

ENS Louis Lumière  
La Cité du Cinéma – 20, rue Ampère BP 12  
93213 La Plaine Saint-Denis  
+33 (0) 1 84 67 00 01 // [www.ens-louis-lumiere.fr](http://www.ens-louis-lumiere.fr)



Mémoire de Master  
Spécialité Cinéma, Promotion 2011/2014  
Soutenance de juin 2014

# DE L'INTÉRÊT DES OBJECTIFS "ARGENTIQUES" EN NUMÉRIQUE

Laure MÉNÉGALE

Ce mémoire est accompagné de la Partie Pratique de Mémoire intitulée :  
**Séquences-tests pour projection à un panel de spectateurs**

Directeur de Mémoire : **Pascal MARTIN**

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

ENS Louis Lumière  
La Cité du Cinéma – 20, rue Ampère BP 12  
93213 La Plaine Saint-Denis  
+33 (0) 1 84 67 00 01 // www.ens-louis-lumiere.fr

Mémoire de Master  
Spécialité Cinéma, Promotion 2011/2014  
Soutenance de juin 2014



# DE L'INTÉRÊT DES OBJECTIFS "ARGENTIQUES" EN NUMÉRIQUE

Laure MÉNÉGALE

Ce mémoire est accompagné de la Partie Pratique de Mémoire intitulée :  
**Séquences-tests pour projection à un panel de spectateurs**

Directeur de Mémoire : **Pascal MARTIN**

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

# Remerciements

Un grand merci à toutes les personnes m'ayant aidée à réaliser ce mémoire !

Pascal Martin,  
Michel Coteret, Françoise Baranger,  
Giusy Pisano, Frédéric Sabouraud,  
George Harnack, Ava DuParc,  
Alain Sarlat, Laurent Stehlin, Jean Coudsi,  
Jacques Pigeon, Véronique Lorin,

Guillaume Demart de Panavision-Alga,  
Laurent Chanas de DxO Labs,  
Thierry Beaumel de Eclair,  
Laaziz Kheniche de Lenziz-Optics,  
L'équipe technique de Emit,

Toutes les personnes ayant participé  
à ma Partie Pratique de Mémoire,

Les 65 participants à mon expérimentation,

Ma famille et Lenny Pomédio.

# Résumé

Ce mémoire explore une pratique qui s'est développée dès que le numérique est arrivé, il y a une dizaine d'années. Les opérateurs ont trouvé dès lors le cinéma digital trop « froid », trop « vidéo » et trop « défini ». Ils ont donc eu l'idée de tourner avec des objectifs anciens, afin de casser le trop de définition et de tendre ainsi vers une esthétique plus « argentique ». En effet, la technologie ne cessant d'évoluer, ces vieilles optiques sont de moins bonne qualité, et ce sont ces « défauts » que les professionnels recherchent.

Certains opérateurs, afin de créer un effet flagrant, sont allés chercher de très vieux objectifs, datant d'il y a plus de cinquante ans et présentant ainsi une qualité réellement amoindrie. D'autres, de manière plus générale, utilisent des objectifs moins vieux, mais construits du temps du tout argentique, d'où mon appellation de *objectifs argentiques*. Ils n'ont donc pas été optimisés pour le numérique et présentent une qualité plus faible que les *objectifs numériques* récents, datant d'il y a moins de dix ans et conçus en prenant en compte les spécificités du numérique.

La problématique de ce mémoire cherche à comparer par différentes méthodes une série d'objectifs *argentique*, les Zeiss Grande Ouverture, datant de 1985, et une série *numérique*, les Cooke mini s4i, sortis il y a quelques années.

Ces deux séries d'objectifs sont d'abord analysées d'un point de vue qualitatif sur des bancs de mesures, afin d'en déterminer scientifiquement leurs différences. Le logiciel DxO et le Flounetoscope ont été utilisés respectivement afin de mesurer la Fonction Transfer de Modulation ainsi que la sensation de netteté nommée BxU, et la taille des flous.

Puisque tout choix technique des opérateurs sert l'image d'un film, nous avons ensuite vérifié si les différences mesurées étaient perçues par les spectateurs. Des séquences s'apparentant à des séquences de longs-métrages ont donc été tournées plusieurs fois avec des supports différents (numériques ou argentiques) et des optiques différentes. Elles ont ensuite été montrées « à l'aveugle » à un panel d'observateurs qui a répondu à un questionnaire. Ainsi, c'est la conséquence pour le spectateur de cette pratique des chefs opérateurs qui est étudiée dans ce mémoire.

# Abstract

This master thesis explores a practice which started with the arrival of digital filming, about ten years ago. The cinematographers found that digital filming lacked warmth, was too much like “video”, and the definition too sharp. Therefore they decided to shoot with old lenses, so as to decrease the sharpness and imitate the film style. Technology never stops evolving and thus these old lenses have poor quality and defects, but that’s precisely what professionals are looking for.

Some cinematographers, so as to create a really visible effect, have been using very old lenses, which are more than fifty years old, and thus have a really inferior quality. More commonly lenses are used which are not so old but, nonetheless, have been made before the digital age. I shall call these lenses *argentic lenses*. They have a poorer quality compared to the *digital lenses* built less than ten years ago following the specifications of digital sensors.

The aim of this essay is to compare *argentic lenses* such as the Zeiss Super Speed built in 1985, to *digital lenses* such as the Cooke mini s4/i, which came out a few years ago.

These two kinds of lenses are first studied from a qualitative point of view, on tests benches, so as to determine in a scientific way, their differences. First the DxO software, then the Flounetoscope (Blursharposcope) have been used so as to measure the Modulation Transfer Function, the blur perception named BxU, and the size of blurs.

Given that every technical choice made by the cinematographers is for the benefit of the aesthetics of a movie, we then checked to see whether these measured differences could be perceived by the viewers. Sequences resembling sequences from a feature-length movie were shot several times using different ways of recording (film and digital) and different lenses. Then, they were shown to a number of people without telling them how they had been shot. The viewers had to answer a questionnaire. Thus, we are able in this master thesis to study the consequences of these technical choices on the viewer.

# Table des matières

REMERCIEMENTS .....	2
RESUME.....	3
ABSTRACT .....	4
TABLE DES MATIERES.....	5
INTRODUCTION .....	8
<b>PARTIE 1</b>	
<b>OPTIQUE ET NUMERIQUE .....</b>	<b>11</b>
CHAPITRE 1 PROPRIETES DE L'IMAGE LIEES A L'OPTIQUE.....	12
<i>Contraste d'une image</i> .....	12
<i>Résolution et pouvoir séparateur d'une image</i> .....	12
<i>Définition d'une image</i> .....	13
<i>Contraste et résolution</i> .....	14
<i>Récapitulatif</i> .....	16
CHAPITRE 2 PROFONDEUR DE CHAMP .....	17
<i>Construction d'une image et mise au point</i> .....	17
<i>Profondeur de champ</i> .....	18
<i>Cercle de confusion</i> .....	19
CHAPITRE 3 LE CAPTEUR NUMERIQUE .....	20
<i>Le support Argentique</i> .....	20
<i>Technologie des capteurs numériques</i> .....	21
<i>Différences majeures entre numérique et argentique</i> .....	23
<i>Filtres présents devant la surface photosensible</i> .....	24
CHAPITRE 4 OBJECTIF ET CAPTEUR NUMERIQUE .....	25
<i>Capteur réfléchissant</i> .....	25
<i>Microlentilles</i> .....	26
<i>Incidence des rayons</i> .....	26
<i>Résolution des objectifs</i> .....	27
<i>Définition et piqué</i> .....	28
<i>Profondeur de champ</i> .....	28

<b>PARTIE 2</b>	
<b>COMPARAISON TECHNIQUE.....</b>	<b>30</b>
CHAPITRE 1 CHOIX DES OPTIQUES TESTEES.....	31
<i>Série Zeiss Grande Ouverture .....</i>	<i>32</i>
<i>Série Cooke mini s4/i.....</i>	<i>32</i>
CHAPITRE 2 COMPARAISON DANS LE PLAN DE NETTETE.....	33
<i>La Fonction Transfert de Modulation .....</i>	<i>33</i>
<i>Mesure de la FTM par le logiciel DxO Analyzer.....</i>	<i>35</i>
<i>Protocole des mesures FTM par DxO.....</i>	<i>38</i>
<i>Résultats des mesures FTM par DxO.....</i>	<i>39</i>
<i>Principe de la mesure BxU par le logiciel DxO Analyzer.....</i>	<i>43</i>
<i>Résultats des mesures BxU par DxO Analyzer.....</i>	<i>45</i>
CHAPITRE 3 COMPARAISON HORS PLAN DE NETTETE .....	47
<i>Le flou.....</i>	<i>47</i>
<i>Le Flounetoscope.....</i>	<i>48</i>
<i>Résultats des mesures au Flounetoscope.....</i>	<i>50</i>
<b>PARTIE 3</b>	
<b>PARTIE PRATIQUE DE MEMOIRE .....</b>	<b>53</b>
CHAPITRE 1 PROTOCOLE EXPERIMENTAL.....	54
<i>Matériel de prise de vue .....</i>	<i>54</i>
<i>Séquences-tests.....</i>	<i>55</i>
<i>Organigramme récapitulatif des séquences-tests.....</i>	<i>60</i>
<i>Workflow et post-production.....</i>	<i>63</i>
<i>Projection à un panel d'individus .....</i>	<i>63</i>
CHAPITRE 2 PRE-ANALYSE.....	65
<i>Différences entre support argentique et support numérique.....</i>	<i>65</i>
<i>Particularités de chaque série d'objectifs.....</i>	<i>67</i>
<i>Comparaison des objectifs selon le support.....</i>	<i>68</i>
<i>Comportement des objectifs argentiques en numérique.....</i>	<i>70</i>
CHAPITRE 3 REPONSES DU PANEL D'OBSERVATEURS .....	71
<i>Composition du panel d'observateurs .....</i>	<i>71</i>
<i>Biais possibles.....</i>	<i>71</i>
<i>Description des ensembles de séquences projetés lors de l'expérimentation.....</i>	<i>72</i>
<i>Reconnaissance de la pellicule.....</i>	<i>72</i>
<i>Douceur, netteté et flous .....</i>	<i>74</i>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>77</b>
<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>81</b>

<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>83</b>
<i>Ouvrages généraux.....</i>	<i>83</i>
<i>Articles de revue.....</i>	<i>83</i>
<i>Cours de l'ENS Louis Lumière.....</i>	<i>83</i>
<i>Mémoires de fin d'étude.....</i>	<i>84</i>
<i>Manuels d'utilisation et brochures commerciales.....</i>	<i>84</i>
<i>Sites Web.....</i>	<i>84</i>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>85</b>
<b>SOURCE DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>86</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>87</b>
<i>Correspondance avec Matthias PESCH, ingénieur chez ARRI.....</i>	<i>88</i>
<i>Spécifications de l'ARRI Alexa.....</i>	<i>90</i>
<i>Brochure commerciale des objectifs Cooke mini s4i.....</i>	<i>93</i>
<i>Dossier Partie Pratique de Mémoire.....</i>	<i>97</i>
<i>Synthèse des résultats de la PPM.....</i>	<i>112</i>
<i>Questionnaire.....</i>	<i>114</i>

# Introduction

A l'heure actuelle où 90% des locations de caméras chez Panavision-Alga sont de type numériques, beaucoup de chefs opérateurs regrettent l'esthétique de l'image argentique qu'ils disent inaccessible par le numérique. Ils indiquent, dans des interviews, utiliser de « vieilles » optiques conçues pour l'argentique, dans le but de « casser » la trop bonne définition, le trop « numérique » des nouvelles caméras et de tendre vers ce cher rendu argentique.

Dans ce mémoire, il s'agit d'étudier le réel impact qu'ont les objectifs anciens sur le rendu de l'image, et ainsi d'en discuter l'intérêt.

Dans le numéro 52 de *Film and Digital Times* de février 2013, Daniel Pearl, chef opérateur membre de l'ASC, explique : "dans le monde numérique, la plupart d'entre nous filmons avec les mêmes caméras de prises de vue, comme si nous utilisions tous la même « pellicule ». Ainsi, les optiques deviennent de plus en plus importantes. Le choix d'optique différencie d'un opérateur à l'autre." En effet, le passage de l'argentique au numérique semble davantage mettre en avant le rôle des objectifs dans la construction de l'image. Mais la volonté de différenciation citée ici m'interpelle. Je souhaite, à travers ce mémoire, déterminer si le rôle des objectifs à l'heure actuelle n'est pas surévalué.

Je m'attarderai principalement sur les notions de *définitions* et de *flous*. En effet, ce sont ces notions qui ressortent le plus dans les interviews de chefs opérateurs lorsqu'ils abordent les différences entre argentique et numérique, d'un point de vue optique. Il s'agit ici de comparer de la manière la plus complète possible les différences entre une série d'objectifs conçue du temps du tout argentique que je nomme *objectifs argentiques*, et une série d'objectifs récents conçue après l'arrivée du numérique, et prenant donc en compte les spécificités du numérique, et ce dans le but d'une retranscription la plus fidèle de la réalité. Par *objectifs argentiques*, je n'entends pas objectifs « vintages », qui tendent plus vers l'effet que vers la recherche d'une texture « argentique ». En effet, les objectifs « vintages », datant d'il y a plus de cinquante ans, présentent une qualité réellement plus faible et leur effet est très nettement visible. Les *objectifs argentiques* sont moins vieux et offrent ainsi une bonne qualité optique malgré leur âge.

Dans ce mémoire seront notamment étudiées les différences, sur la Arri Alexa, caméra la plus utilisée en long métrage actuellement, entre les objectifs Zeiss Grande Ouverture sortis en 1985, et les objectifs Cooke mini s4/i, sortis il y a moins de cinq ans. Ces deux types d'objectifs sont très souvent cités dans les interviews de chefs opérateurs à propos du rendu « trop piqué » des caméras numériques actuelles.

Dans une première partie, j'étudierai théoriquement comment intervient l'objectif dans la captation de l'image, et notamment les différences qu'il peut y avoir entre un capteur numérique et une surface sensible argentique. Je décrirai les différents problèmes que posent maintenant les capteurs numériques par rapport aux objectifs, comment ceux-ci sont résolus et quel impact cela peut avoir sur l'image finale.

Dans une deuxième partie, je comparerai objectivement et scientifiquement, par des tests optiques, les *optiques numériques* et les *optiques argentiques*, afin de déterminer si ces dernières ont bien les caractéristiques théoriques nécessaires pour « casser » la trop grande définition numérique. Les bancs de mesures utilisés seront le logiciel DxO, qui mesure la Fonction Transfer de Modulation et la sensation de netteté nommée *BxU*, et le Flounetoscope, mesurant la taille des flous.

Dans la dernière partie, je souhaiterai étudier subjectivement si les différences mesurées dans la partie précédente se révèlent significatives lors de la vision d'images. Ma Partie Pratique de Mémoire consistera à tourner plusieurs fois les mêmes séquences-test avec différents objectifs, en argentique et en numérique. Ces séquences s'apparenteront à n'importe quelles séquences tirées d'un long-métrage actuel. Elles seront ensuite présentées « à l'aveugle » à des personnes exercées à l'analyse d'image ainsi qu'à des personnes non-exercées afin de connaître leur ressenti. En effet, il ne s'agit pas ici d'étudier de manière détaillée et précise les différences entre les séquences, mais de voir si les divers choix techniques impliquent des sensations différentes chez le spectateur.

Bien que ce mémoire soit à dominante technique, je voudrais, principalement grâce à la dernière partie, questionner des pratiques et trouver des réponses concernant le produit fini qu'est le *film* dans le sens le plus large du terme. Le but final de toute prise de vue par des caméras D-Cinéma étant de produire un film qui sera vu par des spectateurs, il est impossible, lorsque l'on est dans le processus de fabrication, de ne pas prendre en compte ces spectateurs, leur vision et leur ressenti. En effet, toute technique est, dans le domaine du cinéma, au service de cet art et du propos du film. Il paraît donc indispensable d'analyser la technique et ses conséquences afin de maîtriser les effets que l'on souhaite produire sur le spectateur.

# PARTIE 1

## Optique et numérique

# CHAPITRE 1 Propriétés de l'image liées à l'optique

Une image peut être caractérisée par différents paramètres. On compte principalement parmi ceux-ci la colorimétrie (saturation, fidélité des couleurs, teinte générale), le contraste, et la définition. Dans ce mémoire, je ne m'intéresserai qu'à la *définition* et au *contraste*, ainsi qu'à toutes les autres notions auxquelles elles peuvent être liées.

## Contraste d'une image

Le terme *contraste* a de nombreuses interprétations.

Le contraste d'un objectif désigne sa capacité à transmettre des valeurs de luminosité extrêmes aussi proches que possible des valeurs du sujet. Par exemples, une optique caractérisée par un fort contraste augmente la différence de valeur entre le blanc et le noir du sujet. Il est ainsi défini par un rapport, et la formule suivante :

Contraste = Luminance maximum / Luminance minimum .

Le contraste exprime aussi la *gradation* (ou *aptitude au contraste* en sensitométrie argentique). Cela peut se traduire par la reproduction exacte des tons de l'image ou bien la vitesse à laquelle on passe du noir au blanc. Un *objectif à fort contraste* désigne un objectif ayant peu de niveaux intermédiaires entre le noir et le blanc. L'objectif, pour être considéré de bonne qualité, doit être en mesure de distinguer chaque niveau de lumière de la scène.

## Résolution et pouvoir séparateur d'une image

Les termes *définition* et *résolution* sont souvent confondus dans le langage courant.

La *résolution* désigne la capacité à transmettre deux points très petits et très proches l'un de l'autre dans le plan de l'objet, les deux points ayant même intensités. La résolution est ainsi souvent quantifiée par une distance. Cette distance, appelée *pas*, correspond à la séparation spatiale entre deux points adjacents ou deux motifs identiques comme une paire de

lignes (une blanche + une noire). La *limite de résolution* est définie par le plus petit *pas* à pouvoir être transmis, enregistré ou affiché.

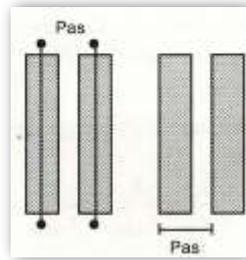


Figure 1 : Pas.

La résolution peut être donnée pour un sujet, pour une image, pour une émulsion ou un capteur, pour un objectif ou encore pour la combinaison d'un objectif et d'un support.

La résolution d'image  $R_i$  est relative au détail du sujet  $R_s$  par le grandissement  $g_y$  :  $R_i = g_y \times R_s$ . L'unité de R est le *millimètre*. Les valeurs de R pouvant être très petites, on utilise souvent l'inverse de R, qui est le *pouvoir séparateur* avec :  $PS = 1/R$ . Son unité est la *paire de ligne par millimètre* (ou *line pairs per millimeter* soit  $lp.mm^{-1}$ ).

La résolution d'une optique dépend entre autres de sa qualité (qualité des verres, correction des aberrations...), de l'ouverture, de la distance du sujet et de la longueur d'ondes.

## Définition d'une image

Dans notre langage courant, le terme de *définition* est utilisé pour parler de notions se rapprochant plus de celle du *pouvoir séparateur* que de celui scientifique de *définition*. Le mot *définition* s'applique dans le langage courant à des caractéristiques de l'image liées à notre perception, et qui sont difficilement quantifiables. On parle d'une image *définie* ou *piquée* pour désigner une image dont la précision et la netteté sont importantes, et dont les détails sont bien rendus.

Ces deux termes désignent également la manière dont se comportent les zones limites de la profondeur de champ. Si l'on passe très vite d'une zone très floue à une zone très nette, on aura tendance à parler d'optique très *piquée*. Le terme de *clinique* peut également s'appliquer dans ces cas-ci. A l'inverse, lorsque la transition entre le flou et le net se fait de manière très douce et longue, on parle d'image *ronde* et *douce*.

Le terme *définition*, en numérique, a une signification toute autre très précise. La *définition d'une image* correspond aux dimensions informatiques de cette image. Elle s'exprime en nombre de pixels en hauteur et largeur de l'image. Elle dépend donc de la surface sensible. La norme d'image DCI 2K de projection cinéma est actuellement de 2048x1080 pixels. En haute définition, elle est de 1920x1080 pixels. Ce terme de *définition* est à ne pas confondre avec la *résolution spatiale*. La *résolution spatiale* correspond aux nombre de pixels que l'on peut afficher à l'intérieur d'une unité de longueur donnée (souvent le pouce ou le centimètre).

## Contraste et résolution

*Contraste* et *définition* (dans le sens courant) sont indissociables lorsque l'on parle de perception par le système œil/cerveau. En effet, un contraste important donne une impression de netteté et donc de définition plus importante. La démonstration en est flagrante sur les photos de la *figure 2* ci-après. La photographie du bas paraît, au premier aperçu, mieux définie. Un effet de contraste beaucoup plus riche que celui de la photo du haut lui a été appliqué. Pourtant, la photo du haut possède en fait une meilleure résolution spatiale (300dpi contre 75dpi pour celle du bas).

Il est donc important de ne pas se focaliser uniquement sur des données scientifiques comme le pouvoir séparateur. Celui-ci doit être pondéré par la capacité à rendre des contrastes, puisque celui-ci entre en jeu dans la perception de netteté. La Fonction Transfert de Modulation est ainsi un outil très intéressant mettant en relation ces deux notions. Cette mesure sera détaillée dans la partie suivante.

En outre, les images faites pour le cinéma étant destinées à être vues par des spectateurs, il paraît donc nécessaire, en plus de tests purement scientifiques, de procéder à des tests correspondants à des pratiques actuelles, tels que décrit dans la *partie 3*.



*Figure 2 : Relations entre résolution et contraste*

## Récapitulatif

Terme	Définition scientifique	Emploi courant	Traduction en anglais
<b>Contraste</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rapport des valeurs extrêmes de luminance (Lm max / Lm min).</li> <li>- dynamique en traitement du signal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rapport des valeurs extrêmes de luminance (Lm max / Lm min).</li> <li>- gradation (aptitude au contraste en sensitométrie). Vitesse à laquelle on passe du noir au blanc.</li> </ul>	Contrast
<b>Résolution</b>	capacité à différencier deux points très petits et très proches l'un de l'autre dans le plan de l'objet, les deux points ayant même intensités.	une image qui a une bonne résolution est une image dont l'impression de précision et de netteté est importante, et dont les détails sont bien rendus.	Resolution
<b>Résolution spatiale</b>	nombre de pixels que l'on peut afficher à l'intérieur d'une unité de longueur donnée (souvent le pouce ou le centimètre).	/	Spatial frequency
<b>Pas</b>	Distance entre deux points ou motifs adjacents.	/	Pitch
<b>Limite de résolution</b>	plus petit <i>pas</i> à pouvoir être transmis, enregistré ou affiché.	/	
<b>Pouvoir séparateur</b>	Inverse de la résolution, en paire de lignes par millimètre.	/	Resolving Power
<b>Définition</b>	dimensions informatiques d'une image, en pixels.	une image qui a une bonne définition est une image dont l'impression de netteté est importante, et dont les détails sont bien rendus. Image piquée.	Resolution

# CHAPITRE 2 Profondeur de champ

## Construction d'une image et mise au point

Un objectif donne d'un objet AB situé à une distance  $d$  de l'axe optique, une image A'B', renversée et de grandissement  $g$ , donné.

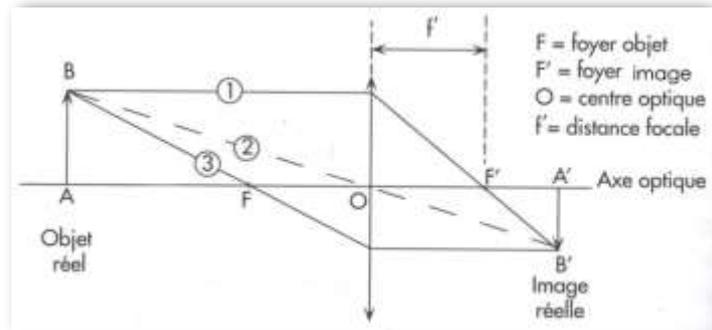


Figure 3: Construction d'une image par un système optique.

L'image A'B' doit se former sur le plan du capteur ou du film afin d'être nette. C'est la mise au point, effectuée grâce à un déplacement bien calculé de lentilles.

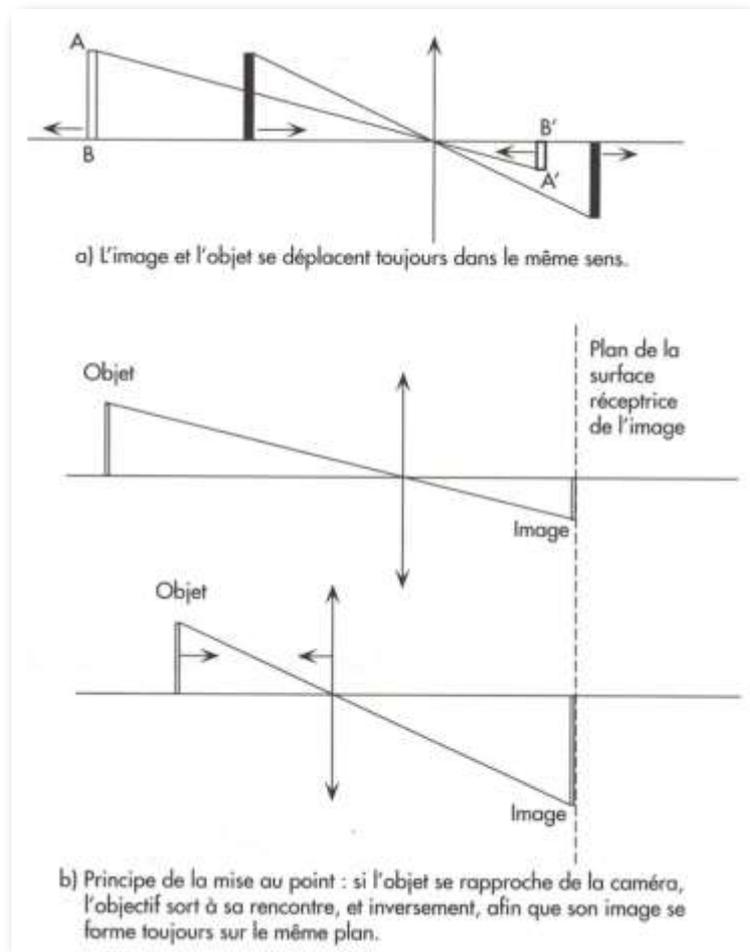


Figure 4 : Principe de la mise au point optique.

## Profondeur de champ

Dans la plupart des cas, l'image A'B' est également nette en avant et en arrière de ce plan de mise au point. C'est cette zone de netteté qu'on nomme *profondeur de champ*.

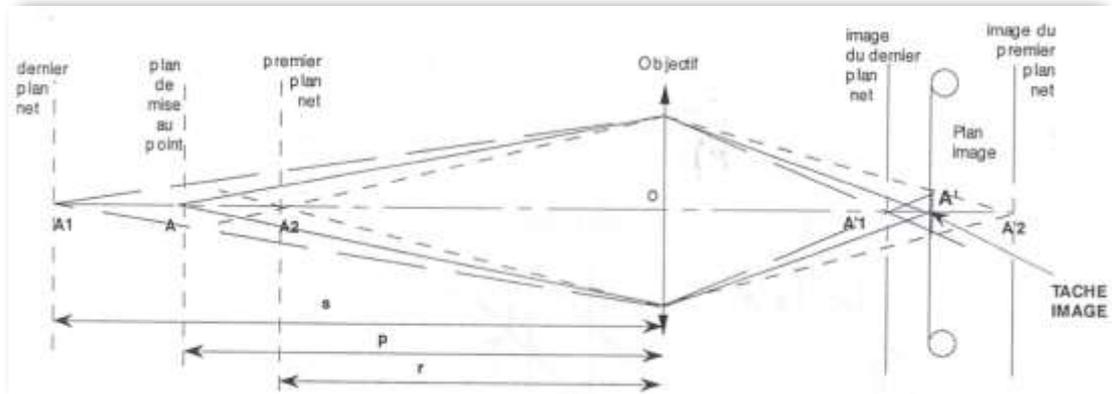


Figure 5 : Principe optique de la profondeur de champ

On voit ainsi qu'un objet ponctuel A se trouvant sur le plan de mise au point donnera une image A' nette, car dans le plan image. Les objets A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>, situés devant et derrière le plan de mise au point (objet A) seront eux aussi perçus comme étant nets si leurs images A'<sub>1</sub> et A'<sub>2</sub> sont plus petites que le cercle de confusion (cf. ci-après). La *profondeur de champ* est la zone entre le premier plan (face à l'objectif) A<sub>2</sub> qui sera perçu net, jusqu'au dernier plan A<sub>1</sub> qui sera perçu net.

La relation de la profondeur de champs est donnée par l'équation suivante, dès lors que la distance de mise au point est supérieure à 20 fois

la focale : 
$$\frac{1}{p} - \frac{1}{s} = \frac{1}{r} - \frac{1}{p} = \frac{e \cdot N}{f'^2} .$$

Avec :

- p la distance de mise au point,
- r la distance au premier plan net,
- s la distance au dernier plan net,
- e le cercle de confusion (cf. ci-après),
- N la valeur d'ouverture du diaphragme,
- f' la focale de l'objectif.

La profondeur de champ est donc :  $d_{\text{profondeur de champs}} = s - r$

## Cercle de confusion

Pour déterminer ce qui est net de ce qui ne l'est pas, la notion de *cercle de confusion* été mise en place. Il s'agit de la taille maximale de l'image d'un point telle qu'elle est encore perçue comme nette par le système. Le système peut aussi bien être l'œil humain qu'une caméra. Si la tâche est plus grosse que cette taille, elle sera perçue comme floue. Si elle est plus petite que cette taille, elle sera perçue comme un point net. Cependant, du fait qu'il fait intervenir la notion subjective de netteté dépendante de la perception de chacun, le diamètre du cercle de confusion est donné à titre indicatif. Il y a une progression et non une frontière franche entre flou et net. Le flou n'existe que par comparaison au net.

Le diamètre du cercle de confusion est donné par les deux formules différentes :

$$- e = f' \times \alpha$$

$f'$  désigne la focale normale, c'est-à-dire la focale à laquelle, pour la taille de surface sensible concernée, la perspective correspond à celle obtenue à l'œil. Il s'agit d'un 35mm en film 35mm.

