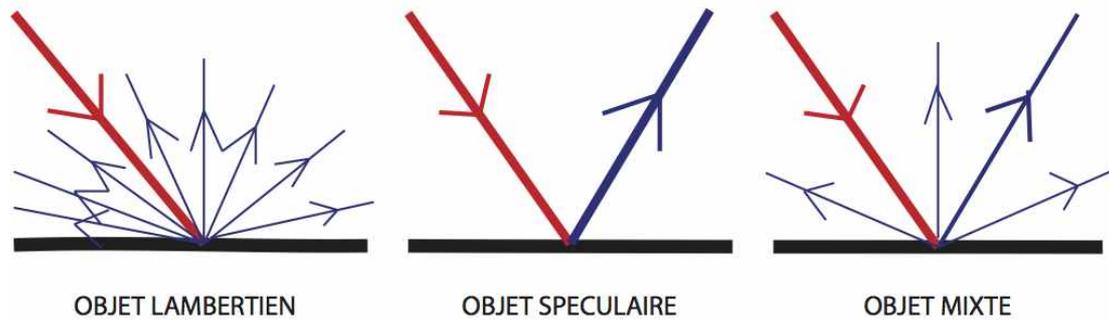


Figure 2: Caractéristiques de l'objet

Lorsqu'on regarde un objet lambertien on perçoit la couleur de cet objet, alors qu'en regardant un objet spéculaire, on voit en réalité la couleur de la source. C'est le principe du miroir qui reflète la source secondaire. On va donc devoir être particulièrement attentif aux reflets spéculaires dans l'appréhension des hautes lumières.

La couleur entre aussi en jeu dans la caractérisation de l'objet. En effet chacune ne réagit pas de la même façon à l'exposition : il existe des couleurs plus ou moins lumineuses. Par exemple, pour une même pureté, on peut dire qu'un jaune au centre de la courbe d'efficacité de l'oeil² nous paraît plus lumineux qu'un bleu. Il faudra donc tenir compte de la couleur de l'objet et de la source pour exposer son sujet.

Il est cependant toujours impossible de définir une haute lumière seulement par une mesure de luminance tenant compte des caractéristiques de l'objet car il faudrait définir un seuil empirique qui n'aurait pas de sens.

Dans chaque image, dans chaque point de vue sur le monde, un rapport de hautes lumières par rapport aux basses lumières s'installe. C'est le contraste sujet que doit maîtriser l'opérateur :

$$C_{\text{sujet}} = L_{\text{max}} / L_{\text{min}}$$

Le sujet est l'objet éclairé. Il dépend donc du Contraste objet ($R_{\text{max}} / R_{\text{min}}$) défini par la matière de l'objet, et du Contraste éclairage ($E_{\text{max}} / E_{\text{min}}$) qui est posé par les sources de l'opérateur.

Dans une image peu contrastée, on aura des hautes lumières moins marquées que dans une image contrastée. Elles seront dites hautes par rapport aux ombres de l'image. Une lampe peut donc être la haute lumière d'une pièce sombre autant que le soleil qui entre par une fenêtre.

² BELLAICHE P., *Les secrets de l'image vidéo*, Paris, Eyrolles, 2009, p16

B) Mesure

On peut donc définir une haute lumière par une luminance mais aussi par son rapport de contraste. C'est la combinaison de ces deux facteurs que nous allons étudier dans ce mémoire. On va donc se demander avec quels instruments un directeur de la photographie les appréhende par la mesure.

Des appareils comme le spectro-radiomètre mesurent et intègrent le résultat dans le système lumineux. On obtient des valeurs qui quantifient précisément la source mais qui sont difficilement exploitables sur un plateau.

Exemples d'éclairage³ :

- Nuit de pleine lune 0,5 lux
- Lumière d'une bougie à 10cm 10lux
- Rue de nuit bien éclairée 20-100 lux
- Appartement 100-300 lux
- Quai station de métro 300 lux
- Local de travail 200-3 000 lux
- Comptoir d'un grand magasin 500-700 lux
- Plateau de télévision 800-1600 lux
- Stade de nuit 1 500 lux
- Ciel couvert 32000 lux
- Journée ensoleillée dans l'après midi 35000lux
- Journée ensoleillée à midi 50 000-100 000lux

Des instruments, comme la cellule à lumière incidente et le spotmètre mesurent et transcrivent le résultat en couple vitesse-diaphragme⁴. Ce sont les principaux outils des opérateurs.

Comme la caméra, la cellule dépend d'un capteur qui a lui-même ses limites.

EV -2 à EV 19,9 pour la cellule KFM-2100 de Kenko⁵ ce qui correspond à un minimum de 0,03125 Cd/m² et un maximum de 122 294,5 Cd/m².

Si l'instrument annonce T/32 à la mesure, cela signifie que l'éclairage de la source est tel qu'il faudrait à une sensibilité donnée, pour un temps d'exposition donné, fermer le diaphragme à T/32 pour être correctement exposé. La cellule qui mesure l'éclairage global permet de poser l'image, tandis que le spotmètre mesurant la luminance d'un point précis permet de connaître le contraste sujet, en tenant compte des caractéristiques de l'objet et de l'éclairage mis en place. Ce n'est pas le rôle de ces appareils de donner un seuil de saturation mais ils sont indispensables pour faire tenir

3 BELLAICHE P., *Les secrets de l'image vidéo*, Paris, Eyrolles, 2009, p9

4 Formule : $2^{EV} = \frac{A^2}{T} = L_m \cdot S / 12.5$ où EV est l'indice d'exposition, A l'ouverture du diaphragme, T le temps d'exposition, L_m la luminance moyenne et S la sensibilité.

5 KENKO Tokina Globa, « Specifications KFM-1100 Auto Digi Meter », *Kenko-Meter-Catalog*, avril 2014, URL : <http://www.kenkoglobal.com/pdf/Kenko-Meter-Catalog.pdf>

le contraste sujet dans une étendue utile⁶ donnée. Il faut donc la connaître au préalable et bien appréhender sa marge dans les hautes et les basses. Néanmoins, pour utiliser correctement la cellule il faut régler le temps d'exposition, mais aussi la sensibilité. Or cette notion n'est plus vraiment normée et respectée par les caméras numériques. Les constructeurs déforment la notion de sensibilité pour en faire un paramètre facilement ajustable. Ces instruments indispensables en argentique peuvent perdre leur sens avec une mauvaise compréhension de la sensibilité numérique.

Avec le numérique, on voit apparaître des mesures *a posteriori* : en utilisant la caméra comme instrument et en analysant le sujet comme une image après traitements. L'inconvénient est la perte de l'objectivité du sujet et l'avantage est de tenir compte des traitements internes à la caméra qui conditionneront effectivement l'image finale.

- L'oscilloscope :

Certains instruments, comme l'oscilloscope, permettent de visualiser la limite haute du signal. Arrivé avec les caméras vidéo, il est de plus en plus présent sur les tournages. Le principe de l'oscilloscope est de répertorier chaque point d'une colonne et de le replacer sur l'axe des ordonnées selon sa valeur numérique. On peut l'assimiler à un histogramme car la quantité de points d'une colonne ayant la même valeur numérique est matérialisée par une luminance plus ou moins forte.

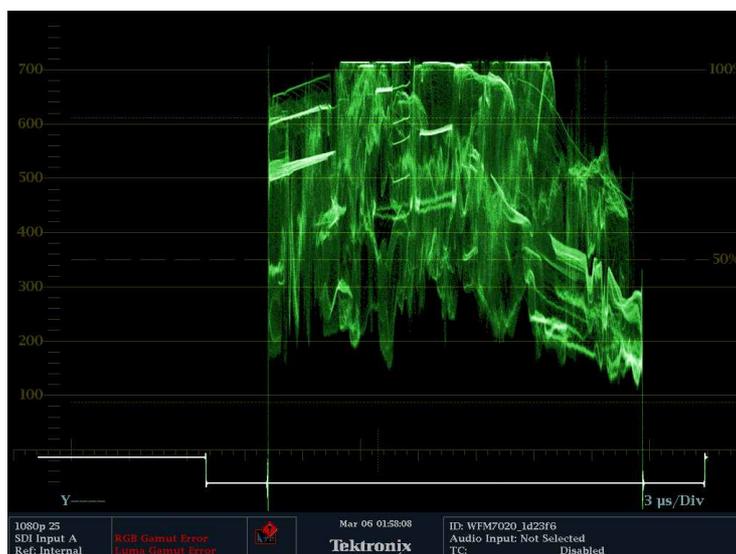


Figure 3: Capture d'écran de l'oscilloscope Tectronique

Ces images sont donc difficilement lisibles avec précision et on s'aide souvent d'une zone spéci-
6 cf. Partie 1, Chapitre 2, p 22

fique de l'image (un aplatissement) pour se repérer. La saturation, quelque soit sa valeur de codage est facilement visualisable par l'aplatissement du signal.

Pour une analyse plus précise et sans interprétation, on peut choisir de n'afficher qu'une seule ligne de l'image. On ne s'intéresse donc pas à la proportion de points correspondant à une valeur, on est donc plus précis.

L'oscilloscope permet donc surtout de mesurer l'image dans sa globalité et d'être certain de poser ses bornes dans l'étendue utile.

Les oscilloscopes acceptent un signal numérique HD qu'ils assimilent aux anciennes bornes vidéos. Il faut donc bien distinguer la vidéo du numérique en sachant que la vidéo peut être soit analogique soit codée numériquement.

Le signal vidéo est borné à 1V de -300mv à 700mv pour 100% et traduit en amplitude des variations de tension. Un capteur CCD est par exemple capable de restituer des niveaux 6 fois supérieurs au niveau nominal du signal vidéo, c'est à dire ayant une dynamique de 600%⁷. Le signal vidéo est donc limité.

Un signal numérique est, quant à lui, un flux binaire (enchaînement de 0 et de 1) qui codent des valeurs numériques bornées par leur profondeur de codage⁸. Les oscilloscopes sont donc capables d'analyser le signal numérique et de le reporter pour l'affichage en pourcentage (de 0 à 100% pour 65535) ou en voltage de (de 0 à 700mv) afin de conserver les habitudes de visualisation vidéo .

Il faut donc bien déterminer le signal des sorties de la caméra qui sera analysé par l'oscilloscope. Mes expériences m'ont permis de valider la cohérence des informations données par l'oscilloscope par rapport à des images HD développées⁹ notamment dans la saturation. En effet, l'oscilloscope n'accepte que des images développées. Lorsqu'on travaille en RAW¹⁰, les résultats sont moins évidents et dépendants du fabricant. Ce problème sera abordé dans la partie III.

- Les "false color"

Les "false color" sont un nouvel outil présent dans les caméras récentes. Le principe consiste à afficher sur l'image des plages de couleurs (suivant un code couleur dont l'index est donné dans la caméra) qui représentent les valeurs numériques de l'image.

⁷ BELLAICHE P., *Les secrets de l'image vidéo*, Paris, Eyrolles, 2009, p181

⁸ Par exemple de 0 à 65535 quantifié en 16bit soit 2^{16} valeurs possibles

⁹ Le ProRes 4:4:4 logC 12bit de l'ARRI Alexa

¹⁰ cf. Partie 3, Chapitre 1, p 87

Il est indiqué sur le site de ARRI¹¹ que l'analyse est basée sur les réglages des sorties. Si le viseur est en Rec 709, l'analyse se fera sur l'image en Rec 709. Si le moniteur est en sortie LogC, on analysera le logC . On trouvera ainsi le même problème pour l'image développée qu'avec l'oscilloscope .

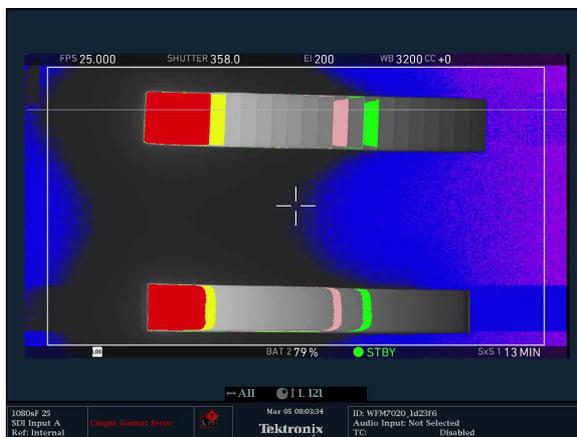


Figure 4: Représentation des "false color" d'une gamme carbone

Pour vérifier la cohérence de la mesure on imagine que les "false color" procèdent par moyenne.

La plage jaune indique 97% à 99% sur l'Index que "false color" Arri¹²

On analyse sur Matlab le ProRes LogC 4:4:4 correspondant :

R54606 V54445 B53984 =54345 → 95% car le niveau des blancs est à 56829

Les "false color" permettent de visualiser plus facilement les zones de l'image mesurée. L'inconvénient est que seules certaines zones correspondant aux intervalles du code couleur sont matérialisées. L'information n'est pas donnée sur toute l'image. Cependant quand on utilise les "false color", on veut placer une zone particulière à un certain niveau (par exemple un ciel entre 97% et 99%). On peut donc directement jouer avec le diaphragme pour ajuster l'exposition jusqu'à l'apparition ou la disparition de la couleur concernée.

- Le moniteur

Le retour vidéo s'est aussi systématisé avec le numérique. Cet interface qui diffuse l'image en direct a tendance à devenir une référence pour l'opérateur qui juge à l'oeil de sa pose. Il est en effet très utile pour avoir une idée de l'image et du cadre mais ne peut servir d'instrument de mesure. Tout comme les "false color" et l'oscilloscope, il ne prend en compte que l'image dévelop-

¹¹ ARRI, « What is the "false color" exposure check based on? », *Arri*, mars 2014, URL :

http://www.arri.com/camera/digital_cameras/learn/alexa_faq/

¹² cf. Annexe 1, Index des "false color" ARRI, p 91

pée. De plus, chaque moniteur répond à des normes d'affichages (principalement Rec 709, mais aussi DCI P3) qui ne sont pas toujours respectées. Les espaces couleurs et surtout la gradation du moniteur peuvent être modifiés pour « embellir » l'image : par exemple, augmenter la dynamique de l'image. L'étalonnage de l'écran (luminance, température couleur du blanc et gamma) devrait être réglé pour chaque condition de lumière externe. Le plus souvent, on a une image différente sur chaque moniteur du plateau, sans savoir quelle est la plus juste.

Cependant, lors de mes tests, je remarque qu'en envoyant mon image développée¹³ sur un moniteur SONY Oled j'obtenais un résultat cohérent au niveau du point de saturation du capteur.

La meilleure solution est de combiner ces instruments tout à fait valables pour une image développée, et d'apporter un soin tout particulier au RAW et à la sensibilité numérique.

C) Perception

Nous allons parler ici de la perception scientifique c'est à dire celle qui pose des contraintes. En effet, la perception culturelle (ou subjective) rentre aussi en jeu dans l'appréhension des hautes lumières notamment avec le passé argentique et les travers de la vidéo. Ces aspects seront étudiés dans la partie II.

Notre œil lui aussi sature. Par exemple, on ne supporte pas de regarder le soleil en face, on est ébloui : impression de brûlure et image qui reste sur la rétine.

Il est difficile d'analyser empiriquement la perception de notre œil car nous nous adaptons systématiquement. Il n'est donc pas aisé de discerner les limites de notre gamme de luminance . En portant un regard, notre œil cherche d'abord les blancs du sujet pour faire sa balance et exposer l'image : fermer ou ouvrir l'iris assimilé au diaphragme. L'oeil se base sur les hautes lumières car notre organisme se protège de la sur-intensité qui peut littéralement le brûler. La limite supérieure de la vision est donc l'endommagement de l'organe. Une zone qui pourrait nous éblouir un instant ne le sera plus à partir du moment où l'ouverture de notre iris s'est adaptée à l'exposition. Par exemple, si l'on regarde une découverte avec un personnage devant en contre-jour, on va fermer notre iris pour baisser la luminance de la découverte quitte à assombrir le personnage. Au cinéma, on peut choisir ce que l'on veut exposer. On aura plutôt tendance à surexposer la découverte pour privilégier le personnage. Il est donc assez rare que notre œil sature une découverte alors que c'est

¹³ Le ProRes 4:4:4 logC 12bit de l'ARRI Alexa

un motif très utilisé au cinéma.

Certaines sources de lumière nous éblouissent souvent (la nuit les phares et lampes, le jour les reflets spéculaires dans les immeubles). On ne peut pas, par exemple regarder des phares sans être ébloui et fermer ou détourner les yeux. Cette source puissante et englobante est choquante pour nos yeux à l'iris ouverte pour la vision nocturne. Cependant, des phares au loin plus ponctuels sont tout à fait supportables. Quand on filme des phares de voiture, on doit faire un choix pour faire ressentir ou non cet effet aux spectateurs alors que nous sommes loin de la luminance de saturation de l'oeil au cinéma. Cette application sera étudiée dans la partie II.

On perçoit différemment un niveau, suivant celui de son voisin proche. C'est le même principe d'adaptation de l'exposition qui joue sur le contraste simultané. Un gris sombre est perçu comme un noir en comparaison avec du blanc, mais comme un gris en comparaison avec du noir. La perception du blanc ne varie pas car c'est elle qui sert de base au reste, elle est la référence.

Notre œil, malgré sa limitation et son aspect variable sera le juge dans ce mémoire. Avec entre 20 et 25 EV de latitude, il englobe la caméra et le système de projection qui seront les facteurs limitants. Notre perception nous permet justement d'éliminer certains facteurs comme le bruit. En effet, on parle souvent du bruit dans les basses lumières, pourtant, on se rend compte dans une image non traitée de la présence de bruit même important dans les hautes lumières.

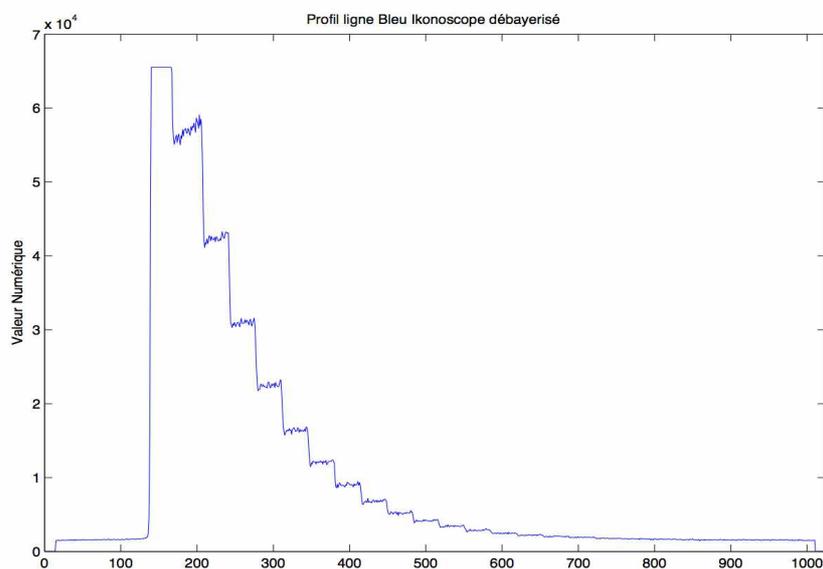


Figure 5: Profil Ligne Raw

On observe en effet plus de bruit (matérialisé par les oscillations) dans les plages hautes que dans les plages basses.

Suivant la loi de Weber-Fechner qui précise que la perception humaine est sensible au logarithme

du stimuli¹⁴, nous passons cette courbe en log de valeur numérique (soit log de luminance pour le spectateur). Le bruit est donc minime pour la perception du spectateur dans les hautes lumières.

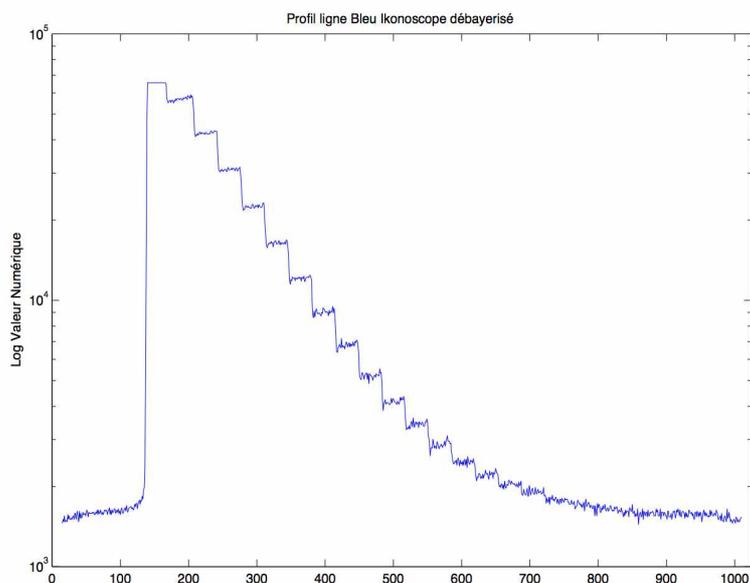


Figure 6: Profil Ligne Débayerisé

L'oeil est donc moins sensible aux variations dans les hautes que dans les basses lumières. Ces caractéristiques de perception permettront notamment de rentabiliser le codage de l'information d'une image.

Depuis le début des études de perception de l'image, les scientifiques ont modélisé notre perception et optimisé les images en terme de rendu photographique. Ainsi, Jones a effectué des tests présentant différentes photographies avec des gradations et densités différentes. Il s'est avéré que la photographie « préférée » et plus « réelle » de la population testée présentait les caractéristiques des distorsions de valeurs d'une sigmoïde : compressant les hautes et les basses lumières. La courbe de réponse d'un film est tout à fait similaire. En effet, de ces travaux découlent ceux des chimistes qui ont optimisé ses émulsions pour tendre vers ce rendu.

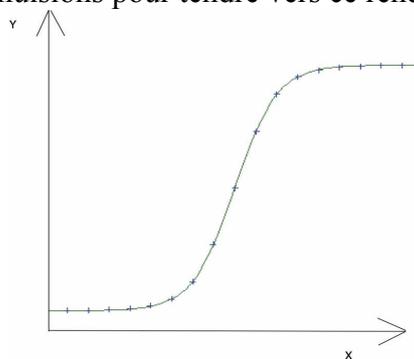


Figure 7: Modèle de Sigmoïde

14 FOURNIER J.L., *La sensitométrie, Les science de l'image appliquées à la prise de vues cinématographiques*, Paris, p20

CHAPITRE 2 : REPONSE DES SURFACES SENSIBLES

A) Dynamique, Etendue utile et Contraste

En pellicule, l'aptitude au contraste est la pente (coefficient directeur) de la courbe appelée gamma, la dynamique est l'écart entre la densité minimale et la densité maximale, et l'étendue utile est l'écart de variation de l'illumination, soit le nombre de diaphragme qui obtiendront une réponse modulée.

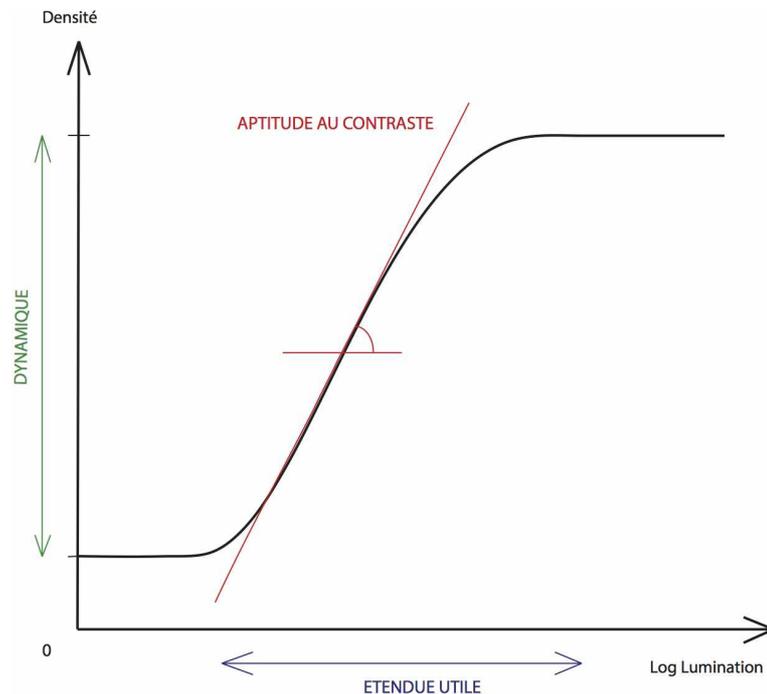


Figure 8: Modèle d'un sensitogramme argentique

En numérique, on a tendance à associer la dynamique de la courbe au contraste et l'étendue utile à la dynamique. En anglais, l'étendue utile se dit « dynamic range » ce qui explique cet abus de langage. Attention, il faut bien dissocier l'aptitude au contraste (ou gamma en argentique) du gamma numérique qui est la gradation des valeurs numériques¹⁵.

Ce qui va nous intéresser est donc autant la dynamique que l'étendue utile et l'aptitude au contraste car toutes ces notions sont liées. En effet, si on baisse l'aptitude au contraste on diminue la dynamique et on augmente l'étendue utile.

On ne peut parler de dynamique sans aborder les moyens de visualisation. En effet, sur quoi va-t-on regarder nos images ? Quel est le blanc d'un moniteur, d'un écran d'ordinateur et d'une

¹⁵ Par exemple, le gamma 2.2 en Rec709

salle de projection ? Tous ces moyens de diffusion sont plus ou moins normés et plus ou moins respectés.

En Rec709¹⁶ pour les moniteurs vidéo le blanc doit être à 80Cd/m².

En sRGB¹⁷ pour les écrans d'ordinateur, le blanc doit également être à 80Cd/m², mais il est plus souvent réglé autour de 100Cd/m².

En DCI¹⁸, pour les salles de cinéma le blanc doit être à 46Cd/m². On a un contraste entre le noir et le blanc de 2000 :1 entre deux images et de 150 :1 dans la même image (en considérant notamment le flare).

Le principe consiste donc à faire correspondre la dynamique de l'image avec celle que l'affichage peut produire. Nos hautes lumières ne seront finalement jamais plus que 46Cd/m² pour un spectateur au cinéma.

