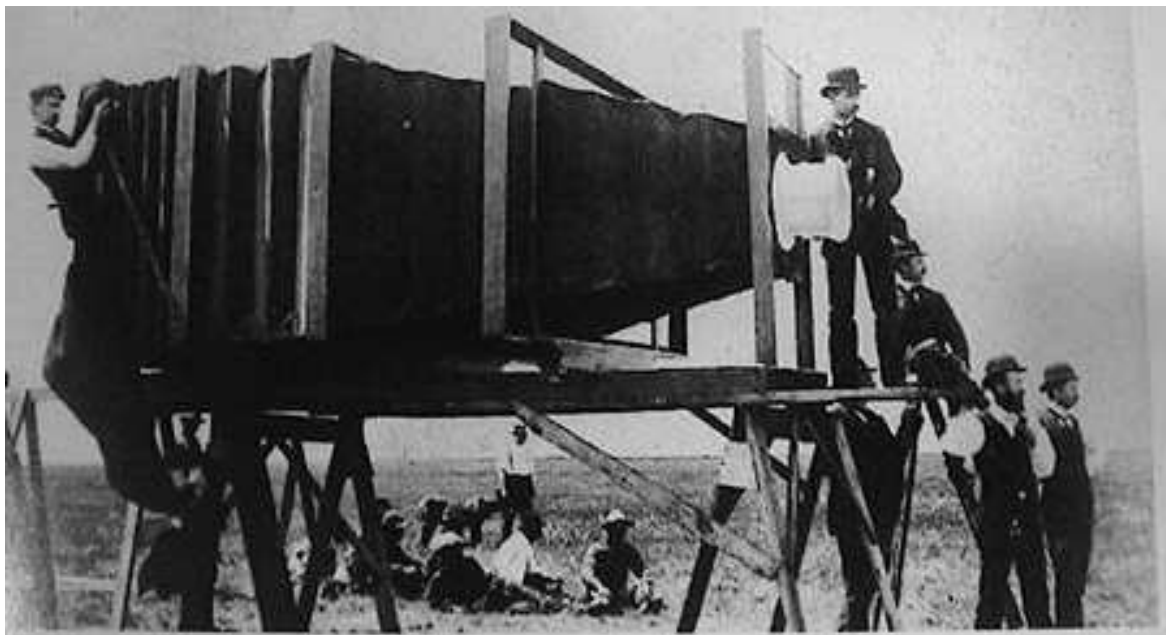


Ecole Nationale Supérieure Louis Lumière
Section cinéma 2006
MEMOIRE DE RECHERCHE

“La macro à l’échelle humaine”

*Présentation d’un procédé nouveau permettant
de réduire la profondeur de champ*

Dimitri Burdzelian
Sous la direction de Pascal Martin



REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon directeur de mémoire Monsieur Pascal Martin pour sa grande disponibilité, la qualité de son enseignement et de notre collaboration ainsi que la grande générosité avec laquelle il a mis à ma disposition son matériel et son laboratoire d'optique.

Je remercie également très chaleureusement Monsieur Didier Nové qui a participé à la fabrication du prototype ainsi que mon père Michaël qui m'a également été d'une aide précieuse lors de la construction du dispositif optique.

Un grand merci également à Monsieur Alain Aubert qui m'a confié son épiscopes pendant plus d'un an pour mes recherches.

Je tiens aussi à remercier les personnes suivantes pour leur aide et leurs conseils au sein de l'école:

Madame Francine Levy
Monsieur Michel Coteret
Monsieur Jean-Pierre Thé
Monsieur Alain Tanguy

Monsieur Arthur Cloquet
Madame Sorton
Madame Véronique Lorin
Monsieur Philippe Lemenuel

Ainsi que mes camarades étudiants qui m'ont rendu de précieux services:

Kevin Hovsepian
Sidonie Moulart
Inès Léraud
et Rémi Mestre

Enfin un grand merci à la Société Kodak pour son aide matérielle et sa confiance, et notamment à mes interlocuteurs qui ont été d'une grande amabilité:

Didier Ponceau
Nathalie Cikalovsky
et Marie-Pierre Maureuil

et bien sûr je remercie du fond du coeur toute l'équipe du film pour son grand dévouement...