$\alpha$  désigne le critère de netteté angulaire de l'œil. Il est égal à  $1/1500^{\text{ème}}$  de radian. Cela signifie que deux détails sont vus séparés par l'œil humain s'ils sont vus sous un angle supérieur à  $1/1500^{\text{ème}}$  de radian.

Le cercle de confusion, avec cette formule, serait en super 35mm :  
 $e_{35\text{mm}} = 35 \times 1/1500 = 0,023 \text{ mm}$  .

$$- e = d_{\text{diagonale du format}} / 1730 \quad (\text{formule de Zeiss})$$

Le cercle de confusion, avec cette formule, serait en super 35mm au format full :  $e_{35\text{mm}} = \text{racine carrée}(24^2+18^2) / 1730 = 0,017\text{mm}$  .

Quelle que soit la formule employée, le cercle de confusion est déterminé selon la taille du capteur ou film. En effet, la focale dite normale utilisée dans la première formule dépend de la taille du capteur.

Les moyennes suivantes de cercle de confusion ont été retenues pour référence :

- Film 35mm : 0,025 mm
- Film 16mm : 0,015 mm
- Photo 24x36 : 0,033 mm
- Vidéo HD 2/3" : 0,009 m .

## CHAPITRE 3 Le capteur numérique

Afin de mieux saisir les différences de comportement des optiques selon la surface par laquelle sera captée l'image, il est intéressant de comprendre comment fonctionnent ces supports, et notamment le capteur numérique.

Il s'agit ici d'étudier les pratiques actuelles. Ne seront donc comparés que les processus entièrement numériques, de la prise de vue au DCP, et les processus *argentiques* les plus courants aujourd'hui, dans lesquels seule la prise de vue se fait en argentique, toute la post-production jusqu'au DCP étant numérique.

### Le support Argentique

En argentique, l'image est impressionnée sur une pellicule. Cette pellicule est formée d'un support à proprement parler en tri-acétate de cellulose recouvert de différentes couches d'émulsions composées de cristaux d'halogénures d'argent dispersés dans de la gélatine. Ces différentes couches sont chacune sensibles à des longueurs d'ondes différentes correspondant aux couleurs rouge, verte et bleue. La répartition des grains d'argent dans les couches d'émulsion étant aléatoire, la structure d'une image à l'autre ne sera pas exactement la même.

La lumière, lors de l'exposition de la pellicule, crée une image latente par réaction photochimique des grains d'argent. Cette réaction est proportionnelle à la quantité de lumière qu'ils reçoivent. C'est ce qui rend compte des différents niveaux de gris (par couche couleur) dans l'image finale.

La pellicule doit ensuite être développée en laboratoire par réaction de réduction-oxydation, afin de rendre l'image visible.

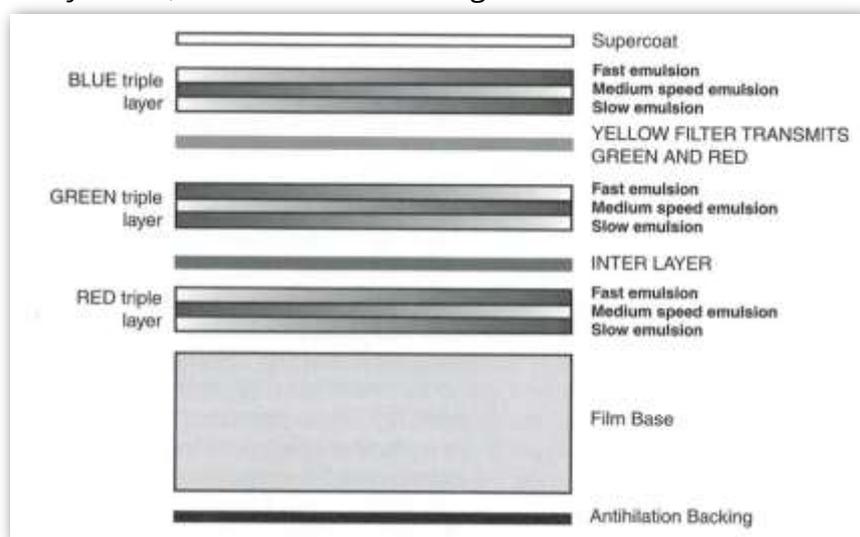


Figure 6 : Structure d'une pellicule moderne

# Technologie des capteurs numériques

Un capteur est un dispositif semi-conducteur qui convertit une image optique formée par un objectif en un signal électronique.

Il existe deux types de technologie pour les capteurs numériques : les CCD (Couple Charge Device) et CMOS (Complementary Metal Oxyde Semiconductor). Les CMOS sont aujourd'hui les plus présents dans les caméras numériques de cinéma (D-Cinema) les plus utilisées comme la Arri Alexa<sup>1</sup>, les Sony CineAlta F5, F55 et F65<sup>2</sup> ainsi que les différentes Red<sup>3</sup>.

Dans un capteur CCD, après exposition, chaque photosite se décharge dans un même registre de sortie. Les charges sont toutes transférées puis converties en tension, et l'information quitte le capteur sous la forme d'un signal électrique, qui doit ensuite être numérisé. Les photosites sont donc *passifs*.

Dans un capteur CMOS, les photosites sont *actifs*. La charge produite par le photosite est immédiatement amplifiée et convertie en tension par un transistor intégré à chaque photosite. La conversion de la tension en information numérique est faite dans le capteur par une puce embarquée. Ainsi donc, le capteur CMOS livre directement une information numérique.

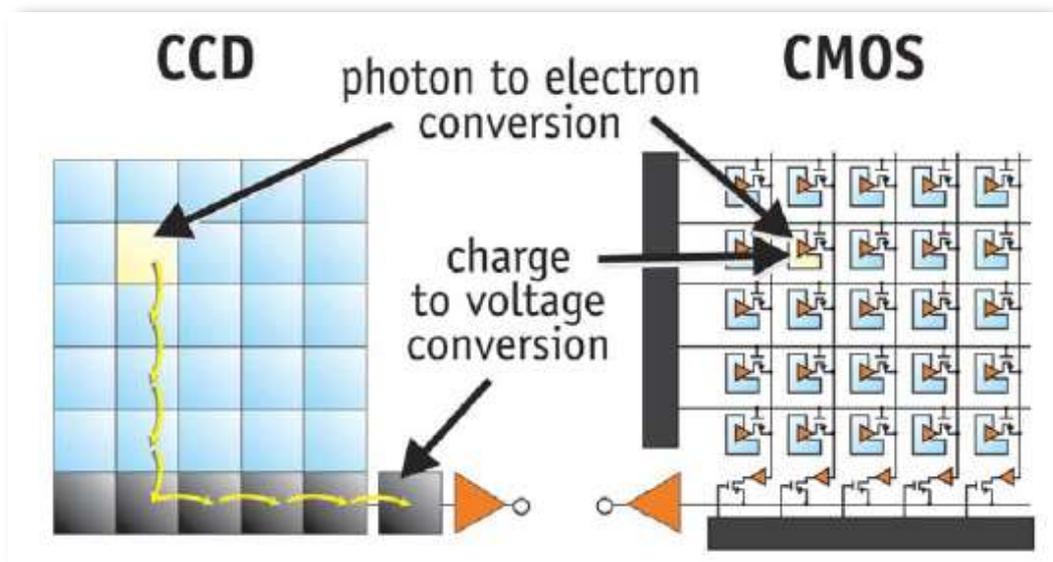


Figure 7 : Différence de technologie entre capteurs CCD et CMOS.

<sup>1</sup> ARRI, Alexa Family of Cameras, Software Update Packet 8.0, User Manual, 2013.

<sup>2</sup> SONY, constructeur de caméras numériques, URL : <http://pro.sony.com/bbsc/ssr/cat-camerascinemproduction/>, consultation en février 2014.

<sup>3</sup> RED, constructeur de caméras numériques, URL : [www.red.com](http://www.red.com), consultation en février 2014.

Le principe de base des deux technologies est le même. Le capteur est une structure en mosaïque de photodiodes. Cette structure est appelée matrice de photosites. Ces éléments électroniques sont des cellules photo-électriques qui produisent une quantité d'électricité proportionnelle à la quantité de lumière qu'ils reçoivent. L'image numérique résulte donc de l'information codant les différents niveaux d'intensité lumineuse perçus par les photosites.

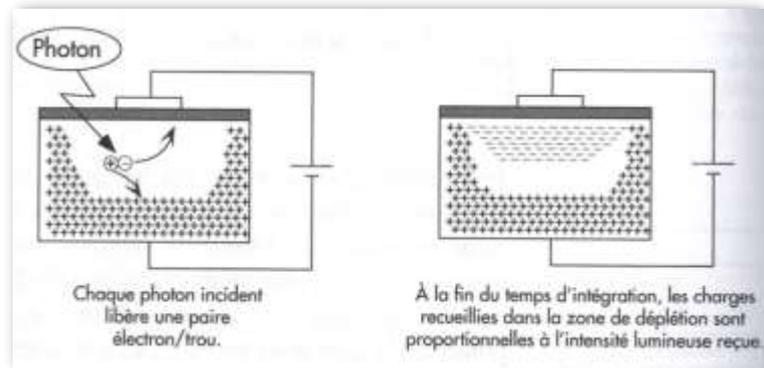


Figure 8 : Conversion photo-électrique au sein d'une cellule photosensible.

Un photosite est la plus petite unité d'acquisition de l'information lumineuse. Il y a souvent confusion entre pixel et photosite. Un pixel se réfère à une image déjà convertie en signal numérique, tandis qu'un photosite est un échantillon du capteur.

Par un système de filtrage (souvent la *matrice de Bayer* comme pour la RED et les Sony F5 et F55), chaque photosite n'est sensible qu'à une couleur. L'image est donc une matrice de points verts, bleus ou rouges. Il y a donc une juxtaposition des pixels rouge, vert, bleu, et non une superposition comme en argentique.

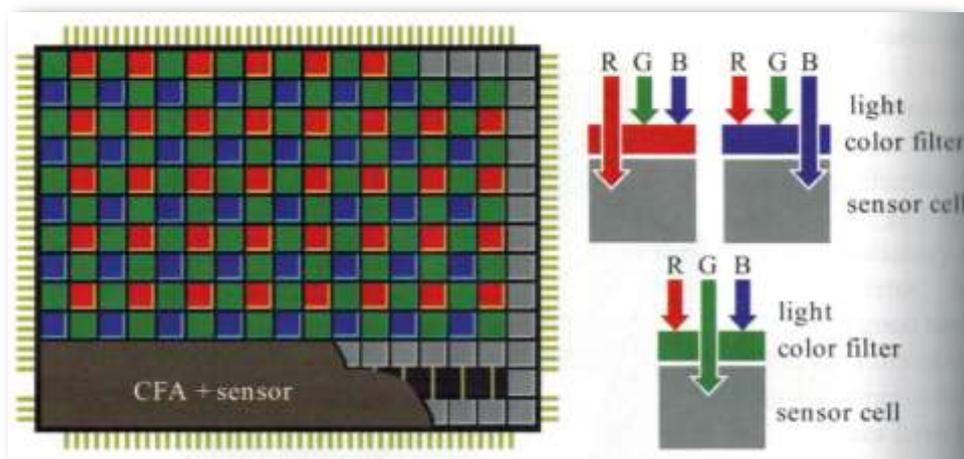


Figure 9 : La matrice de Bayer.

Quatre photosites donnent un pixel dans la *matrice de Bayer* : deux sont verts, un est rouge et le dernier est bleu. La *dé-bayerisation* consiste à interpoler ces quatre photosites pour constituer un pixel de l'image. C'est une opération algorithmique de recombinaison de l'image. Il y a donc toujours une perte de définition par rapport au nombre de photosites. Par exemple, les ingénieurs d'Arri ont optimisé le capteur de l'Alexa pour une interpolation dans un rapport 1,5. Un capteur 3K leur permet de reconstruire une image théorique de 2K sans perte de définition. La société Red a, elle, choisi une autre stratégie. Chaque photosite sert à la dé-bayerisation dans quatre groupes de photosites adjacents donnant quatre pixels différents.

Cooke Optics estime que la mosaïque de Bayer peut diminuer la résolution initiale du capteur de 20 à 50% selon le procédé employé<sup>4</sup>.

## Différences majeures entre numérique et argentique

Tous les capteurs numériques possèdent malgré leurs technologies différentes une nature identique discrète. Leur fonctionnement est ainsi discontinu et borné.

Les photosites sont répartis uniformément sur la surface du capteur selon une certaine fréquence spatiale. Cette fréquence est liée à la définition du capteur. L'image est analysée en chaque point précis formé par la surface sensible du photosite. L'opération répétée point par point forme une trame qui permet de reconstituer une image avec une fréquence d'échantillonnage suffisante. D'après le théorème de Shannon-Nyquist, cette fréquence d'échantillonnage doit être égale ou supérieure au double de la fréquence maximale enregistrée pour éviter tout artefact.

La structure de l'image ne bouge donc pas d'une image à l'autre car la matrice de photosite est fixe, ordonnée en colonnes et lignes de manière régulière et uniforme. La définition et la structure de l'image sont identiques en tout point à chaque image, contrairement à une pellicule argentique où la taille et la place des grains varient aléatoirement.

En outre, une grande partie de la surface du capteur est occupée par les transistors qui effectuent la conversion charge-tension. Ces éléments n'étant pas photosensibles, une partie de la surface du capteur n'est pas dédiée à la captation de la lumière. On appelle le pourcentage de surface photosensible sur un capteur le *coefficient de remplissage*, plus fréquemment appelé *fill factor*. Il s'exprime comme suit :

$$\text{fill factor (\%)} = (S_{\text{photosensible}} / S_{\text{photosite}}) \times 100$$

---

<sup>4</sup> GENIN Guy, Are Your Lenses Good Enough for that 4K High Definition Camera ?, Cooke Optics Limited, 17 mars 2009.

Le fill factor dans un CMOS peut descendre à moins de 50%.

D'autres paramètres peuvent intervenir dans la sensation de netteté que donne une image, comme le bruit ou le traitement d'image (dé-matçriage, renforcement des contours, compression numérique etc...).

## Filtres présents devant la surface photosensible

Les capteurs numériques sont recouverts de filtres servant à pallier les problèmes inhérents à la nature des capteurs numériques. Ils ont chacun une fonction précise.

Le filtre anti-infrarouge empêche les longueurs d'ondes infrarouges d'atteindre le capteur. En effet, les capteurs sont sensibles aux infrarouges, ce qui a pour conséquence une mauvaise reproduction des couleurs et une image « peu naturelle »<sup>5</sup>.

Le filtre passe-bas permet d'éviter les problèmes d'*aliasing*. Il coupe les basses fréquences (donc les détails trop fins) qui pourraient arriver au capteur et empêche ainsi une mauvaise interprétation.

Des filtres anti-réflexions sont également parfois présents. Ils permettent de limiter les réflexions induites par les deux autres types de filtres.

Tous ces filtres sont présents sur l'Arri Alexa<sup>6</sup>.

Les filtres anti-infrarouges et anti-aliasing diminuent la résolution originale du capteur de 24% selon Cooke Optics<sup>7</sup>. Ces différents paramètres ne seront pas abordés dans ce mémoire, faute de temps. Leur influence sera limitée autant que possible dans les différents tests.

---

<sup>5</sup> PESCH Matthias, « a very unnatural image », correspondance par courriel. Cf. annexes.

<sup>6</sup> PESCH Matthias, correspondance par courriel. Cf. annexes.

<sup>7</sup> GENIN Guy, Are Your Lenses Good Enough for that 4K High Definition Camera ?, Cooke Optics Limited, 17 mars 2009.

## CHAPITRE 4     Objectif et capteur numérique

En argentique, l'information est transmise d'un domaine analogique comme l'optique, à un domaine considéré comme également analogique, à cause de la nature aléatoire de l'émulsion. Avec le numérique, l'information est transposée d'un domaine analogique comme l'optique à un domaine discret. Cela implique plusieurs changements sur l'esthétique de l'image finale et donc dans la conception des optiques.

### Capteur réfléchissant

La surface d'un capteur est bien plus réfléchissante qu'une pellicule. Elle est souvent composée de divers filtres optiques (cf. *chapitre précédent*), de microlentilles, et d'un filtre de mosaïque de couleur. Cela a pour conséquence des réflexions parasites multicolores, notamment dans les *flares* (lumière parasite due à une source dans ou proche du champ de la caméra).

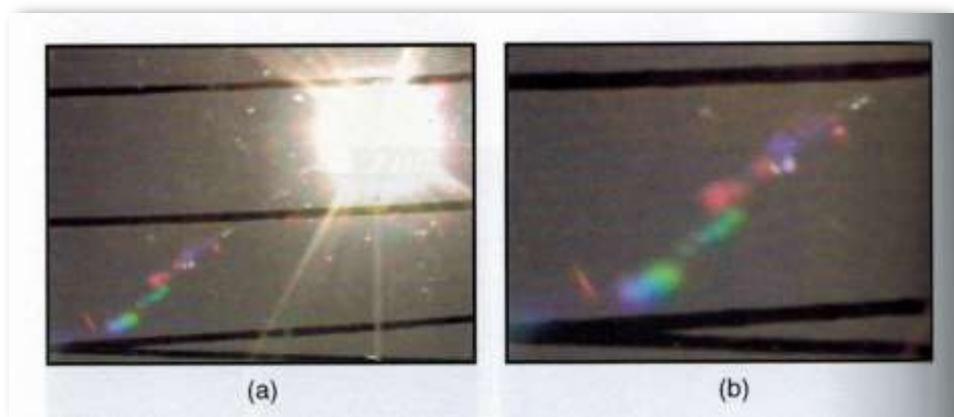


Figure 10 : Exemple d'irisation colorée dans les flares.

Des traitements antireflets appropriés sont donc apposés sur les lentilles arrière des objectifs conçus pour le numérique.

## Microlentilles

En numérique, à cause du faible *fill factor*, certains rayons ne toucheront pas la surface photosensible mais des transistors. Ces rayons sont donc perdus. Pour pallier à cela, comme par exemple sur l'Alexa, on pose sur les surfaces photosensibles des microlentilles dont le rôle est de collecter les rayons voisins. Ainsi, la sensibilité du capteur est augmentée, et plus de détails sont captés.

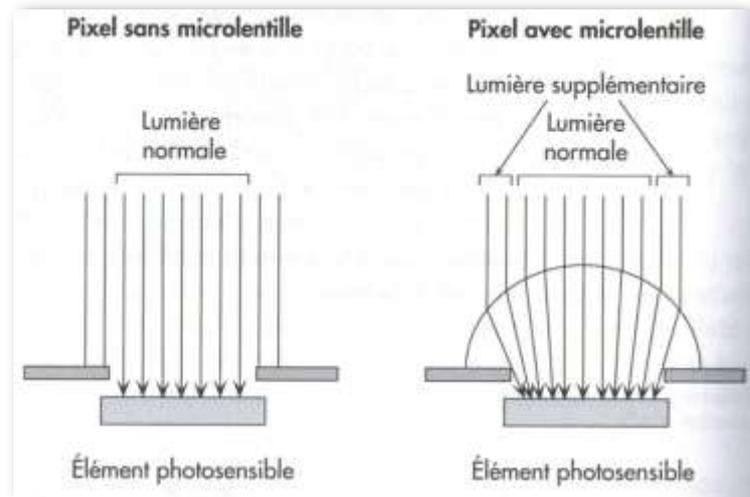


Figure 11 : Importance des micro-lentilles.

Seulement, les microlentilles ont un domaine de fonctionnement assez particulier. L'angle des rayons entrant doit être proche de celui de l'axe l'optique.

## Incidence des rayons

Le problème principal en numérique est l'incidence des rayons. En effet, pour permettre à un maximum de rayons lumineux issus de la pupille de sortie de l'objectif d'être recueillis par les photodiodes, ces rayons doivent s'approcher le plus possible des conditions de Gauss. Ces conditions sont :

- les rayons doivent être les plus parallèles possibles à l'axe optique
- les rayons doivent être les plus paraxiaux possibles (proches de l'axe).

Les rayons marginaux qui arrivent sur le capteur avec un trop grand angle d'incidence ne sont pas bien captés par la surface photosensible. En effet, les photodiodes se trouvent au fond de *puits* de connectique et transistors. L'angle d'incidence des rayons n'est pas une limite infranchissable. Il y aura toujours une image transmise mais le contraste de l'image va chuter dès que l'on dépassera la valeur limite. Cet angle dépend de chaque capteur. Ce problème se ressent notamment lorsque l'on se trouve en valeur limite, en grande ouverture et en courte focale, où l'on a davantage de rayons inclinés et marginaux.

La solution pour limiter ce problème est un système optique télécentrique. On y fait venir les rayons de l'infini afin qu'ils arrivent parallèle à l'axe optique sur le capteur. Pour parvenir à ce but, le principe du collimateur est utilisé. Le faisceau lumineux est resserré sans changer le diaphragme. On rejette donc la pupille de sortie le plus loin possible vers l'avant, sans déplacer les plans principaux. La pupille de sortie est l'image du diaphragme d'ouverture donnée par les lentilles situées derrière lui. Elle détermine donc la taille du faisceau arrivant au capteur, ainsi que l'inclinaison des rayons incidents, suivant sa position.

Les objectifs Cinéma ne sont jamais parfaitement télécentrique, mais tente de s'en approcher.

## Résolution des objectifs

Le pouvoir séparateur en numérique n'est pas le même qu'en argentique. En numérique, la densité de photosites est très importante par rapport à la taille du capteur. On définit comme *pas* la distance qui sépare deux centres de photosites. Elle varie en général entre 7 et 20 micromètres. Il faut donc adapter la résolution des objectifs à cette distance. En se basant sur le théorème de Shannon-Nyquist, la fréquence d'échantillonnage doit être égale ou supérieure à deux fois la fréquence enregistrable par le capteur. Cette fréquence correspond donc à la moitié du pas, afin que le capteur puisse discerner deux détails proches. Les objectifs haute résolution sont donc indispensables en numérique.

Pour l'Alexa, la fréquence de Shannon-Nyquist est de  $43 \text{ lp.mm}^{-1}$  (cf. *Partie 2, Chapitre 2*). Les optiques devront donc avoir une résolution d'au moins  $86 \text{ lp.mm}^{-1}$ . Malheureusement, ces informations sont très difficiles à trouver.

## Définition et piqué

De nombreux opérateurs disent qu'en numérique le plan de netteté paraît plus net qu'en argentique.

En effet, il semblerait que l'absence de granularité, et le bruit peu présent, augmentent la définition visuelle. La fixité parfaite du capteur élimine le léger flou (décalage spatial entre chaque image) causé par l'entraînement mécanique du film photochimique.

En numérique, il n'y a ainsi aucun chevauchement entre les échantillons. C'est-à-dire que l'information que chaque photosite voit et enregistre est une partie unique de l'image. Cela crée un effet de contour autour des bords contrastés. En pellicule, il y a toujours plusieurs grains pour capter le même détail grâce à la superposition des couches sensibles aux différentes longueurs d'ondes. C'est ce mélange d'échantillons dans la pellicule qui va *lisser* les défauts et atténuer le *piqué* de l'image.

En outre, en argentique se produit un phénomène de diffusion de la lumière à l'intérieur des couches d'émulsion de la pellicule. Les couches d'émulsions sont en elles-mêmes un milieu très diffusant. Le rayon lumineux qui pénètre dans l'émulsion s'élargit pour former un cône dans le volume duquel l'image se forme partout où la lumière rencontre des halogénures d'argent<sup>8</sup>.

## Profondeur de champ

La surface photosensible du film est composée de couches d'une certaine épaisseur physique, pour une surface totale de l'ordre de 15 à 25 nm, selon les longueurs d'ondes, alors que le capteur numérique fonctionne sur des cellules photosensibles comprenant une très fine cellule au silicium photosensible, dans laquelle les photons sont captés. Or cette cellule a une épaisseur de 1 à 2 nm, bien plus faible. La tolérance à la mise au point est ainsi beaucoup plus restreinte. Cela entraîne une rupture bien plus grande entre les éléments qui sont considérés comme nets par le capteur de ceux qui sont considérés comme flous. La frontière entre le net et le flou devient ainsi beaucoup plus franche et les images semblent plus piquées. En outre, et surtout, la profondeur de champ est plus faible.

---

<sup>8</sup> FOURNIER J-L, La sensitométrie, les sciences de l'image appliquée à la prise de vue cinématographique.

Le calcul du cercle de confusion doit être adapté en numérique. Il faut réfléchir en termes de traitement d'images et d'informations utiles transmises. La nature discrète et régulière des mosaïques de photosites doit être prise en compte.

Prenons l'exemple de la caméra Arri Alexa. Le pas entre les photosites de son capteur est donné dans les spécifications techniques pour être de  $8,25\ \mu\text{m}$ . On peut donc se dire que le cercle de confusion est de  $0,008\ \text{mm}$  pour l'Alexa. Il s'agit là d'une valeur idéale. Les photosites d'une matrice de Bayer travaillent par groupe de quatre pour reconstruire les informations de couleur. On doit alors considérer que le diamètre du cercle de confusion réel se situe autour de  $16,5\ \mu\text{m}$  (largeur d'un carré de 4 photosites). La sensation de piqué avec une résolution spatiale assez faible comme celle de l'Alexa est moins importante qu'avec d'autres comme la Red Epic (définition de 4K pour une même taille de capteur). On estime donc que le cercle de confusion est plus grand que la valeur théorique. Des applications de smartphone prennent des valeurs comme  $0,0212\ \text{mm}$  (Cine Tool Free) ou  $0,018\ \text{mm}$  (DoF Calc).

# PARTIE 2

## Comparaison technique

# CHAPITRE 1 Choix des optiques testées

Le site web de Panavision-Alga Cinecam<sup>9</sup> liste les films tournés avec du matériel Panavision, classés par année. En 2013, sur 34 films, 8 ont été tournés en pellicule, et 26 en numérique. Sur ces derniers, 15 ont été tournés avec des optiques anciennes (3 en Zeiss Distagon, 2 en Zeiss G.O., 1 en Angénieux HR, 9 en Primo Standard) et 11 avec des optiques plus récentes (3 en Cooke s4, 6 en Master Prime, 1 en Ultra Prime et 1 en Panavision G).

Le directeur de la photographie Antoine Héberlé, interviewé dans *La Lettre* de la CST de juillet 2013 (numéro 146), à propos de son travail sur *Grisgris* de Mahamat-Saleh Haroun tourné en Arri Alexa, éclaire ces statistiques et déclare "depuis que je travaille en numérique, je trouve toujours que l'image est trop définie, trop « sharp». Alors je travaille avec des optiques anciennes, plus « rondes », comme la série Zeiss T 2.1"<sup>10</sup>.

Pour ce mémoire, en regardant ces statistiques et en lisant diverses interviews, j'ai essayé de choisir des optiques s'intégrant dans une pratique actuelle, tout en conciliant divers problèmes techniques, financiers et de disponibilité.

Mon premier choix concernant les optiques récentes s'est porté sur les Arri Zeiss Master Prime. Ceux-ci sont sortis en 2005, et bien que réputés très *froids*, *cliniques* et *piqués*, ils sont assez souvent utilisés. Ils ont par exemple été employés en 2013 sur le tournage de *24 jours* d'Alexandre Arcady, photographié par Gilles Henry avec deux caméras Alexa. A cause de leur succès, et de leur prix, je n'ai pas réussi à me les faire prêter une semaine. Mon choix s'est alors reporté sur les Cooke mini s4/i, qui, d'après la brochure commerciale de Cooke, ont la même qualité que la série Cooke s4. Cette dernière était plus difficile à se procurer que la série mini s4/i.

Concernant les vieilles optiques, mon choix s'est porté sur les Zeiss Grande Ouverture T1.3, souvent citées parmi les *objectifs argentiques* employés à l'heure actuelle.

---

<sup>9</sup> PANAVISION, loueur de matériel Cinéma, Sorties 2013, URL : <http://www.panavision.fr/index.php?page=58>

<sup>10</sup> AFCINEMA, Association de Chefs opérateurs français, Entretien avec Antoine Héberlé, url : <http://www.afcinema.com/Le-directeur-de-la-photographie-Antoine-Heberle-AFC-parle-de-son-travail-sur-Grisgris-de-Mahamat-Saleh-Haroun.html>

## Série Zeiss Grande Ouverture

Ces optiques, sorties en 1985, étaient à l'époque considérées comme très *piquées* se rappelle le chef opérateur Arthur Cloquet, AFC.

Elles sont maintenant considérées comme assez douces, et souvent citées par les chefs opérateurs comme leur permettant de casser la trop grande définition des caméras numériques. Ainsi, Caroline Champetier, AFC, les a utilisées pour réaliser les premiers tests de l'Aaton Pénélope en 8K ou pour *Holy Motors* de Léos Carax (Red Epic 4K). Julien Hirsch, AFC, expliquait au ciné-club Louis Lumière de février 2013 qu'il les employait maintenant tout le temps avec l'Alexa, comme il l'a fait pour *L'exercice de l'Etat* de Pierre Schoeller<sup>11</sup>, ou bien *Bird People* de Pascale Ferran.

## Série Cooke mini s4/i

D'après leur brochure commerciale, les optiques mini s4/i ont tout ce qu'ont les Cooke s4, c'est-à-dire la même résolution, la même qualité optique et la même fiabilité. Leurs différences sont d'être plus petits et plus léger, le tout pour un prix lui aussi plus petit. Ils sont également interchangeables pour la pellicule comme pour le numérique jusqu'à et même au-delà du 4K. Il s'agit là d'une des rares références à un emploi d'optique en numérique et surtout jusqu'à et au-delà du 4K dans une brochure commerciale.

Ces optiques ont par exemple été utilisées par le chef opérateur Julien Poupard, AFC, sur le film *Party Girl* de Claire Burger, Marie Amachoukeli et Samuel Theis, sorti en 2014<sup>12</sup> ou bien *Zero Dark Thirty* de Kathryn Bigelow, photographié par Greig Fraser, ACS, en Alexa (Cooke s4).