B) La saturation du support photosensible

On va se pencher sur la saturation du support atteinte à la lamination de saturation. C'est à dire qu'un excès de lumière entraîne une limite de la surface photosensible, soit un dépassement de l'étendue utile.

- En argentique :

Rappelons le principe de la réaction photosensible de la pellicule argentique. Lorsqu'un cristal d'argent reçoit au moins 3 photons de lumière, une image latente se forme dans le grain d'argent¹⁹. Pendant le développement, les cristaux contenant cette image latente qui catalyse la réaction se transforment par des réactions d'oxydoréduction en filament d'argent métallique noir pour le négatif.

16 Rec. ITU-R BT.709-5, *Parameters values for the HDTV standards for production and international programme exchange*, International communication Union, 2002

17 IEC 61966-2-1, *Multimedia systems and equipment - Colour measurement and management*, International Electrotechnical commission, First edition, 1999-10

18 *DCI Specifications du cinéma numérique*, Digital Cinema Initiatives, LLC, 2005, traduction CST, p 69

19 FOURNIER J.L., *La sensitométrie, Les science de l'image appliquées à la prise de vues cinématographiques*, Paris, p 10

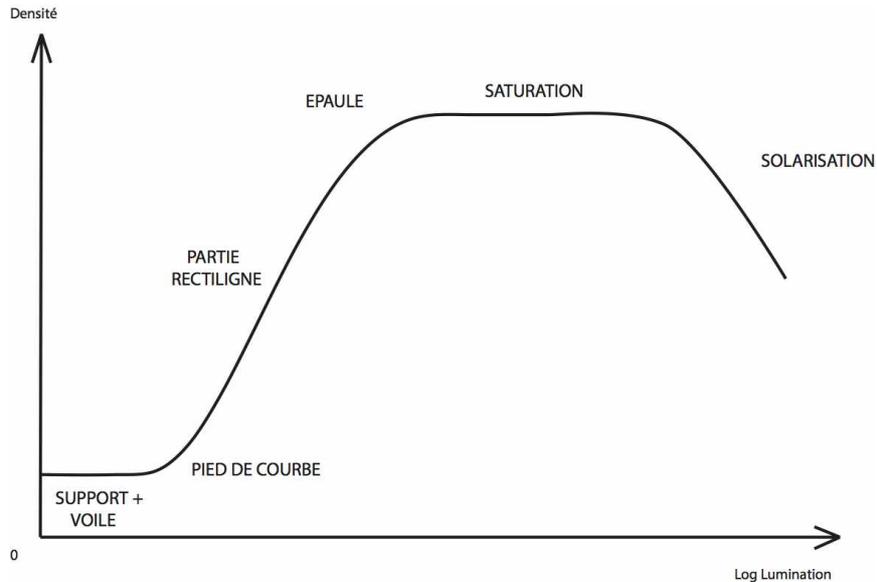


Figure 9: Modèle de la courbe de réponse d'une émulsion négative

Cette courbe varie en fonction de l'émulsion, (contraste, sensibilité) mais reste constituée de six grandes parties :

- le support plus voile : il n'y a pas assez de lumière pour obtenir une image latente
- le pied de courbe : début de modulation peu contrastée dans les ombres
- la partie rectiligne : réponse proportionnelle contrastée
- l'épaule : fin de modulation dans les hautes lumières peu contrastée
- la saturation : il y a trop de lumière pour avoir des variations de réponse
- la solarisation : après un seuil de lamination atteint, on obtient une inversion partielle ou totale des densités. Ce phénomène est également connu sous le nom d'effet Sabatier et il est utilisé en photographie :



Figure 10: Solarisation, Man Ray

On peut faire varier le rendu des hautes lumières (plus ou moins denses ou contrastées) en changeant la sensibilité ou en appliquant des traitements spéciaux au tirage. Par exemple, en sur-exposant l'image et compensant au développement, on adoucit les hautes lumières de l'image. La luminance est plus faible et moins modulée localement, c'est à dire qu'un plus grand intervalle est traduit par un même écart de luminance à l'écran. En traitement poussé²⁰, on augmente au contraire la luminance des blancs et leur gradation. Le chef opérateur pouvait donc réellement travailler cette partie de la courbe.

Pour trouver la sensibilité d'un négatif, on se base sur les ombres :

- la sensibilité est inversement proportionnelle à la lamination. On peut donc écrire $S=x/H$.
- La valeur de la lamination est déterminée par le choix d'un niveau de réponse d'une densité seuil.

Avec l'IE (indice d'exposition) de la technique cinéma suivant la norme ISO 6, on utilise le point ER à 0,20 au dessus de la densité minimale dans des conditions d'aptitude au contraste normale. Le coefficient x pour les négatif Noir et blanc est de 0,80 et pour le négatif couleur $\sqrt{2}$. Ils sont choisis empiriquement pour que l'on obtienne un gris à 18% voulu pour un LogH donné plaçant du même coup l'ensemble de la gamme où le désire l'opérateur. La variation de sensibilité se traduit par une translation de la courbe : plus une émulsion est sensible moins il y a besoin d'un LogH important pour atteindre le gris à 18%.

Les opérateurs redoutant une image noire au développement soignent la sous-exposition plus que la surexposition. De plus, l'étendue utile est suffisante pour ne pas craindre de clipper les hautes lumières.

Au contraire, les inversibles avec une aptitude au contraste plus importante et donc une étendue utile plus faible, étaient problématiques dans les hautes lumières. L'intérêt des inversibles était d'avoir un résultat positif diffusable donc avec de vrais blancs. On devait sacrifier des valeurs et on choisissait d'enterrer les basses pour soigner les hautes. Pour déterminer la sensibilité on choisit donc un point prenant en compte les blancs : la moyenne entre le logH de la saturation et le logH à 0,20 au dessus de la densité minimale. Le coefficient choisi est aussi plus élevé pour placer correctement le gris : $x=10$.

²⁰ Augmentation du temps de développement

- En numérique :

Comme nous l'avons vu précédemment, la réponse du capteur est linéaire.

On peut néanmoins déterminer 3 zones dans la courbe :

- Le bruit : les altérations du signal sont trop importantes pour pouvoir restituer une information.
- La partie rectiligne : réponse proportionnelle où l'on place notre image
- La saturation : il y a trop de quantité de lumière pour avoir des modulations

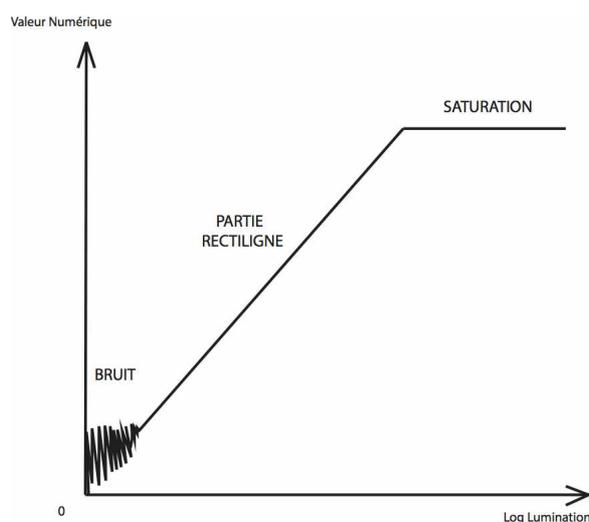


Figure 11: Modèle de réponse d'une caméra numérique

Les photosites d'un capteur peuvent être assimilés à des puits qui se remplissent de charges. Lorsqu'un photon touche un photosite, il libère un électron et laisse une charge positive dans le puits de potentiel. Cette charge est transcrite en tension (plus ou moins amplifiée en fonction des systèmes) puis/ou convertie en un code numérique. On obtient donc un flux numérique qui est enregistré sous forme de fichier numérique.

Lorsque on atteint la lamination seuil, on arrive à un point de saturation, chaque photosite a reçu un nombre de charge maximum, si d'autres photons arrivent, il n'y aura plus de modulation. On observe un phénomène appelé le blooming. Quand les photosites sont pleins et que la lumière arrive encore, le puits « déborde » dans les photosites voisins.

Cela produit un effet qui rogne les contours des formes juxtaposées : les hautes lumières « bavent ». Ce phénomène n'existe pas en pellicule mais on peut néanmoins l'assimiler à la turbidité des émulsions due aux caractéristiques absorbantes et diffusantes du support. Un rayon incident est diffusé, et une forte quantité de lumière peut créer une image latente en périphérie. On

n'a donc plus un point, mais un tâche.

Pour y remédier sur les caméras numériques, les fabricants ont mis en place des drains à côté de chaque photosite pour récupérer l'excédent de charges sans qu'elles n'atteignent les photosites voisins.

Il est difficile de s'y retrouver avec les sensibilités numériques. Avec l'absence d'une méthode normée et pérenne, chaque constructeur s'attache à utiliser cette notion pour rentabiliser son matériel.

La sensibilité se traduit par la pente de la courbe : pour atteindre le gris à 18%, il faut une lamination plus ou moins élevée. Sur le schéma qui suit, la courbe bleue est moins sensible que la verte. Moins la caméra est sensible, plus l'étendue utile est grande ce qui est un des buts recherchés par les fabricants. L'idée reçue qui affirme que les caméras numériques sont très sensibles reste cohérente car elles peuvent aller très loin dans la sous-exposition et garder de l'information. En effet, l'absence de pied de courbe et de seuil de sensibilité (quantité de photon minimum pour avoir une réponse) offre un rendement plus important seulement limité par le bruit.

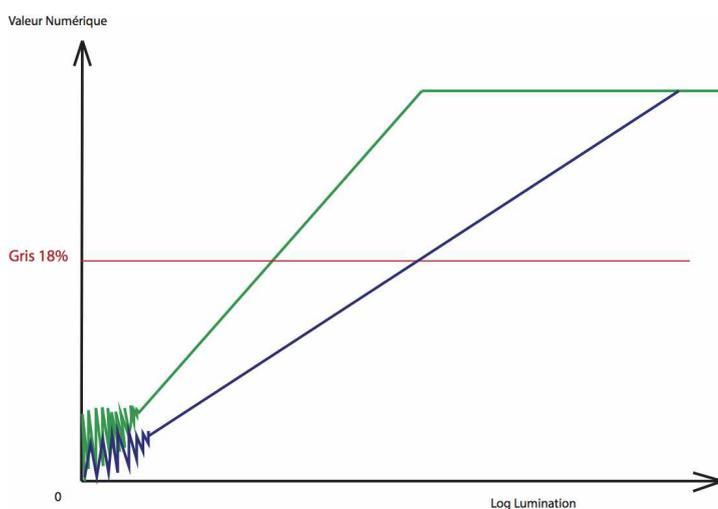


Figure 12: Modèle de variation de sensibilité

Néanmoins, la plupart des fabricants préfèrent annoncer leurs caméras à haute sensibilité comme un argument marketing mais aussi pour forcer le chef opérateur à sous-exposer son image et se préserver de la saturation. En changeant la sensibilité sur sa cellule, on expose et donc on place son image à différents endroits de la courbe. Plus on monte en sensibilité plus on s'éloigne de la saturation mais plus on se rapproche du niveau de bruit. Ainsi, en sous-exposant on ne bénéficie pas de toute l'étendue utile du capteur car on place son blanc avant la saturation.

Si j'expose à la cellule de façon étale une charte de gris à 18% en suivant les indications du fabricant (IE800), je trouve un gris à 18% ayant pour valeur en 16bit Rouge=29434 Vert=29544 Bleu soit 44% . Cela correspond en effet à la documentation qui donne le gris à 0.391 en relatif soit 39.1%. Pourtant, on a plutôt tendance à placer le gris à 50% sur un oscilloscope ce qui nous amène bien à ouvrir d'un diaphragme et à trouver : Rouge=33829 Vert=33850 Bleu=33676 soit 51%.

En exposant d'après la sensibilité annoncée, on sous-expose bien l'image.

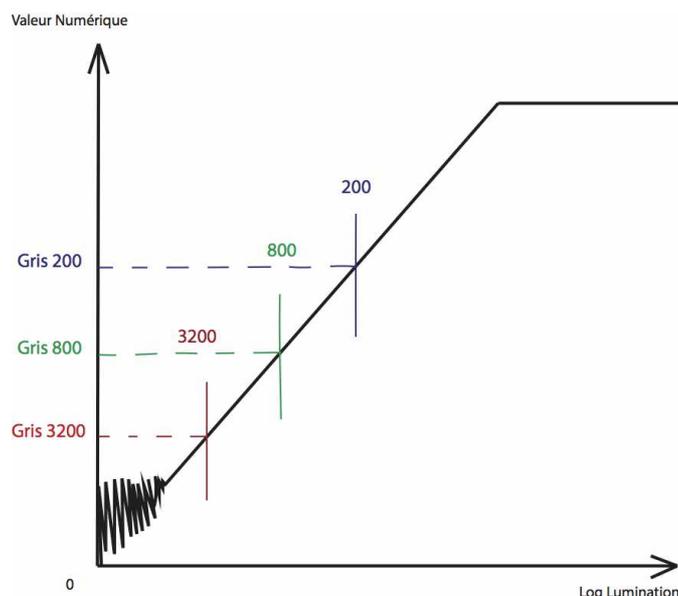


Figure 13: Modèle de variation de pose

Dans la norme ISO 12232 correspondant à la photographie numérique, on choisit pour trouver la sensibilité de la caméra deux niveaux de signal sur bruit 1/40 ou 1/10 en utilisant le coefficient 10. Mais avec ces deux points on obtient deux sensibilités différentes et on ne prend pas en compte les hautes lumières, seulement les ombres et le bruit.

Nous proposons une méthode pour qualifier la sensibilité d'une caméra numérique en cohérence avec les sensibilités argentiques.

Nous filmons une gamme carbone (de 10EV par pas de $\frac{1}{2}$ EV) rétroéclairée dans une sphère d'intégration. Un bracketing nous permet de couvrir la latitude de la caméra jusqu'à la saturation. En connaissant la densité de chaque plage de la gamme, nous reconstituons la courbe H&D²¹ du capteur après avoir traité le RAW sur Matlab²².

Nous choisissons un point caractéristique.

La limite haute (H100%) est le point de saturation (Hsat) divisé par Π pour se protéger des reflets spéculaires.

Ce sont donc bien les hautes lumières qui seront prises en compte pour exposer l'image. On prend la lumination de ce point et on peut poser l'opération $S = x/Hm$

Le coefficient x est trouvé en correspondance avec les normes de l'argentique. C'est à dire où placer mon blanc pour travailler dans le même intervalle qu'une pellicule à une sensibilité donnée.

On trouve le coefficient²³ $x = 200$

Ainsi la pose correspond à nouveau au capteur. L'opérateur doit d'être plus exigeant avec les contrastes du sujet pour ne pas excéder l'étendue utile, mais il en est conscient et peut s'y fier à nouveau.

En argentique, l'étendue utile de la partie rectiligne d'un négatif standard est de plus de 14EV. On peut comprendre qu'une caméra ayant une latitude plus faible, comme les premières caméras vidéo et numériques, posaient problème. En posant pour les ombres, les blancs qui rentrent dans la courbe argentique étaient alors écrêtés. Pourtant, les caméras numériques tendent maintenant à afficher 14EV et plus. Deux courses se combinent, la course à la sensibilité du capteur et la course vers l'augmentation de l'étendue utile pour rattraper voir dépasser l'argentique. Ces notions sont contradictoires car en augmentant la sensibilité du capteur donc sa pente, on perd en étendue utile. On verra plus tard dans qu'elle mesure cette volonté est encore cohérente.

21 Densité en ordonnée (soit valeur numérique) et lumination en abscisse comme les sensitogrammes argentiques

22 MATLAB logiciel de programmation

23 cf. annexe 2, Détermination du coefficient x pour trouver la sensibilité d'un capteur numérique, p 92

C) La Couleur

Les hautes lumières sont associées au blanc. En effet, si l'on sature c'est en haut de la courbe, donc vers le blanc.

Pourtant le blanc peut être coloré. Le point équiténergétique n'est qu'un blanc possible parmi tout ceux qu'est capable de restituer le corps noir à plusieurs températures couleur (Kelvin). On peut visualiser sur le diagramme de chromaticité CIE 1976, le lieu du corps noir ainsi que les différentes températures couleurs allant du blanc le plus chaud (T_c faible) avec un excès de rouge jusqu'au blanc plus froid (T_c forte) avec plus de bleu.

On distingue principalement la lumière du jour à 5600K et la lumière tungstène à 3200K.

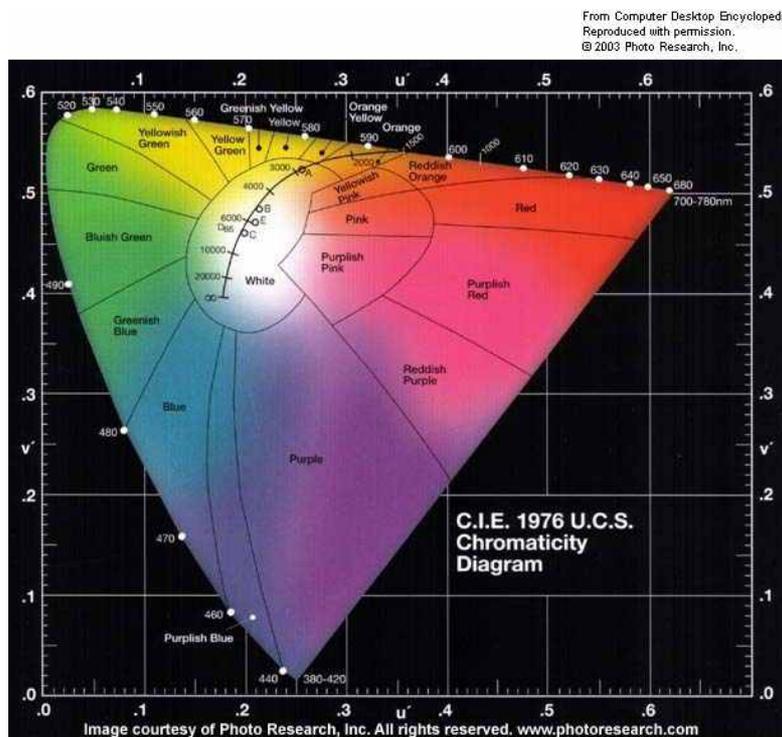


Figure 14: Diagramme de chromaticité CIE 1976

Lorsqu'on éclaire un sujet avec une source d'une certaine température couleur, on veut qu'elle devienne la référence du blanc de l'image. On doit donc mettre en accord la température couleur du capteur avec celle du sujet. En numérique, cette balance des blancs est faite en appliquant des gains aux trois couches.

Sur une surface photosensible, la saturation de la couche rouge verte et bleue ne se fait pas au même moment. Les trois couches vont saturer au même niveau de valeur numérique (soit au maxi-

mum de quantification) mais pour des valeurs de lamination de saturation plus ou moins grandes. Ici, la couche verte, plus sensible sature plus tôt.

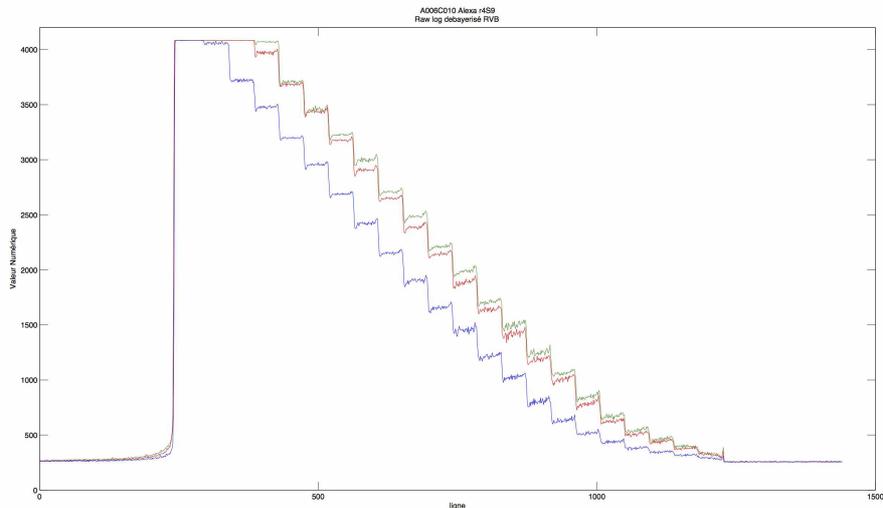


Figure 15: Profil ligne RVB Gamme carbone RAW

Pourtant, lorsque qu'on regarde une image développée et clippée, on retrouve l'égalité. Il y a donc un traitement qui équilibre la saturation, probablement au moment de l'équilibrage du blanc.

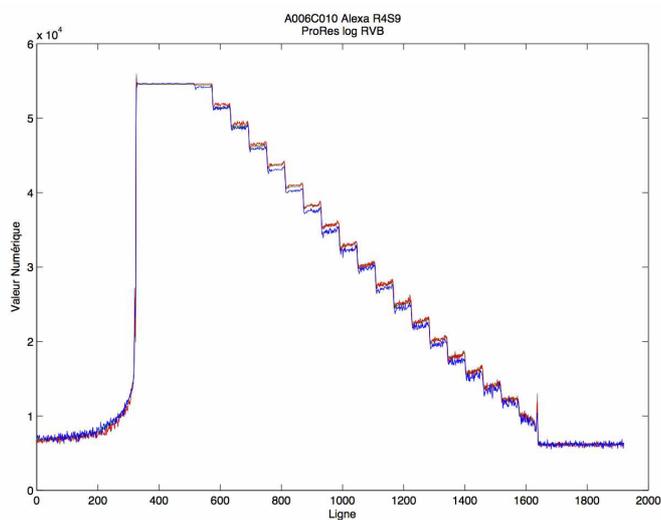


Figure 16: Profil ligne RVB Gamme carbone ProRes

On fait saturer le bleu et le rouge plus tôt, au même niveau que le vert. La couche bleue est légèrement en dessous car on est équilibré à 3200K sur cette image. Le blanc sera à 3200K sur les pages précédentes mais au niveau de la saturation on aura du blanc équiénergétique (même niveau de

Rouge Vert et Bleu). En pratique il sera traduit par le blanc du système de visualisation plus ou moins bien étalonné sur un illuminant.

L'équilibre de ce blanc sur la courbe du corps noir paraît important dans la gestion des hautes lumières car en appliquant des gains elle influence la luminance des blanc de l'image.

On accentue le phénomène pour le mettre en évidence avec un développement à 1100K d'une image éclairée à 3200K.

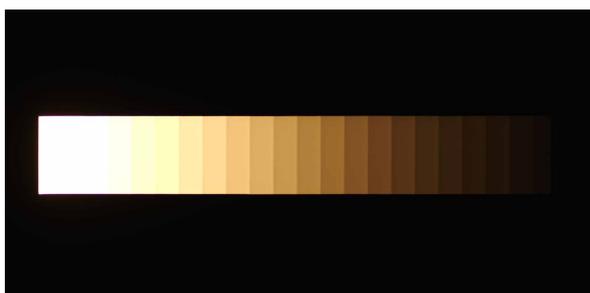


Figure 17: Gamme carbone Alexa ProRes équilibrée sur Arri Raw Converter à 1100K

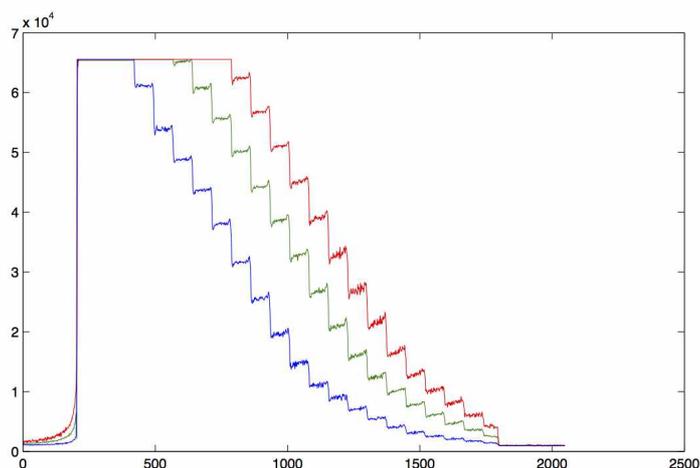


Figure 18: Profil ligne RVB de la gamme carbone ProRes à 1100K

L'image est orangée mais on retrouve de l'information là où on en avait plus en gagnant une plage. On observe en effet une forte amplification dans le rouge, tandis que la couche bleue et verte n'est presque pas affectée. Ce décalage restitue des variations, et le blanc est clippé plus tard. Pourtant au niveau de la couleur on observe d'importantes dérives. Dans les trois dernières plages avant la saturation, seul le bleu module ce qui donne finalement un aplats jaune.

De la même façon, en observant un dégradé, on distingue la limitation du blanc non modulé par une légère transition cyan.



Figure 19: Dégradé carbone en Alexa Prores 4:4:4

En effet, la couche bleu qui devait être en dessous des autres (étant équilibré à 3200K) remonte jusqu'à presque se rapprocher du vert et du rouge donnant cette transition cyan. Il semble que ce soit la couche bleue qui subit le plus d'amplifications pendant l'équilibrage du blanc.

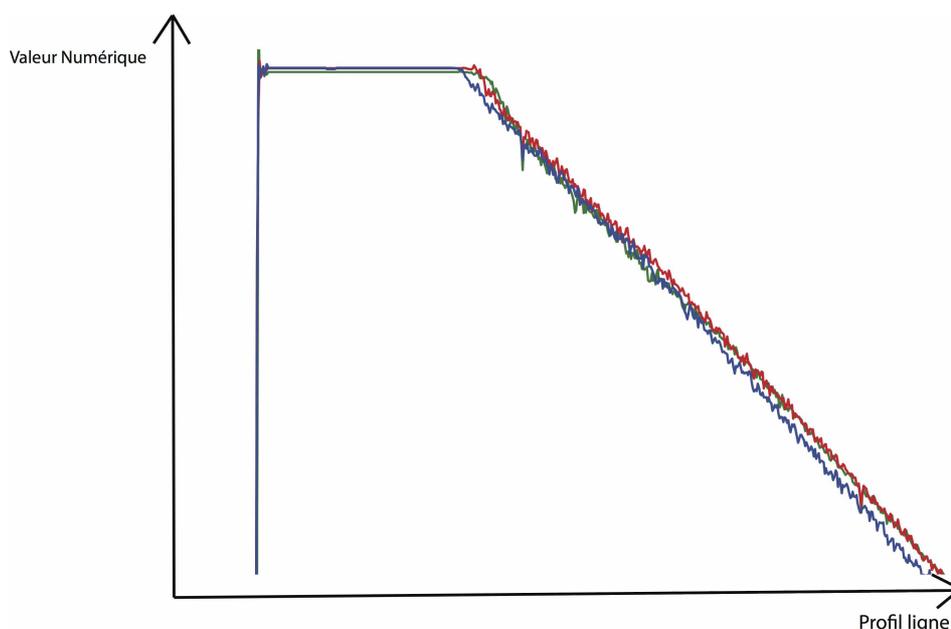


Figure 20: Détail de la courbe RVB du Dégradé Carbone

Si une couche ne module plus ou si l'équilibre du blanc est mal appréhendé avant la lumination de saturation, on a une sensation d'aplat et/ou une dominante colorée. Ces défauts se jouent à quelques valeurs près comme on peut le voir sur le schéma.