---

<sup>11</sup> AFCINEMA, Association de Chefs opérateurs Français, Entretien avec Julien Hirsch, URL : <http://www.afcinema.com/Entretien-avec-le-directeur-de-la,6903.html>

<sup>12</sup> AFCINEMA, Association de Chefs opérateurs français, Entretien avec Julien Poupard, URL : <http://www.afcinema.com/Le-directeur-de-la-photographie-Julien-Poupard-parle-de-son-travail-sur-Party-Girl-de-Marie-Amachoukeli-Claire-Burger-et-Samuel-Theis.html>

## CHAPITRE 2 Comparaison dans le plan de netteté

### La Fonction Transfert de Modulation

Nous avons vu précédemment que le contraste et le pouvoir séparateur sont liés. Notre perception humaine de la netteté dépend du contraste.

La *Fonction Transfert de Modulation (FTM)* est une méthode qui permet de mesurer objectivement la résolution, tout en tenant compte du contraste. La FTM est fréquemment utilisée pour évaluer la qualité d'une optique. Elle s'exprime en % par rapport à la fréquence spatiale en paire de lignes par millimètres. Cette mesure permet de déterminer la capacité d'un objectif à transmettre des détails importants (fréquence spatiale élevée).

Ce système de mesure est semblable à celui des électroniciens. Il fonctionne par comparaison du signal en entrée et de sa réponse à travers le système, en sortie.

Le principe de base est d'exposer le système à tester à des mires sinusoidales. Le pas de ces mires suit une fonction sinusoidale. Les paires de lignes (chacune composée d'une ligne noire et d'une blanche) sont de plus en plus proches. Le signal envoyé est carré.

En sortie, le signal sera déformé par le système, et donc moins « carré ». Il est alors décomposé en sinusoides de fréquences connues. Cette opération se nomme *transformée de Fourier* ou *analyse harmonique*. Elle permet ainsi de connaître la comparaison des modulations d'un signal à l'entrée et à la sortie d'un système optique.

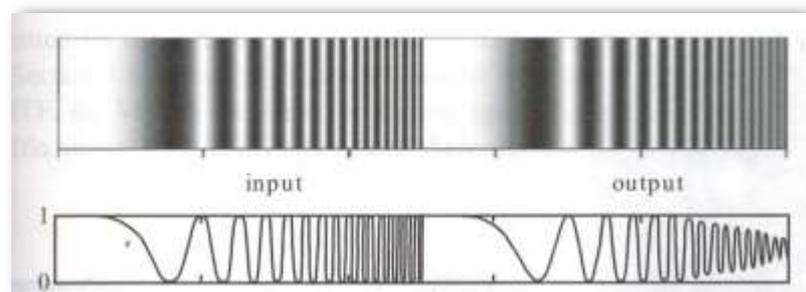


Figure 12 : Représentation et signal des fonctions sinusoidales objet (*input*) et image (*output*).

La transmission varie avec une fonction de la forme :

$$T = T_o + T_x \times \sin(2\pi \times N_x x)$$

Avec :

- $T_o$  et  $T_x$  les demi-amplitudes donnant les facteurs de transmission pour chaque fréquence,
- $N_x$  la fréquence spatiale (cycles/mm ou paires de ligne / mm).

L'image de la mire est aérienne et suit la même loi que l'objet, mais avec une perte d'information que l'on mesure par ses modulations affaiblies.

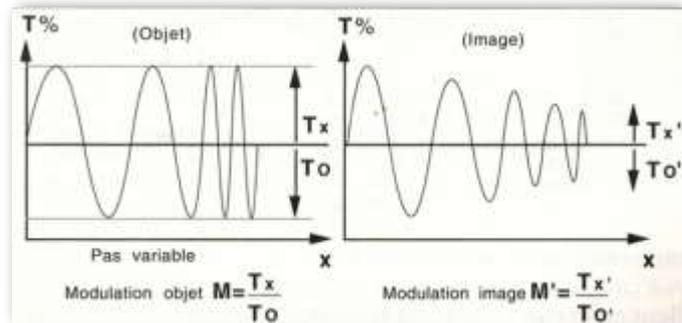


Figure 13 : Signal des fonctions sinusoïdales objet et image.

Les modulations sont données par les équations :

$$\text{Modulation objet } M = T_x / T_o$$

$$\text{Modulation image } M' = T_x' / T_o'$$

La fonction de transfert de modulation est en fait le rapport  $M' / M$  pour différents pas de mires. Cette fonction est évaluée en pourcentage et une courbe peut la représenter en fonction de la fréquence spatiale. La FTM peut parfois excéder 100% pour certaines fréquences, lorsque la netteté d'une image a été augmentée par exemple. Elle peut aussi être négative si un changement de phase intervient dans l'image.

En théorie, un objectif parfait aurait une courbe FTM correspondant à une droite horizontale de 100% quelle que soit la fréquence. Cependant, la *courbe théorique de FTM* tient compte de la diffraction. Elle ne tient compte d'aucune autre aberration. Plus un objectif se rapproche de la courbe théorique, plus il est bon.

La limite théorique pratique est atteinte lorsque la FTM descend en dessous de 10%, voire 20%, à cause de phénomènes comme les aberrations. Ces taux permettent ainsi de déterminer la *fréquence de coupure*.

Il existe une très forte corrélation entre la FTM et la résolution.

De manière simplifiée, on peut dire qu'une FTM élevée à haute fréquence indique un grand piqué, et une grande FTM pour une fréquence moyenne indique une bonne reproductibilité de contraste pour des objets ordinaires. Plus le taux de modulation est élevé, plus l'objectif est capable de discerner des éléments dont le contraste est faible. Les basses fréquences donnent du contraste alors que les hautes fréquences donnent du détail.

Les résultats de FTM sont toujours à pondérer. En effet, ils dépendent des distances d'utilisation, de la lumière, du diaphragme, de la focale et du champ étudié.

## Mesure de la FTM par le logiciel DxO Analyzer

DxO Analyzer est un logiciel qui permet de mesurer les performances d'un appareil photographique. Pour cela, il analyse les images des mires de tests effectuées avec le système appareil-objectifs à étudier. Ce logiciel caractérise ainsi la combinaison d'un objectif, du capteur et du traitement d'image appliqué, dans une configuration précise de paramètres techniques (diaphragme, sensibilité, espace colorimétrique etc.).

Après plusieurs tests effectués à l'école, les résultats semblaient fluctuer légèrement. Il est quand même intéressant de travailler avec DxO dans la mesure où toutes les mesures sont effectuées dans les mêmes conditions, et servent principalement de comparaison plutôt que de données brutes.

DxO Analyzer se sert de la norme ISO 12233 utilisant une image aux bords inclinés pour estimer la FTM (*Figure 14*). Cette méthode consiste à extraire le profil exact des transitions entre les motifs noirs et blancs inclinés, au pixel près. La dérivée de ce profil donne la fonction *Line Spread Function (LSF)* de l'appareil photo. La FTM est obtenue par la modulation de la *transformée de Fourier* de la LSF.

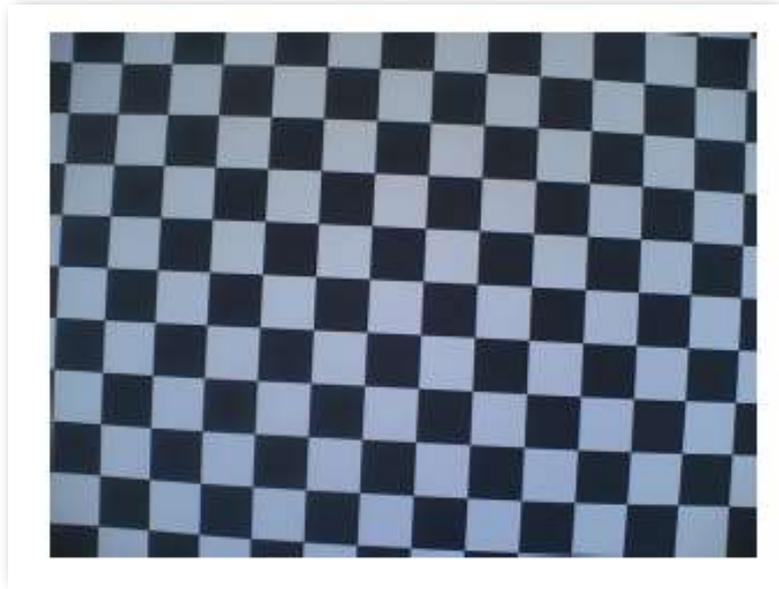


Figure 14 : Mire servant à la mesure de la FTM

La FTM est mesurée sur 15 positions différentes du champ, comme montré sur la *figure 15*. Pour chaque position, la FTM est enregistrée dans les directions verticales et horizontales, ainsi que dans chaque canal de couleur (R, G et B).

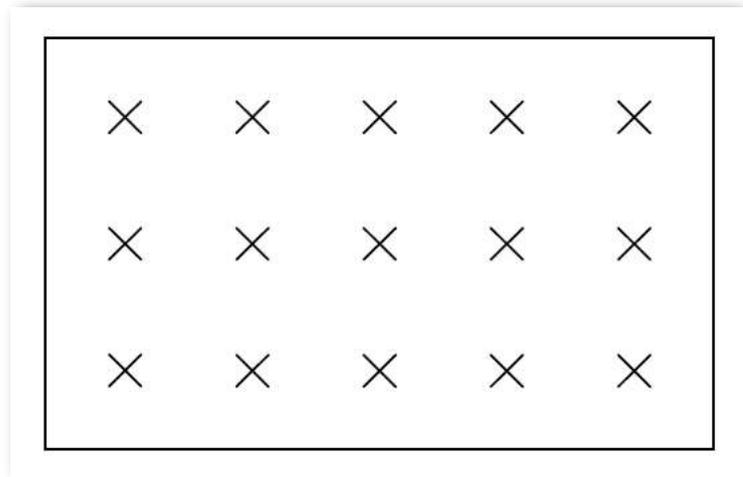


Figure 15 : Positions où est mesurée la FTM dans le champ

Les courbes FTM proposées par DxO Analyzer sont données en pourcentage selon la fréquence exprimée en cycle par pixel. La fréquence de Nyquist est de un cycle pour deux pixels, ou bien un demi-cycle par pixel. La conversion en paires de lignes par millimètres est donnée en divisant la longueur d'un capteur par le nombre de pixels qu'il contient sur sa longueur.

Calcul de la fréquence de Nyquist de l'Alexa :

- Taille du capteur (surface enregistrée) : 23,76 x 13,365 mm
- Nombre de pixels : 2048 soit 1024 paires de lignes.
- $1024 / 23,76 \times 10^{-3} = 43 \text{ lp.mm}^{-1}$ .

DxO Analyzer donne des courbes FTM concernant les mesures au centre de l'image, ainsi qu'à mi-distance entre le centre et les bords, sur les bords et dans les angles. Un graphique 3D donne également la FTM en fonction du champ radial.

DxO Analyzer propose également des valeurs clés. Concernant la FTM, elles sont :

- la FTM à la moitié de la valeur de Nyquist, soit à la fréquence spatiale de 0,25 cycle/pixel ( $MTF@Nyquist/2$ ).
- la FTM à 1/16<sup>ème</sup> de la valeur de Nyquist, soit la valeur proche de zéro ( $MTF@Nyquist/16$ ). Cette valeur est liée à la mesure de  $BxU$ , décrite au chapitre suivant.
- la valeur de fréquence lorsque la FTM est à 50% ( $MTF50$ ).

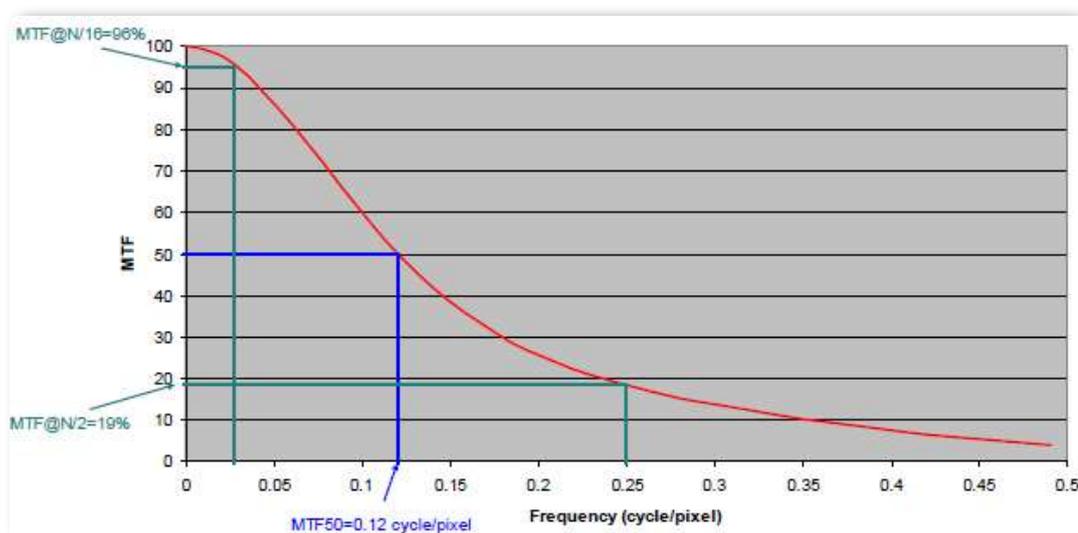


Figure 16 : Valeurs clés de la mesure de FTM par DxO Analyzer

La limite de résolution est donnée par DxO Analyzer pour une FTM à 10%. En effet, DxO Labs, considère que le système humain n'est pas capable de distinguer des contrastes en-dessous de 10%.

## Protocole des mesures FTM par DxO

D'après Laurent Chanas, ingénieur chez DxO Labs, c'est la première fois que DxO est utilisée avec une caméra de D-Cinéma et non un appareil photo. Au vu des critères de DxO, les résultats risquent d'être variables et peut-être non valables, ils en restent utiles malgré tout. Mon but ici n'est pas d'obtenir des données brutes comparables à ce qui a déjà été fait avec DxO Analyzer, mais de toujours utiliser le même protocole afin de pouvoir comparer les résultats les uns aux autres.

Des photographies fixes prises directement par la caméra Arri Alexa (*grabs\**) ont été utilisées et non des images extraites d'un fichier vidéo, pour des raisons de simplicité technique. En effet, DxO ne prend que des fichiers Raw, Tiff ou Jpeg. Or extraire une image d'un fichier vidéo pour ensuite la convertir en TIFF implique un encodage supplémentaire. L'inconvénient est que le fichier TIFF obtenu directement avec la caméra est en RGB 16bits, alors qu'un fichier vidéo est généralement en ProRes\*<sup>13</sup> 444\*, soit dans l'espace couleur du Rec709\*, et en 12 bits maximum, avec un contraste en log C\*. Les *grabs* sont donc moins limitant qu'un fichier vidéo classique.

La caméra Arri Alexa a été paramétrée selon les paramètres utilisés dans la PPM, soit à une sensibilité de EI 400, et un diaphragme de 4.

La mire a été correctement plaquée contre un mur. Elle a été éclairée de manière uniforme, à 1/10<sup>ème</sup> de diaphragme près.

La caméra a été mise à une distance de la mire correspondant à une gravure précise de la bague de mise au point. La mire devait apparaître au maximum dans le champ, et couvrir le champ entier. Un *bracketing* de mise au point a été effectué afin de pallier au fait qu'une optique puisse être mal calée.

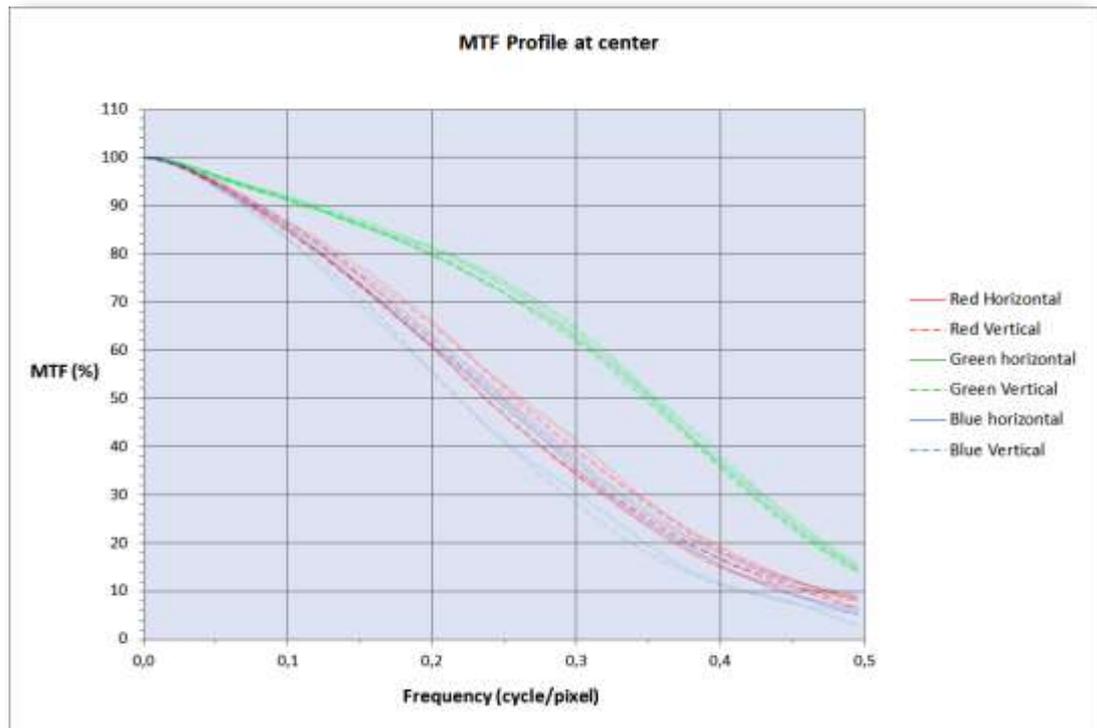
---

<sup>13</sup> Les mots suivis d'un astérisque\* sont expliqués dans le glossaire page 82.

## Résultats des mesures FTM par DxO

Si l'on compare les différentes focales de la série Zeiss entre elles (*figure 17*), on s'aperçoit que la série est homogène. Les focales 25mm et 35mm sont dans la moyenne. La courbe FTM du 50mm est légèrement au-dessus des autres, alors que celle du 85mm est un peu en-dessous. Ces variantes sont probablement à inclure dans la marge d'erreur possible.

Les principales différences se situent dans la réponse du vert.



*Figure 17 : Comparatifs des courbes MTF des objectifs Zeiss GO*

La série d'objectifs Cooke mini s4/i paraît elle aussi homogène (*figure 18*), même si les différences paraissent plus prononcées. La courbe du 25mm et surtout celle du 50mm sont légèrement au-dessus des autres, celle du 32mm semble dans la moyenne, et celle du 75mm est légèrement en-dessous.

Les principales différences se situent là aussi dans la réponse du vert.

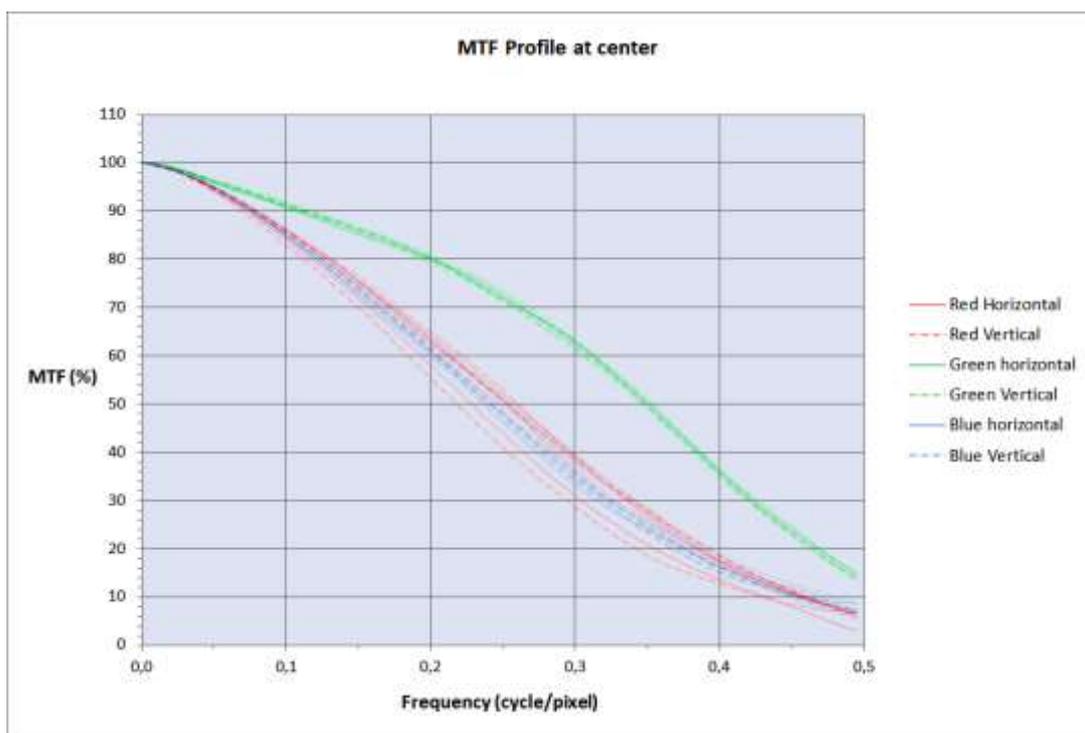


Figure 18 : Comparatifs des courbes MTF des objectifs Cooke mini s4i

Les résultats des Cooke sont très comparables à ceux des Zeiss.

La meilleure réponse dans les verts pourrait s'expliquer par les caractéristiques propres du capteur de l'Alexa. En effet, le capteur de l'Alexa est composé de deux fois plus de photosites verts que de bleus et rouges (*Partie 1, Chapitre 3*), ce qui pourrait peut-être expliquer une meilleure réponse dans les verts. Selon l'interpolation employée dans l'encodage TIFF de l'Alexa, le vert peut rester dominant d'après Laurent Chanas.

La comparaison focale par focale entre la série Zeiss et la Cooke montre très peu de différences (*figures 19 à 22*). Leurs courbes FTM sont assez semblables. Seule la comparaison des 50mm apporte une différence notable : le 50mm Zeiss a une courbe légèrement meilleure que celle du Cooke.

Les résultats chiffrés donnent également des chiffres très similaires en ce qui concerne la limite de résolution. Elle est très souvent d'environ 37 lp.mm<sup>-1</sup>. Ce chiffre est très proche de la fréquence de Nyquist de l'Alexa (43 lp.mm<sup>-1</sup>). On peut donc légitimement penser que le capteur de l'Alexa est l'objet limitant dans cette expérience, ce que confirme Laurent Chanas de DxO Labs. Il est donc impossible avec cette expérience de déterminer quelle série a la meilleure résolution. Ce qui est sûr, c'est que les deux séries apparaissent suffisamment résolues pour le capteur de l'Alexa.

Pour comparaison, la limite de résolution de la pellicule Kodak Vision 3 5213 semble plutôt être autour de 70 lp.mm<sup>-1</sup> d'après la brochure commerciale de celle-ci.

Les résultats chiffrés permettent cependant de montrer que dans les coins, les Cooke donnent de meilleurs résultats. Leur limite de résolution est plus importante que celle des Zeiss : en moyenne 0,4975 cycle/pixel contre 0,4825 cycle/pixel à MTF 10%. Ainsi, les Cooke semblent être plus homogènes sur toute leur surface.

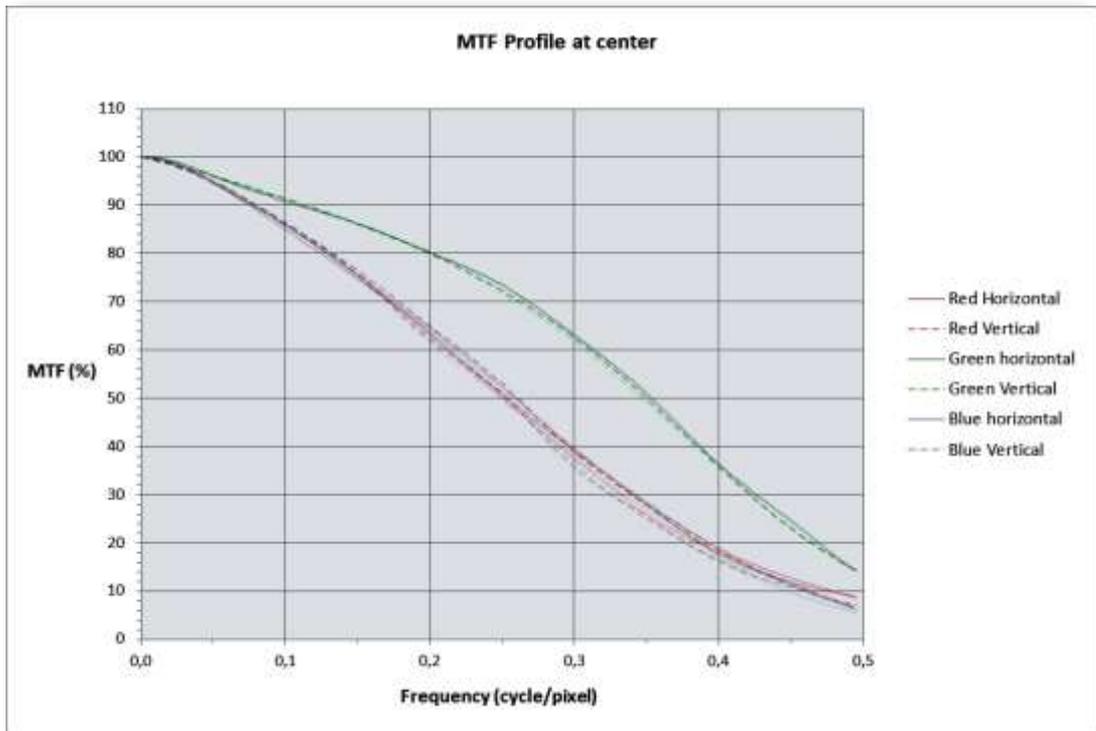


Figure 19 : Comparatif des courbes FTM des 25mm Zeiss (en couleur) et Cooke (en noir).

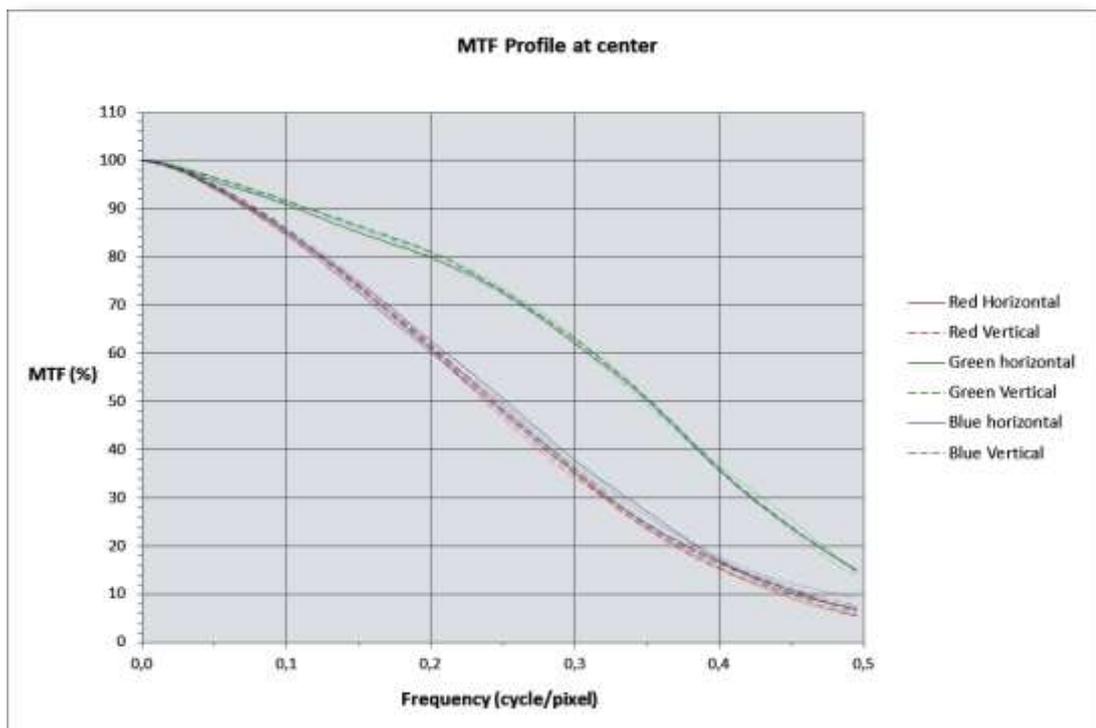


Figure 20 : Comparatif des courbes FTM des 35mm Zeiss (en couleur) et 32mm Cooke (en noir).