Ces dérives ne sont pas systématiques mais on peut voir apparaître des transitions cyan ou jaune ce qui peut être gênant par exemple sur des visages.



Figure 21: Photogramme ProRes Log Alexa Studio R4S9

C'est souvent par la couleur que se manifestent les aberrations face à la saturation. En effet, sur la gamme ci-dessous, un liseré violet entoure les plages clippées en contact direct avec le noir. Ce phénomène s'appelle le purple fringing, il apparaît quand on a un fort contraste sujet entre la zone clippée et les zones adjacentes. On a tendance à l'associer au numérique pourtant il existait déjà en pellicule. Il est causé par des aberrations optiques et seulement amplifié par le codage numérique.²⁴

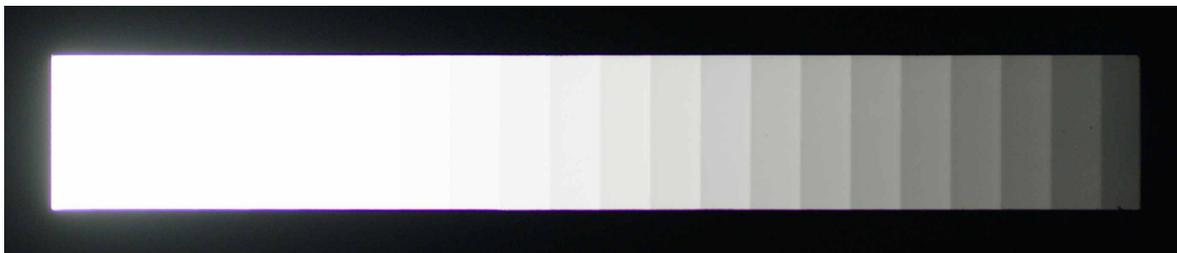


Figure 22: Gamme Carbone en Alexa Prores 4:4:4 Rec 709

24 FRESSENON Alexandre, *Les sources d'apparition du purple fringing*, mémoire dirigé par Pascal Martin et Frédéric Guichard, ENS Louis Lumière, Photo 2004

CHAPITRE III : LE TRAITEMENT DES HAUTES LUMIÈRES

A) Le traitement en Post-Production

Savoir que les contrastes sujet entrent dans l'étendue utile du support d'enregistrement n'est pas suffisant. Il faut maintenant considérer la saturation de codage. En effet, dans nos chaînes actuelles, l'image passe forcément dans un fichier ou flux numérique codé par un nombre de valeurs binaires : les bits. En effet, les films sont systématiquement scannés pour leur postproduction et leur diffusion en salle. Les procédés de scanne offrent une reproduction de haute qualité mais passent bien par une captation et un codage numérique.

Pour résumer, le contraste sujet qui rentre dans l'étendue utile du film et restitué par une certaine dynamique, doit maintenant entrer dans l'étendue utile du capteur de scanne qui doit lui même être contenu dans les capacités de codage du format ! Tout cela doit ensuite être restitué dans la dynamique du projecteur .

Pendant le scanne, les contrastes et les bornes sont conservés car on fait en sorte que toute la dynamique de l'image film rentre dans la partie rectiligne du capteur de scanne. Ce sont les variations et les détails qui peuvent éventuellement être plus ou moins sacrifiés par le codage.

Une trop petite profondeur de codage pourrait-t-elle limiter le nombre d'EV ?

Pour mieux comprendre, prenons comme exemple une profondeur de codage 8bit. On a 256 niveaux de luminances

- | | |
|-----------------|--------------|
| - $2^8 = 256$ | - $16/2 = 8$ |
| - $256/2 = 128$ | - $8/2 = 4$ |
| - $128/2 = 64$ | - $4/2 = 2$ |
| - $64/2 = 32$ | - $2/2 = 1$ |
| - $32/2 = 16$ | |

En divisant les valeurs par deux, on voit que 8 EV pourraient être codés, car il y a 8 intervalles. Pourtant en dessous de 16bit, le nombre de bit est trop faible pour décrire une variation de lumière. Selon Charles Poynton²⁵ un œil moyen ne peut percevoir au mieux qu'une nuance d'un quinzième d'EV : le plus petit écart de luminance : « just-noticeable-difference » soit « jnd ». Ces lois de

²⁵ POYNTON Charles, *Digital Video and HDTV: Algorithms and Interfaces*, San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers, 2003, p.200

codage ont été transmises à la vidéo qui préconisait au minimum 16 valeurs pour coder un EV : 16-235 pour le 8bit. Dans notre exemple, seul 4 EV peuvent donc en réalité être codés.

Les constructeurs sont donc obligés de choisir des profondeurs de codage supérieures pour la captation afin de couvrir tout le contraste sujet. Pourtant, l'encodage du fichier est souvent plus limité (12,10 bits) pour des enjeux de débit et de poids de stockage.

On peut donc très bien imaginer qu'une image RAW aie une dynamique plus grande que celle du format d'enregistrement. Que se passe-t-il dans ce cas ? La dynamique est-elle coupée ? Est-elle compressée ?

On peut faire rentrer une dynamique dans différentes bornes en disant que le blanc maximum devient une nouvelle valeur de codage (255 pour 8 bit, 65535 pour 16bit). Mais il n'y aura alors peut être pas assez de valeur pour bien coder les dégradés (apparition d'artefacts, de cassures). En effet, la profondeur de codage définit avec qu'elle précision deux valeurs du signal seront différenciées.

En pellicule ou en numérique, on peut donc atteindre la saturation par pose et surexposition, parce que le contraste sujet dépasse l'étendue utile, ou par limitation de codage.

Roger Deakins commente un test comparant pellicule et numérique : « *Les hautes lumières ne peuvent pas être amenées à matcher avec celles du film. Ca n'a pas du tout été mon expérience.* »²⁶.

Pourtant, en comparant la zone clippée d'une image numérique et argentique, on voit un aplat blanc. Pourquoi bien souvent, affirme-t-on que la saturation en numérique est gênante ? Ce qui les différencie le plus c'est la façon de l'atteindre.

26 DEAKINS Roger, « Red dragon vs alexa », *forum Roger Deakins*, mars 2014, URL : [http://www.rogerdeakins.com/forum2/Red dragon vs alexa](http://www.rogerdeakins.com/forum2/Red%20dragon%20vs%20alexa) , « *The highlights could not be brought back to match those produced by film. That has not been my experience of the system at all.* »

B) Comparaison : l'highlight rolloff

Si la saturation de la pellicule et de l'argentique n'est pas si différente, on va donc se pencher sur la comparaison de l'highlight rolloff²⁷. Ce terme désigne la transition dans les hautes lumières entre les parties correctement exposées et les parties écrêtées. On a vu qu'en numérique, on saturait brutalement une fois passé le point de saturation alors qu'en argentique il y avait une progression. C'est donc la zone la plus caractéristique des hautes lumières car ne clippant pas, on peut encore travailler le détail et la couleur.

Il faut noter qu'un grain d'argent est noir ou blanc et ne traduit pas de nuance de gris. C'est donc la probabilité que le photon tombe sur le grain d'argent et qu'il noircisse ou non les grains proches qui donne le dégradé de gris du blanc au noir. L'augmentation de la quantité de photon augmente le caractère catalyseur de l'image latente et donne des filaments développés de plus en plus gros. L'arrondi de l'épaule existe car il n'y a pas de moment donné où tous les grains d'argent vont être développés mais, grâce au caractère aléatoire des filaments, la saturation est progressive. De plus dans les émulsions les filaments ont des tailles différentes ce qui permet d'avoir des seuils d'autant plus différents. C'est donc la notion de probabilité qui adoucit la courbe. En numérique, le seuil de saturation est atteint pour chaque photosite à la même intensité lumineuse. Il n'y a pas de dispersion spatiale, car chaque photosite est capable de retranscrire une nuance de gris, du blanc au noir. On a un point de saturation qui peut seulement varier en fonction des couches, comme on l'a vu dans la partie couleur.

Revenons sur la sigmoïde de perception qui semblait correspondre à une « belle » image. On voit bien qu'elle correspond au rendu de la pellicule et qu'elle apporte notamment un dégradé de valeur avant de saturer. En appliquant sur Davinci Resolve la LUT Look Film, on incrémente en réalité cette sigmoïde à la courbe.

²⁷ BOUBAKER Nejib, *Vers une gestion de la couleur au cinéma : L'academy Color Encoding System (ACES)*, Mémoire dirigé par Alain Sarlat, ENS Louis Lumière, Photographie 2013, p 79

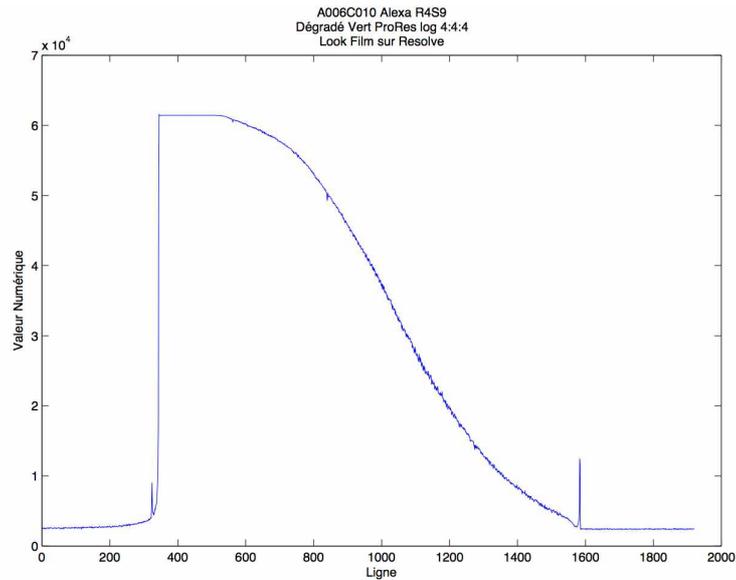


Figure 23: Profil Ligne Dégradé avec Look film Da Vinci Résolve

On cherche donc à donner un look « film » aux images. Ce concept est difficile à caractériser, mais on se rend compte qu'il joue notamment sur le haut de la courbe et le gonflement du dégradé de l'highlight rolloff.

Nous avons observé que Arri applique ces courbes à ses ProRes Rec709. Le rec709 est fabriqué par les traitements de la caméra juste après le logC (gestion de la couleur, passage à nouveau en linéaire puis application du gamma 2.2) Pourtant, en traçant le profil ligne d'un dégradé, ces inflexions prédominent. Ils ont donc ajouté une sigmoïde de rendu qu'ils ont paramétrée pour préserver l'étendue utile.

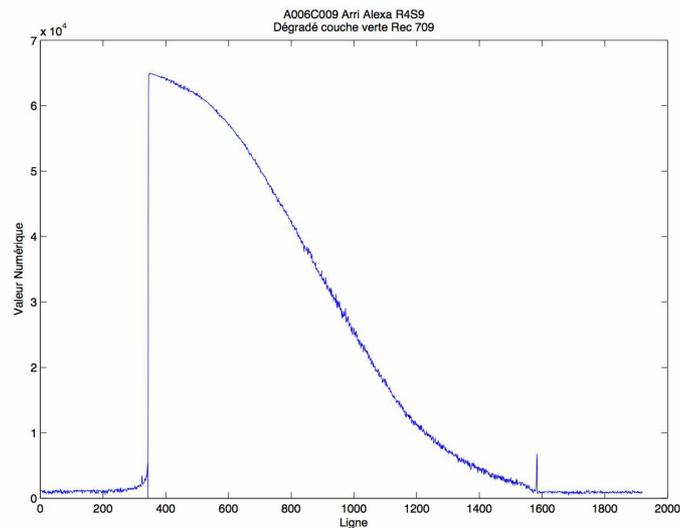


Figure 24: Profil Ligne dégradé Rec709

Lorsqu'on regarde une gamme Log et Rec709, on note bien que l'étendue utile de l'image est réduite en Rec709 mais on voit que le rendu des hautes lumières est aussi plus satisfaisant.



Figure 25: Alexa R4S9 Rec709



Figure 26: Alexa R4S9 LogC

Cette pré-stylisation qui vient de la culture argentique de l'image présente des avantages et des inconvénients :

- Elle influence le choix du chef-Opérateur qui l'empêche de façonner complètement son image.
- Elle donne d'emblée une image qui nous plait. Ce qui fait d'ailleurs dire à bon nombre d'opérateurs que l'Alexa a une bonne gestion des hautes lumières proche du 35mm.

Pour résumer, la pellicule semble mieux gérer les hautes lumières, mais nous ne sommes finalement pas si loin en numérique. Pourtant on a toujours cette appréhension en numérique qui nous pousse à ne pas les utiliser comme en pellicule. On va donc se baser sur un corpus de film pour étudier cette question sous un jour plus culturel et esthétique.

Partie 2 :

L'UTILISATION DES HAUTES LUMIERES EN NUMERIQUE

ANALYSE DE CORPUS

Il y a, dans chaque film des hautes lumières en comparaison avec les basses, mais aussi de la surexposition par contrainte. Pourtant, dans certains films, celle-ci joue un rôle expressif. Cette analyse esthétique me servira à retracer l'utilisation des hautes lumières dans le cinéma, mais elle sera limitée par deux facteurs. On a vu l'importance du moyen de visualisation d'une image, certaines images sur lesquelles je travaille ne restituent sûrement pas au mieux les détails des hautes lumières. De plus, il est difficile de savoir de manière certaine si la surexposition a été atteinte par choix ou par contrainte.

Le plus important est finalement comment les opérateurs ont surpassé ces contraintes dans le rendu final de l'image.

CHAPITRE 1 : L'EVOLUTION DES FIGURES DE SUREXPOSITION

A) Les figures de la surexposition

Dans le cinéma argentique, la perte de matière des zones clippées est souvent utilisée comme grandes figures de style récurrentes.

- La matérialisation de la lumière

Comment matérialiser la lumière en tant que telle ? La lumière divine, solaire, magique ou même la lumière révélant le cinéma ? La surexposition a une connotation matérielle : la lumière brûle littéralement la pellicule et semble agir sur les objets en les brûlant à leur tour. « *La lumière révèle, elle éclaire crûment et interdit de dissimuler, et de même qu'elle attaque les sels d'argent de la pellicule, elle peut ici devenir une menace pour les tissus humains* » explique Jacques Aumont²⁸.

Cette matérialisation est animée dans le temps. Par exemple, si le personnage entre puis sort de la zone éclairée, il semble touché par cette lumière dans le temps ce qui lui donne un caractère d'autant plus palpable.

Le mouvement est aussi souvent appelé par la surexposition car il permet par un jeu de masse cachant la lumière de faire varier l'éclairement de la surface photosensible.

Dans *Sunshine*(2007) de Danny Boyle, il fallait trouver un moyen de matérialiser la puissance et la chaleur du soleil. Cela donne de très belles séquences de surexposition où le personnage se noie et disparaît dans la lumière, brûlé par le soleil. On peut remarquer que Alwin H. Küchler joue tout particulièrement sur la couleur pour donner cette sensation de chaleur extrême. En effet, si on avait eu une image blanche, la saturation n'aurait pas été mise en valeur de la même façon. Il utilise donc ce jaune/orange qui vire petit à petit jusqu'à la brûlure suprême : le blanc. On peut d'ailleurs remarquer que le blanc est légèrement teinté ou en tout cas d'une température couleur un plus faible.

28 AUMONT J., L'attrait de la lumière, Paris, Yellow Now, 2012, p18



Figure 27: BOYLE Danny, *Sunshine*, UK USA, 2000, Image Alwin H. Küchler

Dans le même esprit, la surexposition est souvent utilisée pour des séquences particulières, comme le rêve, la perte de conscience. La figure de l'éblouissement est naturellement mise en valeur tout comme le glissement de la réalité. La disparition des détails brouille les repères et dote les formes et objets d'un caractère surnaturel.



Figure 28: BAY Michael, *The Island*, USA, 2005, Image Mauro Fiore

- La douceur de la perte de la matière :

Paradoxalement, la surexposition apporte aussi un effet de douceur dans le travail de la disparition de la matière .

L'highlight rollof est tout particulièrement intéressant dans le travail des carnations. En effet, en surexposant on peut obtenir un dégradé qui met plus ou moins en valeur les pores de la peau et le

teint. Dans le cinéma classique Hollywoodien, les opérateurs n'hésitaient pas à filtrer et légèrement surexposer les gros plans des comédiennes pour gommer les défauts et ainsi les sublimer.



Figure 29: Marlene Dietrich dans Shanghai Express, 1932, de Josef von Sternberg photographié par Lee Garmes

Cet héritage n'a pas été oublié, car dans *Faust* (2011) d'Aleksandr Sokurov, on remarque l'impressionnant travail plastique sur les carnations qui deviennent presque translucides. Regardons tout particulièrement le personnage de Marguerite qui est traité de façon à devenir l'objet obsédant du désir de Faust et le piège du diable. Bruno Delbonnel n'hésite pas à travailler en limite de saturation. En adoucissant les contours il obtient un effet cotonneux, à la fois irréel et inaccessible tout en appuyant paradoxalement l'aspect charnel de la peau mise en valeur.



Figure 30: SOKUROV Aleksandr, Faust, 2011, Russia, Image de Bruno Delbonnel

L'utilisation de filtres sur l'optique permet de jouer avec la diffusion des hautes lumières et de travailler le halo ou la douceur des contours. Bruno Delbonnel a beaucoup travaillé la plastique de l'image à l'étalonnage, on ne peut donc pas vraiment savoir à quel moment l'image a été surexposée. Toujours est-t-il qu'elle a été pensée pour ce rendu particulier.

- Dureté agressive et haut contraste :

La surexposition peut apporter une sensation de violence crue et dure. Souvent utilisée avec un fort contraste, la lumière devient agressive et les noirs profonds et inquiétants. Des atmosphères particulières peuvent donc s'en dégager.

Dans *Le révélateur* de Philippe Garrel, la lumière fait violence :

« *Les personnages sont baignés dans un excès de lumière qui les mange et presque les dissout . Un autre projecteur s'allume et l'inonde d'un flot insupportable et éblouissant l'actrice en même temps que le spectateur.* » commente Jacques Aumont²⁹



Figure 31: GARREL Philippe, *Le révélateur*, France, 1968, Image Michel Fournier

D'autres opérateurs choisissent ces partis pris esthétiques pour porter l'ensemble d'un film. Dans *The Island*(2005), la présence de la surexposition est plus systématique. Elle met en avant l'environnement aseptisé, froid et dur de l'institut de recherche et la violence brute du monde extérieur sur ces personnages bousculés par la soudaine réalité du monde.



Figure 32: BAY Michael, *The Island*, USA, 2005, Image Mauro Fiore

²⁹ AUMONT J., *L'attrait de la lumière*, Paris, Yellow Now, 2012, p17

Dans *Huit et demi* (1963), la pureté du blanc en opposition au noir charbonneux pousse à l'extrême une plastique de l'image. Gianni Di Venanzo manie la déclinaison de la surexposition et des nuances du blanc avec précision dans un rendu très sophistiqué. Un aplat blanc présent dans le cadre suffit à lui seul pour dynamiser, équilibrer et styliser une image. Le blanc joue alors un rôle majeur de composition : englobant, ponctuel, en arrière plan. Par exemple, dans la séquence du sauna, ou plus encore dans la scène de la conférence de presse/suicide, où l'éclatant vient cohabiter avec le lumineux.



Figure 33: FELLINI Federico, *Huit et demi*, Italie, 1963, Image Gianni Di Venanzo

La surexposition était plus aisément utilisée en Noir et blanc car il n'y avait pas le paramètre couleur à prendre en compte, or c'est souvent celle-ci qui révèle la saturation par des aberrations³⁰. Avoir un ciel blanc clippé sera moins gênant car on ne s'attendra pas à le voir bleu. Je n'aborderai pas tout le pan du cinéma muet ou l'expressionnisme allemand car il faudrait prendre en compte dans l'analyse le cheminement de l'appropriation de l'image et de l'outil cinéma depuis son origine.

Dans *Jarhead* (2005) de Sam Mendes, Roger Deakins choisit lui aussi (en utilisant un traitement de sans-blanchiment) d'allier la rudesse du désert et la désolation des soldats à la surexposition. On nous présente le désert et les militaires sous un jour différent avec des blancs sablonneux et agressifs qui jalonnent tout le film.



Figure 34: MENDES Sam, *Jarhead*, USA, 2005, Image Roger Deakins

30 cf. Partie 1, Chapitre 2, p 31

La plupart des aspects cités précédemment ne vont pas dans le sens de l'impression de réel mais plutôt vers la recherche de l'effet et des atmosphères particulières. Cependant, ce n'est pas toujours le cas et la surexposition peut être utilisée pour servir l'hyper-réalité.

Par exemple dans *Café lumière* (2003) de Hou Hsiao-Hsien on a de la surexposition très marquée et moins travaillée : brute avec souvent des dominantes cyan. Pourtant ces grandes zones dévoilées par de longs cadrages larges et fixes nous emmènent dans une dimension particulière.



Figure 35: Hsiao-Hsien Hou, *Café Lumière*, 2003, Japon Taiwan, Image Marck Lee Ping Bin

Sans nous gêner, ces films qui exploitent l'aspect brut du média nous apportent une dose en plus de réalité par l'éblouissement. On retourne presque à l'image vidéo : l'image malmenée, le white clip perçu comme l'expression d'un rendu naturel ultime.

B) Argentique Vidéo et numérique

Tous les films que j'ai cité précédemment ont été tournés en pellicule. J'ai essayé de reconstituer d'après mes souvenirs ainsi que ceux de mes proches travaillant dans le cinéma, une liste exhaustive des films traitant tout particulièrement la surexposition.

Pellicule

COEN Ethan et Joel, *Inside Llewyn Davis*, USA , 2013, Image Bruno Delbonnel

TARANTINO Quentin, *Django Unchained*, USA, 2012, Image Robert Richardson

SALLES Walter, *Sur la route*, France USA UK, 2012, Image Eric Gautier

MALICK Terrence , *Tree of Life*, USA, 2011, Image Emmanuel Lubezki

SOKUROV Aleksandr, *Faust*, 2011, Russia, Image de Bruno Delbonnel
 AUDIARD Jacques, *Un prophète*, France, 2009, Image Stephane fontaine
 BOYLE Danny, *Sunshine*, UK USA, 200, Image Alwin H. Kuchler
 MENDES Sam, *Jarhead*, USA, 2005, Image Roger Deakins
 BAY Michael, *The Island*, USA, 2005, Image Mauro Fiore
 SCORSESE Martin, *The Aviator*, USA Allemagne, 2004, Image Robert
 Richardson
 HSIAO-HSIEN Hou, *Café Lumière*, 2003, Japon Taiwan, Image Marck Lee Ping
 Bin
 SODERBERGH Steven, *Traffic*, USA Allemagne, 2000, Image Steven Soderbergh
 FERRARA Abel, *Snake Eyes*, 1993, USA Canada, Image Ken Kelsch
 FELLINI Federico, *Huit et demi*, Italie, 1963, Image Gianni Di Venanzo
 WENDERS Win, *L'état des choses*, Allemagne de l'ouest USA Portugal, 1982,
 Image Henri Alekan, Fred Murphy et Martin Schäfer
 FASSBINDER Rainer Werner, *Le Secret de Veronika Voss*, Allemagne de l'ouest,
 1982, Image Xavier Schwarzenberger
 GARREL Philippe, *Le révélateur*, France, 1968, Image Michel Fournier
 BERGMAN Ingmar, *Les Communians*, Suède, 1963, Image Sven Nykvist
 BERGMAN Ingmar, *Le septieme Sceau*, Suède, 1957, Image Gunnar Fischer

Numérique

LUNDSTRÖM Lars, *Reals Humans*, Suède, 2012, Image Trolle Davidson et
 Linus Rosenqvist, Arri Alexa
 DES PALLIÈRES Arnaud, *Michael Kohlhaas*, France, 2013, Image Jeanne
 Lapoirie, Arri Alexa
 AUDIARD Jacques, *De rouille et d'os*, France Belgique, 2012, Image Stephane
 Fontaine, Red Epic
 COPPOLA Sophia, *The Bling Ring*, USA, 2013, Image Christopher Blauvelt et
 Harris Savides, Red Epic
 CUARON Alfonso *Gravity*, USA UK, 2013, Image Emmanuel Lubezki, Alexa

26% des films cités sont tournés en numérique. Certes, cette liste est faussée car le numérique

existe depuis moins longtemps, mais il est plus difficile de trouver des films représentatifs en numérique. De plus, beaucoup des films cités en pellicule sont assez récents.

Si l'on rassemble à nouveau empiriquement quelques films du cinéma numérique marquant par leur image, on remarque que ce qui les distingue tout particulièrement est l'utilisation de la pénombre.

WINDING REFN Nicolas, *Only Gods forgive*, France Danemark USA, 2013, Image Larry Smith, Arri Alexa

CARAX Leos, *Holly motors Red*, France Allemagne, 2012, Image Caroline Champetier, Red Epic

MENDES Sam, *Skyfall*, USA UK, 2012, Image Roger Deakins, Arri Alexa

WINDING REFN Nicolas, *Drive*, USA, 2011, Image Newton Thomas Sigel, Arri Alexa

VON TRIER Lars, *Melancholia*, France Danemark Suède Allemagne, 2011, Image Manuel Alberto Claro, Arri Alexa

On ne prétend pas qu'il n'y aie pas de surexposition dans ces films (entrée de jour où sources dans le champ), mais cela reste anecdotique et n'apporte rien.