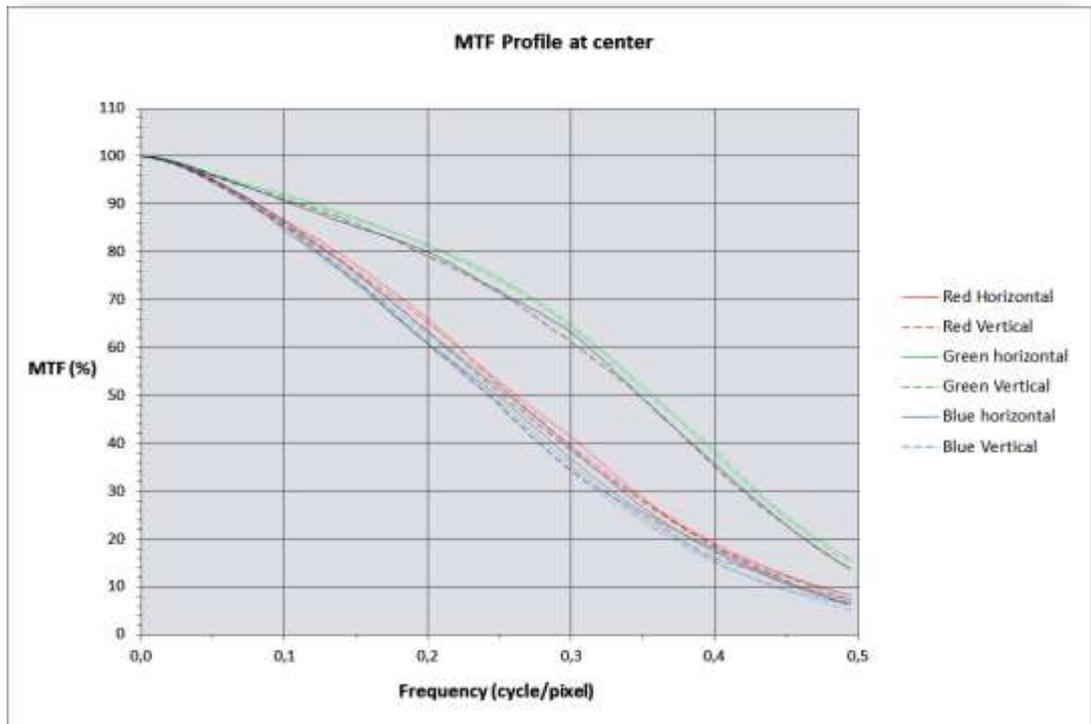


Figure 21 : Comparatif des courbes FTM des 50mm Zeiss (en couleur) et Cooke (en noir)

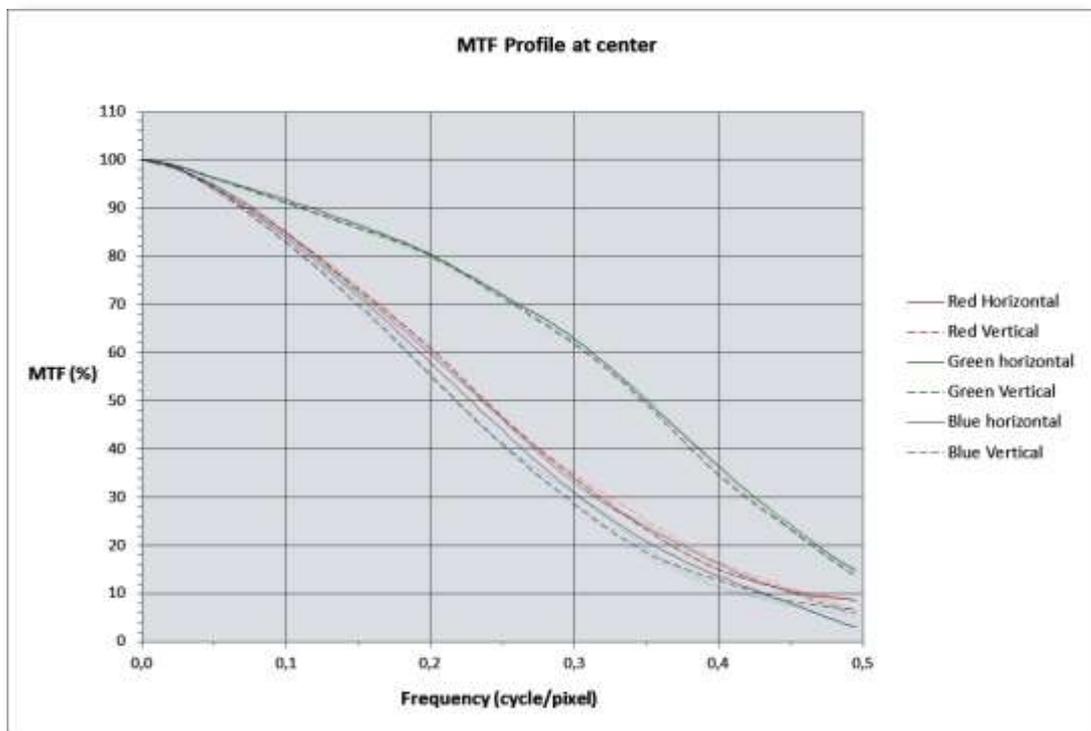


Figure 22 : Comparatif des courbes FTM des 85mm Zeiss (en couleur) et 75mm Cooke (en noir).

## Principe de la mesure BxU par le logiciel DxO Analyzer

Pour DxO Labs, qui a conçu DxO Analyzer, la mesure de FTM ne suffit pas. L'exemple ci-dessous est montré dans le manuel afin de démontrer qu'à pouvoir séparateur égal (ici 13 lp/mm), le flou perçu peut être différent.

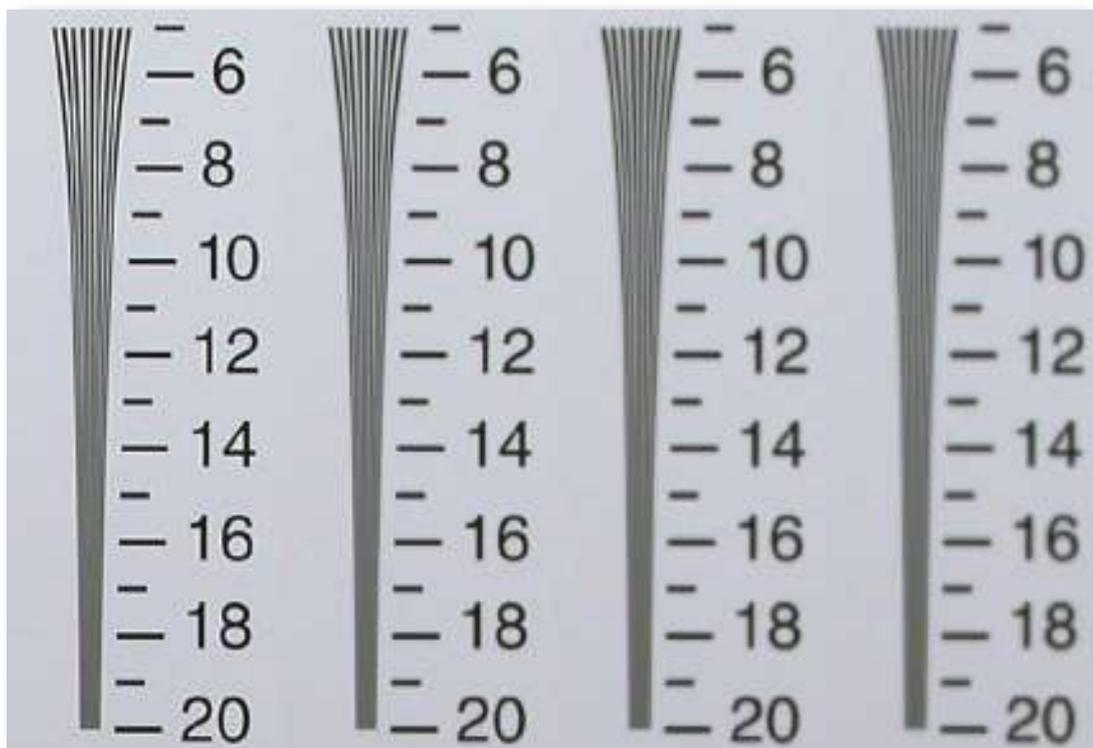


Figure 23 : La pouvoir séparateur est le même sur toute l'image, mais le flou perçu augmente de la gauche vers la droite.

Pour compléter la mesure de FTM, le logiciel DxO Analyzer propose donc la mesure du *flou perceptif* (*Perceptual Blur*). Il s'agit de déterminer le *facteur de flou* (*blur factor*) qui exprime la dégradation d'une image numérique par étalement d'un point spécifique. Il synthétise la courbe FTM en un chiffre unique ce qui permet des comparaisons plus faciles. Ce chiffre est une *unité de flou* (*blur unit*) ou *BxU* et s'exprime en pixels carrés (pixels<sup>2</sup>).

Alors que la méthode d'expression de la *netteté* (*sharpness*) est en lp.mm<sup>-1</sup> et est une mesure des hautes fréquences, BxU mesure le comportement de la courbe FTM dans les basses fréquences. Cela correspond exactement à la perception des détails par l'œil humain.

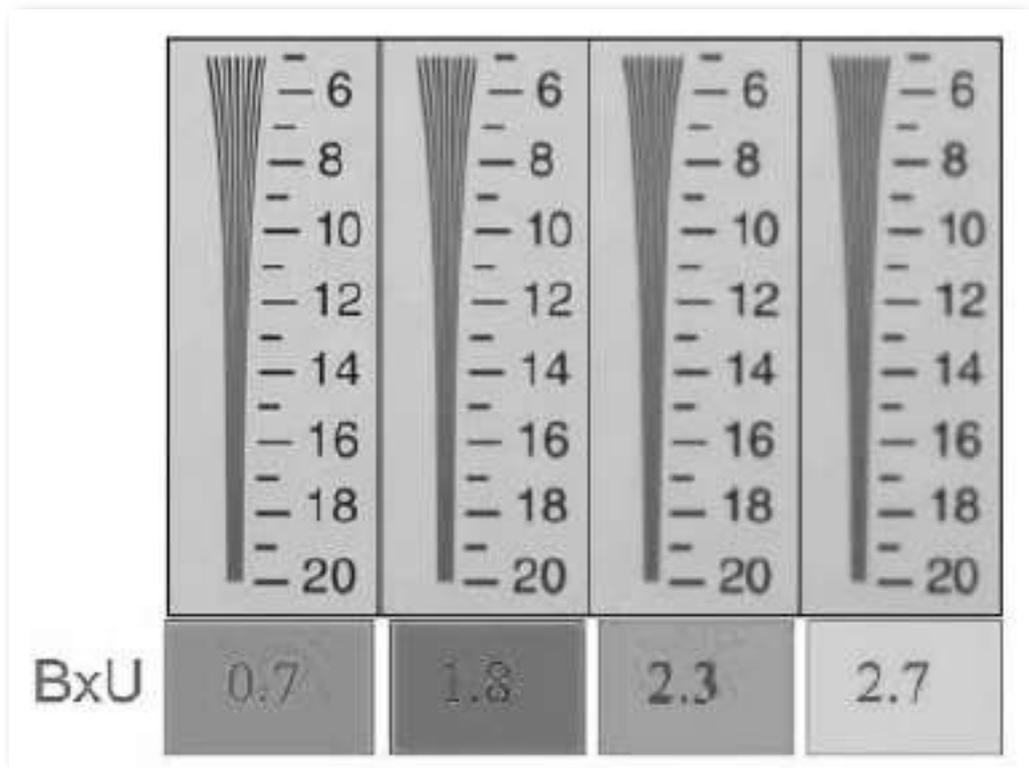


Figure 24 : Les motifs ont la même limite de résolution mais pas la même valeur de  $BxU$ .

DxO utilise une charte de points noirs sur fond blanc pour mesurer la  $BxU$ . Des valeurs sont enregistrées en plusieurs positions du champ, pour chaque canal R,G et B. L'image analysée est comparée à une image binaire sur laquelle a été appliqué un effet de flou gaussien. La valeur de  $BxU$  correspond à la valeur de flou gaussien appliquée à l'image binaire afin d'obtenir la même quantité de flou. La précision de la mesure est de plus ou moins 5%.

<b><math>BxU</math> (en pixels<sup>2</sup>)</b>	<b>Niveau de netteté</b>
Entre 0 et 0,5	L'image est trop nette
Entre 0,5 et 1,5	L'image est nette
Entre 1,5 et 2,5	L'image est légèrement floue
Entre 2,5 et 3,5	Le flou est visible
Entre 3,5 et 4,5	Le flou est important
Au-delà de 4,5	Le flou est trop important

Figure 25 : Echelle de mesure de  $BxU$

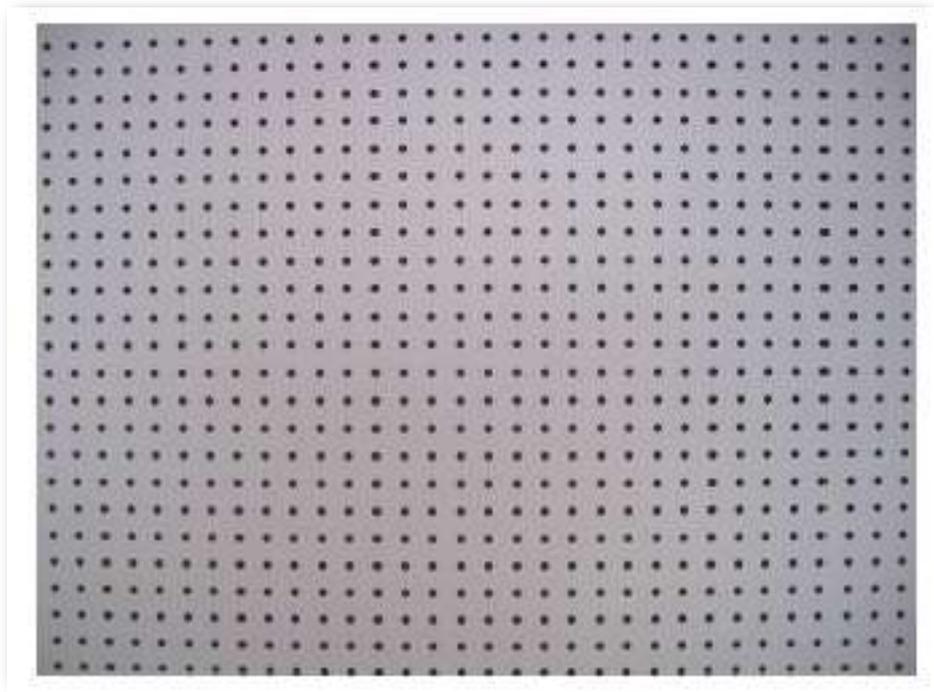


Figure 26 : Charte utilisée pour la mesure de BxU.

## Résultats des mesures BxU par DxO Analyzer

Concernant ce paramètre également, la série Zeiss paraît plus homogène que la série Cooke. La moyenne de pixels<sup>2</sup> pour la série Zeiss va de 1,45 à 1,53 alors que pour la série Cooke elles vont de 1,46 à 1,65.

Cependant, les résultats suivent la même tendance d'une série à l'autre. Le 25 et le 50 sont les plus « nets » alors que les 32/35mm et 75/85mm le sont moins.

La valeur moyenne pour les objectifs Cooke est légèrement supérieure à celle des Zeiss. Les Cooke seraient donc perçus comme légèrement « moins nets » dans le plan de netteté, donc moins *définis*.

Les mesures des Zeiss et Cooke se trouvent à la limite de 1,5 établie par DxO entre les catégories « l'image est nette » et « l'image est légèrement floue ». Ces deux séries seraient donc assez similaires, *peu nettes, peu définies* et donc plutôt *douces*.

Série	Focale	Channel	Centre		Coins	
			BxU	Moyenne	BxU	Moyenne
Cooke	25	r	1,55	1,46	1,72	1,75
		g	1,14		1,31	
		b	1,68		2,22	
Cooke	32	r	1,78	1,59	2,06	1,90
		g	1,12		1,29	
		b	1,87		2,34	
Cooke	50	r	1,59	1,50	1,65	1,53
		g	1,17		1,16	
		b	1,75		1,78	
Cooke	75	r	2	1,65	2,34	1,87
		g	1,14		1,27	
		b	1,81		2,01	
Zeiss	25	r	1,67	1,48	2,01	2,13
		g	1,13		1,92	
		b	1,64		2,45	
Zeiss	35	r	1,76	1,53	1,69	1,62
		g	1,12		1,36	
		b	1,72		1,82	
Zeiss	50	r	1,53	1,45	1,72	1,60
		g	1,11		1,24	
		b	1,71		1,83	
Zeiss	85	r	1,6	1,53	1,68	1,63
		g	1,14		1,24	
		b	1,85		1,98	
COOKE			1,55	1,55	1,7625	1,76
ZEISS			1,49833	1,50	1,745	1,75

# CHAPITRE 3 Comparaison hors plan de netteté

## Le flou

Nombre de chefs opérateurs disent choisir des objectifs en fonction de leur définition, mais également en fonction de leur qualité de flou.

Les flous peuvent être caractérisés par leur forme, ou *bokeh*, ainsi que par leur taille. C'est à ce dernier paramètre que nous allons nous intéresser dans ce chapitre.

A la taille des flous est liée la notion de transition entre flou et net. Nous avons vu dans la première partie de ce mémoire que cette transition n'est pas franche. Il y a un continuum. Cependant, cette transition peut être différente d'un objectif à l'autre. Elle peut être douce et lente, ou bien très dure et rapide. Cela influence bien entendu l'esthétique de l'image finale.

Grâce à des formules optiques et représentations diverses, il est possible de représenter la courbe théorique des flous, exprimant le grandissement relatif de la taille des flous en fonction de la distance de mise au point. Le cercle de confusion permet alors de déterminer la zone de profondeur de champ, comme on peut le voir sur la *figure 28*.

On remarque qu'au-delà d'une certaine distance les flous n'évoluent que très peu, alors qu'ils évoluent de manière très forte en avant de la mise au point.

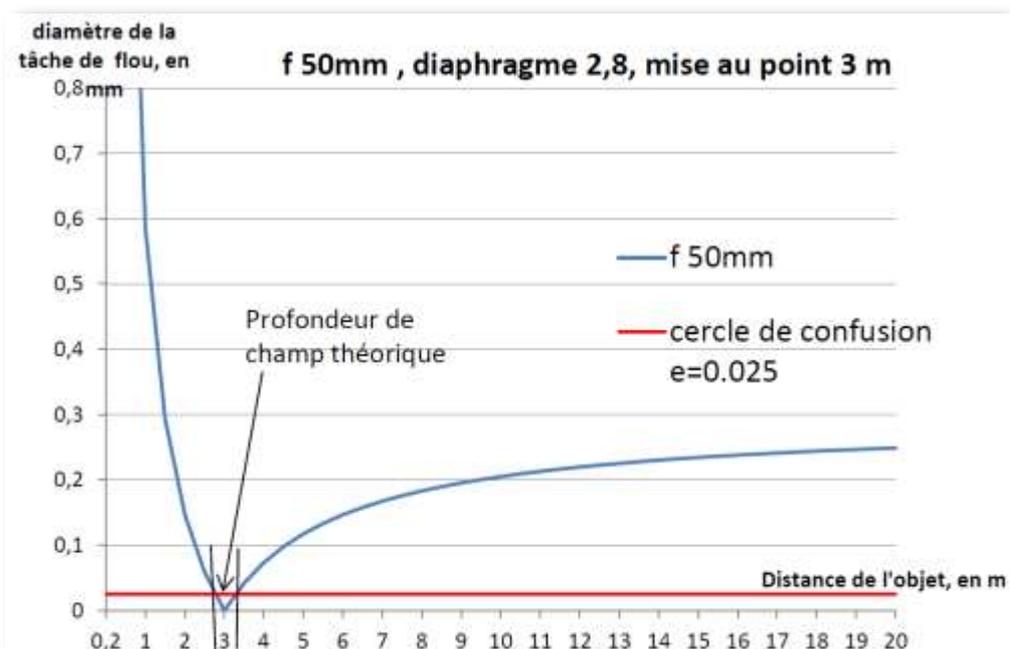


Figure 28 : Evolution théorique du diamètre d'une tâche de flou selon la position de l'objet dans l'espace.

## Le Flounetoscope



L'idée de réalisation d'un banc de mesure du flou d'un objectif a été développée il y quelques années par Pascal Martin dans sa thèse sur la quantification du flou. Il en a réalisé un premier prototype opérationnel mais difficilement exploitable car non piloté. Marie-Anne Rabier, dans le cadre d'un mémoire de fin d'études à l'ENS Louis Lumière, en section photographie, a amélioré ce prototype en le rendant pilotable par ordinateur. Sous l'initiative de Pascal Martin, un projet de recherche a été déposé au Labex Arts H2H, en partenariat de recherche avec l'université Paris 8. Grâce au budget ainsi débloqué, Florian Berthelot, dans le cadre de son mémoire de fin d'étude à l'ENSL, en section cinéma, aidé de Geogres Harnack, a mis au point un nouveau prototype totalement opérationnel et fonctionnel, dénommé *Flounetoscope*.

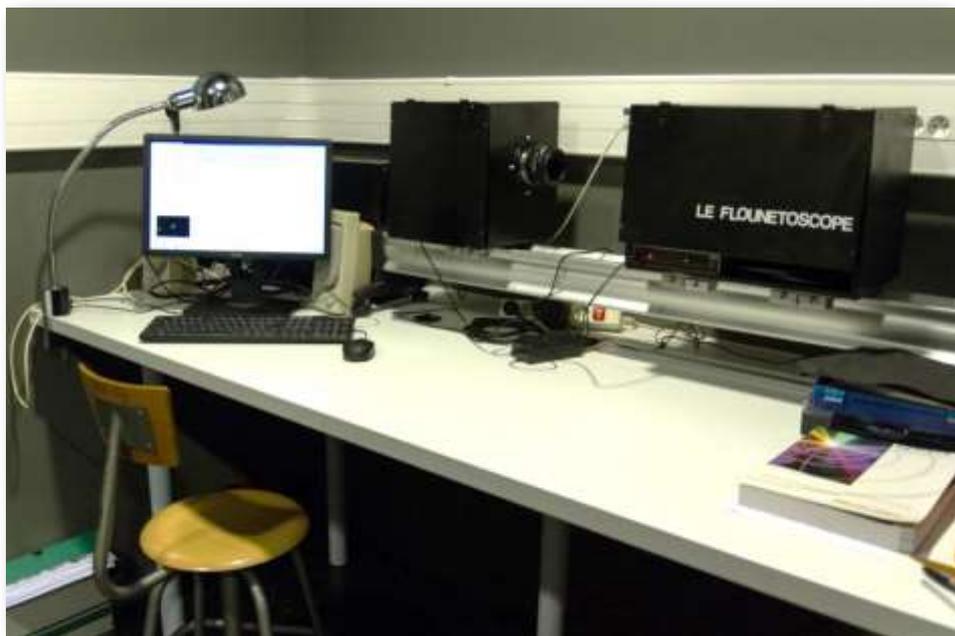


Figure 29 : Le Flounetoscope

De gauche à droite : ordinateur de contrôle, banc de mesure (bloc capteur et bloc source).

Son principe de réalisation consiste à faire se déplacer un objet lumineux (disque) sur l'axe optique d'un objectif, d'une distance très proche (0,2m) à une distance très lointaine (30m). Ce premier objectif sert de collimateur et renvoie ainsi l'image du disque lumineux vers l'objectif à étudier. Derrière ce dernier se trouve un capteur situé précisément au plan foyer.

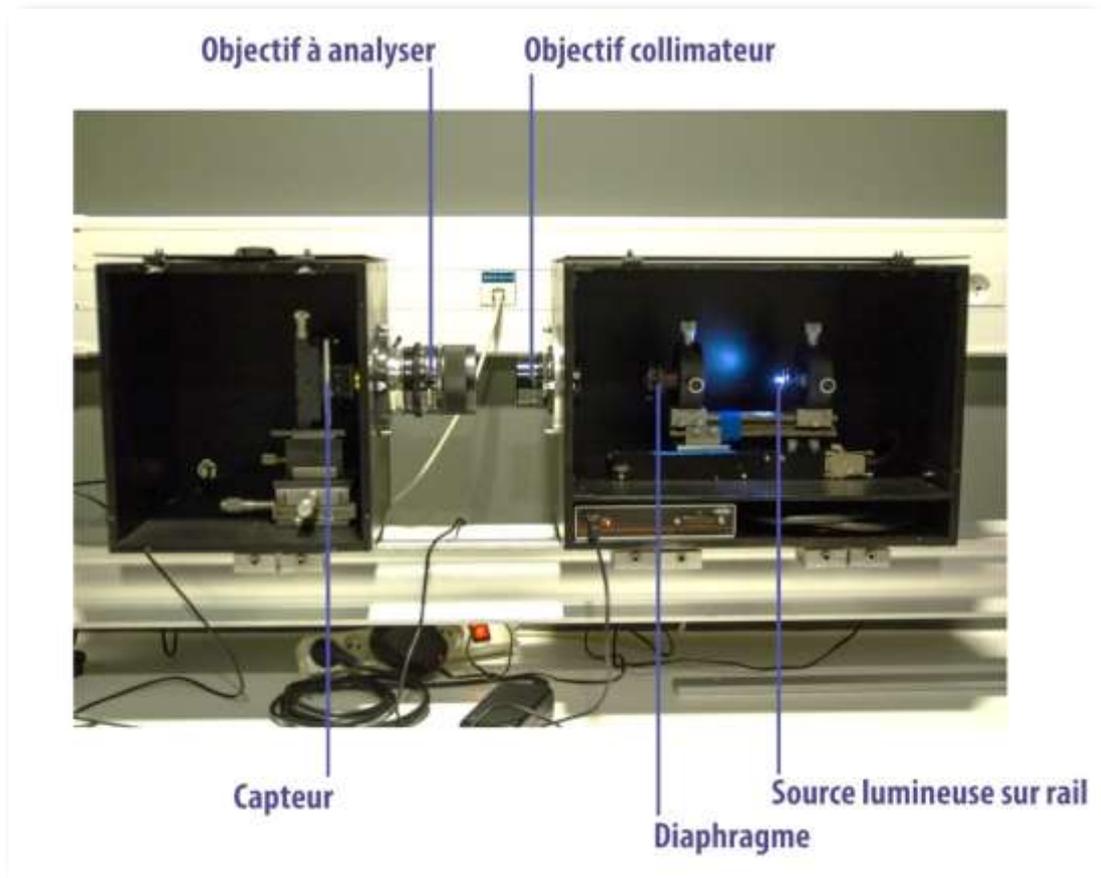


Figure 30 : Les éléments du Flounetoscope.

Le Flounetoscope permet ainsi de mesurer pour une configuration technique d'objectif précise (diaphragme et mise au point) la taille de la tâche de flou obtenue pour chaque distance. Une courbe de l'évolution du flou dans la profondeur pourra ainsi être donnée (figure 31).

Un logiciel unique gère le pilotage de la source, l'acquisition du capteur et l'analyse des résultats.

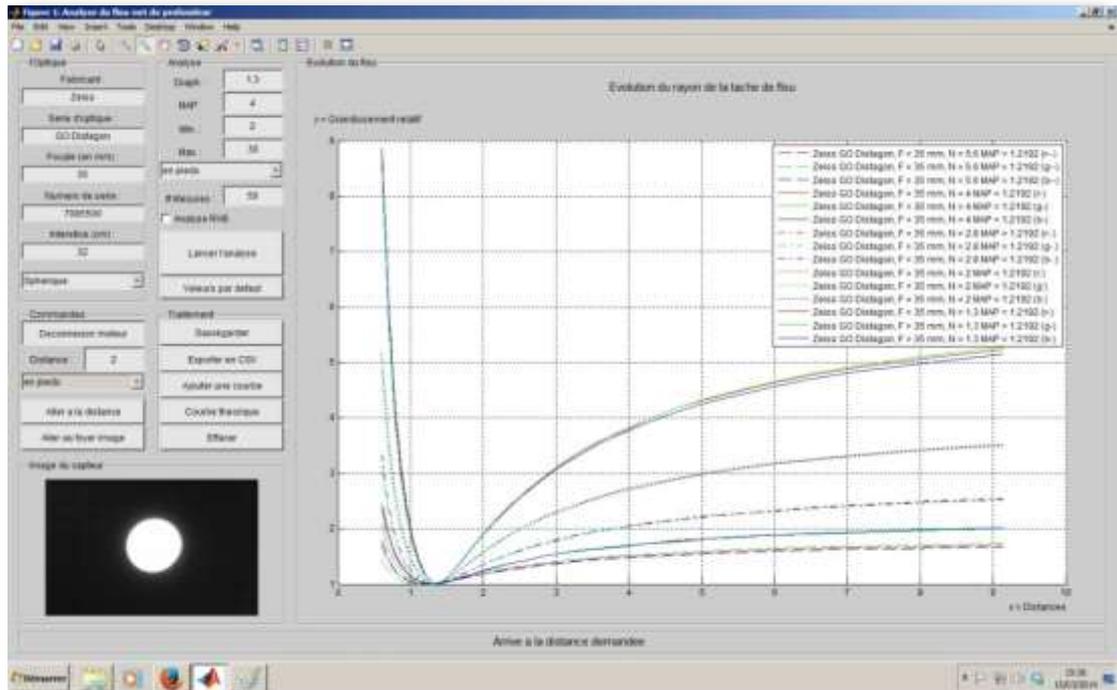


Figure 31 : Capture d'écran du logiciel de commande et d'analyse du Flounetoscope.

## Résultats des mesures au Flounetoscope

Lorsque l'on installe les objectifs à tester sur le Flounetoscope, la première chose que l'on remarque est la forme de la tâche de lumière obtenue. En effet, comme on peut l'observer sur les *figures 32* et *33*, la tâche obtenue par les Cooke mini s4i est moins arrondie que celle obtenue par les Zeiss GO. Cela se ressent très probablement à l'image.

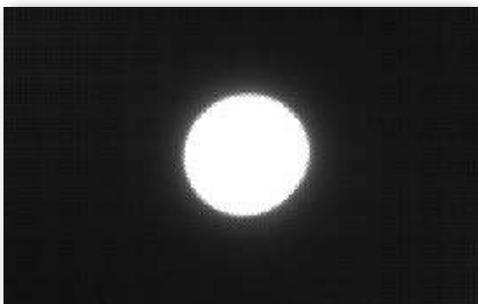


Figure 32 : image de la tâche lumineuse donnée par un Zeiss GO 35mm



Figure 33 : image de la tâche lumineuse donnée par un Cooke mini s4i 32mm.

L'analyse comparative des courbes de grandissement relatif de la tâche de flou des Zeiss G.O. et Cooke mini s4/i montre deux grandes différences principales.

Autour du plan de mise au point, les Zeiss semblent plus *piqués*. La taille de la tâche de flou évolue plus rapidement en fonction de la distance que pour les Cooke. La zone de profondeur de champ, la zone où la taille de la tâche de flou est inférieure au cercle de confusion, est donc plus importante sur les Cooke que sur les Zeiss. On peut donc supposer qu'avec les Zeiss, la zone de transition entre flou et net paraît plus franche.

En s'éloignant du plan de mise au point, les Cooke sont *plus flous* que les Zeiss. La taille de la tâche de flou est beaucoup plus grande chez les Cooke que chez les Zeiss. On peut ainsi supposer que les Cooke apparaîtront plus définis que les Zeiss car, par comparaison, leurs flous sont plus importants.

Il est maintenant intéressant de voir si ces constatations se répercutent dans la vision que le spectateur peut avoir d'images de cinéma.