Il faut se rappeler que les premières caméras numériques comme la F900 et la Thomson VIPER ne supportaient pas 2 diaphragmes de surexposition.³¹ Dans *Collateral* (2004), Michael Mann et son chef-opérateur Dion Beebe l'utilisent pour filmer les nuits dans Los Angeles. L'absence de pied de courbe permet en effet de descendre plus loin dans les ombres mais ils gardent le 35mm pour les extérieurs jour. Dans *Miami Vice* (2005), ils gardent le même principe. Dion Beebe témoigne « *Un des décors, une villa avec une gigantesque baie vitrée donnant sur Biscayne Bay, était particulièrement compliqué à tourner en HD. Comme je ne pouvais pas dépasser deux diaphs de surexposition sur la découverte, il m'a fallu massivement rééclairer l'intérieur du décor jusqu'à un niveau d'environ 22 de diaph !* »³².

31 AULNETTE Karine, *Le mode Film des caméras Numériques*, Dirigé par Tony Gauthier, ENS Louis Lumière, Cinema 2007, p 49

32 HOLBEN Jay, « Hell on Wheels », *American Cinematographer*, volume 85, numéro 8, Août 2004
« *Our biggest concern was how to deal with the noise in scenes that show Tom and Jamie in the cab, and those scenes comprise about one-third of the movie. We discovered we had to increase the signal meaning the amount of light on the actors' faces to an acceptable IRE level [registered on a waveform monitor], knowing that we'd later bring it down digitally with Power Windows in color correction before the film-out.* » .

La surexposition connotait la télévision alors que le cinéma voulait s'en éloigner. En pellicule, on devait systématiquement ré-éclairer les ombres pour ne pas qu'elles soient enter-rées, en numérique on en a moins l'obligation. N'a-t-on pas alors affaire à un contraste sujet plus élevé qui met en danger plus systématiquement les hautes lumières ?

En même temps la pellicule imposait un contraste déjà fort. Comme le dit la directrice de la photo-graphie Jeanne Lapoirie, on était obligé de ré-éclairer les ombres sinon l'image était trop dure. En numérique, avec le logC³³ et les réponses des caméras, on peut avoir une image très peu contrastée auquel on s'habitue. Ce nouveau style d'image nous arrive de la publicité (image haute et très peu contrastée) et s'oppose à l'image vidéo. Entre ces deux tendances, le cinéma numérique cherche sa place pour retrouver un contraste souhaité entre contrainte et volonté esthétique tout en réutilisant la surexposition comme un outils d'expression.

33 Cf. Partie 3, Chapitre 1, p 59

CHAPITRE 2 : LA RÉAPPROPRIATION DE LA SUREXPOSITION

Nous allons donc étudier quelques films tournés en numérique qui développent tout particulièrement les hautes lumières. Il faut préciser que ces films bénéficient tous des nouvelles caméras du cinéma numérique comme l'Alexa ou la Red qui rendent possible ce travail.

A) La réappropriation

Certains opérateurs, comme Stéphane Fontaine, ont travaillé le numérique dans la continuité, en se saisissant de ce nouvel outil. Ainsi, dans *De rouille et d'os* (2012), il utilise sans crainte les hauts contrastes, et la surexposition naturelle du soleil.



Figure 36: AUDIARD Jacques, De rouille et d'os, France Belgique, 2012, Image Stéphane Fontaine

Dans *The bling ring* (2013) de Sofia Coppola tout un lieu est clairement construit sur la surexposition. Ces séquences d'intérieur se passent uniquement dans la grande maison familiale. Très claire, très propre on voit un monde sophistiqué et confortable rehaussé par la douce saturation des fenêtres donnant un aspect cotonneux à l'ensemble. C'est le fort contraste sujet qui impose la saturation mais aussi le choix de l'opérateur, car il aurait sûrement pu l'éviter d'une manière ou d'une autre. On distingue encore les formes des persiennes, la matière des voilages et les ombres des feuilles à l'extérieur mais le tout est lié par un halo blanc. Ces séquences sont cependant très isolées du reste du film.



Figure 37: COPPOLA Sophia, *The Bling Ring*, USA, 2013, Image Christopher Blauvelt et Harris Savides

Gravity (2013) d'Alfonso Cuaron, est un film se passant dans l'espace que l'on peut donc rapprocher de *Sunshine*. Il opte pourtant pour une tout autre esthétique. Il cherche à figurer le vide et la noirceur de l'espace face à une lumière solaire qui surgit au détour des mouvements des astres. Le directeur de la photographie Emmanuel Lubezki a ici fait le choix de légère surexposition d'un blanc violent qui est mis en valeur par les costumes et les engins spatiaux de la même couleur.

Enfin, *Real Human* (Äkta Människor, 2012) une série suédoise tournée en Alexa exploite la surexposition d'une façon toute numérique. Les séries télévisées, hybridation entre le cinéma et la télévision, sont moins touchées par le poids culturel. Les opérateurs dans une logique d'efficacité poussée à l'extrême sont obligés d'exploiter la caméra jusque dans ses retranchements. Il en découle une utilisation des hautes lumières propre au numérique, qui donne de nouvelles images à considérer. Cette série nous place dans un futur proche où des robots (hubots : human robot) terriblement semblables aux humains sont vendus pour servir ces derniers .



Figure 38: LUNDSTRÖM Lars, *Reals Humans*, Suède, 2012, Image Trolle Davidson et Linus Rosenqvist

Contrairement à ce qu'on pouvait attendre, les ambiances les plus surexposées ne correspondent pas aux séquences avec les hubots mais plutôt au monde aseptisé des humains. Plus que la saturation, c'est la presque absence de noir qui donne au blanc toute sa dimension.

Des séquences de flash-back traitées avec une surexposition très poussée mais très peu contrastée typique du numérique jalonnent le récit. Nous ne sommes pas loin de l'image blanche et cette appropriation très travaillée des images baignent la série dans une ambiance marquante.



Figure 39: LUNDSTRÖM Lars, *Reals Humans*, Suède, 2012, Image Trolle Davidson et Linus Rosenqvist

Les films traitent donc la surexposition a des fins expressives. Mais comment savoir avec certitude si elle a été subie ou voulue. Les résultats sont ici trop marqués et assumés pour ne résulter que d'une contrainte. Nous allons donc étudier plus précisément des motifs problématiques de la surexposition en se basant sur ces films.

B) Etude de motifs : la contrainte du haut contraste

Si les images vues précédemment jouent volontairement des hautes lumières, les opérateurs doivent aussi gérer les points problématiques de l'exposition. On va voir comment une contrainte est exploitée ou subie.

- Découverte et entrée de jour

Clipper une découverte peut clairement être un choix de mise en scène pratique. En effet, on évite ainsi d'avoir besoin d'une découverte, sans avoir besoin de se soucier des éléments visibles derrière la fenêtre. En extérieur, on fait souvent face à des entrées de jour trop fortes qui at-

teignent la lamination de saturation. On peut recourir à la solution de la gélatine de densité neutre posée sur la fenêtre, mais on perd du même coup les rayons qui éclairaient la scène et on doit les « rattraper », soit les recréer par des projecteurs.

Ce dispositif peut être compliqué et on a toujours vu des fenêtres surexposées dans les films, même en pellicule. Le tout est de garantir l'uniformité du rendu et de ne pas saturer une partie ce qui révélerait tout de suite le projecteur.

Au début du numérique, un soin tout particulier est attaché aux découvertes pour ne pas les saturer et ainsi s'éloigner du rendu vidéo. En studio, on a facilement recourt à des fonds verts pour les recréer à notre guise en post-production. On peut ainsi profiter des indices de narration qu'elle peuvent apporter : par exemple la localisation dans l'espace et dans le temps.

Dans une autre veine, certains opérateurs comme Jeanne Lapoirie recherchent cet effet. Comme on l'a évoqué précédemment, l'éblouissement en regardant une fenêtre ensoleillée ne dure qu'un instant. Pourtant, la surexposition, voir l'aplat blanc, permet de représenter cette sensation à l'écran. Cette figure de l'éblouissement apporte une touche de réalisme qui peut servir le film.



Figure 40: DES PALLIÈRES Arnaud, *Michael Kohlhaas*, France, 2013, Image Jeanne Lapoirie

Dans *Michael Kohlhaas* (2013) la saturation des entrées de jour est une contrainte due aux conditions extrêmes de tournage en pleine campagne. Il n'était souvent pas possible de ré-éclairer les ombres, et le contraste sujet était imposé par le soleil. La surexposition est néanmoins assumée dans l'esthétique très brute du film. Elle sert bien la narration du film en appuyant des séquences dramatiques (comme la mort de la mère) par de violentes entrées de jour.



Figure 41: DES PALLIÈRES Arnaud, *Michael Kohlhaas*, France, 2013, Image
Jeanne Lapoirie

On retrouve la figure de la silhouette en contre-jour qui est très présente ces derniers temps à commencer dans *Skyfall* (2012) photographiée par Roger Deakins. Ce motif s'appuie sur la sublimation des aplats : le noir charbonneux découpé sur le blanc. Cet effet existait déjà en argentique mais il tire profit de la dureté du numérique pour découper les aplats. Cette stylisation des formes a été réappropriée par le numérique.



Figure 42: DES PALLIÈRES Arnaud, *Michael Kohlhaas*, France, 2013, Image
Jeanne Lapoirie

On peut habiller ces découvertes clippées pour améliorer leur rendu. En effet, le rajout de matière devant ou derrière peut sublimer la surexposition: voilage non saturé, persiennes etc. En étalonnage, on peut gonfler la surexposition pour qu'elle ne s'arrête pas brutalement aux limites de la fenêtre ou au contraire la cloisonner et éviter les flares³⁴.

³⁴ Réflexions internes à l'optique présentes quand l'objectif est éclairé en direct



Figure 43: COPPOLA Sophia, *The Bling Ring*, USA, 2013, Image Christopher Blauvelt et Harris Savides

Dans *The Bling Ring*, la surexposition est très soignée. On peut trouver quelques situations extrêmes qui fonctionnent moins bien. Dans le photogramme suivant, on a un exemple d'excès de perte de détail et d'aplat blanc qui nous coupe de la réalité. La découverte semble fausse et les personnages posés dessus. De plus, on peut déceler un défaut de saturation : un liseré violet sur les contours des têtes des personnages, le purple fringing accentué.



Figure 44: COPPOLA Sophia, *The Bling Ring*, USA, 2013, Image Christopher Blauvelt et Harris Savides

- Le Ciel

Cette difficulté existait déjà en pellicule : dans *The Island* (35mm), deux plans en raccord direct présentent deux traitements de ciel complètement différents : dans un axe, le ciel est clippé et blanc, dans l'autre il est d'un bleu saturé avec tout une gamme de nuages. C'est simplement la position du soleil dans le ciel et les choix et possibilités de l'opérateur quant à son contraste et à sa pose qui ont induit l'effet. Quand on fait attention le raccord est choquant, mais dans l'unité du film les images se fondent bien.



Figure 45: BAY Michael, *The Island*, USA, 2005, Image Mauro Fiore

Le problème avec la saturation du ciel, outre la perte du détail, est la couleur de l'aplat blanc. Cela peut vite donner à la séquence la sensation de temps gris et pluvieux d'un ciel couvert de nuages blancs. Si ce n'est pas le cas, si le ciel est bleu et que c'est la pose et le soleil qui clippent, alors les raccords seront compliqués. En étalonnage on a la possibilité de retravailler le ciel. Si on ne peut pas retrouver des détails, on peut jouer sur la couleur. Cependant le piège est de mettre ainsi en valeur l'aplat. Cette solution est souvent utilisée pour recréer une fausse nébulosité atmosphérique plus plaisante.



Figure 46: DES PALLIÈRES Arnaud, *Michael Kohlhaas*, France, 2013, Image Jeanne Lapoirie

Au contraire de l'entrée de jour, un dégradé aide beaucoup à retrouver la crédibilité du ciel. En effet, le spectateur admet la ponctualité du soleil qui peut surexposer et blanchir une seule partie du ciel. On perd ainsi la sensation d'aplat et crédibilise l'ensemble.

Le cadrage a aussi son importance dans les situations extrêmes. Quelle place donne-t-on au ciel clippé ? En l'inscrivant graphiquement dans une composition, il peut mettre en avant un personnage sans que le spectateur ne découvre l'aplat.

Les filtres de diffusion peuvent aussi être utilisés pour redonner de la matière et pour diffuser le ciel dans une perspective atmosphérique. Dans la même façon, on peut tirer partie du flare, c'est à dire les réflexions internes à l'optique qui abaissent le contraste. Le soleil dans le champ amène un flare qui déborde dans l'image et vient brouiller les contours.

Le flou a aussi un impact particulier sur les zones surexposées. La perte de détail du flou additionnée à celle de l'aplat surexposé n'aide pas à retrouver de la matière. Cependant, lorsque des formes sont posées en contrejour, le flou augmente l'effet rognant les contours et crée ainsi des formes plastiques donnant une autre dimension à la saturation.



Figure 47: DES PALLIÈRES Arnaud, *Michael Kohlhaas*, France, 2013, Image Jeanne Lapoirie

- Source dans le champ

Une figure récurrente qui est toujours difficile à traiter est la source dans le champ. La source dans le champ est directement intégrée au niveau ambiant. En film, l'ampoule servait simplement à éclairer l'abat jour et créer les effets sur le mur. Il fallait systématiquement rattraper avec un projecteur l'effet de la lampe sur le comédien. On pouvait ainsi faire en sorte que l'abat-jour ne soit pas clippé, et conserver sa texture et sa couleur. Cet effet est très beau, mais pas tout le temps réalisé : même en pellicule on laisse saturer les lampes. Le souci est différent avec des ampoules dans le champ ou des tubes fluorescents. Il est difficile de baisser leur niveau suffisamment pour qu'ils ne soient pas surexposés. Dans ce cas, il faut soigner leur surexposition (englobante, faire un choix sur le halo qui l'entoure). Cela peut créer une figure très graphique dans une image.

En numérique, la donne a changé puisqu'il est possible d'éclairer directement avec la lampe sans rattrapage. On a de plus en plus d'abat-jours clippés. Ce n'est donc pas le défaut de l'outil mais le changement de façon de l'utiliser qui crée la saturation. Si on accepte de rattraper l'effet avec des projecteurs et de baisser le niveau de la lampe (gélatine neutre, dimmer) on retrouve notre abat-jour non saturé.

Cependant, ce motif ponctuel utilisé aussi en pellicule n'est pas gênant. Notre œil est habitué à ces points lumineux : la nuit nous avons souvent affaire à ces éblouissements. C'est donc un choix d'opérateur de clipper les sources dans le champ. Le plus important est encore une fois d'avoir une saturation uniforme ou dégradée qui ne défigure pas l'objet.

Le motif le plus complexe reste le feu. En effet, on ne peut pas mettre une gélatine pour diminuer la luminance d'une flamme. En règle générale, la flamme oscille à l'image entre un jaune orange et un blanc au centre. On voit rarement toutes les nuances de couleur jusqu'au bleu car la saturation la rend blanche. Le problème était exactement le même en pellicule et c'est à l'opérateur de gérer sa pose ou accepter le rendu.

Nous voyons que l'utilisation des hautes lumières qui représente un pan entier de l'expression cinématographique est réappropriée par les opérateurs numériques qui dépassent les méfiances culturelles et empiriques. Pour réaffirmer la possibilité technique de l'opérateur de travailler son image sans la subir, revenons à l'étude objective de la courbe de réponse d'une caméra.

Partie 3 :

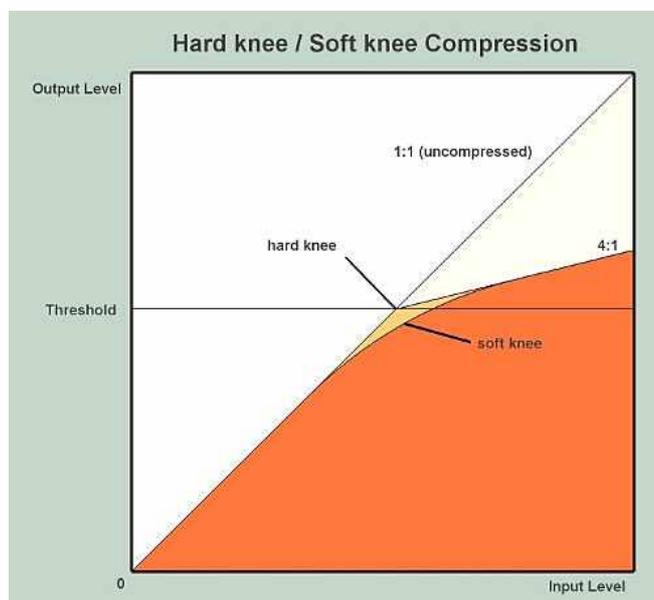
LA MAITRISE DES HAUTES LUMIÈRES

Malgré la réticence à utiliser la surexposition due à la vidéo, les hautes lumières sont bien exploitées par les opérateurs dans des films où elles font sens. Nous avons aussi relevé la course des fabricants pour augmenter l'étendue utile de leur caméra. En effet, une caméra avec une plus grande étendue utile permettrait de poser au milieu de la partie rectiligne presque sans se soucier de clipper dans les hautes ou de bruiteur dans les basses. Cette augmentation est pourtant parfois plus apparence que réalité et nous pouvons nous poser la question suivante : avons nous réellement besoin de cette marge de manœuvre ?.

CHAPITRE 1 : L'AUGMENTATION DE LA DYNAMIQUE ?

A) Le Knee

En vidéo, l'étendue utile est telle que les hautes lumières posent sérieusement problème. La limitation du signal vidéo ne permet pas de rentabiliser la capacité du capteur. Pour ne pas couper toutes les valeurs au delà de 100% on applique une compression des blancs sur les trois couches pour préserver la couleur.³⁵ Il s'agit de modifier la pente et donc le contraste local à partir d'un certain point pour permettre de faire rentrer des informations qui auraient été cropées par les bornes du signal. Il y aura toujours des modulation mais elles seront codées sur moins de valeurs numériques. On appelle cette compression des hautes le knee.



Ces paramétrages ne modifient pas le point de saturation du capteur qui reste limité. Ils permettent de palier aux limites du signal vidéo mais n'augmentent pas en soit l'étendue utile.

La vidéo est associée à la télévision dont la caractéristique est de devoir être diffusable immédiatement, comme l'inversible. C'est pourquoi, les images doivent appartenir à un espace de travail et de diffusion normé pour donner un rendu directement exploitable. Le Rec709³⁶ (espace couleur et gradation de gamma 2.2 pour la prise de vue et la diffusion) place directement le noir et le

³⁵ BELLAICHE P., *Les secrets de l'image vidéo*, Paris, Eyrolles, 2009, p181

³⁶ Rec. ITU-R BT.709-5, *Parameters values for the HDTV standards for production and international programme exchange*, International communication Union, 2002, p14

blanc de manière à avoir une « belle » image. Le Rec709 réduit l'étendue utile par sa gradation. C'est pourquoi on ne contraint que très rarement l'image au Rec709 en prise de vue cinéma.

B) Le codage logarithmique

La réponse du capteur étant linéaire, si on matérialise les écarts d'EV, on se rend compte qu'il n'y a pas le même nombre de valeurs de codage pour les hautes lumières que pour les ombres : on a un sur-échantillonnage des hautes lumières.

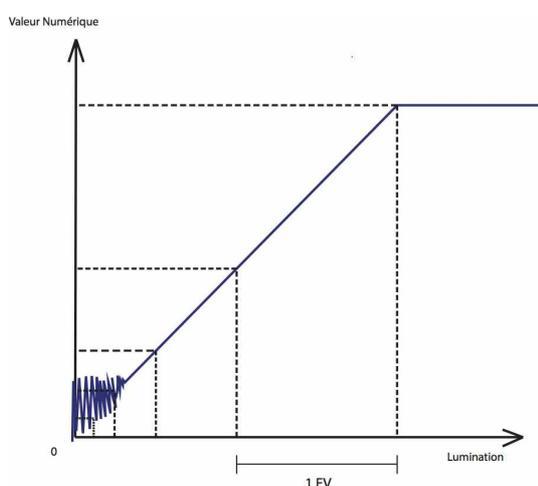


Figure 49: Modèle de codage linéaire

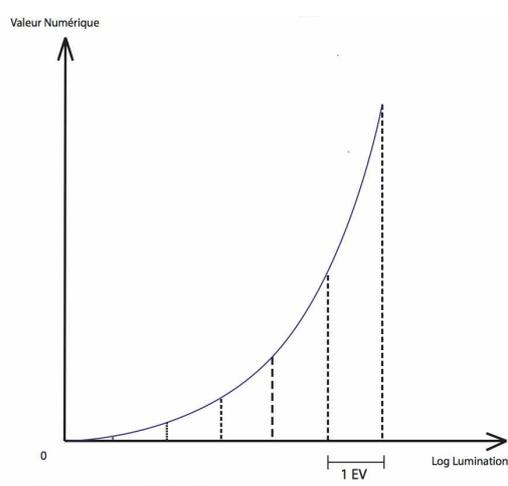


Figure 50: Modèle de codage logarithmique

En prenant en compte des caractéristiques de perception de l'oeil humain³⁷ et celles des images, on constate que la précision des détails sera plus importante dans les moyennes voire dans les basses lumières.

Le principe revient donc à passer de la forme $y = ax$ vers $y = a \log(x)$ y étant les valeurs numériques et x les valeurs de luminance.

Ainsi, on rééquilibre l'échantillonnage et on fait en sorte que chaque écart de diaphragme soit codé par le même nombre de valeurs numériques.

³⁷ cf. Partie 1, Chapitre 1, p 19

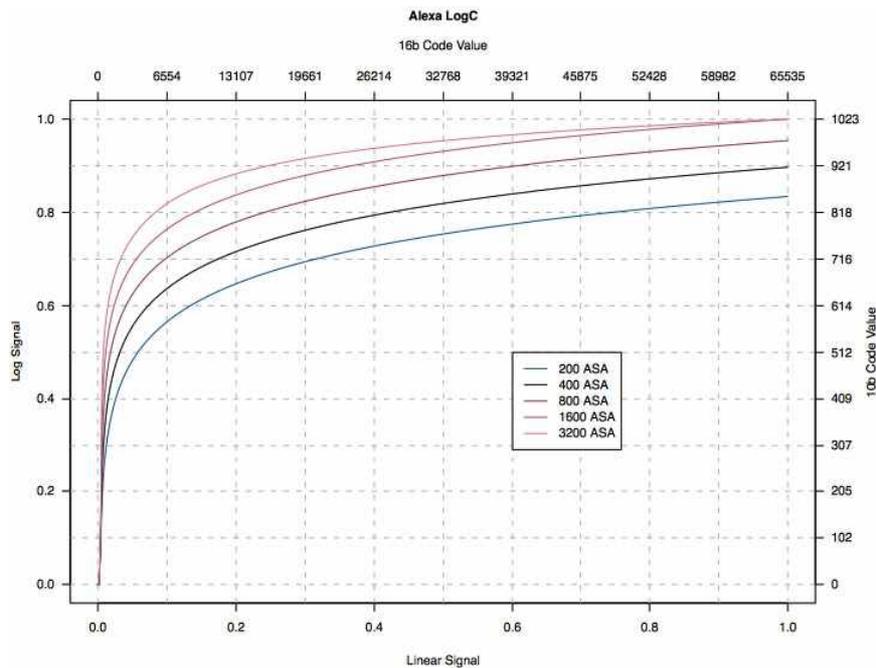


Figure 51: Courbes logC ARRI

Pour une même profondeur de codage c'est la façon dont chaque EV est restitué qui donne l'impression de gagner ou perdre en étendue utile. En effet, en linéaire les basses seront à peine distinguables, on aura donc tendance à remonter notre image sur la courbe et donc à saturer dans les hautes.

A l'instar des chimistes qui ont pu donner à l'émulsion la réponse qu'ils souhaitaient, il faudrait un capteur à réponse logarithmique. Ce capteur n'existe pas encore et ce qui est amélioré avec le codage logarithmique n'est donc pas l'étendue utile mais la façon de la rentabiliser au mieux.

LogC ARRI

Nous allons étudier plus précisément le cas de ARRI et de son logC en basant notre analyse sur des tests effectués avec l'Alexa Studio R4S9. Cet approfondissement est cohérent sachant qu'ils détiennent la plus grande part du marché du cinéma mondial et qu'ils ont développé une logique de production traitant particulièrement bien les hautes lumières. Ils ont la particularité d'avoir réorienté leur expérience argentique au service du numérique.³⁸

Même si le capteur a une sensibilité donnée, on peut sur une caméra numérique choisir une courbe dite de sensibilité à utiliser pour le plan. Que se passe-t-il alors ? Les traitements internes qui développent le Raw appliquent des gains aux valeurs numériques. On affecte à l'image une courbe ou

³⁸ cf. Partie 1, Chapitre 3, p 37

gradation logarithmique, qui permet de réajuster le gris à la valeur donnée par ARRI : 0,391 en relatif. Le principe est le même en argentique, quand on sur ou sous-expose l'image et réajuste au développement en remplaçant le gris à une densité de 1.

En observant les courbes Arri dans le schéma précédent, on se rend compte qu'il y a bien un ajustement de sensibilité. Pour obtenir une certaine valeur de codage, il faut exposer d'avantage quand on va vers les faibles sensibilités.

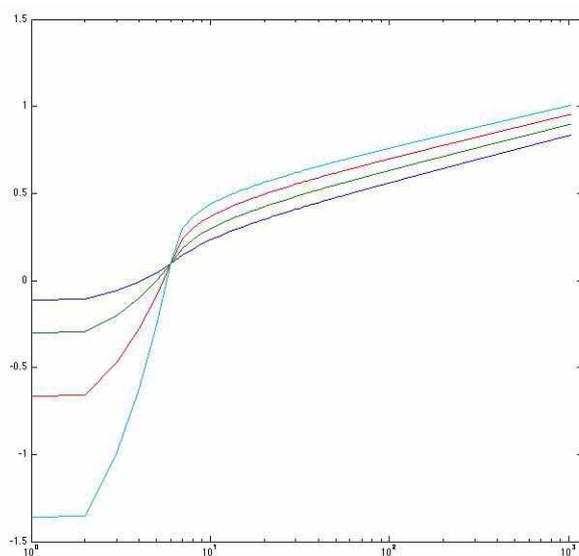


Figure 52: Courbes ARRI logC passées en logarithme

En regardant mieux, on se rend compte que ces courbes de gradation intègrent également un traitement de rendu tout particulièrement dans les basses lumières.

Le choix de la sensibilité n'est donc pas anodin.

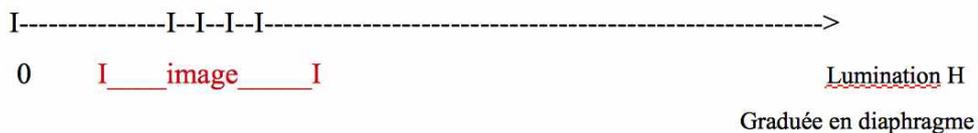
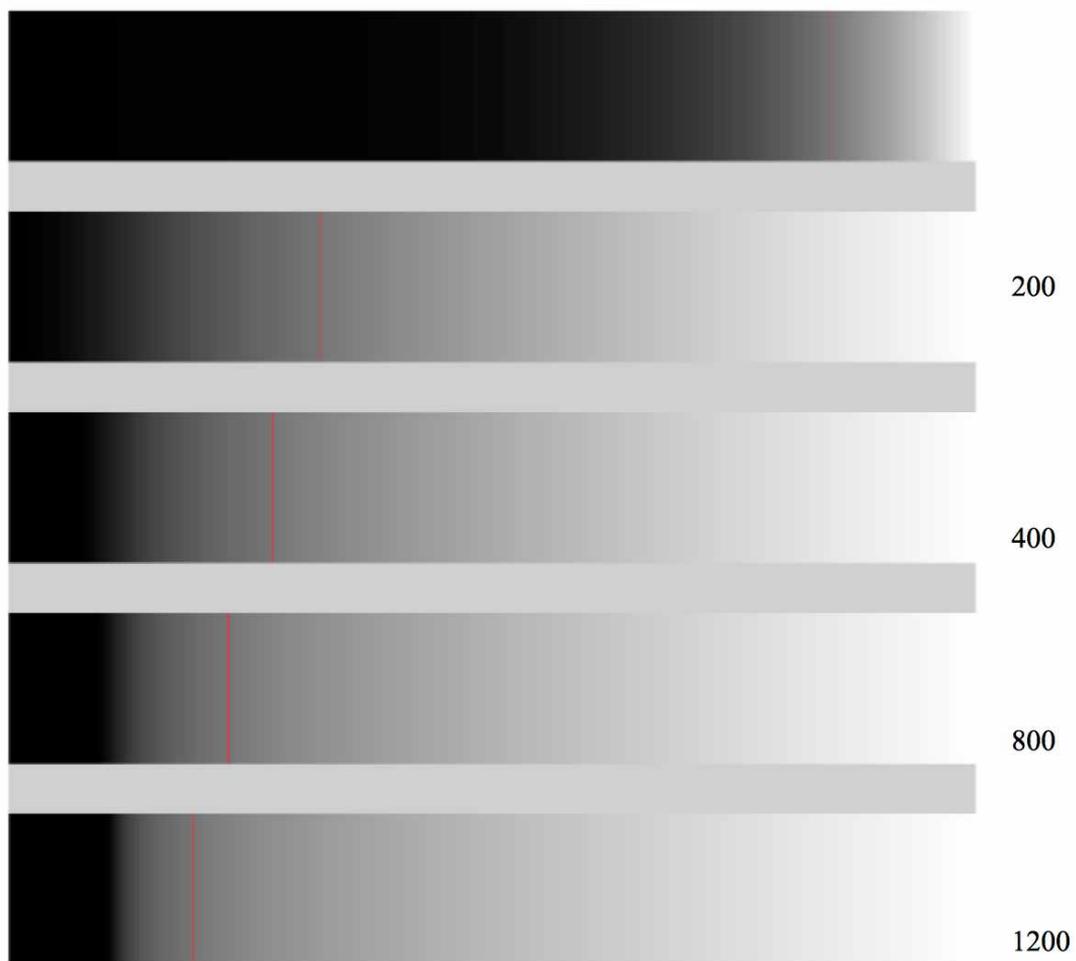


Figure 53: ARRI Alexa LogC Gradient Log 16bit de 9 EV

J'ai appliqué les courbes de sensibilité log C à un gradient logarithmique de 9 EV d'après la documentation Arri³⁹.

Le gris à 18% est matérialisé par le trait rouge. On a bien un changement de sensibilité car, pour avoir la réponse correspondant au gris, on doit rajouter ou enlever de la lumière.

On observe bien qu'il n'y a pas qu'un décalage, mais aussi un traitement différent dans le dégradé des valeurs. En effet, à IE200, il y a plus de valeurs de codage disponibles dans les ombres et on obtient un long dégradé jusqu'au noir. Au contraire, dans les hautes lumières, la saturation est plus brutale. A IE1600, on observe l'inverse : plus de codage disponible dans les hautes que dans les

³⁹ ARRI, *Alexa Log C Curve- Usage in VFX*, référence manuel, 27 Juin 2012

basses. De plus, il ne faut pas oublier le bruit (non matérialisé ici) qui monte très rapidement dans les hautes sensibilités.

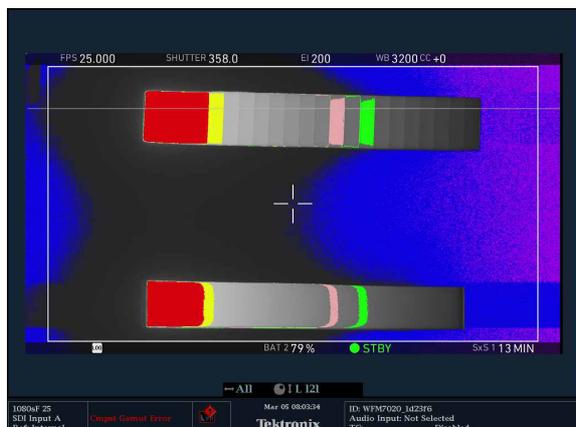


Figure 54: Gamme Carbone IE 200

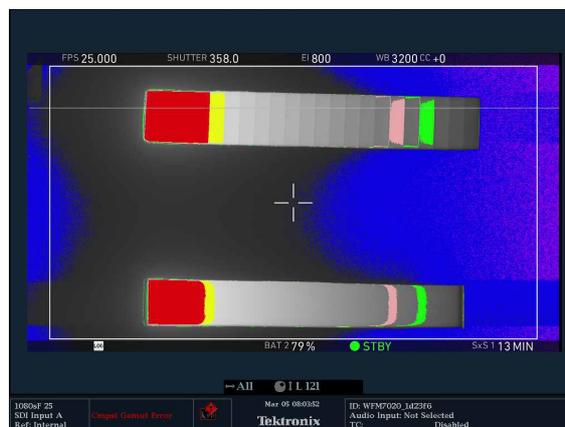


Figure 55: Gamme Carbone IE 800

Sur ces gammes exposées à l'identique où la sensibilité affichée a été modifiée, on remarque grâce aux "false color"⁴⁰ que les bornes restent les mêmes : ce n'est que la façon de les atteindre qui est modifiée, donc la place de notre gris à 18% qui est ajustée.

Prenons un exemple concret :

Nous tournons un plan dans des conditions de lumière très faible. A la cellule, notre gris à 18% est correctement exposé à IE 1600 (l'image est matérialisée par la zone rouge sur la Figure 53). Mais les ombres sont enterrées, elles ont très peu de nuances et du bruit monte.

Imaginons que nous sommes dans l'impossibilité de rajouter de la lumière. Si nous choisissons de prendre la caméra à IE 200 sans changer l'exposition ? Notre gris à 18% est donc sous-exposé, pourtant on peut observer que la zone correspondant à l'image est un dégradé de gris jusqu'au noir. Il y aura très peu de bruit. Pourra-t-on remonter notre gris en étalonnage ?

Les photogrammes en annexe⁴¹ ont été enregistrés dans de faibles conditions de lumière et à différentes sensibilités affichées, sans compenser. Le rendu souhaité s'approche de l'image à IE3200. On étalonne les autres pour s'en rapprocher.

On remarque que le résultat n'est pas aussi radical que prévu. En effet, le choix de tourner à IE 3200 n'est pas bon : l'image est très bruitée et de couleur désaturée. Mais de la même façon, à IE 200 on est trop dense, les hautes lumières trop remontées sont abruptes et du bruit monte dans les moyennes. La correction à effectuer est trop extrême, en enregistrant à IE 200, il aurait fallu ac-

40 cf. Annexe 1, Index des « false color » ARRI, p 91

41 cf. Annexe 3, Photogrammes d'une prise de vue ProRes 4 :4 :4 12bit logC avec l'Alexa Studio R4S9, p 93

cepter que l'image soit beaucoup plus sombre, mais toujours lisible. L'hypothèse fonctionne néanmoins avec des écarts moins grands : préférer IE 800 à IE 3200 dans ce cas.

Les hautes lumières sont donc touchées par ces courbes logC. La courbe à IE 200 aplatit de manière conséquente l'highlight rolloff.

A l'observation d'une captures d'oscilloscope, on remarque que l'aplatissement du signal est à 600mv et non 700mv soit 100%. En effet, cette image surexposée était tournée à IE 200. Le développement de sensibilité replace un gris à 18% à une valeur donnée. Le développement a donc abaissé toute l'image donnant en effet des blancs clippés plus bas.

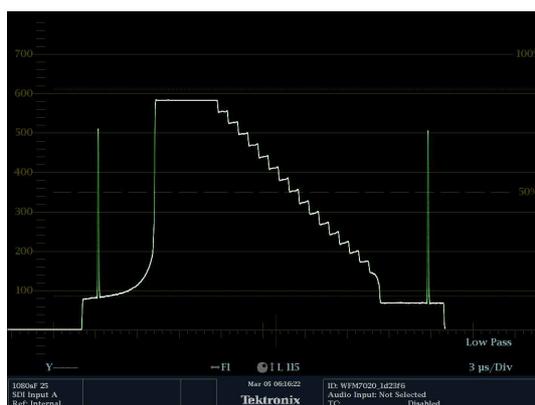


Figure 56: Capture d'écran de l'oscilloscope Tectronique

En comparant les gammes non étalonnées, on remarque en effet qu'a IE 200 la saturation atteinte au même endroit est cependant plus dense.

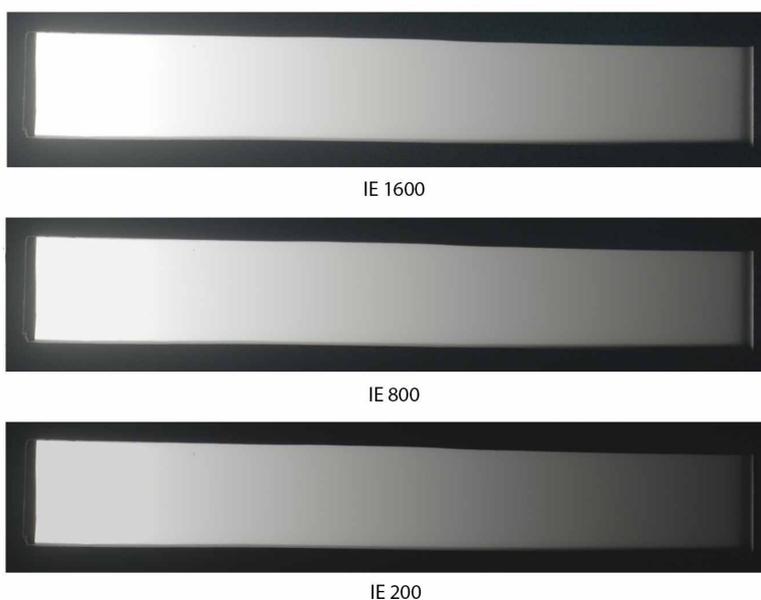


Figure 57: Dégradé gamme carbone ProRes 4:4:4 12bit log

A IE 1600, on a plus de hautes lumières, on sent donc moins la rupture cyan. Cependant ces différences s'effacent facilement à étalonnage et on peut dire qu'elles sont assez minimales par rapport aux différences dans les ombres⁴².

Peut-on alors dire qu'on a plus d'étendue utile à EI 200 qu'à EI 3200 ? En théorie non, en pratique on voit que le niveau de bruit montant, l'étendue utile au delà du niveau de bruit se réduit. On pourrait dire que ce phénomène est compensé par la dégradation des hautes lumières quand on diminue de sensibilité. Pourtant comme on l'a vu, la différence est assez minime et l'oeil est moins discriminant pour discerner les variations dans les hautes.

Travailler à basse sensibilité est donc tout de même un avantage :

- on est plus proche de la vraie sensibilité du capteur
- on soigne tout particulièrement les basses lumières alors que l'altération des hautes lumières est moins gênante.

L'opérateur est alors plus attentif à la limite haute. S'il pose pour conserver ses hautes lumières, le reste de l'image (qui pourra être assez sombre) sera suffisamment bien codée pour donner un résultat satisfaisant. On peut donc pratiquement dire que c'est à faible sensibilité qu'on a le plus d'étendue utile.

Pour résumer, quand on pose pour une image équilibrée en ProRes logC, il vaut mieux utiliser un IE affiché faible pour bénéficier de toute l'étendue utile et ainsi préserver les hautes et les basses lumières de l'image. Avec une scène particulièrement sombre (extérieur nuit), un IE bas permettra aussi d'optimiser l'image mais en mettant en danger les hautes. Au contraire, une scène avec des luminances très hautes (extérieur jour) et un faible contraste sera mieux traitée à un IE affiché haut.

Il faut cependant faire attention à ne pas modifier la sensibilité à chaque plan. En effet, l'action est tentante car on a l'impression de modifier notre exposition. Pourtant, on peut obtenir des choses très incohérentes surtout en terme de texture et de couleur : le bruit monte très rapidement à IE 3200 alors que le rendu est très lisse à IE 200.

Je pense que ARRI annonce sa caméra à IE 800 pour avoir un entre-deux qui ménage les deux extrémités.

⁴² cf. Annexe 4, Gamme Carbone Alexa Studio R4S9 ProRes 444 12bit log étalonnés, p 95

C) Le RAW

Les caméras du cinéma numérique ne possèdent qu'un capteur pour retranscrire l'image couleur. Un ensemble de filtres rouge, vert, bleu, appelé mosaïque de Bayer est posé sur la surface photosensible pour décomposer la couleur et créer les informations RVB. Pour plusieurs raisons dont certaines directement liées à la psycho-perception (l'oeil humain est plus sensible au bruit dans le Magenta) les mosaïques se présentent souvent suivant ce modèle :

V R

B V

L'image RAW enregistre plus ou moins fidèlement les informations brutes du capteur⁴³. Pour avoir une image couleur on doit développer l'image :

- Débayerisation ou dématricage : reconstitution de trois couches RVB
- Interpolation : reconstitution de la définition originale
- Equilibrage : balance des blancs en fonction d'une température couleur
- Traitements divers
- Conversion dans l'espace couleur de sortie et application de la gradation

Les opérateurs tendent à travailler en RAW pour maîtriser le plus longtemps possible le développement et la qualité de l'image dans la chaîne de post-production. Le but est de lui appliquer au dernier moment les contraintes du DCI.

Le RAW est censé bénéficier d'une étendue utile plus importante que les autres formats compressés. Suivant les croyances admises, on a l'impression que le fichier compressé est cropé dans le RAW et qu'en changeant l'exposition du développement on choisit la zone de la courbe RAW qu'on va exploiter. Pourtant, ce n'est vrai qu'avec des petits formats (faible profondeur de codage) et certains espaces de travail comme le Rec 709.

Quand on compare l'ARRIRAW et le ProRes 4 :4 :4 12bit logarithmique à l'aide d'une gamme carbone on se rend compte qu'elles sont très similaires (différence de définition). Certes, la gamme carbone couvrant 10EV ne permet pas de bénéficier de la totalité de l'étendue utile en une prise de vue, mais les limites hautes et basses semblent être respectées.

On avait vérifié que l'oscilloscope était fiable en ProRes mais on émettait un doute sur le RAW. En effet, l'appareil n'accepte pas de fichier non dématricé. Sans les trois couches RVB on

⁴³ Des traitements ou compressions peuvent néanmoins avoir lieu.

aurait des résultats aberrants. Le signal transmis à l'oscilloscope est donc forcément développé selon les méta-datas⁴⁴ et codé en 10bit HD-SDI.

J'ai effectué la même vérification sur le RAW et j'ai pu remarquer que le résultat est aussi cohérent notamment dans la saturation des hautes. On peut donc en déduire que le RAW et le ProRes couvrent la même plage d'étendue utile : celle du capteur.

Dans son site, ARRI⁴⁵ rappelle les avantages de l'ARRIRAW : la résolution, la réversibilité (dématricage, recadrage, équilibrage, gradation), la flexibilité en post-production, et la facilité d'archivage. Il précise bien que le gain d'étendue utile n'en fait pas partie.

Le capteur de l'Alexa peut capturer 14EV⁴⁶ traités en 16bit, puis enregistré en ARRIRAW 12bit, ProRes 444 12bit LogC ainsi que les autres ProRes 10bit. D'après le schéma de ARRI les bornes hautes et basses sont bien conservées dans la réduction de la profondeur de codage et ce n'est que le nombre de niveau de luminance qui varie. Si la profondeur de codage est trop faible on peut voir des artéfacts apparaître. Néanmoins, une image 10bit est suffisante pour éviter ces cassures. En étalonnage la compression ProRes 10bit peut engendrer des défauts quand l'image est poussée de manière excessive alors que le RAW 12bit restera propre.

Simplified Example of Mapping a 4 Bit Tonal Range into a 3 Bit Tonal Range

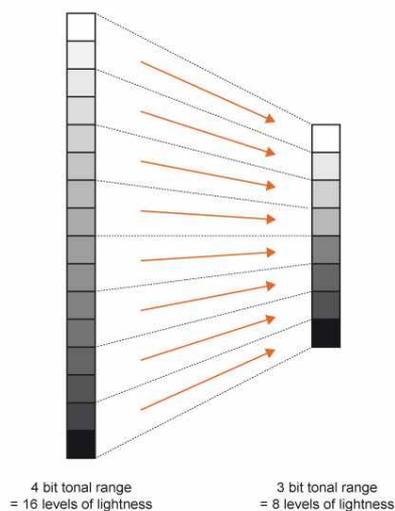


Figure 58: Modèle de codage ARRI

44 Informations transmises avec le fichier contenant notamment la sensibilité et la température couleur

45 ARRI, « What are the Advantage of ARRIRAW ? », Arri, mars 2014, URL :

http://www.arri.com/camera/digital_cameras/learn/alex_a_faq/

46 ARRI, « ALEXA Studio Technical Data », Arri, mars 2014, URL :

www.arri.com/camera/digital_cameras/cameras/camera_details/

Dans ArriRaw Converter⁴⁷, on peut développer le RAW suivant différentes courbes de sensibilité c'est à dire appliquer les gains que l'on désire. Il faut toujours se rappeler que le capteur a une sensibilité fixe que nous avons déterminé précédemment⁴⁸ et que ces expositions numériques ne sont que des courbes qui appliquent des gradations. L'oscilloscope peut donc nous piéger. En effet si les bornes sont justes, la gradation est modifiée par la courbe log appliquée à l'image débayerisée. En changeant les réglages de sensibilité affichée qui ne sont en fait que des méta-data, on a l'impression de changer notre exposition. Pourtant, si on ne modifie pas la quantité de lumière entrante, notre image est toujours posée au même endroit sur la courbe de réponse du capteur. L'idée est donc d'utiliser l'oscilloscope pour vérifier les limites hautes et basses à une sensibilité déterminée en fonction du projet. Si l'on veut soigner les hautes lumières il peut être intéressant de se placer à IE 200 pour gérer la situation la moins avantageuse et exposer l'image en fonction. Ensuite, on peut enregistrer avec une sensibilité qui, dans les méta-data, nous donnera directement un bon résultat au développement. Elle pourra être modifiée à tout moment pendant l'étalonnage alors que notre pose restera fixe.

Le Raw est par principe linéaire, cependant ARRI code son ARRIRAW de façon logarithmique. A l'image du ProRes, l'idée est de rentabiliser le codage 12bit et de conserver toute l'étendue utile du capteur.

Avec ARRI, on bénéficie d'une vraie cohérence de production qu'on ne retrouvera peut être pas avec d'autres caméras. Par exemple, en faisant une expérience avec la Penelope Delta de chez Aaton, Arthur Briet cherchait à atteindre la lumination de saturation sur une gamme carbone. L'oscilloscope et les écrans de contrôle montraient clairement que la saturation était atteinte. Pourtant, en analysant le fichier Raw la capteur n'avait pas encore saturé. Cela provient sûrement du développement fait dans la caméra pour la sortie, qui avait une étendue utile plus faible que le capteur. Il faut donc effectuer ces tests de cohérence avec chaque caméra avant un tournage.

Au premier abord on croit que le ARRIRAW et le codage logarithmique permettent l'augmentation de l'étendue utile alors qu'elle reste celle du capteur. Ce sont donc de très bons outils avec un rendu optimal pour utiliser au mieux les capacités du capteur. Pour augmenter réellement l'étendue utile, il faudrait donc un capteur très peu sensible extrêmement bien refroidi pour éviter le bruit et pouvoir gérer le bas de la courbe.

⁴⁷ Logiciel ARRI de développement et visualisation de l'ARRIRAW

⁴⁸ cf. Partie 1, chapitre 2, p 27

D) Le HDR : High Dynamic Range

Le HDR est le moyen le plus extrême d'augmenter l'étendue utile en utilisant les capteurs actuels. Le principe du HDR consiste à dédoubler la prise de vue avec deux expositions : une image sous-exposée pour les hautes lumières et une image sur-exposée pour les basses lumières. Les deux images sont ensuite mélangées et recomposées (plus ou moins selon le choix de l'opérateur) pour ainsi contenir un contraste sujet très important.



Figure 59: Photographie HDR

Le HDR est développé en photographie et sur certaines caméras, comme la RED et son HDRx. Cette pratique n'est cependant pas encore très répandue sur les tournages.

Quand le contraste sujet enregistré est trop important, l'image HDR peut nous sembler étrange et très peu réaliste. Une très grande gamme de luminance est restituée par une même dynamique : celle du périphérique de diffusion. La mémoire visuelle de l'être humain n'est pas habituée à cet équilibre. Un look est donné à l'image qui s'éloigne de la vraisemblance cinématographique en s'approchant de l'image de synthèse dans notre imagerie culturelle.

On peut utiliser le HDR avec subtilité pour donner un rendu particulier à l'image et surtout parvenir à se sortir de situations extrêmes. Avec le HDR, on abaisse l'aptitude au contraste et on perd l'éclat des blancs.⁴⁹ En étalonnage, on doit recompresser des zones pour reconstruire l'image. Cela permet par exemple de compresser les hautes (recréer un knee) mais de garder de la matière.

⁴⁹ ZEROUAL Reda, *Etendue dynamique, la course des caméras de cinéma numérique. Le HDRx de la RED Epic : une étape clé*, Mémoire dirigé par Alain Sarlat et Jacques Leplat, ENS Louis Lumière, Cinéma 2012



Figure 60: Photographie HDR



Figure 61: Photographie sans HDR

Il existe encore des complications à l'utilisation de cet outil :

- limite de vitesse et de mouvement à cause des deux flux de photogrammes
- Limite de l'étalonnage : complexification du workflow et liberté plus ou moins limitée du choix de l'opérateur pour mixer les deux images.

Pourtant outre ces défauts finalement gérables, ce rendu particulier ne peut devenir la norme. Les images ont aussi besoin de surexposition : un contre-jour violent est une figure de style du cinéma. De plus, les contrastes sujet bien exposés rentrent la plupart du temps dans les étendues utiles des capteurs, les situations extrêmes (avec impossibilité de ré-éclairer) ne sont pas si fréquentes. Même en pellicule, on avait convenu de ne pas utiliser toute l'étendue utile. La marge servait à la surexposition volontaire ou aux situations extrêmes. L'avantage du HDR est donc de pouvoir être utilisé dans certaines situations où le contraste sujet est grand et la possibilité de ré-éclairer les ombres impossibles. On peut très bien décider de n'utiliser qu'une exposition en temps nor-

mal et bénéficier des deux images pour préserver ses hautes et ne pas atteindre la lamination de saturation.

L'augmentation de l'étendue utile n'est donc pas réellement une nécessité mais plutôt une course culturelle et marketing. En effet, si tous les contrastes sujet peuvent être gérés par les caméras, on aura un rendu uniforme sans avoir à faire de choix d'exposition. On irait vers la création de l'image standard qui serait systématiquement produite par les caméras laissant de moins en moins de temps pour le travail de l'opérateur à la prise de vue. En effet, ce serait un argument pour moins éclairer les scènes et ainsi réduire les coûts de production.

Les outils de prise de vue étant maîtrisés et laissant une large marge de choix, il faut maintenant anticiper la post production.

CHAPITRE 2 : LA POST-PRODUCTION : APPLICATION A LA PARTIE PRATIQUE DE MEMOIRE

Mon projet de partie pratique de mémoire que j'ai écrit et réalisé en partenariat avec Jonas Gayraud, directeur de la photographie, tend à exploiter la surexposition. En effet, le scénario est propice à l'utilisation des hautes lumières comme esthétique et non pas comme contrainte.

A) L'intention :

Synopsis d'*Oasis*⁵⁰ :

En 2027, Eric et Sonia survivent à un dérèglement climatique qui a modifié le cycle de l'eau et fait régner la sécheresse. L'eau est devenue si précieuse qu'ils récoltent jusqu'à chaque goutte de transpiration pour la faire purifier par un laboratoire du gouvernement. Ils vivent grâce à leur stock d'eau respectif sachant que cette situation ne pourra plus durer très longtemps. Sonia n'a qu'une idée en tête, amasser le maximum d'eau et émigrer vers des pays plus cléments. Eric, quant à lui s'obstine à fabriquer par lui-même la machine qui permet le renouvellement des liquides. Pour cela, il n'hésite pas à gâcher le précieux liquide. Ne pouvant l'en empêcher, Sonia commence à lui voler son eau. Réfugiés dans leur appartement sous une chaleur écrasante, ils vont essayer à leur manière de sauver leurs vies ou leur couple.