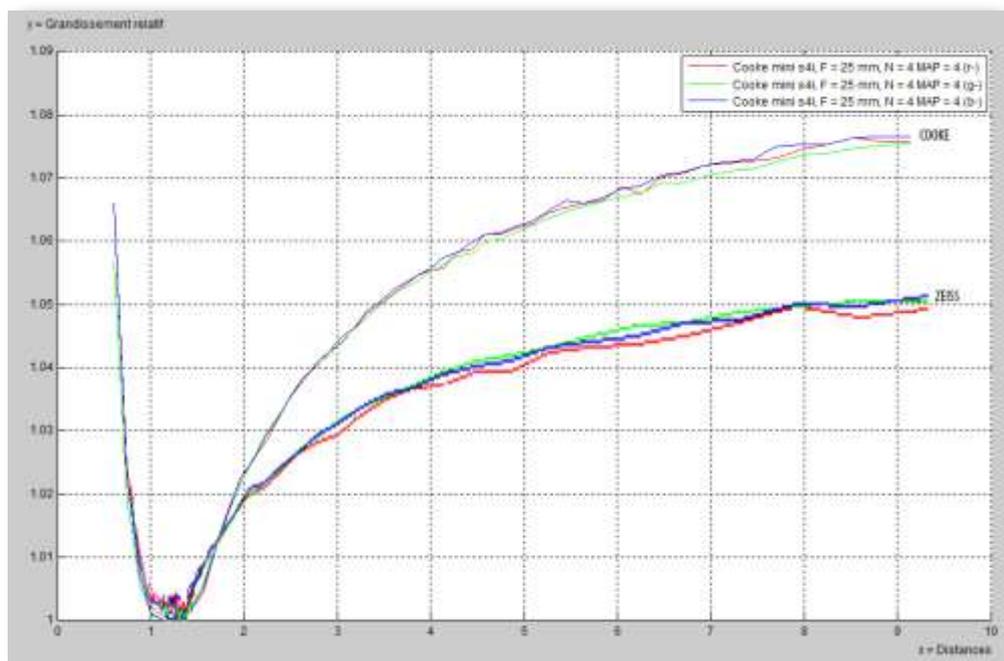


Figure 34 : Comparatif des courbes données par le Flounetoscope, à 4 de diaphragme, entre un objectif 25mm Zeiss GO et un 25mm Cooke mini s4i.

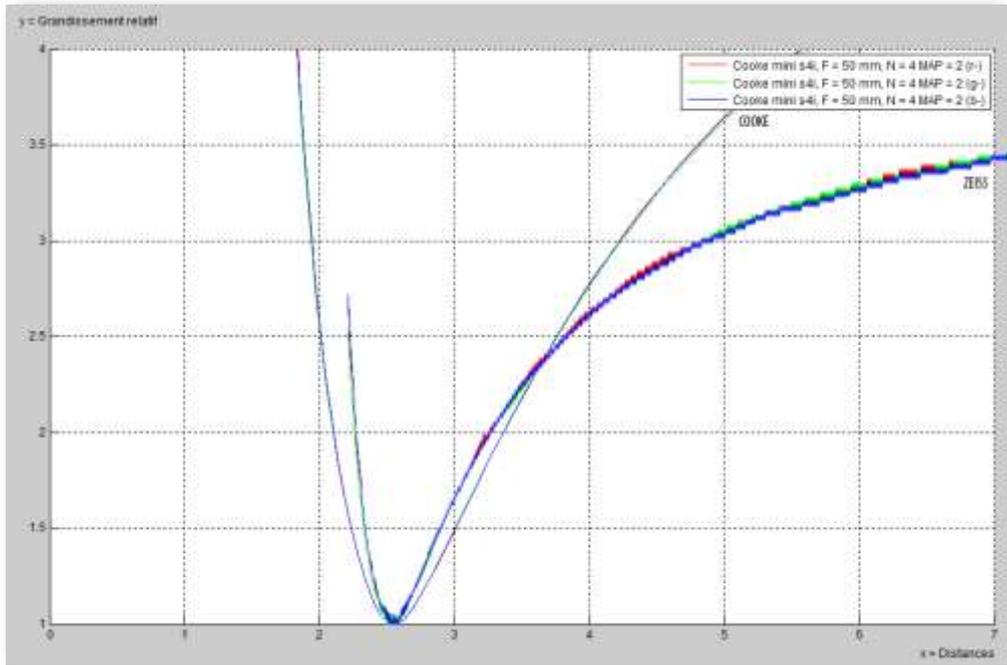


Figure 35 : Comparatif des courbes données par le Flounetoscope, à 4 de diaphragme, entre un objectif 50mm Zeiss GO et un 50mm Cooke mini s4i.

## PARTIE 3

### Partie Pratique de Mémoire

# Chapitre 1 Protocole expérimental

## Matériel de prise de vue

Ce mémoire cherche à questionner des pratiques actuelles. Le matériel utilisé lors de la partie pratique se rapproche ainsi le plus possible de configurations aujourd'hui employées sur des longs-métrages.

En numérique, la caméra choisie est une Arri Alexa. Il s'agit de la caméra la plus louée pour les longs-métrages actuellement.

En argentique, la pellicule est une Kodak Vision 3 5213 EI\*200 Tungstène. Son grain est plus fin que celui de la 5219 qui a un EI de 500. Ainsi, cela diminue le rôle que peut jouer le grain dans la reconnaissance d'une image argentique. La série Vision 3 est la dernière sortie de chez Kodak, aujourd'hui seul grand fabricant de pellicule restant.

L'Alexa est, elle, employée à une valeur EI de 400 avec un filtre neutre ND.3 qui réduit la lumière entrante d'un diaphragme. Ce système permet d'afficher le même diaphragme en argentique et en numérique.

La valeur de diaphragme était le plus proche possible de 4. La série Zeiss G.O. ouvre à 1.3 et la série Cooke ouvre à 2.8. Je ne voulais pas utiliser les objectifs à 2.8, car les Zeiss auraient été en condition d'optimisation d'utilisation alors que les Cooke auraient été dans les conditions de pleine ouverture, ce qui implique des aberrations plus nombreuses. A 4 de diaphragme, on peut estimer que les deux optiques sont dans des conditions d'utilisation à peu près similaires.

Le but étant de projeter des séquences d'images dans des conditions semblables à celle d'une salle de cinéma, le ratio d'images choisi est le 1,85. Il s'agit du format le plus employé au cinéma actuellement, avec le cinémascope 2,39.

L'enregistrement numérique s'est fait avec les meilleurs codec et taux de compression que peut fournir l'Alexa dont je disposais, c'est-à-dire en ProRes 444. Ce paramètre est également souvent employé lors de tournage de longs-métrages, comme sur *Nymphomaniac* de Lars von Trier, photographié par Manuel Alberto Claro, ou bien *Thérèse Desqueyroux* de Claude Miller, photographié par Gérard de Battista, AFC.

Le log C a été choisi afin de partir pour l'étalonnage sur une base similaire aux rushes argentiques, qui sont scannés en log, sans application de LUT\*.

La taille d'image à l'enregistrement et au scan de la pellicule a été celui de la HD 1920x1080. Le logiciel interne de l'Alexa ne permettait que d'enregistrer de la HD. Il a été demandé au laboratoire de scanner la pellicule dans ce même nombre de pixels. Ainsi, tous les rushes avaient la même taille d'image et subissait donc le même traitement de gonflage (échelle à 104%) pour passer au 2K de projection final.

## Séquences-tests

Ces séquences sont de trois différentes sortes.

- **PARTIE « ESSAIS »**

Cette partie s'apparente à des essais studios comme des *keylight* ou essais de filtres, maquillages etc. Les plans sont fixes et aucune action n'a lieu.

Un personnage est assis sur une chaise. Derrière lui se trouvent des drapés noirs et blancs. Divers objets de diverses couleurs, comportant des transparences et étant faits de diverses matières sont disposés à côté de lui. Des chartes de gris et de couleurs sont également présentes.

Deux valeurs de plans ont été employées :

- un plan épaupe, afin de pouvoir comparer l'effet des optiques sur un visage.
- un plan américain, afin de pouvoir avoir dans le même plan le personnage et les divers objets.

La focale normale a été choisie afin que la déformation de perspective intervienne le moins possible dans l'analyse de l'image. Il s'agit donc du 35mm pour la série Zeiss et du 32mm pour la série Cooke. Malgré la différence de distance focale, j'ai essayé au maximum de couvrir le même angle de champs.

Trois types de lumières ont été expérimentés :

- une *lumière uniforme* (blondes sur poly), afin d'avoir le moins d'ombres possibles et que tout soit éclairé de la même manière,
- Une *lumière dure* (directe) c'est-à-dire avec des transitions courtes et franches entre l'ombre et la lumière, et des ombres plus sombres. Le niveau de contraste est plus fort qu'en lumière douce.
- Une *lumière douce* (indirecte) c'est-à-dire avec des transitions longues et très dégradées entre l'ombre et la lumière, et des ombres moins sombres. Le niveau de contraste est moins important qu'en lumière dure.

Tous les plans, sauf ceux en *lumière uniforme*, ont été tournés en argentique et en numérique, chacun avec les deux séries d'optique.

Cette partie des séquences-tests n'a pas été exploitée lors de la projection de séquences à un panel de spectateurs. Cependant, ces plans sont très utiles pour comparer les optiques plus en détail.



Figure 36 : Photogrammes extraits des plans type « essais »

## ● PARTIE « EXTERIEUR »

Cette séquence a été tournée en extérieur, en lumière naturelle. Le but ici était de filmer de grandes perspectives et de nombreux détails. En outre, les conditions de lumière naturelle permettent de mettre les optiques face à des conditions de lumières particulières, comme le ciel totalement blanc qu'il y avait le jour de tournage. Le temps gris nous a également facilité le tournage et la post-production en limitant les problèmes de fausses teintes.

Cette partie « extérieur » de la PPM comporte en fait deux travaux distincts.

Dans un premier temps, quatre plans identiques (*plans 2*) ont été tournés dans des configurations matérielles différentes : numérique et argentique, chacune avec deux objectifs de séries différentes. Le décor était une rue de la Cité du Cinéma enclavée entre deux grands bâtiments comportant beaucoup de décorations : colonnes, fenêtres, portes, etc. Il s'agissait ici d'avoir une grande perspective, et beaucoup de détails.

La pellicule dont je disposais étant de la pellicule Tungstène (Kodak Vision 3 5213 200T), nous avons donc utilisé un filtre Wratten 85 pour obtenir une balance des couleurs correcte. L'Alexa a été paramétrée à une balance des blancs de 3200K avec le même filtre. Ainsi, le filtre 85 ne pouvait pas entrer en jeu dans les différences qu'il pouvait y avoir d'un plan à l'autre. En outre, cela permettait de conserver le même diaphragme sur les deux caméras.



Figure 37 : Photogramme extrait des plans « essais en extérieur »

Dans un second temps, à ses plans s'est ajoutée une séquence entière. Le pitch est très simple : un personnage avance entre des bâtiments. Cette séquence est constituée de quatre plans (dont le précédent, en tant que *plan n°2*) ayant des valeurs différentes et utilisant des focales différentes. Les quatre plans s'enchaînent par un petit montage simple, pour se rapprocher le plus possible d'une séquence de long-métrage de fiction.

Cette séquence a été tournée exclusivement en numérique pour des questions de budget. Elle a cependant été tournée deux fois, avec des optiques différentes.



Figure 38 : Photogrammes des plans n°1, n°3 et n°4 de la séquence "extérieur"

- **PARTIE « FICTION STUDIO »**

Cette partie de la PPM se traduit par une séquence s'apparentant à une séquence de long métrage de fiction, tournée en studio. Ce que les gens regardent lorsqu'ils vont au cinéma, ce ne sont pas des images d'« essais » mais, la plupart du temps, des films narratifs. Il s'agit donc ici de mettre les spectateurs dans les conditions réelles d'un film de cinéma. Ainsi les plans, une fois montés, racontent quelque chose et forment une séquence cohérente.

La *figure 39* ci-dessous expose le scénario utilisé pour cette séquence de « fiction studio ».

De nos jours, MARC avance dans un hangar servant d'atelier d'artistes. Il arrive devant une table. Il tripote une sculpture sur la table. MATHILDE, de dos, est affairée au fond de la pièce. Elle se sent observée et tourne la tête pour lui faire face. Elle s'approche de lui.

**MATHILDE**

Je ne pensais plus te voir ici.

MARC regarde la sculpture sur la table.

**MARC**

Tu l'as encore ?

**MATHILDE**

Qu'est-ce que ça change  
maintenant ?

**MARC**

Je sais pas. A toi de me le  
dire.

*Figure 39 : Scénario de la séquence "studio"*

Il a été essayé au maximum d'introduire le plus de variété possible dans les valeurs de plans (du large au serré), les focales (toutes ont été utilisées) et les décors de fond (détaillés, avec perspective, à plat, source lumineuse ou non etc.). Un travelling a été fait afin d'avoir au moins un mouvement de caméra dans la séquence.

Les flous ont été mis en avant par un champ-contre-champ avec amorce, ainsi qu'une reprise de point dans le *plan 2*.

La séquence a été éclairée de deux manières différentes :

- Une *lumière douce*, pour laquelle les ombres sont peu fortes et les transitions ombre/lumière sont longues et douces.
  - Une *lumière dure*, pour laquelle les ombres sont marquées, et les transitions ombres/lumières sont courtes et franches.
- Le contraste est identique dans les deux types de lumière.

En tout, la séquence a été tournée 8 fois, comme le résume la *figure 40* ci-dessous.

Support	Objectif	Lumière
Numérique Alexa	Zeiss GO	Douce
		Dure
	Cooke mini s4i	Douce
		Dure
Kodak 5213	Zeiss GO	Douce
		Dure
	Cooke mini s4i	Douce
		Dure

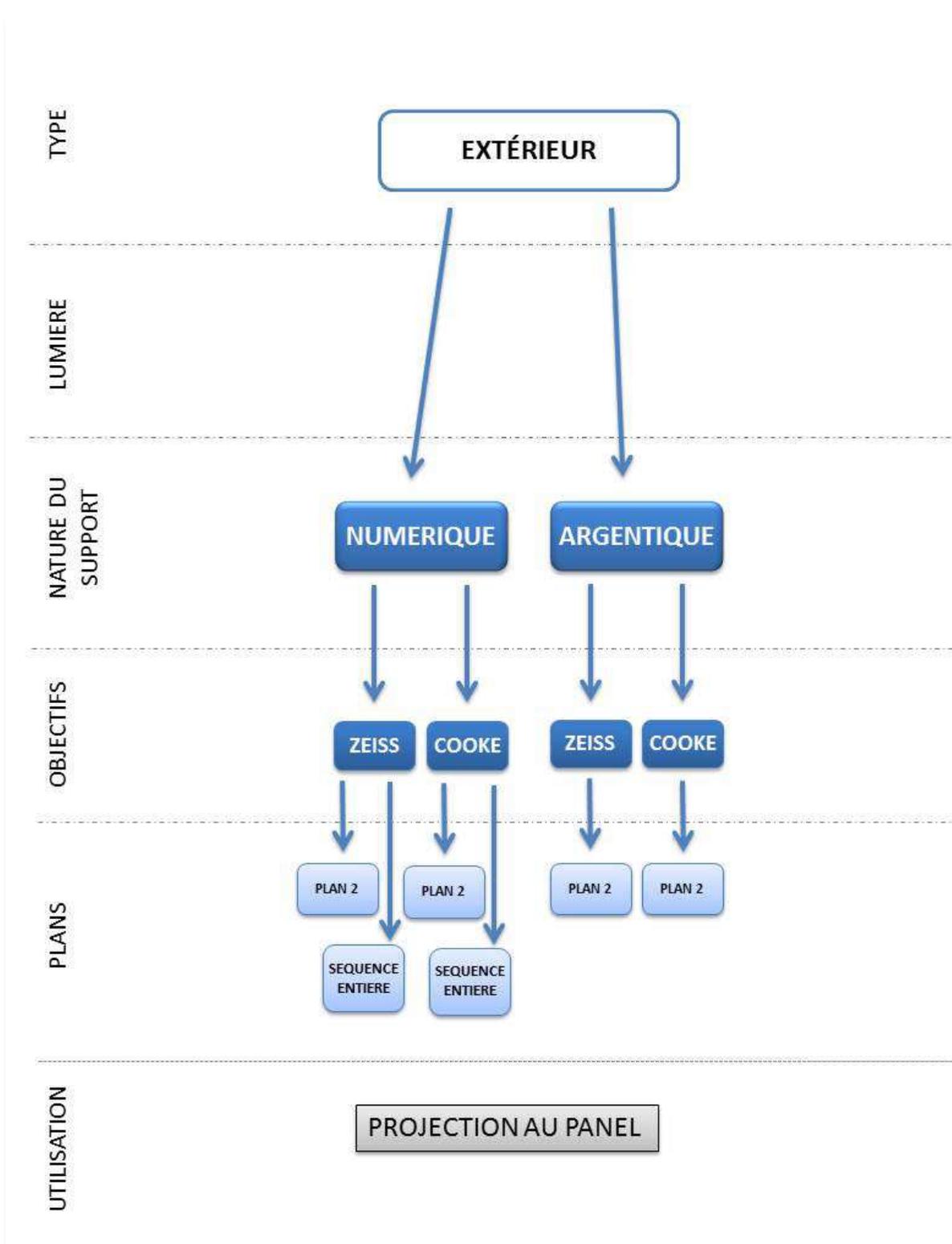
*Figure 40 : Tableau récapitulatif des séquences « fiction » tournées en studio*

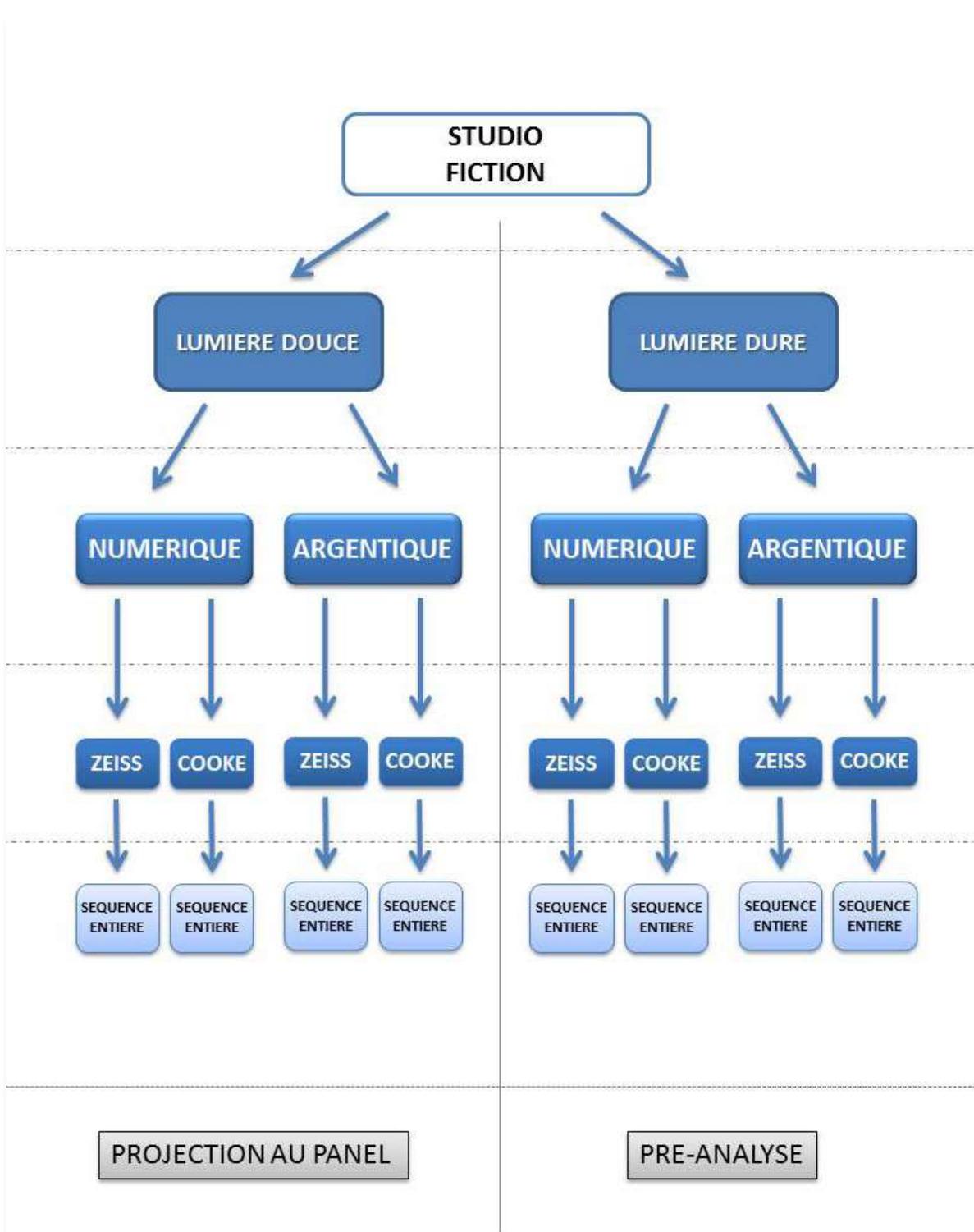
Il a été demandé aux acteurs de jouer de manière la plus neutre possible et de manière identique à chaque fois. Le but était que ce paramètre intervienne le moins possible.

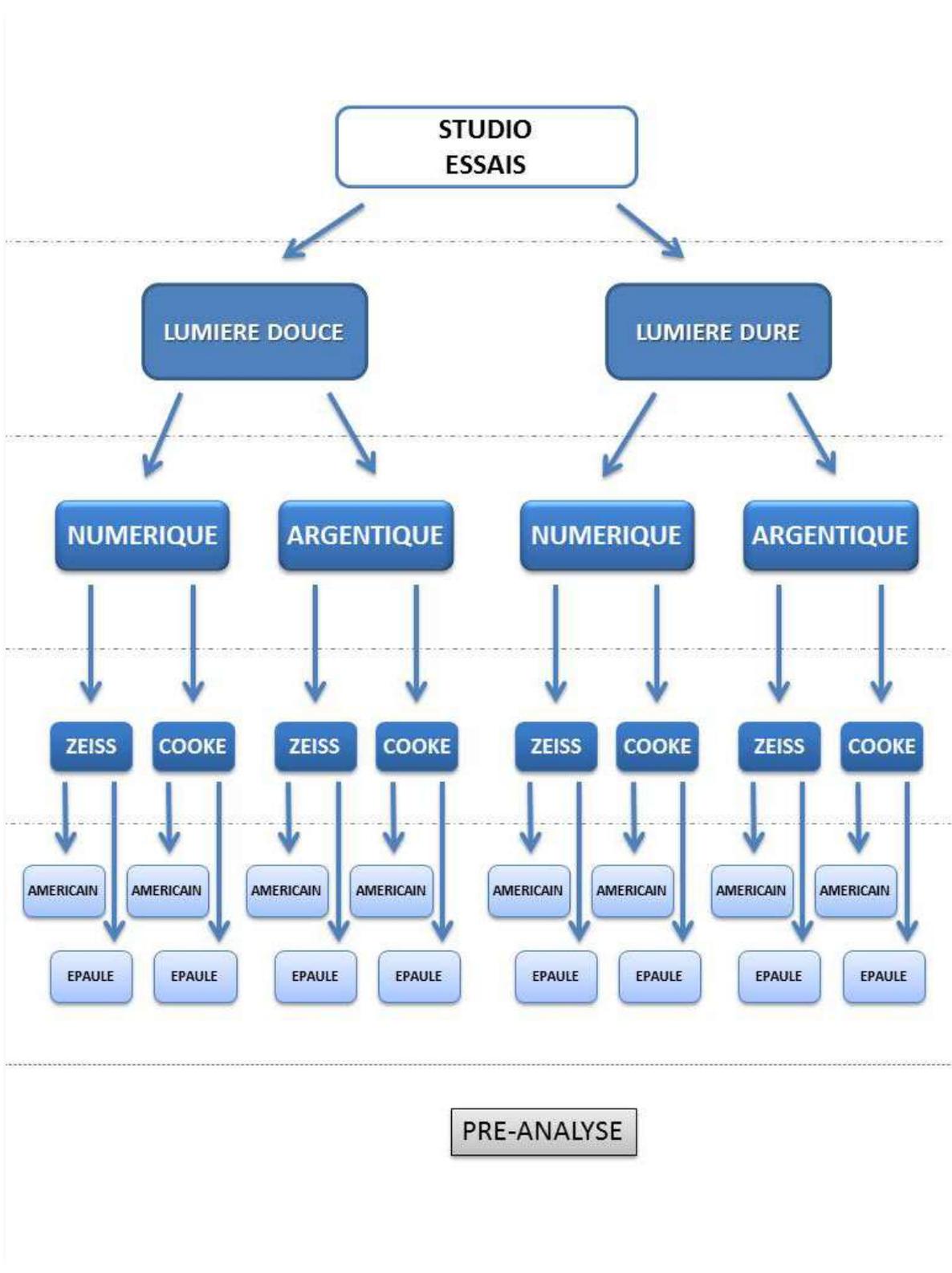


*Figure 41 : Photogrammes des plans 1, 2, 3 4 et 5 de la fiction studio en lumière dure, Alexa et optiques Cooke.*

# Organigramme récapitulatif des séquences-tests







## Workflow et post-production

Le montage a eu lieu sur le logiciel Avid Media Composer 6 en DNx36\*. Pour cela, les fichiers de l'Alexa ont été transcodés en DNx36 par Avid. Pour la pellicule, le laboratoire avait fourni, en plus du scan en DPX\*, des proxys\* en DNx36.

Les montages ont ensuite été conformés\* par une EDL\* dans une station Rain de Marquise Technologies où ils ont été étalonnés. Les images ont également été *up-scalées* dans le format de projection 2K, en 2048\*1080 (images en 1998x1080 avec bandes noires de chaque côté). Chaque séquence a ensuite été exportée en TIFF.

Les séquences TIFF ont été importées dans le logiciel de montage Premiere Pro CS6 où les titres ont été ajoutés.

Les séquences ont ensuite été ouvertes dans une station MIST de Marquise Technologies. Les DCPs\* (fichiers de projection) ont alors été créés.

## Projection à un panel d'individus

Les images créées ont été présentées à un panel d'observateurs qui a répondu à un questionnaire. Le but était ici de connaître le ressenti des spectateurs de cinéma. La technique est toujours au service d'un art, elle sert l'image et le propos du film. Il s'agissait donc de déterminer si l'utilisation de supports et d'optiques différents amenaient des sensations différentes chez le spectateur.

Le panel était constitué de :

- Etudiants de l'école (en cinéma, photo et son)
- Professionnels intervenants et enseignants à l'école (en cinéma, photo et son)
- Personnels administratifs et techniques de l'école
- Personnes extérieures à l'école

Sept ensembles de séquences ont été constitués pour être projetés séparément au panel de spectateurs. Chaque ensemble comportait 2 séquences clairement identifiées, la séquence A et la séquence B. Après la projection d'un ensemble de séquences, la lumière était rallumée dans la salle afin de permettre de répondre aux questions portant sur l'ensemble qui venait d'être vu.

A travers le questionnaire, je cherchais particulièrement à savoir si le fait d'utiliser des *objectifs argentiques* pour adoucir la définition du numérique est réellement ressenti par les spectateurs, et si ces objectifs permettent de se rapprocher de l'image argentique.

Les questions étaient à peu près toujours les mêmes pour chaque ensemble de séquence. Elles sont reproduites ci-dessous dans la *figure 42*.

<p>1.1. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est plus douce (plus lisse et moins détaillée) que l'autre ?</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> La séquence A</li><li><input type="checkbox"/> La séquence B</li><li><input type="checkbox"/> Aucune des deux séquences n'a une esthétique plus douce que l'autre</li></ul>
<p>1.2. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est mieux définie et plus nette que l'autre ?</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> La séquence A</li><li><input type="checkbox"/> La séquence B</li><li><input type="checkbox"/> Aucune des deux n'est mieux définie que l'autre dans son ensemble</li></ul>
<p>1.3. Diriez-vous que les flous d'avant-plan et d'arrière-plan de l'une des séquences sont plus flous (plus intenses et plus marqués) que dans l'autre ?</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Les flous sont plus flous dans la séquence A</li><li><input type="checkbox"/> Les flous sont plus flous dans la séquence B</li><li><input type="checkbox"/> Aucune, les flous sont aussi flous dans la A que dans la B</li></ul>
<p>1.4. Si vous avez remarqué des différences, auriez-vous des détails à apporter aux réponses ci-dessus ?</p> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>1.5. Pensez-vous que l'une de ces séquences ait été tournée en pellicule ?</p> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> La séquence A</li><li><input type="checkbox"/> La séquence B</li><li><input type="checkbox"/> Aucune des deux séquences n'a été tournée en pellicule</li><li><input type="checkbox"/> Les deux séquences ont été tournées en pellicule</li></ul>

*Figure 42 : Exemples de questions posées au panel d'observateurs*

## Chapitre 2 Pré-Analyse

Les observations suivantes ont été obtenues après une analyse de toutes les images de la PPM, plusieurs fois, en projection et également sur un écran calibré HD. Les conditions d'analyse étaient donc totalement différentes de celles auxquelles était soumis le panel d'observateurs du *chapitre 3* de cette partie du mémoire.

### Différences entre support argentique et support numérique

La différence entre le scan la pellicule et les fichiers numériques de l'Alexa est très importante.

Les différences entre objectifs sont, elles, difficiles à appréhender au premier abord, notamment en comparaison aux différences entre supports.

En premier lieu, il est à noter une différence de dynamique impressionnante. La pellicule propose beaucoup moins de nuances de gris dans les ombres. A l'inverse, l'Alexa gère beaucoup moins bien les hautes lumières par rapport à la pellicule. Très peu de détails apparaissent dans les très hautes lumières des fichiers issus de l'Alexa. En outre, les blancs ont tendance à « baver » avec l'Alexa alors qu'ils sont mieux délimités en pellicule.

Il faut, pour cette comparaison, bien sûr prendre en compte le fait que la lumière et l'exposition ont été faites de manière à être un compromis pour la pellicule et le numérique. Elles ne sont donc ni vraiment appropriées pour la pellicule ni pour l'Alexa. Ainsi, les fichiers log du scan de la pellicule ont des noirs plus denses que ceux des fichiers log C de l'Alexa.

Ensuite, une forte différence colorimétrique se fait sentir entre l'argentique et le numérique. Les rushes argentiques sont très verts, alors que ceux de l'Alexa tirent vers le magenta. Le problème colorimétrique de l'Alexa vient peut-être du filtre neutre qui a été utilisé. Malheureusement je n'ai pas eu le temps de faire plus de tests concernant cela.