Nous avons déjà étudié comment travailler avec la contrainte de la saturation du capteur. Nous allons donc tourner en studio où nous pouvons en théorie maîtriser tous nos contrastes et utiliser la surexposition uniquement vers une recherche esthétique. Nous travaillerons plusieurs axes :

- les découvertes
- les reflets spéculaires
- les peaux
- la surexposition comme effet

⁵⁰ cf. dossier de la partie pratique, p 96

L'idée est de matérialiser la chaleur, la brûlure du soleil et la souffrance des personnages en jouant avec la surexposition et le blanc. Le film commence à l'extérieur sur le balcon. Le personnage face à cet environnement hostile va se replier à l'intérieur de l'appartement pour ne plus en sortir. Cette première séquence présentera d'emblée une atmosphère surexposée.

Dans les intérieurs jour, on jouera sur un haut contraste. En effet, nous n'avons pas de découvertes et derrière les fenêtres barricadées de planches, le soleil pénètre dans l'appartement. Les découvertes seront donc clippées et la lumière rognera la matière. Lorsque les rayons tomberont sur les personnages, leur peau sera brûlée. La nuit, on aura la présence des reflets spéculaires qui viendront alimenter la pénombre de brillance. Les lampes dans le champ seront surexposées assez violemment.

Enfin, à la fin du film quand la situation dégénère, le soleil pénètre de plus en plus dans l'appartement jusqu'à un effet de surexposition qui s'éloigne de la vraisemblance.

Nous allons au préalable soigner le décor pour aller dans ce sens : présence d'objets brillants (couvertures de survies, plastique, bocaux en verre, bouteille d'eau, eau) et d'éléments blancs. En général, on évite le blanc dans les décors pour lui préférer le beige afin de préserver plus longtemps les détails. Au contraire, ce sera pour nous dans le blanc que la perte du détail de la surexposition sera la plus intéressante.

B) Etude du workflow :

Les images souffrent beaucoup en diffusion : la diversité des écrans (avec des gammas plus ou moins bien réglés), les compressions, l'interprétation des fichiers par les logiciels de lecture. Sur des écrans d'ordinateur mal étalonnés, l'highlight rolloff est réhaussé clippant plus vite et plus violemment. C'est pourquoi, la lamination de saturation étant atteinte volontairement en prise de vue ou plus tard en étalonnage, il faut que l'image soit traitée et restituée avec précision dans la chaîne de post-production : c'est souvent à ce moment là que les extrêmes (hautes ou basses) souffrent le plus.

On va donc établir un workflow . C'est à dire, gérer par étape le flux de travail depuis la prise de vue jusqu'à la projection.

- Prise de vue :

Pour la prise de vue en Alexa Studio nous choisissons de tourner en ARRIRAW .

Nous avons d'abord pensé tourner en ProRes 4:4:4 12bit log. En effet, on a vu qu'il bénéficiait de toute l'étendue utile du RAW. Pourquoi avons nous alors fait le choix de tourner en ARRIRAW ?

Travaillant la surexposition, nous savons que nous allons avoir besoin d'une grande maniabilité en étalonnage et d'une image qui réagit bien aux fortes distorsions. Le format RAW est moins traité, on a donc la possibilité de gérer nous même beaucoup de paramètres, notamment choisir les étapes où se jouent la qualité des hautes lumières (la débayerisation, l'équilibrage du blanc et la gradation). En tournant en logC, on imposerait une courbe de sensibilité qui donnerait un rendu à l'image sur lequel on appliquerait notre travail d'étalonnage. Avec la réversibilité du RAW, on peut repartir du format non compressé à chaque fois, sans additionner les traitements.

- Etalonnage :

Cette étape est cruciale car c'est ici que seront exploitées toutes les possibilités de l'information de l'image afin la façonner à notre idée. C'est donc un outil très important pour les hautes lumières car on va pouvoir appliquer des gains très précisément. On peut choisir de remonter ou descendre l'image et de donc de clipper ou non.

Plusieurs solutions s'offrent à nous :

- DaVinci Resolve : on ne sait pas si le logiciel incrémente vraiment les courbes ARRI. La débayerisation semble néanmoins efficace et on peut régler les paramètres de développement comme l'exposition et la température couleur. Ces modifications ne sont pas faites les unes sur les autres à partir d'un fichier traité mais bien à chaque fois en partant de la source pour gagner en finesse .

- ArriRaw Converter : l'idée est de développer le RAW puis de sortir des séquences tifs qui seront étalonnés dans un logiciel d'étalonnage. En comparant des tifs développés sur Da Vinci Resolve et sur Arri Raw Converter, on observe que ce serait la solution la plus fine en terme de qualité de rendu⁵¹. Mais cette solution est plus longue et elle ne permet pas de bénéficier de la même flexibilité en étalonnage puisqu'on fixe ici la gradation.

⁵¹ cf. Annexe 5, Photogrammes surexposés de l'Alexa Studio R4S9 ARRIRAW Développés dans Arri Raw Converter et DaVinci Resolve, p 96

Nous testons les intentions d'étalonnage sur des images tests. Quand on remonte les hautes sur Davinci Resolve on passe par le moment critique où les aberrations jaunes et la rupture violente apparaissent. En augmentant le contraste on intensifie cette séparation. La solution est de noyer la zone saturée. En effet, plus on arrondit et adoucit la courbe, meilleurs sont les résultats : plus englobants comme les looks film.

Il faut maintenant déterminer si on décide de saturer le capteur ou non à la prise de vue. Deux méthodes de travail s'opposent : faire en sorte que tout le contraste sujet rentre dans les bornes et travailler ensuite à l'étalonnage avec toute l'information ou bien façonner entièrement son image en prise de vue (à l'aide de look) mais du même coup se limiter à l'étalonnage. La question n'est pas de se laisser une marge d'hésitation en post-production, mais bien d'optimiser le rendu final.

Pour travailler la surexposition, on va préférer préserver l'information. On gèrera mieux la finesse de l'highlight rolloff, on évitera la débayerisation de cette zone problématique et les artefact de la surexposition du capteur (blooming, flare, smear).

Les seuls zones qui seront clippés à la prise de vue seront les découvertes jour et potentiellement les lampes dans le champ.

Je résume les choix de workflow dans un tableau.

	Tournage	Montage	Etalonnage	DCP	Stockage
Support	Alexa Studio R4S9	Avid	DaVinci Resolve	Open DCP	
Codec	ARRIRAW + Proxy ProRes	Proxy ProRes 4:2:2 =>Dnx36	ARRIRAW	jpeg200	DCP+Dnx1 85+ H264
Sortie	Proxy	AAF son+image	Tif XYZ 16bit	/	/
Compression	Non compressé+ 4 :2 :2	4 :2 :2	Non compressé	jpeg2000	Jpeg 200 + H264
Gradation	log	2.2	2.2	2.6	DCI+2.2
quantification	12 bit	10bit	12bit	16bit	/
Format	.ari + .mov	.mov	.ari	Tif => Jpeg2000	.mov
Espace couleur	Wide gamut	Rec 709	Rec709	DCI	DCI+Rec7 09

Cadence	25i/s	25i/s	25i/s	25i/s	25i/s
Level et Offset	max=4083 =99,7% min= =11%	/	Projet :Auto Espace travail :Data Output :Data	/	/
Définition	2880x1620	1920x1080	1998x1080	1998x1080	1998x1080 et 1920x1080
Format	16:9	16:9	16:9	16:9	16:9

C) Compte rendu de la partie pratique

Pendant le tournage, nous avons surtout soigné les directions de lumière, les contrastes, les couleurs et les ombres pour les préserver du bruit. Nous avons utilisé principalement l'oscilloscope, en tenant compte des mises en garde vues précédemment, pour ne pas atteindre la lumina-tion de saturation et poser l'image.

Nous avons aussi cherché à éviter le flare qui risquait de relever les noirs de toutes images surex-posées.

A l'étalonnage, on se retrouve face à nos images, il n'y a plus d'autres étapes pour restituer l'ambiance désirée. Outre le travail habituel pour un film, c'est ici que nous allons apporter de l'éclat aux hautes lumières et travailler l'highlight rolloff.

Nous avons à étalonner nos plans en ARRIRAW mais aussi quelques uns en ProRes log 4:4:4 12 bit correspondant à certains plans particuliers comme des ralentis à 120i/s. Nous consta-tions assez rapidement la maniabilité du RAW notamment dans les plans à surexposer.

Nous avons défini une méthode de travail. Nous commençons d'abord par choisir, pour chaque séquence, la courbe⁵² de développement pour arriver au plus proche du rendu désiré. Cela évite trop de torsions aux images et prend donc soin des ombres ou des basses lumières selon les paramètres vus précédemment⁵³. La débayerisation applique une gradation logC, il faut donc en-suite poser la dynamique de l'image.

⁵² Choix des courbes de sensibilité ARRI

⁵³ cf. partie 3, Chapitre 1, p 65

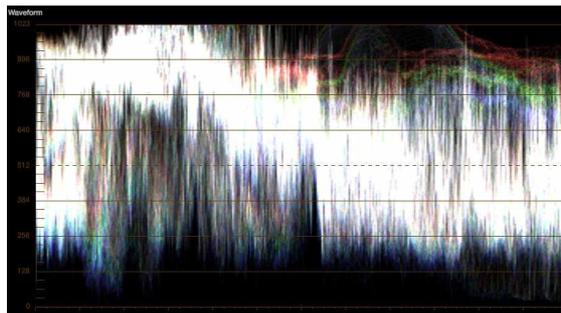


Figure 62: Waveform DaVinci Resolve

En surexposant l'image, on remarque que les noirs n'ont pas besoin d'être à zéro. On peut se permettre de les laisser à 10% pour avoir un contraste suffisant (grâce au contraste simultané) et une sensation de noir profond. On place nos blancs en limite de saturation, pour trouver un éclat et une texture intéressante, en s'aidant de l'oscilloscope du logiciel (ou waveform) ainsi que de notre œil. Avec le logiciel DaVinci Resolve, nous avons tendance à utiliser les roues de couleur et de gain suivantes :

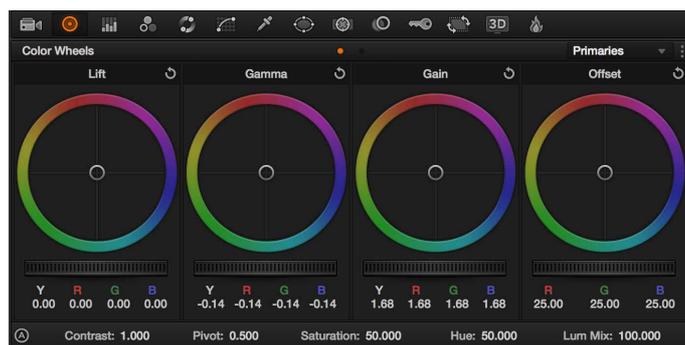


Figure 63: Roues d'étalonnage de DaVinci Resolve

Nous pouvons choisir de toucher les ombres (Lift), les moyennes (Gamma) et les hautes (Gain). Lorsqu'on veut travailler dans la surexposition et tout particulièrement soigner l'highlight rolloff, il est difficile et fastidieux d'arriver à un résultat concluant. Au contraire en utilisant les courbes il est plus facile d'augmenter et arrondir la courbe là où on le désire.

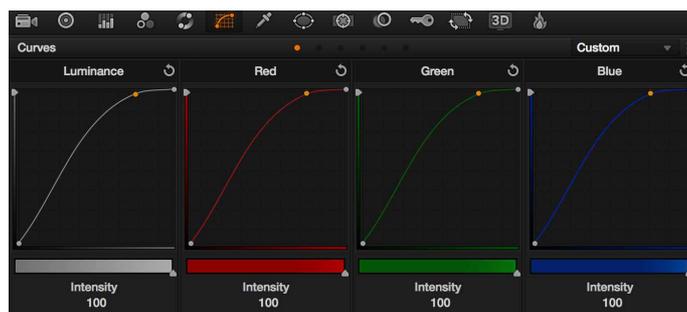


Figure 64: Courbes d'étalonnage de DaVinci Resolve

Pourtant, cette solution n'est pas faite pour les détails où l'on préférera les roues. Nous avons donc décidé pour les séquences surexposées de partir d'une correction de courbe que l'on applique à tous les plans avant de se lancer dans les ajustements aux roues. L'image aura donc pour base le même traitement de l'highlight rolloff.



Figure 65: Etapes du processus de surexposition de la partie pratique

En travaillant la dynamique générale des séquences sans effet de surexposition, on va augmenter aussi les hautes. Du même coup, les motifs qui étaient exposés plus haut que le reste cliquent en créant des aberrations. Dans ce cas, nous allons utiliser un outil du logiciel appelé Soft Clip - High Clip. Il permet à l'exemple d'un knee de redescendre et compresser les motifs en limite haute de courbe (comme les reflets). Nous pouvons alors remonter les hautes de l'image tout en préservant ces zones à problème.

Lorsque la correction des hautes est trop forte, le Soft Clip n'agit plus et il faut alors effectuer des sélections pour retravailler des parties de l'image. Par exemple, les sources dans le champ sont sur-

exposées par choix en prise de vue. Cependant, nous avons pris soin de les soigner. En remontant les hautes dans l'image on fait apparaître des liserés cyan autour de la source. On doit donc la travailler en sélection.



Figure 66: Traitement d'une source dans le champ, partie pratique

Nous avons beaucoup hésité quant à la teinte à donner au film. On a vu dans *Sunshine*(2007) que la couler chaude puis blanche dans la saturation aide à matérialiser la chaleur. Nous allons donc légèrement teinter l'image tout en gardant les hautes lumières blanches. Il est aussi préférable d'effectuer cette étape au développement en choisissant la température couleur désirée.



Figure 67: Développement et équilibrage du blanc, partie pratique

Ces séquences surexposées fonctionnent très bien notamment au début pour poser la violence de l'atmosphère ainsi qu'au moment du basculement du récit avec l'agonie d'ERIC. Néanmoins, à la fin la surexposition est moins évidente et peut paraître plus surfaite, portant moins l'histoire.



Figure 68: Partie pratique, pré-étalonnage de la séquence 1

Nous avons assumé le parti pris jusqu'au bout en utilisant des fondus au blanc et non au noir. C'est un flash au blanc qui lance l'agonie d'ERIC et c'est du blanc qui rythme les dernières séquences en noyant l'image et en éblouissant le spectateur. On a vu que le blanc du DCI n'excède pas 46 Cd/m², cela n'endommagera donc pas l'oeil du spectateur, mais aura un effet plus violent que le noir apaisant. Le risque est de ne pas marquer la pause aussi bien que le noir. En effet, l'écran noir se fond dans la pénombre de la salle alors qu'un blanc peut révéler l'écran et la salle de cinéma contrecarrant l'intention. Nous jugerons en projection.

Sur certaines images, l'effet surexposé fonctionne moins bien que sur d'autres. En effet, si la direction ou le contraste de base sont moins pertinents, il faut travailler l'image davantage pour que la surexposition fasse sens. Au contraire, sur d'autres plans, l'application de la courbe et quelques réglages supplémentaires suffisent à donner le rendu désiré.

Sur un tournage en plateau, arriver à la luminance de saturation n'est pas forcément facile. En effet, nos optiques, la série Mini Cook S4 qui ouvre à T/2.8 ne nous permettait pas facilement de l'atteindre sur les personnages avec le matériel lumière dont nous disposions. On ne pouvait donc pas vraiment visualiser l'image conforme au rendu final simplement en changeant des réglages (ouverture de diaphragme, sensibilité, obturation). On remarque donc que les images filmées en anticipant moins le résultat sont plus difficiles à traiter dans la surexposition et moins satisfaisantes. Il fallait donc enregistrer sans perte (faire rentrer tout le contraste sujet dans les bornes de l'étendue utile) tout en anticipant le rendu final. C'est l'exercice qui est de plus en plus demandé aux chef-

opérateurs : préserver toute l'information mais donner l'intention en tenant compte de toute la chaîne de post-production.

Les images ont dû en effet être posées le plus haut possible sur la courbe de réponse de la caméra tout en n'atteignant pas la lumination de saturation. Si on avait eu une image trop basse, on aurait dû la remonter de manière trop importante et on aurait amené du bruit dans les moyennes.

Les images faciles à surexposer en étalonnage sont celles marquées d'une direction et d'un contraste de base pertinents. En effet, on remarque que c'est en baissant trop les moyennes et remontant les hautes que nous voyons les artéfacts arriver. De plus, la surexposition ne se justifie pas sur des zones uniformes mais plutôt sur des rayons dont l'intensification vient contraster et englober l'image et non pas l'uniformiser. Chaque paramètre dépend de la spécificité du plan.



Figure 69: Partie pratique,photogrammes surexposés avec pré-étalonnage

Nous aurions pu prendre le temps d'utiliser certains outils d'étalonnage à notre disposition pour pouvoir visualiser un étalonnage grossier, mais respectant l'intention. Nous avons en effet une station à disposition sur le plateau, mais il faut admettre qu'il est très difficile dans l'énergie du tournage de prendre le temps de s'arrêter avant de tourner définitivement le plan. Nous aurions pu utiliser une LUT de visualisation pour les moniteurs qui nous aurait permis, pour les séquences de surexposition poussée, d'aller toujours dans la bonne et même direction.

Cependant, cette technique ne doit pas être utilisée systématiquement : pour des séquences sans effets, c'est à l'opérateur de se figurer le rendu. Elle ne doit pas non plus servir à la pose : elle systématiserait encore plus le moniteur comme juge de paix à l'exposition et finalement limiterait l'utilisation de toutes les informations de l'image. Ces outils ne sont cependant pas à négliger car ils permettent de gérer des effets et des rendus particuliers comme ces séquences surexposées.

On peut se dire qu'avant le temps du retour vidéo, les opérateurs de l'argentique devaient systématiquement travailler dans ces conditions. Certes, ils devaient exposer leur image et donner l'intention en considérant le travail possible en post-production, mais ils n'avaient pas à gérer la dématérialisation de l'image numérique. Entre chaque écran, chaque développement, chaque traitement, chaque codage, chaque espace couleur, chaque compression, se cache le doute de savoir qu'elle est sa véritable image. De plus, les combinaisons de workflow sont si nombreuses et les cohérences entre interface parfois obscures qu'elles demandent une nouvelle compréhension et une grande capacité d'anticipation.

L'opérateur numérique doit maîtriser ce champ de possibilité qu'est cette chaîne ouverte pour pouvoir retrouver la capacité de conception de rendu, caractéristique à l'opérateur argentique, et pouvoir utiliser au mieux ses moyens d'expression.

CONCLUSION

Les hautes lumières font partie intégrante des outils d'expression du cinéma. Pour des questions culturelles, notamment associées à la télévision et aux défauts des anciennes caméras vidéos, on tend à les craindre et à les éviter en cinéma numérique. C'est une sorte de consensus général qui est véhiculé par opposition aux habitudes du rendu de l'image argentique. Certes, le fonctionnement même du numérique rend plus difficile leur exploitation, mais il faut les repenser autrement car c'est tout un pan de l'esthétique du cinéma qui est délaissé.

Les nouvelles technologies du numérique nous offrent la possibilité de retravailler cette zone de l'image tant à la prise de vue, qu'à l'étalonnage : l'oscilloscope et les "false color" pour la mesure, la sensibilité, l'étendue utile du capteur, le codage logarithmique, le RAW et le HDR pour la pose ainsi que les outils des logiciels d'étalonnage pour le rendu final.

La réappropriation des hautes lumières passe donc par la compréhension de cette technologie. En effet, les hautes lumières sont une limite du numérique. Ce n'est qu'en maîtrisant la chaîne de production que l'on pourra les gérer au mieux. La solution n'est pas dans l'amélioration des capacités des caméras (augmentation de l'étendue utile) qui serait même un danger pour l'image cinématographique : création de l'image standard et diminution du travail de l'opérateur au bénéfice des productions; mais bien dans la réaffirmation de la compétence et du rôle de l'opérateur numérique.

C'est à nouveau lui qui, en ajoutant son contraste éclairage sur le contraste objet, pose le contraste sujet dans l'étendue utile de la caméra. Il peut de nouveau se servir du couple vitesse-diaphragme, grâce à la méthode de détermination de la sensibilité proposée dans ce mémoire, qu'il peut combiner avec les instruments post-traitements comme l'oscilloscope. L'enjeu est donc toujours la pose et le travail d'intention donnés en prise de vue. La nouvelle difficulté à laquelle il est confronté est la maîtrise de la chaîne de post-production et la multiplication des possibilités de traitement de l'image qui révéleront l'intention.

Je n'ai pas suffisamment montré, dans ce mémoire, la complexité des nombreux choix de workflow pouvant nous amener dans des situations souvent non réversibles. L'image paraît être conservée, mais en réalité, elle peut être très vite détériorée ; ce qui ne se sentira finalement, qu'en projection.

Nous avons uniquement abordé les impressionnantes possibilités de l'étalonnage numérique nécessitant de préserver l'image en prise de vue (entrer la totalité du contraste sujet dans l'étendue utile) tout en anticipant le rendu et en introduisant l'intention. L'image se fait donc toujours en prise de vue, mais elle est maintenant systématiquement complétée et finalisée en étalonnage.

Grâce au travail d'optimisation des fabricants, une image satisfaisante peut facilement être créée. La qualité d'un véritable opérateur numérique sera donc de pouvoir maîtriser et anticiper toute la chaîne jusqu'à la diffusion de l'image finale et de savoir comment, et à quels moments, y ajouter l'expressivité.

Dotés de cette maîtrise et de cette compréhension du numérique, nous allons vers une réappropriation des hautes lumières, vers une image à sa propre identité qui ne dépend ni ne regrette l'argentique. Les opérateurs doivent en effet s'affranchir du poids du passé pour exploiter cette technologie : par exemple ne plus regretter le rendu des hautes lumières en film.

Cependant, le savoir de l'argentique, outre les différences de technique, trouve sa continuité dans le numérique. C'est en translatant la méthode et les repères de la sensitométrie argentique que nous avons réussi à repenser le travail des hautes lumières.

Reprenons l'exemple de ARRI qui a su travailler dans la continuité de l'argentique pour créer l'Alexa, la caméra numérique la plus utilisée dans le monde du cinéma. Cependant, cette logique faisant la force de cette caméra, tend à orienter l'image vers un look film donnant plus facilement un bon rendu, mais limitant du même fait le choix de l'opérateur. On peut donc se poser la question de la pérennité de cette logique qui doit certes exister, mais peut être aussi s'effacer pour laisser le champ libre à l'exploitation de l'image numérique.

BIBLIOGRAPHIE

Mémoires de fin d'étude :

- AULNETTE Karine, *Le mode Film des caméras Numériques*, Mémoire dirigé par Tony Gauthier, ENS Louis Lumière, Cinema 2007.
- BOUBAKER Nejib, *Vers une gestion de la couleur au cinéma : L'academy Color Encoding System (ACES)*, Mémoire dirigé par Alain Sarlat, ENS Louis Lumière, Photographie 2013.
- BRANTHOMÉ Aurélien, *Les hautes lumières et le blanc*, Mémoire dirigé par Jean-Louis Fournier et Denis Lenoir AB2, ENS Louis Lumière, Cinéma 2007.
- BRIET Arthur, *Noir & blanc et couleur. Histoires d'opposition et d'appariements*, Mémoire dirigé par Giusy Pisano et Alain Sarlat, ENS Louis Lumière, Cinema 2013.
- FRESSENON Alexandre, *Les sources d'apparition du purple fringing*, Mémoire dirigé par Pascal Martin et Frédéric Guichard, ENS Louis Lumière, Photo 2004.
- LENORMAND Charlie, *Du grain au bruit : vers une sensitométrie numérique appliquée*, Mémoire dirigé par Alain Delhaise et Philippe Valognes, ENS Louis Lumière, Cinema 2006.
- ZEROUAL Reda, *Etendue dynamique, la course des caméras de cinéma numérique. Le HDRx de la RED Epic : une étape clé*, Mémoire dirigé par Alain Sarlat et Jacques Leplat, ENS Louis Lumière, Cinéma 2012.

Ouvrages Techniques :

- BARTEN G.J., *Contrast Sensitivity of the HUMAN EYE and its Effects on Image Quality*, Washington, Spie Optical Engeneering Press, 1999.
- BELLAICHE P., *Les secrets de l'image vidéo*, Paris, Eyrolles, 2009.
- BOUILLOT R., *Cours de traitement numérique de l'image*, éd Dunod, Baume-les-dames, 2005.
- FOURNIER J.L., *La sensitométrie, Les science de l'image appliquées à la prise de vues cinématographiques*, Paris.
- POYNTON Charles, *Digital Video and HDTV: Algorithms and Interfaces*, San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers, 2003.

Ouvrages Esthétique :

- AUMONT J., *L'attrait de la lumière*, Paris, Yellow Now, 2010.

- ARONOVICH R., *Exposer une histoire La photographie cinématographique*, Paris, Editions Du-jarric, 2003.
- LOBRUTTO V., *Principal photography Interviews with Feature Film Cinematographers*, Westport, Praeger Publishers, 1999.

Normes :

- IEC 61966-2-1, *Multimedia systems and equipment - Colour measurement and management*, International Electrotechnical commission, First edition, 1999
- ISO/DIS 12232, *Photography - Digital still cameras - Determination of exposure index, ISO speed ratings, standard output sensitivity, and recommended exposure index*, ISO/TC 42, 2004
- Rec. ITU-R BT.709-5, *Parameters values for the HDTV standards for production and international programme exchange*, International communication Union, 2002

Documents techniques :

- ARRI, *Alexa Log C Curve- Usage in VFX*, référence manuel, 2012
- LLC, *DCI Spécifications du cinema numérique*, Digital Cinema Initiatives, 2005, traduction CST.

Articles :

- HOLBEN Jay, « Hell on Wheels », *American Cinematographer*, volume 85, numéro 8, Août 2004

Sites :

- ARRI, « ALEXA Frequently Asked Questions », *Arri*, mars 2014, URL : http://www.arri.com/camera/digital_cameras/learn/alex_a_faq/
- DEAKINS Roger, « Red dragon vs alexa », *forum Roger Deakins*, mars 2014, URL : <http://www.rogerdeakins.com/forum/Reddragonvsalexa>
- JISC, « Dynamics and Compression », *JISC Digital Media*, mai 2014, URL : <http://www.jiscdigitalmedia.ac.uk/guide/audio-processing-dynamics-and-compression>
- JOLIVET Romain, « la photo HDR » *pose partage*, mai 2014, URL : <http://www.posepartage.fr/apprendre/dossiers-techniques/photo-hdr.html>
- KENKO Tokina Globa, « Specifications KFM-1100 Auto Digi Meter », *Kenko-Meter-Catalog*, avril 2014, URL : <http://www.kenkoglobal.com/pdf/Kenko-Meter-Catalog.pdf>

FILMOGRAPHIE

Argentique

COEN Ethan et Joel, *Inside llewyn davis*, USA ,2013, Image Bruno Delbonnel

TARANTINO Quentin, *Django Unchained*, USA,2012, Image Robert Richardson

SALLES Walter, *Sur la route*, France USA UK, 2012, Image Eric Gautier

MALICK Terrence ,*Tree of Life*, USA,2011, Image Emmanuel Lubezki

SOKUROV Aleksandr, *Faust*, 2011, Russia, Image de Bruno Delbonnel

AUDIARD Jacques, *Un prophète*, France, 2009, Image Stephane fontaine

BOYLE Danny, *Sunshine*, UK USA,200, Image Alwin H. Küchler

MENDES Sam, *Jarhead*, USA, 2005, Image Roger Deakins

BAY Michael, *The Island*, USA,2005, Image Mauro Fiore

SCORSESE Martin, *The Aviator*; USA Allemagne, 2004, Image Robert Richardson

HSIAO-HSIEN Hou, *Café Lumière*, 2003, Japon Taiwan, Image Marck Lee Ping Bin

SODERBERGH Steven, *Traffic*,USA Allemagne, 2000, Image Steven Sodrbergh

FERRARA Abel, *Snake Eyes*,1993, USA Canada, Image Ken Kelsch

FELLINI Federico, *Huit et demi*, Italie, 1963, Image Gianni Di Venanzo

WENDERS Win, *L'état des choses*, Allemagne de l'ouest USA Portugal, 1982, Image Henri Alekan Fred Murphy et Martin Schäfer

FASSBINDER Rainer Werner, *Le Secret de Veronika Voss*, Allemagne de l'ouest, 1982, Image Xavier Schwarzenberger

GARREL Philippe, *Le révélateur*, France, 1968, Image Michel Fournier

BERGMAN Ingmar, *Les Communians*, Suède, 1963, Image Sven Nykvist

BERGMAN Ingmar, *Le septieme Sceau*, Suède, 1957, Image Gunnar Fischer

Numérique

LUNDSTRÖM Lars, *Reals Humans*,Suède, 2012, Image Trolle Davidson et Linus Rosenqvist,Arri Alexa

DES PALLIÈRES Arnaud, *Michael kohlhaas*, France, 2013, Image Jeanne Lapoirie- Arri Alexa

AUDIARD Jacques, *De rouille et d'os*, France Belgique, 2012, Image Stephane Fontaine, Red Epic

COPPOLA Sophia, *The Bling Ring*, USA, 2013, Image Christopher Blauvelt et Harris Savides, Red Epic

CUARON Alfonso *Gravity*, USA UK, 2013, Image Emmanuel Lubezki, Alexa

WINDING REFN Nicolas, *Only Gods forgive*, France Danemark USA, 2013, Image Larry Smith, Arri Alexa

CARAX Leos, *Holly motors Red*, France Allemagne, 2012, Image Caroline Champetier, Red Epic

MENDES Sam, *Skyfall*, USA UK, 2012, Image Roger Deakins, Arri Alexa

WINDING REFN Nicolas, *Drive*, USA ,2011, Image Newton Thomas Sigel, Arri Alexa

VON TRIER Lars, *Melancholia*, France Danemark Suède Allemagne, 2011, Image Manuel Alberto Claro, Arri Alexa

MANN Michael, *Collatéral*, USA, 2004, Image Dion Beebe, Panaflex Millennium XL et Thomson VIPER

MANN Michael, *Miami Vice*, USA, 2006, Image Dion Beebe, Arriflex 235 et Thomson VIPER

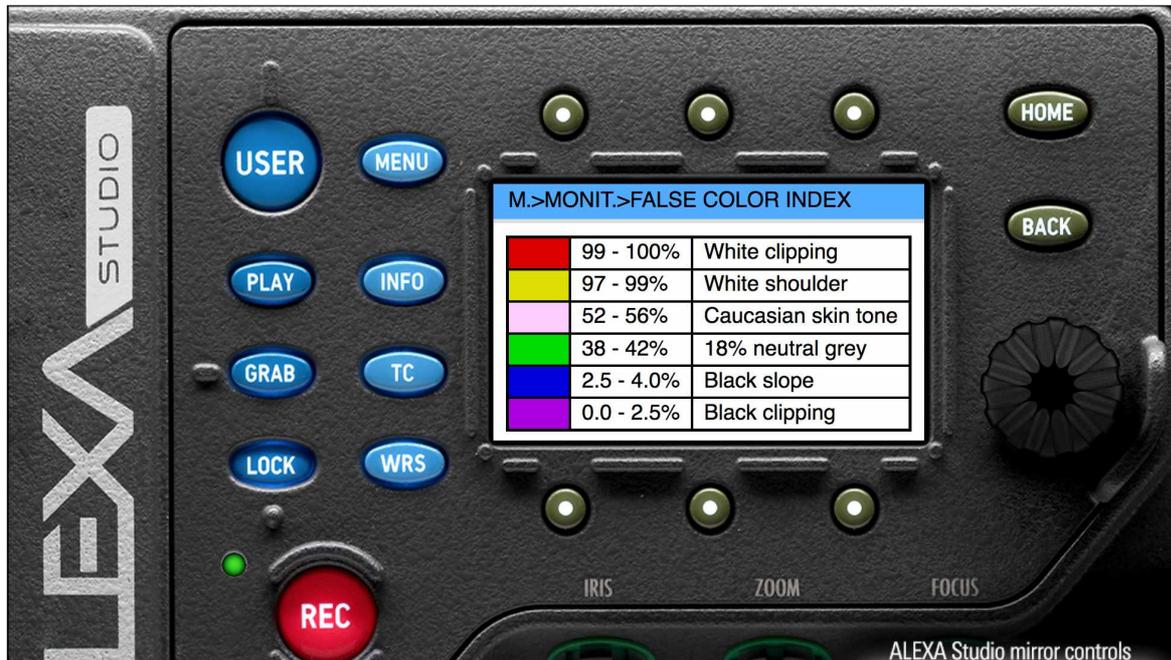
Table des illustrations

Figure 1: Les grandeurs photométriques.....	10
Figure 2: Caractéristiques de l'objet.....	12
Figure 3: Capture d'écran de l'oscilloscope Tectronique	14
Figure 4: Représentation des "false color" d'une gamme carbone.....	16
Figure 5: Profil Ligne Raw.....	18
Figure 6: Profil Ligne Débayerisé.....	19
Figure 7: Modèle de Sigmoïde.....	19
Figure 8: Modèle d'un sensitogramme argentique.....	20
Figure 9: Modèle de la courbe de réponse d'une émulsion négative.....	22
Figure 10: Solarisation, Man Ray.....	22
HAHNEMÜHLE ,« La Solarisation », Harman professional INKJET, mai 2014, URL : http://www.studio-plus.fr/retouche-numerique/la-solarisation.html	
Figure 11: Modèle de réponse d'une caméra numérique.....	24
Figure 12: Modèle de variation de sensibilité	25
Figure 13: Modèle de variation de pose.....	26
Figure 14: Diagramme de chromaticité CIE 1976.....	28
Figure 15: Profil ligne RVB Gamme carbone RAW.....	29
Figure 16: Profil ligne RVB Gamme carbone ProRes	29
Figure 17: Gamme carbone Alexa ProRes équilibrée sur Arri Raw Converter à 1100K.....	30
Figure 18: Profil ligne RVB de la gamme carbone ProRes à 1100K.....	30
Figure 19: Dégradé carbone en Alexa Prores 4:4:4.....	31
Figure 20: Détail de la courbe RVB du Dégradé Carbone.....	31
Figure 21: Photogramme ProRes Log Alexa Studio R4S9.....	32
Figure 22: Gamme Carbone en Alexa Prores 4:4:4 Rec 709.....	32
Figure 23: Profil Ligne Dégradé avec Look film Da Vinci Résolve.....	36
Figure 24: Profil Ligne dégradé Rec709.....	36
Figure 25: Alexa R4S9 Rec709.....	37
Figure 26: Alexa R4S9 LogC.....	37
Figure 27: BOYLE Danny, Sunshine,UK USA,200, Image Alwin H. Küchler	40
Figure 28: BAY Michael,The Island, USA,2005, Image Mauro Fiore.....	40
Figure 29: Marlene Dietrich dans Shanghai Express,1932, de Josef von Sternberg photographié par Lee Garmes.....	41
Figure 30: SOKUROV Aleksandr, Faust, 2011, Russia, Image de Bruno Delbonnel	41
Figure 31: GARREL Philippe, Le révélateur, France, 1968, Image Michel Fournier.....	42
Figure 32: BAY Michael,The Island, USA,2005, Image Mauro Fiore.....	42
Figure 33: FELLINI Federico, Huit et demi, Italie,1963, Image Gianni Di Venanzo.....	43
Figure 34: MENDES Sam, Jarhead,USA, 2005, Image Roger Deakins.....	43
Figure 35: HSIAO-HSIEN Hou, Café Lumière, 2003, Japon Taiwan, Image Marck Lee Ping Bin.....	44
Figure 36: AUDIARD Jacques, De rouille et d'os,France Belgique ,2012, Image Stephane Fontaine.....	48
Figure 37: COPPOLA Sophia, The Bling Ring, USA, 2013, Image Christopher Blauvelt et Harris Savides	49
Figure 38: LUNDSTRÖM Lars, Reals Humans,Suède, 2012, Image Trolle Davidson et Linus Rosenqvist.....	49
Figure 39: LUNDSTRÖM Lars, Reals Humans,Suède, 2012, Image Trolle Davidson et Linus	

Rosenqvist.....	50
Figure 40: DES PALLIÈRES Arnaud, Michael Kohlhaas, France, 2013, Image Jeanne Lapoirie...	51
Figure 41: DES PALLIÈRES Arnaud, Michael Kohlhaas, France, 2013, Image Jeanne Lapoirie...	52
Figure 42: DES PALLIÈRES Arnaud, Michael Kohlhaas, France, 2013, Image Jeanne Lapoirie...	52
Figure 43: COPPOLA Sophia, The Bling Ring, USA, 2013, Image Christopher Blauvelt et Harris Savides	53
Figure 44: COPPOLA Sophia, The Bling Ring, USA, 2013, Image Christopher Blauvelt et Harris Savides.....	53
Figure 45: BAY Michael, The Island, USA, 2005, Image Mauro Fiore.....	54
Figure 46: DES PALLIÈRES Arnaud, Michael Kohlhaas, France, 2013, Image Jeanne Lapoirie...	55
Figure 47: DES PALLIÈRES Arnaud, Michael Kohlhaas, France, 2013, Image Jeanne Lapoirie...	55
Figure 48: Modèle du Knee JISC.....	58
JISC, « Audio Processing - Dynamics and Compression », <i>JISC Digital Media</i> , mai 2014, URL : http://www.jiscdigitalmedia.ac.uk/guide/audio-processing-dynamics-and-compression	
Figure 49: Modèle de codage linéaire.....	59
Figure 50: Modèle de codage logarithmique.....	59
Figure 51: Courbes logC ARRI.....	60
ARRI, <i>Alexa Log C Curve- Usage in VFX</i> , référence manuel, 27 Juin 2012	
Figure 52: Courbes ARRI logC passées en logarithme.....	61
Figure 53: ARRI Alexa LogC Gradient Log 16bit de 9 EV.....	62
Figure 54: Gamme Carbone IE 200	63
Figure 55: Gamme Carbone IE 800.....	63
Figure 56: Capture d'écran de l'oscilloscope Tectronique.....	64
Figure 57: Dégradé gamme carbone ProRes 4:4:4 12bit log.....	64
Figure 58: Modèle de codage ARRI.....	67
Figure 59: Photographie HDR.....	69
Romain Jolivel, « la photo HDR » , <i>pose partage</i> , mai 2014, URL : http://www.posepartage.fr/apprendre/dossiers-techniques/photo-hdr.html	
Figure 60: Photographie HDR.....	70
Figure 61: Photographie sans HDR.....	70
Figure 62: Waveform DaVinci Resolve.....	77
Figure 63: Roues d'étalonnage de DaVinci Resolve.....	77
Figure 64: Courbes d'étalonnage de DaVinci Resolve.....	78
Figure 65: Etapes du processus de surexposition de la partie pratique	78
Figure 66: Traitement d'une source dans le champ, partie pratique	79
Figure 67: Développement et équilibrage du blanc, partie pratique.....	79
Figure 68: Partie pratique, pré-étalonnage de la séquence 1.....	80
Figure 69: Partie pratique, photographies surexposées avec pré-étalonnage.....	81

ANNEXES

Annexe 1 : Index des "false color" ARRI⁵⁴



⁵⁴ ARRI, « What is the "false color" exposure check based on? », *Arri*, mars 2014, URL : http://www.arri.com/camera/digital_cameras/learn/alexa_faq/

Annexe 2 : Détermination du coefficient x pour trouver la sensibilité d'un capteur numérique.

On prend en référence le négatif noir et blanc en considérant un noir à 2% et un blanc à 100%. On peut donc poser :

$$S_{\text{négatif}} = 0,8 / \log H_{2\%}$$

On a écrit précédemment

$$S_{\text{num}} = x / \log H_{100\%}$$

Pour faire correspondre les sensibilités numériques à l'argentique, il faut placer une image de 5EV1/3 (contraste normal) dans le même intervalle.

On cherche donc

$$\log H_{100\%} = x \log H_{2\%} \text{ soit } x = \log H_{100\%} / \log H_{2\%}$$

Si on se place à une sensibilité de ISO 100, on peut écrire :

$$\log H_{2\%} = 0,8 / 100 = 0,008$$

Or, on sait qu'il y a 1,70 en écart de logH entre 2% et 100%.

$$\begin{aligned} \log H_{100\%} &= 1,70 + \log H_{2\%} \\ \log H_{100\%} &= 1,70 + 0,008 \\ \log H_{100\%} &= 1,708 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Donc } x &= 1,708 / 0,008 \\ x &= 213,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{On arrondit à} \\ x &= \mathbf{200} \end{aligned}$$

Application à l'Alexa Studio R4S9 :

Après exposition d'une gamme et exploitation sur Matlab je trouve :

$$\begin{aligned} H_{\text{sat}} &= 28702 \\ \log H_{80\%} &= \log H_{\text{sat}} / \Pi = \log 28702 / \Pi = 1,42 \\ S_{\text{Alexa}} &= 200 / 1,42 \\ \mathbf{S_{Alexa}} &= \mathbf{141} \end{aligned}$$

Pour correspondre à l'utilisation, on obtient **IE 160**

Ces chiffres peuvent varier en fonction des paramètres qu'on choisit pour baser le calcul. C'est pourquoi, nous proposons ici une méthode qui nécessite d'être normalisée.

Annexe 3 : Photogrammes d'une prise de vue ProRes 4 :4 :4 12bit logC avec l'Alexa Studio R4S9. Les images ont été étalonnée pour matcher avec IE 3200.



IE 200



IE 400



IE800

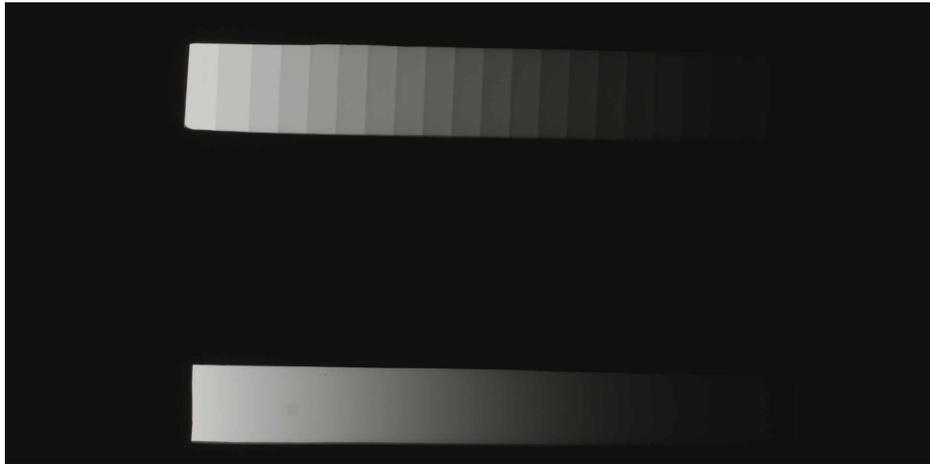


IE1600

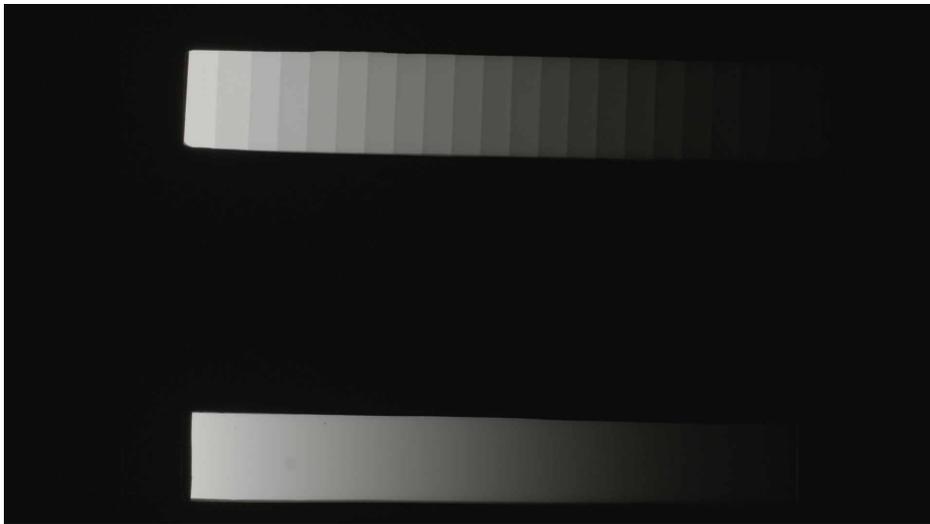


IE 3200

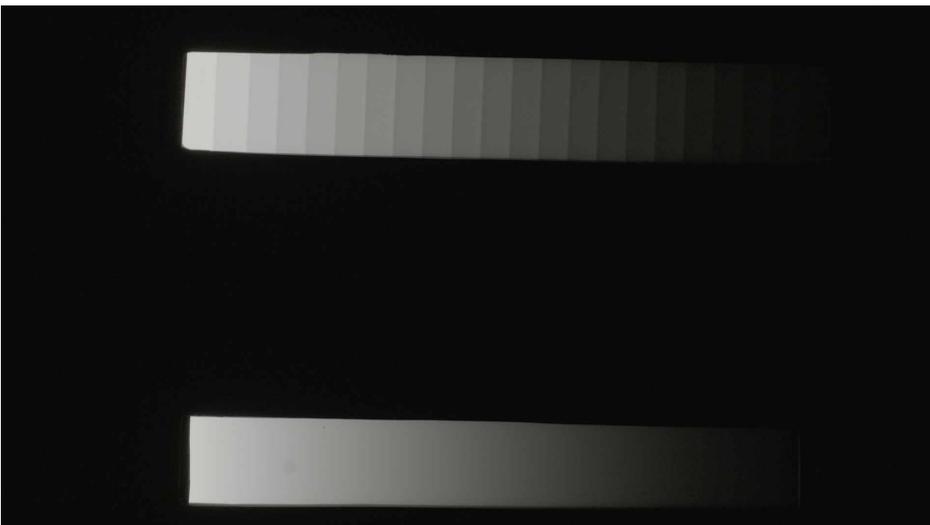
Annexe 4 :Gammes Carbone Alexa Studio R4S9 ProRes 4 :4 :4 12bit log étalonnées



IE 200

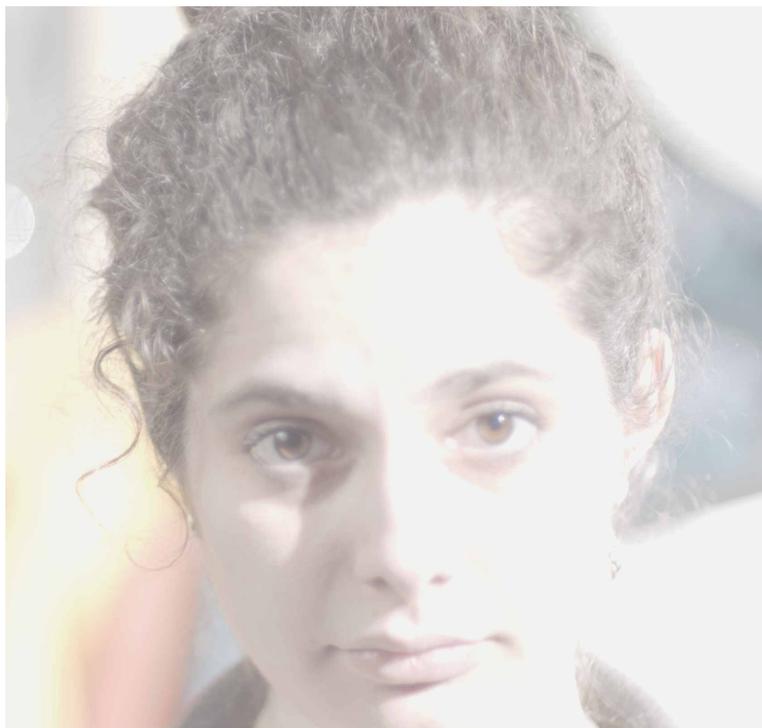


IE800

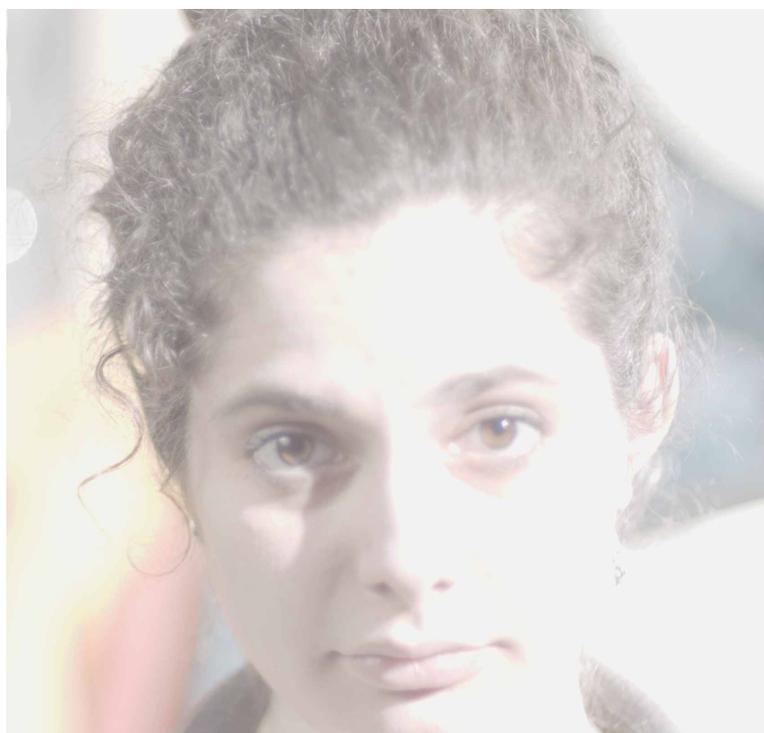


IE3200

Annexe 5 : Photogrammes surexposés de l'Alexa Studio R4S9. ARRIRAW développés dans Arri Raw Converter et DaVinci Resolve



ArriRaw Converter



Da Vinci Resolve

PARTIE PRATIQUE DE MÉMOIRE DE MASTER-2

Spécialité cinéma, promotion 2013/2014

OASIS

Jonas GAYRAUD, Laurène LE BARH

PPM du mémoire de Jonas Gayraud :	<u><i>Les LED dans l'éclairage cinéma : Etat des lieux et perspectives</i></u>
Directeurs de mémoire :	Tony GAUTHIER
PPM du mémoire de Laurène Le Barh :	<u><i>Les hautes lumières en cinéma numérique</i></u>
Directeurs de mémoire :	Alain SARLAT
Présidente du jury ciné et Coordinatrice des mémoires :	Giusy PISANO

SOMMAIRE

CURRICULUM VITAE	page 99
RÉSUMÉ DE LA PPM	page 100
NOTE D'INTENTION	page 101
SYNOPSIS	page 104
LISTE DE MATÉRIEL	page 105
PLAN DE TRAVAIL	page 108
ÉTUDE TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE	page 109
SYNTHÈSE DES RÉSULTATS	cf.partie 3, chapitre 2, p72

LE BARH

Laurène

CURRICULUM VITAE

Adresse : 13 rue Bouchardon

75010 PARIS

Date de naissance : 19 /03/1991

Tel : 01-30-24-09-09 / 06-79-55-57-54

E-mail : laurene.lebarh@hotmail.fr

Permis B

Diplômes :

-2012 Habilitation électrique B2-BR (chargé de travaux électrique – chargé d'intervention)

-2011-2014 Troisième année à l'ENS Louis Lumière section Cinéma

-2009-2011 Deuxième année à l'université Paris1 Panthéon-Sorbonne section cinéma

-Juin 2009 Bac S mention Très Bien au lycée Hoche de Versailles

-Mai 2009 Diplôme départemental d'alto inter-établissements, mention Très Bien

Expériences non professionnelles:

Réalisation

-Mars 2012 court-métrage *A l'envers*, ENS Louis Lumière film de fin de 1ère année

-Octobre 2012 court-métrage *Seconde vie*, ENS Louis Lumière film de début de 2ème année

-Mars 2013 court-métrage *Musée*, ENS Louis Lumière exercice technique

-Juin 2013 court-métrage *Svetlana*, ENS Louis Lumière film documentaire

-Décembre 2013 court-métrage ESI, ENS Louis Lumière examen

-Avril 2014 court-métrage *Oasis*, ENS Louis Lumière, film de fin d'étude et partie pratique de mémoire

Directrice de la photographie

-Mars 2012 court-métrage *La Bête*, de Camille Jaulent, ENS Louis Lumière film, Aaton XTR

-Septembre 2012 court-métrage *Temps perdu*, de William Herrero, ENS Louis Lumière, SONY F900

-Mars 2013 court-métrage *L'Acrobate*, de Laure Ménegale, ENS Louis Lumière, Moviecam

-Juillet 2013 court-métrage *L'ancre et le Serpent*, de Fabio Caldironi, ENS Louis Lumière, Alexa

-Décembre 2013 court-métrage ESI, ENS Louis Lumière examen, Alexa Studio

1ère Assistante caméra

-Mars 2012 court-métrage *Les Voisins*, de Magda Héritier-Salama, ENS Louis Lumière, Aaton XT R

-Septembre 2012 court-métrage *Temps perdu*, de William Herrero, ENS Louis Lumière, SONY F900

-Décembre 2012 court-métrage ESI, ENS Louis Lumière examen, Moviecam

-Mars 2013 court-métrage *J'ai toujours rêvé d'être un cow-boy*, de Magda Héritier Salama, ENS Louis Lumière, Alexa

-Aout 2013 court-métrage de Yerko Kraljevic Diaz, FS100

-Novembre 2013, court-métrage *Full Metal Kajet* de Brice Barbier film en 48h, Canon 7D

-Décembre 2013, pub Solendro de Arthur Jeanroy, Ante Bellum Films, Red Scarlet

-Décembre 2013 court-métrage ESI, ENS Louis Lumière examen, Alexa Studio

2nd Assistante caméra

-Octobre 2013 pub *Enfance et Partage*, Première Heure, Alexa Studio

-Novembre 2013, pub Bluefield de Julien Soulier et Adrien Landre, Partizan, Alexa

Loisirs :

-1999-2013 Pratique de la natation synchronisée à niveau national en soliste

-1997-2014 Altiste dans l'orchestre symphonique de Chaville et de 2009-2010 de Grand Paris Seine-Ouest

Langue :

-Français : langue maternelle

-Anglais : langue parlée

-Espagnol : langue comprise

RESUME

ERIC et SONIA survivent dans leur appartement au dérèglement climatique qui fait régner la sécheresse sur les pays éloignés de l'équateur. Ils sont dépendants et ruinés par le laboratoire qui purifie leur eau usagée. Sachant tous les deux qu'ils ne pourront survivre sur le long terme SONIA cherche par tous les moyens à amasser de l'eau pour émigrer tandis qu'ERIC s'obstine à construire la machine purificatrice.