Ces différences de gamma et de colorimétrie ont été corrigées au maximum lors de l'étalonnage afin qu'elles n'interviennent pas dans l'expérimentation suivante. Malheureusement, je n'ai pas su anticiper l'ampleur de la tâche. Le résultat s'en retrouve donc peu convaincant.

Enfin, il existe une différence de texture et de sensation de définition très différentes entre les supports argentiques et numériques. La pellicule apparaît très *définie* et beaucoup plus nette par rapport à l'Alexa. Son image semble « tranchante ». Cela se remarque dans le plan de netteté, aussi bien que dans les flous d'arrière-plan. Les images de l'Alexa paraissent très lisses, laiteuses, sans défaut, et presque « molles » par rapport à la pellicule. L'Alexa est moins nette dans le plan de netteté que la pellicule. Cela va à l'encontre de ce qui a été tenté d'être expliqué dans la *Partie 1, chapitres 3 et 4*. En effet, il semblerait que la répartition aléatoire des grains d'argent sur 3 couches augmente considérablement la résolution de l'image argentique, plutôt que de la diffuser. En outre, les tests de FTM sur DxO de la *Partie 2, chapitre 2*, indiquent que le capteur numérique est très vite limitant en ce qui concerne le pouvoir résolvant.

Le grain, bien que l'on soit à EI 200, est assez important en pellicule, comparé au bruit de l'Alexa.

Cependant, lorsque l'on s'attarde sur le rendu des peaux, celles-ci paraissent plus douces en pellicule. Les détails de la peau sont moins visibles. La peau paraît plus lisse, quel que soit l'objectif utilisé. Le grain de l'image argentique joue probablement un rôle dans cette observation. Il gomme ainsi tous les défauts.

Des indices peuvent malheureusement informer de la nature du support, indépendamment de la netteté et de la définition. Des *poils\** et *accrocs<sup>\*14</sup>* apparaissent de temps en temps dans la pellicule. Un des plans en extérieur n'est pas tout à fait fixe. Dans le *plan 1* de la séquence *fiction studio*, une verrière est présente dans le haut de l'image. En pellicule, cette verrière entraîne une « bavure » vers le bas due à la fenêtre de la caméra. Cette dernière était au format 1,85 et non en en format full (4/3), ce qui entraîne une lumière parasite si une source est en bordure de champ.

Les différences sont, d'une manière générale, moins flagrantes en *lumière dure*.

L'éloignement à l'image et la taille de la surface des images jouent également un rôle dans la perception de ces différences. En effet, en projection, sur un grand écran et à distance orthoscopique, les différences citées plus haut sont minimisées par rapport à un moniteur d'étalonnage.

---

<sup>14</sup> Défauts rencontrés en argentique. Ils se traduisent par de petits « trous » de diverses formes dans l'image. Plus de détails sont donnés dans le glossaire page 82.

## Particularités de chaque série d'objectifs

D'une manière générale, les Cooke ont des flous *plus flous* (plus marqués et intenses) que les Zeiss, ce qui avait été mesuré avec le Flounetoscope.

Les Zeiss paraissent ainsi plus *définis* et plus *durs* dans certains cas. Les flous sont moins flous que ceux des Cooke. L'image, si elle contient beaucoup de zones floues, paraît mieux définie dans son ensemble, puisque les flous sont plus « précis ». Cela se remarque par exemple dans les flous d'avant-plan comme sur le *plan 2* de la séquence *fiction studio* présentée dans la *figure 43* ci-dessous<sup>15</sup>.



Figure 43 : Comparaison du plan 2 de la séquence « fiction studio »

Dans certaines conditions, les flous importants des Cooke font ressortir plus fortement le plan de netteté. Les images des Cooke paraissent ainsi plus *définies*, mais également plus *douces* car leur quantité de flou est plus importante. Ces observations rejoignent les mesures qui ont été faites avec le Flounetoscope dans la *Partie 2, chapitre 2 et 3*. Bien que les Zeiss ont une transition plus rapide entre le net et le flou, les Cooke, hors plan de netteté, ont des flous plus grands que les Zeiss. Ces mesures correspondent donc bien à une réalité visible dans des images de cinéma.

<sup>15</sup> Les images en qualité maximale ont été mises dans le DVD Annexe, afin que les différences ressortent mieux que sur les photogrammes ci-dessous.

En outre, notamment dans les séquences en extérieur, les Zeiss paraissent un peu moins contrasté (avant étalonnage). Ils sont également plus sujets aux flares et ont tendance à diffuser les sources et réflexions spéculaires. Ainsi, ils augmentent leur sensation de *douceur*.



Figure 44 : Comparaison des flares des deux séries  
A gauche, 32mm Cooke et à droite, 35mm Zeiss

Les différences entre objectifs sont beaucoup plus marquées en *lumière douce* qu'en *lumière dure*. En effet, la *lumière dure* apporte des contours plus marqués et ainsi tend globalement à donner une meilleure sensation de netteté.

Les distinctions, même dans les conditions les plus favorables à les mettre en évidence, sont plutôt minimales. Les séquences tournées en *lumière dure* ont donc été retirées des séquences projetées au panel d'individus.

## Comparaison des objectifs selon le support

En argentique, les Zeiss apparaissent plus *définis* globalement. L'image qu'ils donnent semble plus *dure*. Les Cooke sont un peu plus « laiteux » et *doux* en dehors du plan de netteté. Mais, en regardant attentivement, on se rend compte que les Cooke sont plus nets dans plan de netteté.

Sur l'Alexa, les Cooke semblent mieux *définis*. Cela se remarque particulièrement en *lumière uniforme*. L'image qu'ils donnent est globalement légèrement plus *dure*.



*Figure 45 : Comparaison. Zeiss en haut, Cooke en bas.*

En numérique, la différence entre les Cooke et les Zeiss est moins importante qu'en pellicule. Peut-être cela est-il dû au fait que l'élément limitant, comme nous l'avons vu dans le *chapitre 2* de la *Partie 2* de ce mémoire, est le capteur de l'Alexa, et non les optiques.

## Comportement des objectifs argentiques en numérique

La pratique qui a aujourd'hui lieu sur les longs-métrages actuels tendrait à nous faire penser que les *objectifs argentiques* comme les Zeiss G.O. permettent d'être plus proche d'une esthétique argentique que si on utilise des optiques récentes comme les Cooke mini s4/i.

Cela ne se ressent pas particulièrement. Cependant, la différence entre une même séquence en pellicule Cooke et en numérique Zeiss est plus petite qu'entre une même séquence en pellicule Zeiss et numérique Cooke.

*Alexa Zeiss*



*Pellicule Cooke*



*Alexa Cooke*



*Pellicule Zeiss*

## Chapitre 3 Réponses du panel d'observateurs

### Composition du panel d'observateurs

Le panel était composé de 64 individus.

Trente-six étaient des étudiants de l'École, dont 21 en cinéma, 3 en photographie et 12 en son. Dix professionnels du cinéma sont venus, ainsi que 2 en photographie. Les seize autres personnes n'étudient ni ne travaillent dans les domaines du cinéma, photo, ou son. Ce sont principalement des membres de l'équipe administrative de l'école.

Les réponses des étudiants en cinéma, des professionnels en cinéma, des étudiants en photographie, et des professionnels en photographie sont assez similaires. Elles ont été regroupées au sein de ce que je nomme ci-après les *individus exercés* (à l'analyse d'image). Ils sont au nombre de 36. Les autres personnes sont les *individus non-exercés* (à l'analyse d'image). Ils sont au nombre de 28.

exercés				non-exercés		
ciné		photographie		son	autres	
étudiants	professionnels	étudiants	professionnels	étudiants	étudiants	professionnels
21	10	3	2	12	1	15
31		5		12	16	
36				28		

### Biais possibles

Le panel a trouvé de manière unanime le questionnaire difficile, et les différences très minimes. Certains ont admis répondre « presque au hasard ».

Le mauvais étalonnage a gêné l'expérimentation. En effet, trente personnes (principalement exercées) ont reporté des différences de contrastes, saturation et colorimétrie. Cela entraîne malheureusement un biais, car la sensation de netteté dépend du contraste, comme nous l'avons vu dans le *chapitre 1* de la *partie 1* de ce mémoire. Cependant, une personne a remarqué un contraste plus important pour une séquence, mais a trouvé que l'autre était plus nette. Ce problème n'intervient donc pas toujours dans les réponses. Il faut toutefois bien entendu les pondérer, connaissant ce problème.

Trois personnes ont également évoqué les différentes vitesses de changement de point dans les séquences A et B comme pouvant les influencer dans leurs réponses.

## Description des ensembles de séquences projetés lors de l'expérimentation

ENSEMBLE	TYPE	SEQ A		SEQ B	
1	EXT ESSAIS	Argentique	Cooke	Numérique	Zeiss
2	EXT ESSAIS	Argentique	Zeiss	Numérique	Cooke
3	STUDIO	Numérique	Zeiss	Numérique	Cooke
4	STUDIO	Argentique	Cooke	Argentique	Zeiss
5	EXT	Numérique	Zeiss	Numérique	Cooke
6	STUDIO	Argentique	Zeiss	Numérique	Cooke
8	STUDIO	Numérique	Zeiss	Argentique	Cooke

Il n'existe pas d'ensemble n°7.

## Reconnaissance de la pellicule

D'une manière générale, une majorité d'individus a su reconnaître les séquences en pellicule, avec des scores de 41 à 62,5% de bonnes réponses selon les séquences (41% des personnes interrogées ont su quelle(s) séquence(s) avai(en)t été tournée(s) en pellicule parmi les deux de l'ensemble de n°8, et 62,5% pour l'ensemble n°3).

Ces bonnes réponses proviennent principalement des individus exercés chez qui ces scores sont de 53% à 72%. Seul un ensemble de séquences (n°1) a été mal identifié, alors que chez les individus non-exercés, quatre ensembles (n°1, n°2, n°4 et n°8) n'ont pas été identifiés.

Malgré ces bons résultats généraux chez les individus exercés, les chiffres m'ont plutôt surpris. Seule une personne sur deux à trois personnes sur quatre parviennent à identifier le support utilisé pour les séquences. Beaucoup parmi les gens interrogés font partie des étudiants de première ou deuxième année, qui n'ont pas beaucoup abordé la pellicule au cours de leur formation. Par exemple, ils ne savaient pas identifier la bavure des hautes lumières du plan 1 des séquences *fiction studio* comme provenant d'une lumière parasite due à la fenêtre de la caméra argentique. Ils n'ont pas la culture et l'expérience de la pellicule comme peuvent l'avoir des professionnels (plus âgés) ou des étudiants de ma promotion.

Dans les commentaires, dix personnes ont tout de même évoqué divers indices leur permettant de reconnaître la pellicule, notamment le grain. Trois personnes ont aussi mis en avant le meilleur traitement des peaux qu'offre la pellicule : "carnation plus jolie" et défauts moins visibles. Ce qui est également plus surprenant concernant les commentaires sur l'argentique, ce sont trois personnes qui ont parlé de "bruit" ("désagréable" pour l'un) pour évoquer le grain de la pellicule, et en ont donc déduit que ces séquences à "bruit" avaient été tournées en numérique.

En ce qui concerne l'ensemble n°1, seuls 28% des personnes ont pu correctement identifier les supports utilisés. 44% ont pensé qu'aucune des deux séquences n'avait été tournée en pellicule. Ces réponses peuvent peut-être se justifier par le fait qu'il a été demandé aux spectateurs de ne pas regarder les questions par avance, et que donc ceux-ci ne savaient pas qu'on leur demanderait s'il s'agissait de numérique ou d'argentique. Ils n'étaient donc pas concentrés sur les indices permettant une reconnaissance aisée. Cela semble montrer que si l'on n'attire pas l'attention sur le support, les gens n'arrivent pas à l'identifier.

Les meilleurs résultats concernant la reconnaissance du support utilisé sont les mêmes chez tous les individus : il s'agit des ensembles n°3, n°5 et n°6, soit deux dont les deux séquences sont en numériques (n°3 et n°5). Dans l'ensemble n°6, la séquence A, tournée en pellicule, présente, en plus de la bavure des hautes lumières dans le premier plan, un gros accroc de pellicule, ce qui a pu être un indice.

En outre, pour les ensembles dans lesquels les deux séquences ont le même support, les scores sont plus forts lorsqu'il s'agit de numérique. Cela rejoint ce qui a été constaté dans le chapitre précédent : les différences entre objectifs sont moins importantes qu'en pellicule. Cela conforte probablement le spectateur dans l'idée qu'il s'agit de supports identiques, voyant encore moins de différences entre les séquences A et B que pour les autres ensembles.

Il est difficile de dire si les optiques utilisés facilitent ou non la reconnaissance du support. Les chiffres ne sont pas très importants mais il semble montrer que le numérique avec des *objectifs argentiques* comme les Zeiss G.O. se rapproche plus d'une esthétique argentique qu'avec des optiques récentes comme les Cooke mini s4/i. En effet, lorsque la pellicule est utilisée avec des Cooke et le numérique des Zeiss (ensembles n°1 et n°8), les bonnes réponses de reconnaissance du support sont assez basses chez les individus exercés (44% et 53%). Lorsqu'il s'agit de pellicule avec les Zeiss et de numérique en Cooke (ensembles n°2 et n°6), les scores sont légèrement plus importants (53% et 64%). Chez les individus non-exercés, les scores les plus élevés sont, dans tous les cas (sauf ensemble n°6), pour la réponse ne donnant aucune des séquences tournée en pellicule. Cependant, les deuxièmes scores plus élevés (avec plus de 10% de différence) sont ceux des séquences effectivement tournées en pellicule.

## Douceur, netteté et flous

Concernant les différences de perception de *douceur*, *netteté*, *définition*, et *flous*, les réponses sont très variées. Les différences entre série d'objectifs sont très minimes et au final très peu perçues par le spectateur dans des conditions de vision comme celles d'un film en salle de cinéma.

Les écarts de réponses sont plus importants chez les personnes exercées (de 11 à 59% contre 14 à 47% chez les non-exercés). Les individus exercés tendent en général vers les même réponses, alors que les non-exercés ont les réponses les plus variées. Toutefois, même chez les personnes exercées, les réponses avec un bon score sont loin d'emporter une majorité écrasante.

Si l'on prend les résultats mélangés des individus exercés et des non-exercés, très peu de réponses dépassent de 15% les autres pour une même question.

Ces résultats plus importants concernent principalement les *flous*. Mais à chaque fois, ces résultats correspondent à une non-différence d'une série d'optique à l'autre.

Chez les non-exercés, les deuxièmes meilleurs scores (entre 25 et 36%) concernant les flous semblent montrer que les Cooke ont des flous plus importants, pour 5 ensemble sur les 7. On ne retrouve pas ce phénomène chez les individus exercés. Les deuxièmes réponses les plus données sont très variées : pour deux ensembles, les Zeiss et les Cooke ont obtenus autant de réponses, et pour les autres, les flous sont plus importants chez les Zeiss pour trois ensembles, et chez les Cooke pour

deux ensembles. Cependant, les séquences tournées avec la combinaison *numérique et Zeiss* semblent avoir plus de réponses positives concernant des flous plus importants. Les mesures obtenues par le Flounetoscope (les Cooke ont des flous plus grands que les Zeiss) ne semblent pas tout à fait se vérifier dans le visionnage d'un film.

En outre, surtout pour les ensemble constitués des plans larges d'extérieurs (n°1 et n°2), les flous semblent plus importants dans les séquences en numérique, indépendamment de l'optique utilisée. En effet, les chiffres le montrent clairement (53% de réponses « la séquence B [numérique] a des flous plus flous » pour l'ensemble n°1, et 47% pour l'ensemble n°2). Cependant, la pellicule est choisie comme la plus nette dans les deux cas (39% pour l'ensemble n°1 et 48% pour l'ensemble n°2). Six commentaires font part d'une « profondeur de champ plus petite » ou d'un « suivi de point » sur le personnage pour les séquences en numérique, alors que les séquences en pellicule auraient une mise au point fixe. Il semblerait donc que le numérique donne une impression de flous plus flous et la pellicule, du fait de ses flous moins importants, donne une impression de netteté globale plus importante que le numérique. Cela peut s'expliquer, entre autres, par la plus petite profondeur de champ qu'offre le numérique (cf. *chapitre 4* de la *Partie 1*).

Cette observation se retrouve dans d'autres commentaires où le grain argentique a clairement été identifié. On peut lire des phrases comme "la granulation apporte une impression de définition globale légèrement plus importante". Le grain, dans l'un des autres commentaires, permettrait d'obtenir une image "plus en relief" en pellicule qu'en numérique.

La question sur la douceur (esthétique plus lisse et moins détaillée) et celle sur la netteté et la définition (dureté) de l'esthétique des séquences peuvent paraître au premier abord contraires. Elles entraîneraient ainsi forcément des réponses opposées. Mais ces deux questions ont permis d'obtenir des nuances. Ainsi, il en ressort que les réponses au questionnaire ne donnent pas systématiquement la réponse *A* pour l'une des questions et *B* pour l'autre, pour un même ensemble de séquences. Cela est d'autant plus vrai chez les individus exercés chez qui les réponses à ces deux questions sont vraiment indépendantes. Plusieurs commentaires sont d'ailleurs allés plus loin en décrivant pour certaines séquences une image "plus lisse et plus détaillée" ou bien "moins détaillée mais plus nette".

Lorsqu'il s'agit au sein d'un même ensemble de séquences aux supports identiques (n°3, n°4 et n°5), les spectateurs font encore moins de différences en termes de douceur et définition que lorsqu'il s'agit de supports différents. La réponse *C* « il n'y a aucune différence » est souvent la réponse la plus cochée (de l'ordre de 31 à 44%), ou bien très proche de la réponse la plus cochée (à 6% près, soit 4 individus). Cela est d'autant plus prégnant chez les individus non-exercés.

Les commentaires les plus nombreux ont eu lieu pour l'ensemble n°5. Mais ces commentaires sont loin d'être unanimes : tantôt la séquence B est "plus nette dans les nets", tantôt la netteté de la A est "plus dure".

Les ensembles n°1 et n°8 comparent la pellicule en Cooke au numérique en Zeiss. Pour l'ensemble n°8, très peu de différences se font sentir entre les réponses concernant la douceur, la netteté et les flous (11% maximum). Cela pourrait laisser penser que cette configuration permet aux esthétiques argentiques et numériques de tendre l'une vers l'autre. On pourrait opposer à cette constatation le fait que la séquence tournée en pellicule a été plutôt correctement identifiée (40% des réponses) avec un écart de 15% par rapport à la réponse « aucune des deux » (25% des réponses). Mais ce score est le plus faible de reconnaissance du support utilisé.

Cependant, dans l'ensemble n°1, qui est dans la même configuration de paramètres techniques, les supports n'ont pas été reconnus. Les réponses concernant la douceur, la netteté et les flous sont toutefois plus dispersées, avec des écarts de 23%. Ces écarts sont encore plus grands concernant les individus exercés. L'ensemble n°1 était le premier montré. Les personnes ont donc moins prêté attention aux paramètres étudiés, ne les connaissant pas encore. En outre, l'ensemble n°1, constitué de deux plans n°2 larges de l'extérieur, comporte beaucoup de détails et s'attarde longtemps sur le même décor, ce qui facilite probablement l'analyse de l'image.

Il est donc très difficile de conclure sur le fait qu'une image numérique avec des optiques comme les Zeiss G.O. se rapproche de l'esthétique d'une image argentique avec des Cooke.

Le support paraît donc faire plus de différences concernant la douceur, la définition et la netteté que les optiques.

Cependant, quelques tendances ressortent, mais de manière peu distinctes, et avec tous les biais de cette expérimentation que l'on connaît. Ainsi, il semblerait que les Cooke soient, quelles que soient les personnes interrogées et le support utilisé, plus nets et mieux définis. Ils seraient plus doux également. Et cela est d'autant plus vrai en numérique. Le couple de paramètres le moins *doux* serait l'assortiment *pellicule et Zeiss*.

# Conclusion

En numérique, certains opérateurs préfèrent recourir à des *objectifs argentiques* (construits du temps du tout argentique) plutôt que d'utiliser les optiques récemment sorties et construites en tenant compte de spécificités du numérique. Grâce à ses objectifs, ils souhaitent casser le trop de *définition* du numérique et ainsi se rapprocher de l'esthétique argentique. Afin d'étudier cette pratique actuelle, un protocole particulier a été mis en place dans ce mémoire. Ce travail, assez spécifique, concerne la comparaison de deux séries d'optiques précises : les Zeiss G.O. datant de 1985, et les Cooke mini s4/i datant d'il y a moins de cinq ans. Il ne peut donc pas être généralisé à toutes les gammes d'objectifs aujourd'hui disponibles. Cependant, il met en évidence des faits plutôt intéressants.

Dans la première partie de cette recherche, nous avons tout d'abord exploré de manière théorique les caractéristiques d'une image liées aux notions de définition et de flou. Nous avons remarqué que certains termes utilisés dans le langage courant ont un sens autre que celui utilisé dans le domaine scientifique. Un même terme peut ainsi recouvrir plusieurs notions, alors qu'une même notion peut être désignée par différents mots. Il est donc parfois difficile de communiquer clairement.

Les supports argentiques et numériques ont ensuite été comparés. Le capteur numérique semble être plus dur, plus froid et plus net à cause de sa nature discrète et régulière, alors que la disposition aléatoire des grains d'argent dans la pellicule apporte une certaine douceur à l'image.

Enfin, nous avons vu que les divers problèmes optiques liés au numérique (réflexions, incidence des rayons, fréquence de Nyquist-Shannon ...) sont maintenant pris en compte dans la construction des objectifs. Elles présentent donc moins de défauts que les objectifs argentiques. Malheureusement, des informations précises sur ces nouvelles constructions sont difficiles à trouver.

La deuxième partie, consacrée à comparer scientifiquement les deux séries d'optiques choisies, a permis, d'une manière générale, de se rendre compte que ces dernières étaient assez similaires. Il est difficile de démontrer que l'une est mieux résolue que l'autre, étant donné que le capteur de l'Alexa est l'élément limitant dans le système optique-caméra étudié ici. De même l'écart en termes de sensation de netteté (BxU) est assez minime. Les Cooke paraissent toutefois très légèrement moins définis.

Les différences sont plus grandes en-dehors du plan de netteté, même si elles ne sont pas pour autant très importantes. Bien que les Zeiss présentent une transition plus importante entre les flous et les nets et sont donc plus piqués, les Cooke offrent des flous plus flous. Cependant, ces mesures ne sont pas suffisantes en soi. Les objectifs sont utilisés afin de créer des images, il est donc important de compléter cette comparaison par des analyses d'images.

Sachant que l'on ne peut dissocier une approche expérimentale d'une observation in situ, la partie pratique de ce mémoire a ainsi consisté à tourner plusieurs fois les mêmes séquences s'apparentant à des séquences tirées de longs-métrages, sur des supports différents (argentiques et numériques), et avec des optiques différentes. Ces séquences ont ensuite été montrées à un panel d'observateurs, dans des conditions similaires à celles de n'importe quel cinéma, afin de connaître leur ressenti et déterminer si leurs sensations variaient selon la configuration matérielle employée.

Les différences en termes de dynamique, contraste et de colorimétrie ont tentées d'être minimisées à l'étalonnage. Malgré cela, la texture reste beaucoup plus laiteuse en numérique et l'argentique offre une sensation de meilleure définition, qui pourrait être due à sa granulation. Cependant, les peaux sont plus lisses en pellicule.

La nature du support utilisé lors des séquences-tests a plutôt été reconnue, mais les taux de bonnes réponses ne sont pas très importants, notamment chez les individus non-exercés. Il semblerait, d'après les commentaires, que cette reconnaissance de la pellicule ne soit pas due à la définition, à la netteté ou au flou de l'un des supports, mais à d'autres indices comme le grain ou les lumières parasites.

En numérique, les flous apparaissent plus flous qu'en pellicule, ce qui s'explique par la plus petite profondeur de champ du numérique, point que nous avons par ailleurs évoqué en première partie.

D'une manière générale, les Cooke présentent des «flous plus flous », ce qui corrobore les mesures effectuées au Flounetoscope. Cela se voit lorsque l'on analyse l'image en détail, et est un peu ressenti par les spectateurs, mais pas de manière très significative.

Pour un même support, très peu de distinctions sont faites entre les optiques, en ce qui concerne la douceur et la définition. Cela est d'autant plus vrai en numérique. Il en va de même en lumière dure, qui accentue de par sa nature la netteté de manière générale.

Pour autant, les objectifs présentent des caractéristiques différentes selon le support avec lequel ils sont employés. En argentique, les Zeiss donnent une sensation de meilleure netteté globalement, mais pas dans plan de netteté. Ces résultats sont conformes à la mesure de BxU. En numérique, les Cooke se montrent mieux définis. Cela peut être dû à leurs flous plus importants, accentués par la plus faible profondeur de champ du numérique.

La reconnaissance du médium argentique ne semble que peu influencée par les objectifs utilisés. Toutefois, la différence entre des séquences en pellicule-Cooke et numérique-Zeiss semble plus faible qu'entre des séquences en pellicule-Zeiss et numérique-Cooke. En outre, les réponses des spectateurs semblent légèrement confirmer qu'avec des optiques

argentiques comme les Zeiss, l'esthétique numérique se distingue moins de celle de la pellicule. Mais les conditions de réalisation de cette étude n'étaient malheureusement pas assez précises pour pouvoir obtenir des conclusions franches sur ce phénomène.

Cette étude montre donc le peu de différences perceptibles par un spectateur de cinéma entre deux séries d'objectifs, dans leur condition d'utilisation optimale. Il serait intéressant de continuer ce travail avec d'autres optiques et caméras couramment louées actuellement, ainsi qu'à pleine ouverture. En effet, il n'est pas sûr d'obtenir le même type de résultats, étant donné la réputation de certaines séries. D'un autre côté, il apparaît maintenant indispensable de ne pas partir sur des préjugés et de tester consciencieusement ses objectifs, avec le support employé, avant de faire son choix.

Les deux séries d'objectifs étudiées ont plus de 30 ans d'écart, et ont été conçues pour des supports différents ayant chacun leur spécificité et leurs problèmes. On pourrait donc penser que les différences seraient très visibles. Or, ce n'est pas le cas. Il en va de même pour la reconnaissance de la nature du support. De nombreux opérateurs estiment que la pellicule et le numérique n'ont rien à voir l'un avec l'autre. Mais il en ressort que pour le spectateur, même un peu exercé à l'analyse d'image comme les étudiants de l'école, leurs différences sont très peu visibles et ressenties. En effet, plus aucune projection n'a lieu en 35mm, et très peu de films sont actuellement tournés en pellicule. A tel point que l'École Nationale Supérieure Louis Lumière a fortement diminué la part de l'argentique dans la formation qu'elle dispense. Le public n'est donc plus habitué à voir des images argentiques. En outre, lorsque tournées en pellicule, les images subissent un scan et des opérations numériques, voire parfois un « dé-grainage » (opération logicielle consistant à diminuer le grain de la pellicule). A cela s'ajoute une nouvelle consommation d'images (de moins bonne qualité généralement), apparue avec Internet.

Ce mémoire s'inscrit dans son temps et explore une pratique actuelle. Il répond et soulève des questions qui intéressent les étudiants et opérateurs d'aujourd'hui. Mais avec l'évolution rapide que subit le secteur du cinéma vers le tout-numérique, et celle de l'Internet, ces questions disparaîtront probablement dans peu de temps, en même temps que notre culture de l'image continuera de se transformer.

# Glossaire

444 : type d'échantillonnage de la chrominance dans le signal vidéo. Il existe également, en cinéma numérique, le 422 (moins performant).

Accroc : en argentique, désigne un défaut se traduisant par un petit « trou » dans l'image. Il est souvent dû à un défaut dans la fabrication de la pellicule, ou bien à une mauvaise manipulation.

Conformation : étape de post-production qui consiste à remplacer dans le montage final les proxys (fichiers compressés) par les rushes originaux (qualité maximale).

DCP : Digital Cinema Package. Format standard d'organisation des fichiers pour qu'ils puissent être lus sur un projecteur professionnel de cinéma numérique.

DNx36 : codec développé par Avid. Il est très compressé et donne donc des fichiers légers. Il est ainsi très utile pour toutes les étapes où le poids des fichiers doit être limité et la qualité n'a pas besoin d'être optimale, comme le montage.

DPX : format de compression des rushes scannés depuis une pellicule. Une image correspond à un fichier. La vidéo complète se retrouve donc être une suite de fichiers DPX individuels.

EDL : Edit Decision List. Fichier informatique comportant toutes les informations de montage (nom des fichiers, time code des coupures ...), mais pas les rushes.

EL : Exposure Indice, ou Indice d'Exposition. Il correspond à peu près à la mesure de la sensibilité ISO ou ASA. Plus le chiffre est bas, plus la pellicule est sensible.

Grab : photographie fixe directement prise par la caméra Arri Alexa. Son encodage peut se faire au choix en Jpeg, Tiff ou Arri Raw.

Log : manière d'encoder les niveaux de luminance qui permet d'enregistrer plus de nuances dans les basses lumières et moins dans les hautes lumières, conformément à ce que voit un œil humain. Les images qui en résultent nécessitent donc obligatoirement un étalonnage. Le *log C* est un standard d'encodage logarithmique adopté par Arri pour l'Alexa.

LUT : Look Up Table ou table de correspondance. Il s'agit d'un outil logiciel permettant de passer d'un espace couleur et d'un gamma à un autre automatiquement.

Poil : en argentique, désigne un défaut se traduisant par un petit « trou » ressemblant souvent à un fil dans l'image. Il est dû à une poussière qui est venue se glisser sur la surface sensible durant le tournage, le développement ou bien le scan.

ProRes : format d'encodage développé par Apple. Il se trouve sur toutes les versions de la caméra Arri Alexa.

Proxy : fichier vidéo identique aux rushes mais beaucoup plus compressé. L'intérêt est de limiter les problèmes liés aux poids des fichiers lors des étapes de post-production comme le montage.

Rec709 : espace couleur standard de la HD.

# Bibliographie

## Ouvrages généraux

[1] RAY Sidney F., *Applied photographic Optics*, Oxford, Focal Press, 2002 (1988).

[2] MONCLIN Alain, *Optique et prise de vues*, Paris, FÉMIS, 1994.