Pour la tester il n'hésite pas à puiser dans les réserves de SONIA. Celle-ci, voyant que son obstination peut les perdre et ruiner son projet elle commence à voler de l'eau à ERIC.

SONIA vole le jour et ment la nuit. Elle se persuade elle-même qu'elle n'a rien fait. ERIC dépérit sans se rendre compte du manège de SONIA. Celle-ci pense de plus en plus à émigrer tandis qu'il essaye de ressouder leur couple en croyant naïvement aux améliorations qu'apportera la machine.

Un jour ERIC se rend compte qu'il n'arrivera pas à mettre au point sa machine. N'ayant plus assez d'eau en stock pour survivre il décide de se sacrifier. Il verrouille le reste de ses réserves dans son placard et laisse à son insu la clé à SONIA.

Ne pouvant plus accéder à son eau, Eric meurt alors que SONIA est partie lui chercher un médecin. SONIA reçoit l'eau provenant du corps d'Eric et quitte Paris pour émigrer.

NOTE D'INTENTION

Nos PPM vont s'articuler en deux parties, tout d'abord les tests et expériences en laboratoire pour tenter de répondre aux problématiques de nos mémoires respectifs. Les conclusions et résultats seront mis en pratique dans le film de fiction.

Laurène Le Barh souhaite illustrer ses résultats de recherches techniques mais aussi esthétiques dans une fiction appropriée aux hautes lumières en cinéma numérique. Le scénario *Oasis* écrit pour sa F2 s'y prêtait particulièrement.

Le scénario permet des ambiances de surexposition. Les personnages brûlent de l'intérieur : de passion de vie ou de chaleur et ils en sont écrasés. Nous avons pensé créer cette ambiance singulière en utilisant des sources de lumière à LED. Ces dernières font l'objet du mémoire théorique de Jonas Gayraud.

L'HISTOIRE

Le film raconte l'histoire d'une femme qui d'une façon indirecte, tue son mari qu'elle aime pour survivre ; et celle d'un homme qui ayant échoué se laisse mourir pour laisser une chance de vivre à sa femme. La question sous-jacente serait : l'instinct de survie, et donc la vie est-elle plus forte que l'amour ?

D'une certaine façon, Sonia agit comme un animal pour sa survie. Elle souffre autant qu'Eric de la situation invivable et ne voit que la fuite comme salut. Le jour, elle vampirise son mari et la nuit elle est la femme protectrice. Elle ment si bien qu'on peut se demander si elle est consciente de ce qu'elle fait.

Au départ, voler de l'eau à Eric n'est pas directement le tuer. Elle aussi agit pour sauver son couple contre l'aveuglement d'Eric.

Eric préférerait vivre le temps qu'il lui restait sans concession alors que Sonia veut survivre le plus longtemps possible en acceptant tous les sacrifices. Pourtant, elle n'est pas qu'un personnage antipathique et cruelle et Eric n'est pas qu'un martyr naïf.

LE DECOR

Le décor devra ancrer l'histoire dans une époque futuriste proche. Il faut pouvoir imaginer que la société s'est réorganisée à partir de nos bases face à ce dérèglement climatique. Il faut essayer de garder un maximum de cohérence et de logique pour rendre ce monde crédible.

En effet, tout est fait pour ne pas perdre une seule goutte d'eau. Les éléments de décors y aideront : la machine hybride, les récipients en verre, les ventilateurs, les plastiques sur les matières absorbantes... L'existence est simplifiée, ramenée à l'essentiel. Tout est tourné vers un but, la survie.

L'histoire se passe dans un appartement plutôt spacieux qui avait dû être un jour chaleureux et bien équipé. On partira donc sur un mobilier moderne mais contemporain. L'aspect futuriste sera amené par le décalage post-apocalyptique.

LA MISE EN SCENE

Le thème de l'animalisation et de l'instinct de survie sera développé. Au fur et à mesure du film, les personnages quittent les sièges et les lits pour se rapprocher du sol. Redevenant primaires,

ils sont accroupis devant leur placard, ils sont assis par terre pour manger et boivent à même le sol. Le personnage de Sonia doit particulièrement être soigné dans ce sens en exploitant la gestuelle, les postures et les déplacements. Elle est très stricte, rationnelle et raisonnable et à la fois très sensuel et animale. Cet aspect sera renforcé par le cadre et les mouvements de caméra. La caméra sera assez basse, proche du sol, donnant au mobilier une autre dimension. Eric est bloqué par cet intérieur, il n'en sortira pas. Les meubles sont des obstacles qui l'empêchent de se libérer, de partir. Sonia, quant à elle les franchit sans peine. Elle les contourne, passe par-dessus (par-dessus le canapé), elle est mobile et la caméra fluide doit l'accompagner.

LE TRAITEMENT DE L'EAU

L'eau est clairement assimilée à la vie et c'est par l'image qu'on l'exploite. En effet dans les dialogues, le mot « eau » n'est utilisé que dans la séquence 7. C'est donc l'occasion d'explorer la matière de ce liquide transparent qui n'existe que par la lumière.

Dans le huit clos La femme des sables, Hiroshi Teshigahara exploite de façon très organique la peau, l'eau et le sable. Je voudrais utiliser la macro mais aussi simplement les gros plans et la lumière pour mettre en évidence les pores de la peau, la transpiration, la goutte de sueur qui coule.

Il faut matérialiser le cycle chimique : la goutte d'eau n'est pas dissociable de la chair. En effet, la survie de Sonia et Eric repose sur le principe fondamental de Lavoisier : « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme » .

LE MAQUILLAGE

Le maquillage aura pour but de mettre en valeur la matière : salir les peaux, les rendre humides, gercer les lèvres, rougir les yeux, permettre ou atténuer les reflets... On utilisera les brumisateurs (pour les brillances et la transpiration), les pipettes pasteurs et la glycérine pour les larmes et les gouttes de transpiration. La dégradation de la santé d'Eric passera notamment par le traitement de son visage.

L'IMAGE

La question qui se pose ensuite est comment rendre cette ambiance brûlante et pesante. La lumière vient des larges fenêtres qui sont plus ou moins obstruées en fonction des moments de la journée. Les teintes évoluent au long de la journée : un soleil blanc, plus orangé en fin de journée, des nuits bleues/vertes à marier avec les lumières domestiques plutôt blanches.

Dans le contexte de canicule, le rythme de vie s'est inversé. Ils vivent la nuit et dorment le jour. Ce sera donc intéressant de donner aux jours une dimension d'intimité, de secret (Sonia vole le jour) qu'on obtient naturellement la nuit.

Les focales seront plutôt courtes ou moyennes pour donner du relief au décor et être au plus proche des personnages dans leur détresse.

Les séquences de jour où Sonia vole de l'eau à Eric seront traitées de manière différente. Avec des plans séquence fluides, en gros plans avec une longue focale et une profondeur de champ très réduite. Ce sont des moments peu palpables entre réalité et rêve. Sonia n'agit peut-être pas en toute conscience. Les corps et le matelas en cellophane soulignés par la lumière (silhouette, brillance) sont mis en valeur de façon presque irréelle et sensuelle.

La saturation due à la surexposition qui mange les formes peut être intéressante à certains moments. On pourra donc aller dans les forts contrastes, on brûlera des zones et de visage. Mais cette saturation devra être volontaire et esthétique.

On jouera sur les reflets des récipients en verre qui jonchent l'appartement, dans l'eau, sur les peaux. On n'oubliera pas la pénombre pour autant, qui doit par opposition donner vie aux hautes

lumières et vice versa.

Travailler sur un film ayant pour objectif d'explorer les hautes lumières est un vrai challenge pour les projecteurs à LED. En effet la puissance limitée de ces projecteurs par rapport aux sources tungstène et HMI est un des principaux arguments qui dessert cette technologie. On assiste depuis quelques mois, à l'arrivé de projecteurs LED disant pouvoir rivaliser avec ces sources à fortes puissance, ce sera l'occasion de les tester et de les comparer.

Faire la lumière d'un film en LED qui naturellement ne s'y prête pas, va permettre d'en explorer les limites et de se confronter à de vraies problématiques. Cela s'avérera finalement beaucoup plus intéressant que si le tournage se cantonnait à utiliser ces projecteurs comme ils le sont habituellement (espace restreint ou peu accessible).

Mais il faudra bien faire attention à ne pas s'obstiner. Il y aura très certainement des plans ne pouvant pas être éclairé uniquement en LED, il faudra alors l'accepter et faire appel à d'autres sources de lumières. Les projecteurs à LED n'ont pas pour but de remplacer toutes les autres sources et de devenir exclusif. Bien au contraire cette technologie vient en complement des anciennes et offre au chef opérateur de nouvelles possibilités.

Il sera donc tout aussi intéressant de voir si l'on peut mélanger pour un même plan des sources de lumière à LED et des tungstènes ou HMI. De même il serait très intéressant de savoir si l'on peut rattraper un effet de HMI avec un projecteur LED ou même remplacer une entrée de jour HMI avec des LED pour un gros plan sans que cela ne se perçoive.

Le film ne sera pas tout le temps surexposé ni éclairé que en LED, mais cela constituera l'esthétique globale. Nous fixerons donc les exigences et partis pris correspondant aux deux mémoires. Nous travaillerons ensuite tous les deux en post-production.

LE SON

Le son, tout comme l'image devra donner une réalité à ce besoin d'eau. Il faudra travailler ce qu'on pourrait appeler les bruitages de liquide qui viendront souligner l'eau ou bien, en contrepoint à l'image rappeler son absence. Les ambiances sonores seront pesantes et angoissantes, faisant plus ou moins exister le monde extérieur. En effet, le jour c'est un silence plombant qui règne alors que la nuit sans avoir des sons de voitures ou d'activité exagérée, on doit sentir des présences, des déplacements dehors et dans l'immeuble. Une musique oppressante faite de bruitages (bourdonnants, percussifs, métalliques) viendra donner un côté menaçant à l'environnement et une musique minérale plus douce redonnera une certaine sérénité et espoir de vie aux personnages.

SYNOPSIS

En 2027, Eric et Sonia survivent à un dérèglement climatique qui a modifié le cycle de l'eau et fait régner la sécheresse. L'eau est devenue si précieuse qu'ils récoltent jusqu'à chaque goutte de transpiration pour la faire purifier par un laboratoire du gouvernement. Ils vivent grâce à leur stock d'eau respectif sachant que cette situation ne pourra plus durer très longtemps. Sonia n'a qu'une idée en tête, amasser le maximum d'eau et émigrer vers des pays plus cléments. Eric, quant à lui s'obstine à fabriquer par lui-même la machine qui permet le renouvellement des liquides. Pour cela, il n'hésite pas à gâcher le précieux liquide. Ne pouvant l'en empêcher, Sonia commence à lui voler de l'eau. Réfugiés dans leur appartement, ils vont essayer à leur manière de sauver leurs vies ou leur couple.

LISTE MATERIEL

CAMERA

Il serait intéressant, notamment pour le travail des hautes lumières de faire cette fiction en RAW.

Pour ce faire, nous pourrions utiliser l'Alexa Studio de l'école avec le prêt d'un codex.

CAMÉRA

ARRI Alexa Studio R4S9
Plaque de décentrement
Tiges 15
Alimentation secteur 24V (Moviemcam)
4 Batteries V-Lock +Chargeur
Alimentation caméra Codex

Caisse poignets bleus
Follow focus Chrosiel
Pare Soleil 4x5,6
Tiroir
Pare Soleil Clip On

OPTIQUES

Série d'optique MiniCooke S4

DIVERS CAMÉRA

Transvideo 6 pouces
Moniteur Sony 20 pouces
Tête fluide bol 120 Sachtler Studio 80

ECLAIRAGE

Éclairage disponible à l'école

FRESNEL TUNGSTÈNE

2x 5kW Arri
2x 2kW Arri
2x 1kW Polaris
2x 650W Arri
1x 300W Arri
2x 150W Arri
+ lampes de secours

OUVERTS & AMBIANCE

3x 2kW Blondes
4x 800W Mandarines
1x Lucioles 2kW
2x Cycliode 5kW
+ Lampes de secours

ACCESSOIRES

3x Cadres 1,2x1,2
3x Cadres 1x1
3x Cadres 0,6x0,6
2x Grand poly + Support
1x Petit poly (blanc/argenté)
1x Jeu de mammas (Grand)
1x Jeu de mammas (Petit)
2 Floppys
2 Drapeaux grand
2 Drapeaux moyen
2 Drapeaux cutter
2x Plaques de dépron
3x Jeu de grilles 5kW/2kW

HMI LUMIÈRE DU JOUR

1x 2,5kW Fresnel-PAR
1x Jokerbug 400W
+ Chimera
+ Lampes de secours

FLUO TUNGSTÈNE & LUMIÈRE DU JOUR

2x 4tubes 120
2x 4tubes 60
+ Lampes de secours

ALIMENTATION

1x Jeu d'orgue 3x6kW
2x Dimmers 3kW
4x Boites M6
6x Lignes tri et mono
20x Prolongateurs 16A

GRIP

12x Rotules
5x Mains de singe
5x Spigots 18/26
3x Spigots dorés
4x Bras magiques + clamps
5x Clamps
6x Presses cyclones (3GM+3PM)
6x Deports (3x1m + 3x0,5m)
15 Gueuses

DIVERS

4x Lampes de jeux praticables
(100W, 60w E14)
(150w, 100w E27)
1x Boule chinoise + perche

LED

2x Lite Panel
Minette Panel Led (Didier)

PIEDS

4x Pieds Wind Up
12x Pieds de 1000
5x Pieds U126
2x Pieds baby
2x Patte d'oie (+Spigot 16mm)
1x Mat-boom + Gueuse

Éclairage à louer

Pour cette PPM il nous faudra louer un certain nombre de projecteurs à Led non disponible à l'école.

Pour ce faire un partenariat avec le loueur AccLed, spécialisé dans les Led est à étudier.

Des projecteurs à Led Fresnel : ARRI L7-C et ARRI L7-T ou Molle Richardson

Des projecteurs à Led de type Panneau (équivalent Kinoflow) : Smarlight SL1

Des projecteurs à Led de type Brut : Hard Led

Des projecteurs Led de type Minette : Cinerioide 400

MACHINERIE

Utilisation d'un chariot avec Col de cygne

Plateau travelling (grand model)

Rails de travelling 2x3m, 4x1m, 2x0,5m

4 bougies

Bazooka + rallonge

Col de cygne

Quart de Brie

2 praticables 1m

1 jeu de cube de base

10 15x20x30

Caisse de cales

Sangles à cliquet

PLAN DE TRAVAIL

JOUR 1 (LUNDI 14)

2 Travellings

4 acteurs

7	3	Bureau/Canapé	JOUR	GP Gorge	Ralenti	SONIA		Elle déglutit		3
7	4			Large		SONIA		Elle est assise, regarde dehors.		4
7	5			Large	Fixe puis pano bas/haut	SONIA		Elle fait bouger sa main dans le soléil		5
				Insert				Sabotage feuille d'équation		6
7	6			Américain	Pano en suivi sur Sonia	SONIA + ERIC		Elle pose le papier, va se coucher avec Eric.		6
1	5	Balcon / Bureau	JOUR	Taille		ERIC		Eric se lève face au soleil et prend la feuille		5
1	6			GP		ERIC		Prend la goutte et se retourne		6
1	7			Plan pied	Fixe puis Pano	ERIC		Rentre, referme, va à la Machine, Pose son bocal		7
1	8		JOUR	GP	Pano	ERIC		Sur sa main		8
1	9			GP	Trav. Latéral	ERIC		Eric vérifie		9
1	10	Balcon / Bureau		GP	Macro + Ralenti			La goutte tombe		10

JOUR 2 (MARDI 15)

1	4	Balcon / Bureau	JOUR	GP	PANO	ERIC		Quelqu'un arrose le cactus		4
1	1			Insert				Plantes		1
1	2			Insert				Plantes		2
1	3			Insert				Plantes		3
12	1	Entrée		Large		SONIA+HOMMES 2 H		Toute l'action, jusqu'à la porte fermée		1
				+serre		SONIA+HOMMES		Toute l'action, jusqu'à la porte fermée		2
12	2			GP		SONIA	2 H	Sonia figné, pleure et récupère la larme		2
12	3			GP Main		SONIA		La main de Sonia sur les deux clés		3
12	4			GP		SONIA		Les reflets dans l'eau, elle fait tomber une goutte.		4
12	5			Serré			2 H			5
4	1	Chambre	JOUR	Taille	Master)	SONIA + ERIC		Effet eau sur le mur, Sonia se réveille, l'eau s'écroute + toute l'action		1
4	4			GP		SONIA + ERIC		Du dos d'Eric à la main de Sonia sur le couteau		4

JOUR 3 (MERCREDI 16)

4	2			TGP	chorégraphie)	SONIA + ERIC		Visage Sonia, toute une action		2
4	3			TGP	Macro + Ralenti	???		Rayon, goutte dans foie		3
10	4	Canapé/Commode		Serré		ERIC		La main d'Eric sur le placard		4
10	2		JOUR	Echapp		ERIC		Il bouge le rideau, vue du ciel bleu		2
10	1			Top Shot		SONIA + ERIC		Sonia se réveille, elle part, on reste avec lui. Il regarde ailleurs, route au sol		1
10	3			Plan au sol	Trav. Latéral lent	ERIC		On suit Eric au sol		3
11	3		DU	Serré		ERIC		Eric mort		3
9	1		AUBE	GP		ERIC		Social out. PH et le renverse	Réplique off	1
				GP				Feuille d'équation pleine d'eau		1
9	2			Taille profil		ERIC		Il hésite puis boit, repose, se retourne		2

JOUR 4 (JEUDI 17)

STEAD + Direction d'Acteur

2 acteurs

6	1	Bureau/Commode		Large	SteadyCam	SONIA + ERIC				1
6	4			Large	SteadyCam	SONIA + ERIC		Eric la rejoint, ils boivent et parlent	Dialogue	4
6	5			GP	SteadyCam	SONIA + ERIC		Sonia boit l'eau, visages, bisous		5
6	6			Top Shot ?		SONIA		Toute l'action ?		6
6	3			Taille		ERIC		Il se réveille et sort du champ		3
6	2	Bureau / Commode		GP	Ralenti ?			Le bocal tombe au sol et se répand		2
2	2			Large	Pano					2
2	1			Taille	Trav Arrière puis Lat.	SONIA + ERIC		Sonia se déshabille en passant devant Eric		1
2	5			Large	Fixe puis Trav sur Sonia	SONIA + ERIC		Elle rentre dans le cadre, Eric s'avance et la regarde, elle va vers la TV par porte jaune.		5
3	4				Traveling.	SONIA + ERIC		Elle se lève et va à la porte.		4

JOUR 5 (VENDREDI 18)

2 Changements Lumière

2 acteurs

2	3	Entrée/WC/Commode/Canapé/Bureau	SOIR	Epaule		ERIC		Il regarde une goutte tomber		3
2	9			Serré	(subjectif)	ERIC		Il prend le bocal et met le pH.		9
2	4			Jambes		SONIA		Elle finit aux toilettes		4
2	8			Epaule		SONIA + ERIC		Toute l'action puis Eric est interrompu par la Machine		8
2	6			Taille		SONIA + ERIC		le rejoint	Dialogue	6
2	7			Large	Fixe derrière TV	SONIA + ERIC		Toute la discussion		7
2	10			Champ		SONIA + ERIC		Amorce Eric de face puis sort de cadre.		10
2	11			Cchamp		ERIC		Eric seul		11
2	12			GP Champ		SONIA		Sonia seule, boit et regard de fin.		12
3	8	Entrée / Commode		Large				Machine monstrueuse		8

JOUR 6 (SAMEDI 19)

2 acteurs

3	1	Entrée/Commode	SOIR	Large		SONIA		Elle entre et va à la commode		1
3	2			Insert		SONIA		Elle entame le cadenas	Cri d'Eric	2
3	3			Large		SONIA		Elle range, ça sonne, elle se retourne et sort l'eau usée.		3
5	1	Canapé		Epaule PH		SONIA + ERIC		Discussion	Dialogue	1
				Head PL	Trav Arrière	SONIA + ERIC		Discussion	Dialogue	2
8	1			Taille ?	Master ?)			Sonia dort, Eric s'approche, réveille		1
8	3			Cchamp Ep		SONIA		Toute l'action, les hommes en amorce	Dialogue	3
8	2			Epaule		ERIC			Dialogue	2

JOUR 7 (MARDI 22)

4 acteurs

9	5	Balcon / Bureau	AUBE	Insert				Verrouillage placard		5
9	5			Taille		ERIC		Entre dans le champ, ouvre le placard, prend la clé et ferme		5
9	7			Américain		SONIA + ERIC		Il regarde Sonia, met la clé, va dormir		7
9	3			ERIC		SONIA + ERIC		Dans le raccord, fait tomber Machine		3
9	8			Insert		SONIA + ERIC		Clic à la machine		8
9	4			Epaule		SONIA		Elle sourit et se retourne		4
3	5			Taille		SONIA + ERIC	2 H	Elle attend à la porte, il la rejoint, les hommes désaliés + action		5
3	7			Epaule		SONIA + ERIC	2 H	Toute l'action, les hommes en amorce		7
3	6			Cchamp	Pano ?	SONIA + ERIC	2 H	Toute l'action, Eric fixe, Sonia sort		6

JOUR 8 (MERCREDI 23)

1 acteur

13	1	Tout	JOUR	Insert				Plan Commode vide		1
13	2			Large				Plan Machine		2
13	3			Ensemble				TV et toute la pièce		3
13	4			Insert				Cactus		4
11	1	Entrée/WC	FIN de	Taille	Traveling	SONIA		Elle court en se déshabillant, cherche Eric		1
11	2		JOUR	Epaule		SONIA		Elle parle	Réplique Sonia	2
7	1	Bureau/Canapé		Insert				Eau		1
7	2			Insert				Eau		2
7	7			Insert				TV + Eau		7

TOURNAGE ET POSTPRODUCTION

Samedi 12 Avril	Préparation : plateau 2 ENS Louis Lumière	1 Jour
Lundi 14 au Samedi 19 Avril et 22 et 23 Avril	Tournage : plateau 2 ENS Louis Lumière	8 Jours
Jeudi 8 au Dimanche 11 Mai	Montage : Extérieur	5 Jours
Jeudi 15 au vendredi 31 Mai	Etalonnage et post-production son	/
Lundi 2 au Vendredi 13 Juin	Export et DCP	/

ETUDE TECHNIQUE ET ECONOMIQUE

Besoin	Estimation
Décor	450 euros
Image	300 euros
Maquillage	100 euros
Régie	300 euros
Transport	100 euros
TOTAL	1250 euros /1220euros

Nous tournons en studio ce qui limite les frais de déplacement et nous permet de bénéficier des infrastructures de l'école. De plus le plateau 2 possède un décor fixe d'appartement qui se prête à notre scénario.

Le matériel extérieur sera prêté (notamment les LED et le Codex).

La participation de l'équipe sera bénévole ce qui revient au défraiement et à la régie.

Le maquillage est un paramètre important surtout pour assurer les gouttes de transpiration, la sueur, et la déshydratation.

Enfin, la principale dépense doit être le décor qui, plus il sera évolué, plus il permettra la crédibilité du film.

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

cf. partie 3, chapitre 2, p72