[3] BELLAÏCHE Philippe, *Les secrets de l'image vidéo*, Eyrolles, Paris, 8<sup>ème</sup> édition, 2013.

[4] LUKAC Ratislav (sous la direction de), *Single-Sensors Imaging, Methods and applications for digital cameras*, Londres, CRC Press, 2009.

[5] NAKAMURA Junichi (sous la direction de), *Image Sensors and Signal Processing for Digital Still Cameras*, Boca Raton, Taylor & Francis Group, 2006.

[6] FOURNIER Jean-Louis, *La sensitométrie, les sciences de l'image appliquées à la prise de vue cinématographique*, Paris, Dujarric – CST, 2006.

[7] WHEELER Paul, *Practical Cinematography*, Oxford, Focal Press, 2005, 2<sup>nd</sup> edition.

## Articles de revue

[8] MARTIN Pascal, « Et si on testait... », *Le Photographe*, n°1475, Paris, 1990.

[9] HEYMACKER Erich et KOBER Fritz, « Combien de lignes au millimètre ? Pouvoir résolvant et restitution de contraste », extrait des *Informations Zeiss n°51*, document non daté.

## Cours de l'ENS Louis Lumière

[10] MARTIN Pascal, *Mise au Point Optique*, Cours de 1<sup>ère</sup> année à l'ENS Louis Lumière, 2012-2013.

[11] MARTIN Pascal, *Analyse Qualitative des Systèmes Optiques*, Cours de 2<sup>ème</sup> année à l'ENS Louis Lumière, 2012-2013.

[12] PERRIN Hélène, *Optique géométrique*, cours de 1<sup>ère</sup> année à l'ENS Louis Lumière, 2011-2012.

## Mémoires de fin d'étude

[13] **BERTHELLOT Florian**, *De l'influence des flous dans la perception de l'espace*, Mémoire de Master sous la direction de Pascal MARTIN et Antoine GAUDIN, ENS Louis Lumière, section Cinéma, 2012.

[14] **GAÏOTTI Guillaume**, *L'objectif numérique : un concept nouveau ?*, Mémoire de Master sous la direction de Pascal MARTIN, ENS Louis Lumière, section Photographie, 2003.

[15] **BRAZIER Thomas**, *Le capteur numérique exige-t-il de nouvelles performances ?*, Mémoire de Master sous la direction de Jean-Yves LE POULAIN et Pascal MARTIN, ENS Louis Lumière, section Cinéma, 2010.

[16] **ROUX Martin**, *Persistence ou l'influence de l'esthétique argentique sur les technologies numériques*, Mémoire de Master sous la direction de Caroline CHAMPETIER et Frédéric SABOURAUD, ENS Louis Lumière, section Cinéma, 2011.

## Manuels d'utilisation et brochures commerciales

[17] **COOKE**, *Cooke mini s4/i T2.8 Prime Lenses brochure*, 2013.

[18] **DxO Labs**, *DxO Analyzer Manual V3.2*, 2008.

[19] **ARRI**, *Alexa Family of Cameras, Software Update Packet 8.0, User Manual*, 2013.

## Sites Web

[21] **DALSA**, constructeur de capteurs numériques, URL : <https://www.teledynedalsa.com/imaging/knowledge-center/appnotes/ccd-vs-cmos/>, consultation en février 2014.

[22] **ARRI**, constructeur de la caméra Alexa, URL : [http://www.arri.com/camera/digital\\_cameras/cameras/](http://www.arri.com/camera/digital_cameras/cameras/), consultation en février 2014.

[23] **RED**, constructeur de caméras numériques, URL : [www.red.com](http://www.red.com), consultation en février 2014.

[24] **SONY**, constructeur de caméras numériques, URL : <http://pro.sony.com/bbsc/ssr/cat-camerascineproduction/>, consultation en février 2014.

# Table des illustrations

Figure 1 : Pas.....	13
Figure 2 : Relations entre résolution et contraste.....	15
Figure 3: Construction d'une image par un système optique.....	17
Figure 4 : Principe de la mise au point optique.....	17
Figure 5 : Principe optique de la profondeur de champ.....	18
Figure 6 : Structure d'une pellicule moderne.....	20
Figure 7 : Différence de technologie entre capteurs CCD et CMOS.....	21
Figure 8 : Conversion photo-électrique au sein d'une cellule photosensible.....	22
Figure 9 : La matrice de Bayer.....	22
Figure 10 : Exemple d'irisation colorée dans les flares.....	25
Figure 11 : Importance des micro-lentilles.....	26
Figure 12 : Représentation et signal des fonctions sinusoidales objet (input) et image (output).....	33
Figure 13 : Signal des fonctions sinusoidales objet et image.....	34
Figure 14 : Mire servant à la mesure de la FTM.....	35
Figure 15 : Positions où est mesurée la FTM dans le champ.....	36
Figure 16 : Valeurs clés de la mesure de FTM par DxO Analyzer.....	37
Figure 17 : Comparatifs des courbes MTF des objectifs Zeiss GO.....	39
Figure 18 : Comparatifs des courbes MTF des objectifs Cooke mini s4i.....	40
Figure 19 : Comparatif des courbes FTM des 25mm Zeiss (en couleur) et Cooke (en noir).....	41
Figure 20 : Comparatif des courbes FTM des 35mm Zeiss (en couleur) et 32mm Cooke (en noir).....	41
Figure 21 : Comparatif des courbes FTM des 50mm Zeiss (en couleur) et Cooke (en noir).....	42
Figure 22 : Comparatif des courbes FTM des 85mm Zeiss (en couleur) et 75mm Cooke (en noir).....	42
Figure 23 : La pouvoir séparateur est le même sur toute l'image, mais le flou perçu augmente de la gauche vers la droite.....	43
Figure 24 : Les motifs ont la même limite de résolution mais pas la même valeur de BxU.....	44
Figure 25 : Echelle de mesure de BxU.....	44
Figure 26 : Charte utilisée pour la mesure de BxU.....	45
Figure 27 : Tableau récapitulatif des résultats de BxU.....	45
Figure 28 : Evolution théorique du diamètre d'une tâche de flou selon la position de l'objet dans l'espace.....	47
Figure 29 : Le Flounetoscope.....	48
Figure 30 : Les éléments du Flounetoscope.....	49
Figure 31 : Capture d'écran du logiciel de commande et d'analyse du Flounetoscope.....	50
Figure 32 : image de la tâche lumineuse donnée par un Zeiss GO 35mm.....	50
Figure 33 : image de la tâche lumineuse donnée par un Cooke mini s4i 32mm.....	50
Figure 34 : Comparatif des courbes données par le Flounetoscope, à 4 de diaphragme, entre un objectif 25mm Zeiss GO et un 25mm Cooke mini s4i.....	51
Figure 35 : Comparatif des courbes données par le Flounetoscope, à 4 de diaphragme, entre un objectif 50mm Zeiss GO et un 50mm Cooke mini s4i.....	52
Figure 36 : Photogrammes extraits des plans type « essais ».....	56
Figure 37 : Photogramme extrait des plans « essais en extérieur ».....	57
Figure 38 : Photogrammes des plans n°1, n°3 et n°4 de la séquence "extérieur".....	57
Figure 39 : Scénario de la séquence "studio".....	58
Figure 40 : Tableau récapitulatif des séquences « fiction » tournées en studio.....	59
Figure 41 : Photogrammes des plans 1, 2, 3 4 et 5 de la fiction studio en lumière dure, Alexa et optiques Cooke.....	59
Figure 42 : Exemples de questions posées au panel d'observateurs.....	64
Figure 43 : Comparaison du plan 2 de la séquence « fiction studio ».....	67
Figure 44 : Comparaison des flares des deux séries.....	68
Figure 45 : Comparaison. Zeiss en haut, Cooke en bas.....	69

# Source des illustrations

- Figure 1 : MONCLIN A., *Optique et prise de vues* [2]  
Figure 2 : WHEELER Paul, *Practical Cinematography* [7]  
Figure 3 : BELLAÏCHE P., *Les secrets de l'image vidéo* [3]  
Figure 4 : BELLAÏCHE P., *Les secrets de l'image vidéo* [3]  
Figure 5 : MARTIN P., *Cours d'optique appliquée, ENS Louis Lumière* [10]  
Figure 6 : WHEELER Paul, *Practical Cinematography* [7]  
Figure 7 : LITWILLER D. (pour DALSA), *CMOS vs. CCD : Maturing Technologies, Maturing Markets, 2005.*  
Figure 8 : BELLAÏCHE P., *Les secrets de l'image vidéo* [3]  
Figure 9 : LUKAC R. (sous la direction de), *Single-Sensors Imaging, Methods and applications for digital cameras* [4]  
Figure 10 : LUKAC R. (sous la direction de), *Single-Sensors Imaging, Methods and applications for digital cameras* [4]  
Figure 11 : BELLAÏCHE P., *Les secrets de l'image vidéo* [3]  
Figure 12 : LUKAC R. (sous la direction de), *Single-Sensors Imaging, Methods and applications for digital cameras* [4]  
Figure 13 : MONCLIN A., *Optique et prise de vues* [2]  
Figure 14 : DxO Labs, *DxO Analyzer Manual V3.2* [18]  
Figure 15 : *idem.*  
Figure 16 : *idem.*  
Figure 17 : *Mesures effectuées pour ce mémoire.*  
Figure 18 : *idem.*  
Figure 19 : *idem.*  
Figure 20 : *idem.*  
Figure 21 : *idem.*  
Figure 22 : *idem.*  
Figure 23 : DxO Labs, *DxO Analyzer Manual V3.2* [18]  
Figure 24 : *idem.*  
Figure 25 : *idem.*  
Figure 26 : *idem.*  
Figure 27 : *Mesures effectuées pour ce mémoire.*  
Figure 28 : BERTHELLOT Florian, *De l'influence des flous dans la perception de l'espace* [13]  
Figure 29 : *Photos prises par mes soins.*  
Figure 30 : *idem.*  
Figure 31, 32, 33, 34, 35 : *mes mesures*  
Figure 36 : *Photogrammes extraits de la PPM*  
Figure 37 : *idem.*  
Figure 38 : *idem.*  
Figure 39 : *Extraits du scénario de la PPM.*  
Figure 40 : *Photogrammes extraits de la PPM*  
Figure 41 : *Extraits du questionnaire de la PPM.*  
Figure 42 : *idem.*  
Figure 43 : *idem.*  
Figure 44 : *idem.*

# ANNEXES

## Correspondance avec Matthias PESCH, ingénieur chez ARRI

**What are the filters that are situated on the Alexa's sensor ? Are there any anti-IR, low-pass filters ? What is the purpose of these filters ?**

Yes, the Alexa has an IR cut filter as well as an optical lowpass filter. The purpose of the IR filter is to cut infrared light which would otherwise be detected by the sensor and would lead to a false color reproduction, hence a very unnatural image. The purpose of the optical low pass filter is to avoid aliasing artifacts (sometimes also called moire). It can be understood as a way of adding a defined blur to the image that is produced by the lens, which is necessary to suppress the occurrence of aliasing patterns. This was not necessary with film since the photosensitive grains were arranged in a random pattern as compared to image sensors with a very periodic arrangement of the photosensitive areas.

**Are there micro-lenses on each photosite ? What is their purpose ? Is it true that, because of the micro-lenses, the angle of light should be the smallest possible ?**

Yes, there is a microlens on each photosite. This is usually necessary in CMOS sensors to guide the light onto the photosensitive area of the pixel, which on the other hand also contains electrical connections and transistors. The microlenses increase the light conversion efficiency of the pixel by minimizing the losses that would otherwise occur due to light hitting an area that is not photosensitive. As you mention correctly, the use of microlenses typically reduces the maximum angle of acceptance of a pixel. This is especially true for very small pixels (like e.g. in cell phone cameras).

**How are fixed problems about reflections from the sensors and filters in the Alexa ?**

We use very high performance antireflection coatings on all optical elements that are positioned between lens and sensor. Additionally, the geometry and surface of the housing parts are optimized to reduce stray light. In addition, all the new lenses we bring to the market will be tested extensively in combination with our cameras.

### **Why Light angle should be smallest with digital sensor than with film ?**

This is related to the microlenses, see above. Film doesn't have that directional sensitivity.

### **How is calculated the circle of confusion with digital sensor, and more precisely with the Alexa ?**

This is a very difficult question, because the circle of confusion is an assumption that has to be made. The basis for this assumption has many parameters like viewing conditions, camera resolution, lens characteristic etc, so there is no scientifically correct unique circle of confusion. In the literature (and also in the lens tables we use), the usual assumption for Super 35mm format is 25 $\mu$ m. This "historical" assumption must be discussed again in times of high resolution digital sensors and high performance lenses. We are, however, aware of the fact that 25 $\mu$ m is probably too large for most modern applications and definitions and we are currently working on a future proof redefinition of the circle of confusion.

### **What are the main problems linked to the optics with digital sensors ?**

There is a lot to be said regarding this very broad question. One main problem for sure is the loss of a "defined environment", which means that with the rise of digital cameras, the properties of these cameras vary widely regarding their active sensor area, the properties of the filter elements that are put in the front of the sensors and the optical properties of the sensors themselves. This is in strong contrast to the acquisition with film cameras where the situation was much more defined regarding optics, because the maximum image size was defined by the maximum area of the film and there were no filter elements between lens and film. As a result, the performance of "old" lenses that were made in film times needs to be evaluated for each camera system individually (in principle). New lenses have to be optimized to work with digital cameras regarding all the mentioned properties.

**Dr. Matthias Pesch**

**Technical Lead Optical Systems / Research & Development**

ARRI

Arnold & Richter Cine Technik GmbH & Co. Betriebs KG

Türkenstr. 89, 80799 München, [www.arri.com](http://www.arri.com)

Tel.: +49 89 3809-1740

Fax: +49 89 3809-111740

# Spécifications de l'ARRI Alexa

## A.1 Appendix

### ALEXA EV

#### Image Sensor

Type	ALEV III CMOS sensor
Sensor frame rates	0.750 - 60.000 fps 60.000 - 120.000 fps in High Speed mode
Shutter angle	5.0° - 358.0° 5.0° - 356.0° in High Speed mode
Total active photo sites (incl. surround view)	3168 x 1782 (16:9) 3168 x 2160 (4:3)
Photo sites of recorded image	2880 x 1620 (16:9) 2880 x 2160 (4:3)
Aperture of recorded image	23.76 x 13.365 mm (16:9) 23.76 x 17.82 mm (4:3)
Image aperture (incl. surround view)	26.14 x 14.70 mm (16:9) 26.14 x 17.82 mm (4:3)
Photo site pitch	8.25 µm
Aspect ratios	1.78:1 (16:9) 1.33:1 (4:3)
Filters	optical low pass, UV, IR
Color filters	RGB primary colors

#### Lens

Lens mount	Exchangeable lens mount, with PL mount LA-PL-1 installed
Flange focal depth	52.00 mm nominal

#### Image processing

White balance	2000 - 11000 Kelvin
CC Shift	-8 to +8 (translates to full magenta/ full green gel correction)
EI rating	160 - 3200 ASA
Recorded image resolutions	1920 x 1080 pixels (16:9 HD) 2048 x 1152 pixels (16:9 2K) 2880 x 1620 pixels (16:9 ARRIRAW) 2048 x 1536 pixels (4:3 2K) 2880 x 2160 pixels (4:3 ARRIRAW)

#### Viewfinder

Type	ARRI EVF-1
Technology	LCOS imaging device
Resolution	1280 x 784 pixels

#### Power

Power supply	DC 11 - 34V
Power management	Active ORing between BAT connector and onboard battery adapters
Power consumption	ca. 85W w/o accessories
Power outputs	2 x RS (24V), 1x 12V
<b>Recording</b>	
Recording media	Sony <b>SxS PRO</b> cards XR Capture Drives
Recording compression codec	Apple ProRes 422/4444 codec family Avid DNxHD (requires license key, for ALEXAs with XR module available again in a later SUP version) ARRIRAW
Frame rates	0.75 - 60 fps 60 - 120 fps in High Speed mode
<b>Image Outputs</b>	
Recording output	2x REC OUT configurable as: 2x 422 1.5G SL YCbCr @ frame rates: 23.976, 24, 25, 29.97 and 30 fps or 1x 422 1.5G DL YCbCr @ frame rates: 48, 50, 59.94 and 60 fps or 2x 422 3G SL YCbCr @ frame rates: 48, 50, 59.94 and 60 fps or 1x 444 1.5G DL RGB @ frame rates: 23.976, 24, 25, 29.97 and 30 fps or 2x 444 3G SL RGB @ frame rates: 23.976, 24, 25, 29.97 and 30 fps or 1x 444 3G DL RGB @ frame rates: 48, 50, 59.94 and 60 fps
Monitoring outputs	EVF out: proprietary signal for EVF-1 with delay <1 frame  1x MON OUT: 1x 422 1.5G @ frame rates: 23.976, 24, 25, 29.97 and 30 fps
<b>Timecode</b>	
Type	TC clock generator with crystal oscillator
TC input	LTC in
TC outputs	LTC out HD-SDI LTC/VITC out

**Dimensions and weight**

Length x Width x Height (body with SxS module)	332 x 153 x 158 mm 12.95" x 6.02" x 6.22"
Length x Width x Height (body with XR module)	332 x 161.6 x 158 mm 12.95" x 6.34" x 6.22"
Camera body weight with SxS module	6.3 kg / 13.8 lb
Camera setup weight with SxS module (incl. EVF-1, VMB-1, CCH-1)	7.7 kg / 16.9 lb
Camera body weight with XR module	6.6 kg / 14.5 lb
Camera setup weight with XR module (incl. EVF-1, VMB-1, CCH-1)	8.0 kg / 17.6 lb

**Others**

SD card	most SD cards with FAT/FAT32 up to 4 GB
Sound level	under 20 dB(A) @ 24 fps and ambient temperature < 25° C / 77° F
Environmental	-20° C to +45° C @ 95% relative humidity max, non condensing

The following table lists the differences of specific ALEXA models compared to a standard ALEXA:

**ALEXA Plus (4:3)**

Length x Width x Height (body with SxS module)	332 x 175 x 158 mm 12.95" x 6.89" x 6.22"
Length x Width x Height (body with XR module)	332 x 184.6 x 158 mm 12.95" x 7.24" x 6.22"
Camera body weight with SxS module	7.0 kg / 15.4 lb
Camera setup weight with SxS module (incl. EVF-1, VMB-1, CCH-1)	8.4 kg / 18.5 lb
Camera body weight with XR module	7.3 kg / 16.1 lb

Extraits du *Arri Alexa Family of Cameras, Software Update Packet 8.0, User Manual* de 2013.

# Brochure commerciale des objectifs Cooke mini s4i



## S4 Quality Deserves the S4 Name

The miniS4/i lenses incorporate everything today's filmmakers ask for: smaller, lighter-weight lenses that offer the same resolution, optical quality and reliability as the S4/i lenses, but at a lower price – and, they are interchangeable for shooting film and digital images up to and beyond a 4K resolution.

Cooke miniS4/i Prime Lenses are designed and developed in close technical collaboration with industry professionals. They are colour-matched and compatible with Cooke S4/i, 5/i and Anamorphic/i lenses.

The miniS4/i optics offer superb optical and mechanical performance: control of flare, distortion, veiling glare and spherical aberrations at full aperture. The cam-type focus mechanism allows for smooth focus adjustments. Modular construction increases ease of maintenance and serviceability. The Cooke miniS4/i lenses are manufactured by us to our traditional high standards in Leicester, England.

### /i Technology

Each of our miniS4/i prime lenses are supplied with /i Technology and are designed for all PL mounted professional motion picture film and electronic cameras. Cooke's /i Technology provides cinematographers and camera operators with vital information on lens setting, focusing distance, aperture and depth-of-field, hyperfocal distance, serial number, owner data, lens type and focal length in both metric and footage measurements. All the information can be captured frame-by-frame for real-time display and for use in post-production.

### Feature Highlights

- Lenses available 18, 25, 32, 40, 50, 65, 75, 100 and 135mm
- T2.8 to T22 aperture
- Linear iris
- /i Technology for lens meta-data capture included as standard
- The Cooke Look® and colour matched with all other Cooke lenses
- Lightweight and compact; ideal for hand-held work
- Award-winning cam-style focus mechanism allows for smooth focus adjustments
- Cooke quality and S4/i-like construction





## Cooke <sup>mini</sup>S4/i Technical Specifications



<b>Optical Design</b>	The optics are designed to give maximum performance at full aperture with superior control of flare, distortion and spherical aberration.
<b>/f Technology</b>	Accessible via contacts in mount that sync with /f compatible cameras and accessories
<b>Colour Balance</b>	All miniS4/i prime lenses are colour balanced, color-matched and compatible with Cooke 5/i, S4/i and Anamorphic/i.
<b>Aperture</b>	All miniS4/i primes have a true T2.8 aperture and cover Super 35mm format.
<b>Index Marks</b>	Every index mark is labelled. More detailed markings allow for more detailed focus control.
<b>Focus Movement</b>	Our Academy Award® winning cam-style focus movement coupled with the added benefit of a large lens barrel diameter, has allowed for an increased number of focus markings, particularly at close focus. Spherical aberration has been controlled throughout the range of focal lengths to eliminate the need to compensate for changes in back focus with aperture. A four-point contact bearing provides a smooth positive backlash-free movement.
<b>Camera Mounts</b>	Cooke Hardened PL Mount with /f Technology contact.
<b>Focus Scaling</b>	Large, clear numerals on both sides of the focus barrel benefit the focus puller when shooting under difficult lighting conditions.
<b>Compatibility</b>	All Cooke miniS4/i primes, except 18mm, have a common fixed front diameter of 87mm, with a focus drive gear of 121T x 0.8 mod and an iris drive gear of 119T x 0.8.
<b>External Finish</b>	A scratch resistant PTFE hard anodised finish is provided on all Cooke lenses, providing a durable, hard-wearing surface to meet the most demanding environmental conditions.
<b>Iris</b>	An eight-leaf linear module iris assembly is fitted into miniS4/i primes with an aperture range of T2.8 to T22.
<b>Weight/Size Ratio</b>	The lenses are designed for all shooting applications, including handheld and Steadicam, providing comfortable balance ratio with the latest compact cameras.
<b>Reliability and Service</b>	miniS4/i prime lenses are designed to meet a market requirement for fully reliable performance with a minimum of downtime.
<b>Cases Available</b>	

## Cooke <sup>MINI</sup>S4/8 Range of Lenses

	Units	18mm	25mm	32mm	40mm	50mm	65mm	75mm	100mm	135mm
<b>T Stop Range</b>		T2.8 -22								
<b>Angular Rotation of Iris Scale</b>	<b>Degrees</b>	77	77	77	77	77	77	77	77	96
<b>Minimum Marked Object Distance</b>	<b>mm</b> <b>inches</b>	250 10	250 10	300 12	440 16	500 20	700 27	750 30	900 36	1000 39
<b>Close Focus from Lens Front</b>	<b>mm</b> <b>inches</b>	80 3	93 4	139 5	240 9.5	311 12	500 20	564 22	711 28	790 31
<b>Angular Rotation to MOD Endstop</b>	<b>Degrees</b>	300	300	300	300	300	300	300	300	300
<b>Maximum Diagonal Angle for S35 Format</b>	<b>Degrees</b>	80	62	50	41	34	26	22	17	14.16
<b>Length from Front of Lens to Lens Mount</b>	<b>mm</b> <b>inches</b>	120 4.72	106 4.17	110 4.33	110 4.33	137 5.39	135 5.32	137 5.39	137 5.39	157.8 6.21
<b>Maximum Front Diameter</b>	<b>mm</b> <b>inches</b>	110 4.33	87 3.43							
<b>Total Weight</b>	<b>kg</b> <b>lbs</b>	1.3 2.86	1.4 3.08	1.6 3.52	1.7 3.74	1.5 3.30	1.6 3.52	1.6 3.52	1.6 3.52	1.8 3.96
<b>Max. Format Covered</b>	33.54mm Diagonal									
<b>Focus Scales</b>	Two opposing focus scales – metric or footage. Scales marked from infinity to MOD									
<b>Focus Drive Gear</b>	121 teeth 0.8 metric module x 5.0 wide x 99 from the image plane									
<b>Iris Scales</b>	Two opposing linear T scales – whole and third stops marked									
<b>Iris Drive Gear</b>	119 teeth 0.8 metric module x 2.5 wide x 84 from image plane									
<b>Screw-In Filter</b>	M82 x 0.75 (25mm - 135mm)									

Specifications subject to change

### Additional resources

#### Downloads

<http://www.cookeoptics.com/s/technicaldocumentation.html>



## About Cooke



**For 100 years, Cooke has been at the centre of the filmmaking business. We've been listening to the community of which we are a part. We lead by introducing new products such as /i Squared Technology and our range of Anamorphic/i lenses, and we remember that our success is built on a simple idea—do what the filmmaker needs.**

Our factory in Leicester, England has generations from the same family working side by side. That experience is unbeaten anywhere. We manufacture a full range of primes and zooms for 35mm and digital photography, as well as large format stills lenses.

We know our customers, and they know us, as individuals. Our rental partners do their training next to the craftsman who built their lenses. There are no barriers. We meet our customers at trade shows, on location around the world, and we welcome customers by appointment to our factory in the U.K. for an informal tour and discussion.

Our quality is monitored at every stage of manufacturing. Our Quality Control technicians carry out a 20 point check to ensure that the lenses leaving our factory are made to the highest quality possible. We're intolerant when it comes to tolerances. We research continuously to drive innovation. Our lenses are dependable and practical in use on the set; our optics superb. The lenses are straightforward to maintain—which is why so many rental facilities carry our products. Our manufacturing and testers keep going until we get each lens within our very tight specification. We get it right, whatever it takes.



At the heart of what makes Cooke special is "The Cooke Look." The Cooke Look® is about the science of creating beautiful images for the motion picture industry.

As a result, for over a century, cinematographers have chosen Cooke lenses for a smooth roundness and dimensionality to the picture and for the velvety skin tones that flatter.



## Cooke Contact Information

### Cooke Optics Ltd.

Cooke Close  
Thurmaston  
Leicester, LE4 8PT  
United Kingdom

T +44 (0) 116 264 0700

F +44 (0) 116 264 0707

[lenses@cookeoptics.com](mailto:lenses@cookeoptics.com)

All information correct at time of printing.  
©2013 Cooke Optics Limited. All rights reserved.

A3-E  
20131115

# Dossier Partie Pratique de Mémoire

ENS Louis Lumière  
La Cité du Cinéma – 20, rue Ampère BP 12  
93213 La Plaine Saint-Denis  
+33 (0) 1 84 67 00 01 // [www.ens-louis-lumiere.fr](http://www.ens-louis-lumiere.fr)



Mémoire de Master  
Spécialité Cinéma, Promotion 2011/2014  
Soutenance de juin 2014

# DE L'INTERET DES OBJECTIFS ARGENTIQUES EN NUMÉRIQUE

*(Titre provisoire)*

Laure MÉNÉGALE

- NOTE D'INTENTION DÉFINITIVE –  
PARTIE PRATIQUE

Directeur de Mémoire : **Pascal MARTIN**

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

# TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	98
<b>PARTIE PRATIQUE.....</b>	
CURRICULUM VITAE.....	99
NOTE D'INTENTION.....	100
<i>CHOIX DU MATERIEL.....</i>	<i>100</i>
<i>RÉALISATION DES SÉQUENCES.....</i>	<i>101</i>
<i>ANALYSE DES IMAGES-TESTS.....</i>	<i>103</i>
LISTES DES MATÉRIELS.....	103
<i>CAMÉRA.....</i>	<i>103</i>
<i>ECLAIRAGE.....</i>	<i>107</i>
<i>MACHINERIE.....</i>	<i>108</i>
PLAN DE TRAVAIL DU TOURNAGE.....	108
PLAN DE TRAVAIL DE POST-PRODUCTION.....	109
PLAN DE TRAVAIL SOUHAITÉ POUR LA PROJECTION.....	110
ÉTUDE TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE.....	111
<i>ARGENTIQUE.....</i>	<i>111</i>
<i>AUTRES DÉPENSES.....</i>	<i>111</i>

# CURRICULUM VITAE

## Laure Ménégale

17 rue de Domrémy, Appt A31, 75013 Paris  
laure.menegale@free.fr  
06.23.85.32.24

Permis B  
27 ans



### Compétences & Connaissances

- direction de la lumière
  - cadre
  - assistantat-caméra
  - réalisation
  - électricité (Habilité B2VBR)
- D-Cinéma : Arri Alexa, Red, Sony Ciné-Alta.
  - 35mm : Arri 435, Panavision Panaflex, Arri III, Moviecam.
  - 16 mm : Arri SR2, Aaton XTR.
  - Caméscopes ENG : Panasonic P2 HPX& HVX, Sony DSR, Sony Z, JVC HDV-GY.

Anglais : lu, écrit, parlé, courant  
Espagnol : lu, écrit, parlé, opérationnel

### Expériences

Depuis 2006 : participation à des court-métrages amateurs, d'école et institutionnels en tant que chef opératrice, réalisatrice, assistante-caméra, cadreur, électricienne, monteuse.

- chef-opératrice sur *L'Espoir* de J. Lawrence, 2013, Autoproduit.
- chef opératrice sur *Faut pas se planter* de L. Pomédio, 2012, Autoproduit.
- chef opératrice sur diverses productions de l'ENSL : *Marcel TV* de A. Marandet, 2013, *Musée* de Laurène LeBarh, 2013, *Seconde vie* de L. LeBarh, 2012, *L'autre Dimension* de W. Herrero, 2012, *L'antichambre* de A. Peter, 2012.
- chef opératrice sur *On naît pas bien là* de E. Renvoise, 2010, CCOF.
- chef-opératrice et réalisatrice du clip *First* du groupe Redrum, 2009, CCOF.
- chef opératrice, et/ou réalisatrice de séquences illustratives de l'émission de télévision *Amat'heure* diffusée sur Télésonne, 2008-2011, CCOF.
- réalisatrice de *Coincés*, 2011 & *Le Dîner*, 2010, Autoproduits.
- 1<sup>ère</sup> assistante-caméra sur diverses productions de l'ENSL : *L'Ancre et le Serpent* de F. Caldironi, 2013, *Behind the Green Door* de Adrien Peter, 2013, *Mauvaise main* de B. Barbier, 2013, *Seconde vie* de L. LeBarh, 2012, 2012, *Magda* de S. Vincent, 2012.
- 2<sup>nd</sup> assistante-caméra sur *Mauvais Timing* de G. Vatan, 2013, Mad Pictures.
- 2<sup>nd</sup> assistante-caméra sur *Jeanne Sur Fond Blanc* de D. Raymond, 2012, Le Fresnoy.

### Expériences Professionnelles

- . Juillet 2009- Juillet 2010 : Technicienne de Maintenance chez *BFMTV*, à Paris.
- . Septembre-octobre 2009 : Cadreur-monteur chez *Télésonne* à Massy (stage).
- . Octobre 2007 – juillet 2009 : Cadreur-monteur de news chez *Le But Du Jeu* à Paris.

### Formation

- . 2011-2014 : *Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière*, section **Cinéma**.
- . 2010 : obtention de la *Licence "Pratique et esthétique du cinéma"* (par correspondance).
- . 2009 : obtention du *BTS audiovisuel option métiers de l'image* en alternance.
- . 2004 : obtention du Baccalauréat Scientifique, section européenne Anglais, mention Bien.

### Informations complémentaires

- . Arts : Cinéma. Photographie. Goût prononcé pour les arts et les loisirs créatifs.
- . Sports : Gymnastique Artistique Féminine, roller, jogging, natation.
- . directrice et animatrice en colonies de vacances durant les vacances scolaires depuis 2004.

## NOTE D'INTENTION

La partie pratique de ce mémoire consistera à créer des images-tests afin de pouvoir observer clairement si les « vieux » objectifs ont un réel impact sur la définition des images en numérique. Ces images me serviront à me faire un avis, à travers leur simple observation ainsi que par l'étalonnage qu'elles demanderont pour être identiques.

## CHOIX DU MATERIEL

Ce mémoire cherche à questionner les pratiques actuelles. Le matériel utilisé lors de la partie pratique se rapprochera ainsi le plus possible de configurations aujourd'hui employées.

En numérique, la caméra utilisée sera une Arri Alexa car il s'agit de la caméra la plus utilisée actuellement en long-métrage de fiction.

En argentique, la pellicule sera une Kodak 5213. Son grain est plus fin que celui de la 5219, et permet ainsi de diminuer la part du bruit dans la reconnaissance d'une image argentique.

Les « vieilles » optiques seront des Zeiss Grandes Ouvertures. Ces optiques sont souvent citées, par Julien Hirsch ou Caroline Champetier par exemple, pour casser la trop grande définition du numérique.

Les optiques plus récentes seront de préférence des optiques qui sont vendues pour avoir été conçues spécialement pour le numérique comme les Angénieux Optimo DP ou les Panavision Primo V.

Sinon, il pourra s'agir d'optiques assez récentes comme les Arri Zeiss Master Prime. Ces optiques, sorties en 2005, sont aussi bien utilisées en argentique qu'en numérique. Elles permettent ainsi une comparaison de leur comportement selon la surface sensible (au sens large) se trouvant derrière. Elles sont réputées très piquées, alors que les Zeiss sont réputées très « rondes » en numérique. On peut ainsi se poser la question de savoir si un film tourné en numérique avec des Zeiss GO peut s'apparenter à un film tourné en argentique avec des Master Prime. En outre, d'après les loueurs Panavision-Alga et Transpacam, les Master Prime sont très souvent louées, et ce malgré leur rendu « froid » et leur prix élevé. Il est donc intéressant de comparer ces deux configurations souvent pratiquées.

Les tests seront aussi intéressants à faire avec les Cooke mini s4/i de l'école. En effet, ceux-ci font partie des rares optiques pour lesquelles le numérique est évoqué dans leur brochure commerciale. Ils sont réputés assez « doux » également mais sont plutôt récents. Ils peuvent ainsi faire un « compromis » entre des optiques très récentes conçues pour le numérique et/ou très piquées et des anciennes très « douces ».

## RÉALISATION DES SÉQUENCES

Trois séquences d'images distinctes seront tournées.

Chacune d'elle sera tournée plusieurs fois avec des configurations matérielles différentes, pour comparaison.

### Séquence 1 : fiction extérieur

Cette séquence sera tournée en extérieur, en lumière naturelle, exclusivement en numérique pour des questions de budget. Elle s'apparentera à une séquence de long métrage de fiction. Les plans comporteront une grande perspective, et beaucoup de détails.

Séquence	Image	Lumière	Caméra	Objectif
Extérieur	Grandes profondeurs, Scénarisée : focales et valeurs de plans variées	naturelle	Alexa	Zeiss GO
				Cooke mini S4
				Récentes

Total : 15 = 3 x 5 plans identiques

### Séquence 2 : fiction studio

Cette séquence sera tournée en studio, et s'apparentera aussi à une séquence de long métrage de fiction. En effet, ce que les gens voient lorsqu'ils vont au cinéma, ce ne sont pas des images d'« essais » mais des films narratifs. Il s'agit donc ici de mettre les spectateurs dans les conditions réelles d'un film de cinéma. Ainsi les plans, une fois montés, raconteront quelque chose et formeront une séquence cohérente. Les valeurs de plans, mouvement de caméra et focales seront ainsi variées.

Deux types de lumières seront testés également : douce, lumineuse et peu contrastée d'un côté et dure, sombre et contrastée d'un autre.

Le jeu d'acteur sera pour autant toujours le même, plutôt neutre.

Séquence	Image	Caméra	Objectif	Lumière
Studio	Différents fonds, scénarisée : focales et valeurs de plans variées	Alexa	Zeiss GO	Douce
				Dure
			Récentes	Douce
				Dure
		Kodak 5213	Zeiss GO	Douce
				Dure
			Récentes	Douce
				Dure

Total : 8 fois la même séquence = 2 (ambiances lumières) x 4 (couples matériel)

### Séquence 3 : essais classiques

Cette séquence s'apparentera à des « essais studios » en tout genre (filtres, optiques etc.). Une personne sera assise sur une chaise, devant un fond fait des tissus drapés noir et blanc. Cette personne sera entourée de divers objets de diverses couleurs et de diverses matières. Il y aura aussi des chartes de gris et de couleurs.

Les plans seront fixes. La focale sera toujours la même : la focale normale soit un 35mm.

Deux valeurs de plans seront testées : gros plan et plan taille.

Trois types de lumières seront testés également : uniforme (blondes sur poly), douce et peu contrastée, dure et contrastée.

Certains plans seront également tournés en argentique.

Séquence	Image	Caméra	Objectif	Plan	Lumière
<b>Essais Studio</b>	Personne devant fond noir et blanc avec chartes et objets divers	Alexa	Zeiss GO 35 mm	GP	Uniforme
					Douce
					Dure
				Taille	Uniforme
					Douce
					Dure
			Cooke mini S4/i 35mm	GP	Uniforme
					Douce
					Dure
				Taille	Uniforme
					Douce
					Dure
			Optiques récentes	GP	Uniforme
					Douce
					Dure
Taille	Uniforme				
	Douce				
	Dure				

Total numérique : 18 = 3 (ambiances lumières) x 2 (valeurs de plans) x 3 (optiques)

## ANALYSE DES IMAGES-TESTS

Les images créées seront également présentées à un panel d'observateurs.

Ce panel sera constitué à la fois de personnes « exercées » à l'analyse d'image comme des étudiants, professeurs ou professionnels de l'image, et des personnes « non-exercées » ou beaucoup moins exercées à l'analyse d'image. Il s'agit de :

- Etudiants de l'école
- Personnels de l'école
- Personnes extérieures à l'école

A travers le questionnaire auquel répondra le panel lors du visionnage des images, je chercherai à savoir si le fait d'utiliser d'anciens objectifs pour adoucir la définition du numérique est réellement ressenti par les spectateurs.

## LISTES DES MATÉRIELS

### CAMÉRA

QTÉ	ÉLÉMENT	MARQUE	MODELE	S/N
<b>CAMÉRA NUMÉRIQUE</b>				
1	Corps Caméra monture PL	Arri	Alexa Studio	
1	viseur électronique		EVF-1	
1	support loupe longue		VEB-1	
1	câble d'alimentation moyen pour viseur		KC 151-S	
1	câble d'alimentation court pour viseur		KC 150-S	
1	câble d'alimentation XLR4/fischer2			
1	câble 12Vmâle / XLR4 femelle			
1	câble XLR3 mâle/fischer2 femelle			
1	câble BNC court			
1	épaulière		SP-4	
1	poignée droite à déclencheur			
1	fixation légère d'épaule		BPA-2	
1	réhausse arrière		LB-1	
1	tournevis 6 pans	Wiha	353/SW3,0x75	
1	clé 6 pans	Swisstools	PB207L:5x150	
1	carte SDHC ( <i>déjà en possession</i> )	Lexar	4GB Multi-Use	ESI 15
2	tiges 15mm			

2	tiges 19mm longueur 240			
1	plaque de décentrement mâle/femelle		BP12	
1	queue d'aronde			
1	plaque de fixation V-Lock	Bebop	ML120ALEX	

BATTERIES POUR ALEXA				
8	Batteries V-Lock	Bebop	V140RM	
2	Chargeurs	Bebop	VS2RLM	
1	Câble d'alimentation	Bebop		

CAMÉRA ARGENTIQUE				
1	Corps caméra	Moviemcam	Super	108
1	loupe courte	Moviemcam		
1	loupe longue	Moviemcam		
1	poignée déclencheur	Moviemcam		
1	boitier Moviespeed control + câble	Moviemcam		
1	fenêtre format 1,85	Moviemcam		
1	dépolis format 1,85	Moviemcam		
1	contour lumineux format 1,85	Moviemcam		
2	fusibles			
2	tiges 40cm Ø15			
2	tiges 20cm Ø15			
1	plaque de décentrement	Van Diemen		
1	queue d'aronde			
2	semelles	Van Diemen		
2	magasins 122m	Moviemcam		50136-50236

BATTERIES POUR MOVIECAM				
2	Batteries 12/24V Moviemcam.	Moviemcam	V140RM	

ALIMENTATION				
1	Câble XLR4 femelle / XLR3 mâle			
1	Alimentation secteur 24V	Moviemcam		
1	Câble d'alimentation			

OPTIQUES ANCIENNES				
1	série d'optiques PL / BNC-R 18mm T/2.8 25mm T/2.8 32mm T/2.8	Zeiss	G.O.	

	50mm T/2.8			
	85mm T/2.8			

COMMANDE DE POINT				
1	Commande de point n°3 1 pont avec pignon 1 convertisseur de tiges 19-15mm 1 commande de point avec butée 1 commande de point longue 10 disques 1 tige de déport courte et coudée 1 tige de déport longue et souple	Chrosziel	204-02 401-10 201-55 201-02	

PARE-SOLEIL				
1	Pare-Soleil 4x5,6 1 corps 1 volet de tête 2 volets latéraux 1 soufflet arrière 130-110mm 1 soufflet arrière 110-87mm 1 cache 16:9 2 tiroirs 4x5,6	Chrosziel	MB456 402-26 411-67 410-60 416-03	
1	cravate			

FILTRES				
	Séries de filtres 4x5,6 Neutres Séries de filtres 4x5,6 IR			

MONITEUR 6 POUCES				
1	Moniteur 1 moniteur 6 pouces 1 cache plastique de protection 1 mini bras magique 1 câble fischer 3 mâle / XLR4 femelle 1 BNC court 1 operator manual	Transvidéo		

MONITEUR 24 POUCES				
1	Moniteur 24 pouces	Sony	PVM 2541	3001125
1	câble d'alimentation			
3	Câbles BNC courts			
3	Câbles BNC longs			

OUTILS & CONSOMMABLES				
1	Décamètre	Kelson		
1	Bombe à air	Dust Off		
1	Lens Tissue	Rosco		
1	Table de profondeur de champ			
1	Pocket guide	Arri	v7.0	
1	Voile caméra			
2	boîtes pellicule de 122m	Kodak	5213	
2	noyaux 35mm			
2	Rouleaux de chatterton (jaune et noir)			
2	pochettes laboratoire			
2	étiquettes laboratoire			
1	Miroir aimanté			
	Aimants			
	Flèches aimantées			
1	Clap			
	Mires de Foucault			
1	Mire de Sharpness			
1	Rouleau de gaffer 25mm bleu			
1	Rouleau de gaffer 25mm rose			
1	Rouleau de gaffer 25mm noir			

VALISE OPÉRATEUR				
1	Chercheur de champs	Alan Gordon	Mark Vb	16878
1	Cellule	Spectra	Professionnal IV	
1	Spotmètre	Asahi		
1	Thermocolorimètre	Minolta	II	125663
1	Verre de Contraste	Tiffen	#3	

DATAS				
3	Cartes SxS	Sony	32 Go	
1	Lecteur de cartes SxS	Sony		
1	Alimentation secteur de lecteur SxS	Sony		
1	Câble USB/mini USB			
1	ordinateur portable	Mac	Macbook	
1	Câble USB3			
2	Disques durs 1To	LaCie	Rugged	
2	Câbles FireWire 800-800			

## ECLAIRAGE

TUNGSTÈNE	
2	fresnels 5kw
2	fresnels 2kw
3	fresnels 1kw
4	fresnels 500W
1	lucioles 2kw

FLUORESCENT & LED	
2	4T 120
2	4T60
2	2T60
2	réglottes 1T 40
1	panneau LED

DIVERS	
oui	lampes de secours
1	lampes de jeu praticables 70W
2	pinces bols 500W

SUPPORTS & SYSTÈME D'ATTACHE	
7	pieds U126
4	pieds 1kw
2	ped baby
	tiges de descentes de différentes tailles
	bijoute : clamps, mains de singe, bras magiques etc.

ACCESSOIRES	
1	lot de gélatines différentes
2	poly grand
2	miroirs
2	plaques de dépron
1	lot de drapeaux de différentes tailles
2	taps
1	lot de mammas de différentes tailles et opacité
1	lot de grilles différentes
2	cônes

ÉLECTRICITÉ	
	prolongateurs 16A
6	prolongateurs 32A monophasé
1	prolongateurs 32A triphasé
4	boîtes M6 (32A monophasé -> 6x16A)
1	tonneaux (32A triphasé -> 32A monophasé)
2	dimmers 2kw
1	jeu d'orgue
2	escabeaux
2	échelles

## MACHINERIE

QTÉ	ÉLÉMENT	MARQUE	MODELE
<b>PIED</b>			
1	grandes branches bol 120		
1	petites branches bol120		
2	triangle		
1	tête fluide	Sachtler	9+9

<b>TRAVELLING STUDIO</b>			
1	paire de rails travelling droit 3m		
1	paire de rails travelling droit 2m		
1	paire de rails travelling droit 1m		
1	paire de rails travelling droit 0,5m		
1	set de traverses		
1	plateau grand		
4	roues pour plateau		

## PLAN DE TRAVAIL DU TOURNAGE

### Temps nécessaire de tournage

- Essais caméras numériques : 1/2 journée.
- Essais caméras argentiques : 1 journée
- Séquence « essais » : ½ journée
- Séquence « fiction extérieur » : 1 jour
- Séquence « fiction studio » : 2 jours
- Tests sur DxO : 1 jour (alexa nécessaire)
- Tests sur bancs FTM et Flounetoscope (Alexa non-nécessaire mais optiques louées/prêtées nécessaires)

### Dates souhaitées

du 17 au 21 février 2014.

### Calendrier

- Jeudi 13 février : essais caméras argentiques, tests optiques sur banc FTM et Flounetoscope
- Vendredi 14 février : accessoirisations caméra argentique.
- Lundi 17 février : tournage séquence « essais » + prépa « studio »
- Mardi 18 février : tournage séquence « extérieur » + prépa « studio »

- Mercredi 19 et Jeudi 20 février : tournage séquence « studio »
- Vendredi 21 février : tests sur DxO

### Lieux

- Plateau 1 : du 17 au 21 février
- Laboratoire d'optique : du 13 au 24 février
- Salle d'essai caméras : les 13 février

### Récapitulatif

Date	Tâche	Lieu
J 13 février	Essais caméras argentiques, FTM et Flounetoscope	Laboratoire d'Optique
V 14 février	Cours	/
L 17 février	Essais Alexa, Tournage « essais », prépa déco « studio »	Plateau 1, salle d'essais
M 18 février	Tournage « extérieur », prépa lumière « studio »	Cité du Cinéma, Plateau 1
M 19 février	Tournage « studio »	Plateau 1
J 20 février	Tournage « studio »	Plateau 1
V 21	tests sur DxO (Sécurité)	Plateau 1, laboratoire d'optique
S 22 février	Sécurité	Plateau 1, laboratoire d'optique

## **PLAN DE TRAVAIL DE POST-PRODUCTION**

Au total, 6 jours nécessaires,  
entre le 28 février et le 11 mars au plus tard.

### Montage

2 jours nécessaires.

### Conformation

1 jour sur Rain.

### Etalonnage

Etalonnage sur Rain + Cinétal.  
2 jours d'étalonnage.

### Création de DCP

1 jour nécessaire.

## Récapitulatif

Date	Tâche	Lieu
V 28 février	Montage	Salle Avid
L 03 mars	Montage	Salle Avid
M 04 mars	Conformation	Rain
M 05 mars	Etalonnage	Rain
J 06 mars	Etalonnage	Rain
mars	Montage et mixage son	
mars	Création de DCP	Avid, Salle de projection
27 & 28 mars	Projection à un panel d'observateur	Salle de projection

## **PLAN DE TRAVAIL SOUHAITÉ POUR LA PROJECTION**

Accès à la salle de projection pendant 1 jour, pour tester la création des DCP, faire mes propres observations et tester la salle de projection. Avant le 11 mars.

Projection au panel durant 2 jours, les 27 et 28 mars 2014.

### Deux solutions possibles :

- Salle de projection. Si les biais étudiés par la majeure Phy (niveaux de noirs, optique qui n'est pas dans son domaine d'optimisation etc.) ont été corrigés ou se révèlent peu problématiques pour mes tests.  
Espace colorimétrique : DCI P3 d'après un étalonnage en Rec709 + une LUT 3D. En effet, l'école ne dispose pas d'écran calibré en DCI P3.
- Ecran plasma du laboratoire de sensitométrie. Espace colorimétrique : Rec709.

# ÉTUDE TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

## ARGENTIQUE

### Développement et scan

Dans l'idéal, la location d'objectif n'aura rien prélevée sur le budget qui nous est alloué, ce budget ira alors au développement et scan d'une bobine 122m de pellicule Kodak 5213 (450€ TTC environ).

### Caméra Monture PL

Panavision propose la location d'une Arri 435 pour 130€ TTC.

## AUTRES DÉPENSES

Le but est, comme dans beaucoup de projet ENSLL, que les décors et costumes ne coûtent rien. J'utiliserai ceux de l'école, ou m'en ferait prêter.

La cantine et régie de face sera prise sur ce qu'il reste de budget s'il en reste, et sinon sera à ma charge personnelle.

Tout se déroulera dans l'enceinte de la cité du cinéma, il n'y aura donc pas de problème de coût transports et/ou d'hébergement.

# Synthèse des résultats de la PPM

## Préparation & Tournage

Cette Partie Pratique de mémoire a été une très grande expérience. En effet, il s'agit du premier projet pour lequel nous avons accès à tout le matériel de l'école, mais pour lequel nous sommes quasiment seul du début à la fin.

Il faut donc tout préparer et organiser seul. Même en déléguant, il y a toujours beaucoup de choses à gérer seul, au moins au début, le temps de trouver les membres de son équipe.

Afin de pouvoir projeter les séquences-tests avant le rendu de la troisième partie du mémoire, il fallait en outre que je tourne très tôt. La préparation a ainsi dû se faire très vite. Cela a été un travail intense ! Il fallait être sur plusieurs fronts à la fois, trouver l'équipe, trouver le matériel que l'école n'a pas, prévoir et préparer le matériel disponible à l'école, prévoir la régie etc. Malgré des frayeurs de dernières minutes, tout s'est bien passé.

Le tournage était un peu particulier et ne ressemblait en rien à ceux auxquels j'avais participé. En effet, il fallait tourner plusieurs fois les mêmes plans, avec des caméras et optiques différentes. Et cela prend bien sûr plus de temps que prévu de changer de caméra et d'optique, et de refaire les mêmes plans. Notre principal problème était que nous n'avions pas deux semelles, ni deux follow-focus et mattebox. Il fallait donc les passer d'une caméra sur l'autre à chaque fois que l'on faisait le plan avec la deuxième caméra. Il était également très difficile de retrouver exactement les mêmes cadres à chaque fois. Nous ne pensions pas tout le temps à prendre des photos du moniteur, cela a donc compliqué cette tâche.

Panavision-Alga a bien voulu me louer, pour une somme dérisoire, une caméra Arri 435. Je pensais que cela conviendrait amplement. Or cette caméra est une caméra de seconde équipe, donc non-silencieuse. Il a donc malheureusement fallu la blimper avec un manteau en cuir au tournage, et cela n'a pas suffi. Pour les séquences-tests, l'ingénieur du son a donc utilisé le son des séquences tournées en Alexa pour le plaquer sur les séquences argentique en le resynchronisant au possible. Malheureusement, en projection, cela s'est ressenti par une légère désynchronisation.

En ce qui concerne les optiques, je n'ai pas réussi à obtenir mon premier choix, une série Arri Zeiss MasterPrime. J'ai finalement utilisé les Cooke mini s4/i qu'Emmit a prêtés à l'ENS. Les résultats ont été ainsi très surprenants et loin de ce à quoi je m'attendais. Je pensais vraiment trouver une différence flagrante entre les vieilles optiques Zeiss G.O. et les optiques récentes. Mais les Cooke mini s4i, dans leurs conditions optimales d'utilisation, sont très proches des Zeiss G.O.

Lors des séquences « essais », j'ai voulu obtenir le même angle de champ entre le 35mm Zeiss et le 32mm Cooke. Or cela impliquait un changement de point de vue et donc de perspective, que je pensais minime. Sur un grand écran ou en projection, ce changement de perspective en ressort assez important et gênant dans la l'analyse de différence. Il aurait donc fallu privilégier la perspective à l'angle de champs.

## Post-production & Projection

Je souhaitais à l'origine monter les séquences de manière similaire, en coupant les plans au même endroit à l'image près afin qu'elles aient toutes la même durée totale et de chaque plan les composant. Or des acteurs, des machinistes et des cadreurs sont humains et ne font donc jamais exactement la même chose. En outre, en pellicule, puisque nous n'en disposons pas de beaucoup, j'ai parfois donné des « couper » trop rapidement, et ait donc très peu de matière en fin (mais également en début) d'action. Pour avoir des raccords de montage fluides, il m'était donc impossible de monter les séquences de la même manière.

Le plus gros problème qui s'est posé à moi a été celui de l'étalonnage. Ayant été formée aux bases de l'étalonnage à l'École, je pensais pouvoir me débrouiller et arriver à un résultat correct dans le temps réduit dont je disposais et ce malgré mes compétences plutôt médiocres. Or l'exercice s'est révélé beaucoup plus difficile que prévu. En effet, il ne s'agit pas de faire tendre une image vers ce que l'on souhaite, mais de gommer toutes les différences entre des supports ayant des dynamiques et une colorimétrie vraiment différente, tout en harmonisant les 8 séquences « fiction studio » ensemble. Des problèmes de colorimétries subsistaient et, surtout, des sautes de contraste avaient ainsi lieu au sein d'une même séquence, ainsi que d'une séquence à l'autre.

Ce qui est problématique, c'est que ce mauvais étalonnage a un impact sur l'analyse de l'image qui en a été faite par la suite en projection. J'aurai dû faire appel à une personne maîtrisant l'étalonnage afin d'éviter ce biais.

Cette Partie Pratique de mémoire a été difficile a mené jusqu'au bout. En effet, je me suis occupé seule de presque toutes les étapes de ce projet. J'ai dû apprendre beaucoup de choses mais malheureusement parfois un peu trop rapidement pour maîtriser vraiment ce que je fais. En outre, faire appel à des personnes, qui plus est, plus compétentes que soi permet d'éviter des problèmes comme celui concernant l'étalonnage.

# PARTIE PRATIQUE DE MÉMOIRE

## -QUESTIONNAIRE -

*Sept ensembles de séquences vont vous être projetés séparément. Chaque ensemble comporte 2 séquences clairement identifiées, la séquence A et la séquence B. Après la projection d'un ensemble de séquences, je rallumerai la lumière afin de vous permettre de répondre aux questions correspondant à l'ensemble qui vient d'être vu.*

*Toutes les questions portent sur l'**esthétique** des séquences. Le contenu de la séquence n'intervient pas dans ce questionnaire.*

### QUI ETES-VOUS ?

Etes-vous :

- Un étudiant des métiers du cinéma
- Un professionnel des métiers du cinéma
- Un étudiant des métiers de la photographie fixe
- Un professionnel des métiers de la photographie fixe
- Un étudiant des métiers du son
- Un professionnel des métiers du son
- Autres études
- Autre profession

Avez-vous participé à ce projet (tournage, post-production etc.) ?

- Oui
- Non

*MERCI DE NE PAS LIRE LES QUESTIONS  
AVANT D'AVOIR VU LES SÉQUENCES,  
CELA POURRAIT FAUSSER VOTRE SPONTANÉITÉ.*

## ENSEMBLE DE SEQUENCES n°1

1.1. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est plus douce (plus lisse et moins détaillée) que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a une esthétique plus douce que l'autre

1.2. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est mieux définie et plus nette que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux n'est mieux définie que l'autre dans son ensemble

1.3. Diriez-vous que les flous d'avant-plan et d'arrière-plan de l'une des séquences sont plus flous (plus intenses et plus marqués) que dans l'autre ?

- Les flous sont plus flous dans la séquence A
- Les flous sont plus flous dans la séquence B
- Aucune, les flous sont aussi flous dans la A que dans la B

1.4. Si vous avez remarqué des différences, auriez-vous des détails à apporter aux réponses ci-dessus ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

1.5. Pensez-vous que l'une de ces séquences ait été tournée en pellicule ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a été tournée en pellicule
- Les deux séquences ont été tournées en pellicule

## ENSEMBLE DE SEQUENCES n°2

2.1. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est plus douce (plus lisse et moins détaillée) que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a une esthétique plus douce que l'autre



### ENSEMBLE DE SEQUENCES n°3

3.1. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est plus douce (plus lisse et moins détaillée) que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a une esthétique plus douce que l'autre

3.2. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est mieux définie et plus nette que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux n'est mieux définie que l'autre dans son ensemble

3.3. Diriez-vous que les flous d'avant-plan et d'arrière-plan de l'une des séquences sont plus flous (plus intenses et plus marqués) que dans l'autre ?

- Les flous sont plus flous dans la séquence A
- Les flous sont plus flous dans la séquence B
- Aucune, les flous sont aussi flous dans la A que dans la B

3.5. Pensez-vous que l'une de ces séquences ait été tournée en pellicule ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a été tournée en pellicule
- Les deux séquences ont été tournées en pellicule

### ENSEMBLE DE SEQUENCES n°4

4.1. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est plus douce (plus lisse et moins détaillée) que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a une esthétique plus douce que l'autre

4.2. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est mieux définie et plus nette que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux n'est mieux définie que l'autre dans son ensemble

4.3. Diriez-vous que les flous d'avant-plan et d'arrière-plan de l'une des séquences sont plus flous (plus intenses et plus marqués) que dans l'autre ?

- Les flous sont plus flous dans la séquence A
- Les flous sont plus flous dans la séquence B
- Aucune, les flous sont aussi flous dans la A que dans la B

4.5. Pensez-vous que l'une de ces séquences ait été tournée en pellicule ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a été tournée en pellicule
- Les deux séquences ont été tournées en pellicule

### ENSEMBLE DE SEQUENCES n°5

5.1. Pensez-vous que l'une de ces séquences ait été tournée en pellicule ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a été tournée en pellicule
- Les deux séquences ont été tournées en pellicule

5.2. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est plus douce (plus lisse et moins détaillée) que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a une esthétique plus douce que l'autre

5.3. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est mieux définie et plus nette que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux n'est mieux définie que l'autre dans son ensemble

5.4. Diriez-vous que les flous d'avant-plan et d'arrière-plan de l'une des séquences sont plus flous (plus intenses et plus marqués) que dans l'autre ?

- Les flous sont plus flous dans la séquence A
- Les flous sont plus flous dans la séquence B
- Aucune, les flous sont aussi flous dans la A que dans la B

5.5. Si vous voyez une différence entre ces deux séquences en termes de netteté et de définition, comment la qualifieriez-vous ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ENSEMBLE DE SEQUENCES n°6

6.1. Pensez-vous que l'une de ces séquences ait été tournée en pellicule ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a été tournée en pellicule
- Les deux séquences ont été tournées en pellicule

6.2. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est plus douce (plus lisse et moins détaillée) que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a une esthétique plus douce que l'autre

6.3. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est mieux définie et plus nette que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux n'est mieux définie que l'autre dans son ensemble

6.4. Diriez-vous que les flous d'avant-plan et d'arrière-plan de l'une des séquences sont plus flous (plus intenses et plus marqués) que dans l'autre ?

- Les flous sont plus flous dans la séquence A
- Les flous sont plus flous dans la séquence B
- Aucune, les flous sont aussi flous dans la A que dans la B

6.5. Si vous avez remarqué des différences, auriez-vous des détails à apporter aux réponses ci-dessus ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## IL N'Y A PAS D'ENSEMBLE N°7

## ENSEMBLE DE SEQUENCES n°8

8.1. Pensez-vous que l'une de ces séquences ait été tournée en pellicule ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a été tournée en pellicule
- Les deux séquences ont été tournées en pellicule

8.2. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est plus douce (plus lisse et moins détaillée) que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux séquences n'a une esthétique plus douce que l'autre

8.3. Diriez-vous que l'esthétique de l'une des séquences est mieux définie et plus nette que l'autre ?

- La séquence A
- La séquence B
- Aucune des deux n'est mieux définie que l'autre dans son ensemble

8.4. Diriez-vous que les flous d'avant-plan et d'arrière-plan de l'une des séquences sont plus flous (plus intenses et plus marqués) que dans l'autre ?

- Les flous sont plus flous dans la séquence A
- Les flous sont plus flous dans la séquence B
- Aucune, les flous sont aussi flous dans la A que dans la B

8.5. Si vous avez remarqué des différences, auriez-vous des détails à apporter aux réponses ci-dessus ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---