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
PREMIERE PARTIE: EXPLICATION DE LA PROFONDEUR DE CHAMP	6
I. Explication classique	6
1- La formation des images	6
2- Le cercle de confusion	7
3- Formule de la profondeur de champ	8
4- Le cas de la macrophotographie :	13
II. Explication intuitive de la profondeur de champ	14
1- “le principe d’incertitude”	14
a. Le sténopé	15
b. L’objectif	17
III. “L’hyperphotographie”	20
DEUXIEME PARTIE – LA PROFONDEUR DE CHAMP AU CINEMA	23
I- De <i>Citizen Kane</i> à <i>Elephant</i>	23
1- Citizen Kane	24
2- Elephant	25
3- Le cas <i>Barry Lyndon</i>	28
II- flou relatif, absolu et rendu des grandes pupilles d’entrée	31
TROISIEME PARTIE - DESCRIPTION D’UN PROCEDE NOUVEAU	33
II- Description et plan	33
Principe mécanique	35
II- Description détaillée du prototype	36
1- L’objectif primaire	36
2- Le dépoli	38
3- Les verres de champ	39
4- Les tiges	39
5- Le soufflet	40
6- Les rails et la commande de point	40
7- Le parsoleil:	40
III- Caractéristiques optiques du dispositif	40
1- Flou et profondeur de champ	40
2- caractéristiques théoriques	44
Distance minimum de mise au point:	44
Angle de champ horizontal:	44
4-Utilisation	44
5- améliorations pour un usage professionnel	46
QUATRIEME PARTIE: ESTHETIQUE DE LA “TRES FAIBLE” PROFONDEUR DE CHAMP	47
I-La “fausse” très faible profondeur de champ :	47

1- Objectifs à bascule	47
2- Le flou numérique	52
Hylén System	52
II- La “vraie” très faible profondeur de champ	54
1. Analyse de trois références visuelles	54
a. Les autochromes Lumière	54
b. Macro et cinéma scientifique	56
c. Animation traditionnelle et prise de vue rapprochée	59
d. Conclusion	61
2. Autres directions esthétiques	62
a. Mouvements de caméra	62
b. Le double diaphragme	63
3. Fiction , clip, expérimental	64
CINQUIEME PARTIE - PRESENTATION DE LA PARTIE PRATIQUE DE MEMOIRE.	66
I- Documents	66
1- Note d’intention	66
Lumière et hyperphotographie	66
2- Scénario	67
3- Description du projet	68
4- Liste matériel	68
5- Photos du tournage	70
CONCLUSION	71
BIBLIOGRAPHIE	73
Articles	73
Mémoires et thèses	73
Ouvrages	73
LIENS INTERNET	74
TABLE DES ILLUSTRATIONS	74

INTRODUCTION

Ce mémoire a pour but de présenter une innovation technique pour la prise de vue au cinéma. Il s'agit d'un dispositif optique qui permet d'obtenir une image ayant très peu de profondeur de champ, donnant ce qu'on pourrait appeler un effet de "macro à l'échelle humaine". Qu'est-ce que la profondeur de champ et la macrophotographie? Pourquoi avoir développé un tel outil? Quel en est le fonctionnement? Qu'apporte-t-il d'un point de vue esthétique? Telles sont les questions auxquelles nous tenterons de répondre dans notre exposé, de façon technique, mais en ayant également le souci de le rendre accessible aux non-spécialistes.

La miniaturisation du capteur électronique dans les caméras vidéos et les appareils photos numériques a une conséquence directe et inévitable sur le rendu de l'image: celle-ci sera caractérisée par une très grande profondeur de champ. Le succès de ces technologies nous a dès lors habitué à une image nette en tous points, souvent qualifiée de "plate" ou "froide".

Alors que tout au long de l'histoire du cinéma de grands metteurs en scène, comme Orson Welles, ont cherché avec leurs opérateurs à augmenter par tous les moyens la profondeur de champ pour des raisons de mise en scène, on constate aujourd'hui à cause de cette banalisation des images vidéo, une tendance inverse, un désir de mettre en valeur le flou dans l'image. De plus, l'oeil des spectateurs est de plus en plus averti. Là où, il y a cinquante ans, il aurait vu une erreur technique, celui-ci est aujourd'hui prêt à accepter le flou comme volonté artistique. Ainsi, on peut remarquer qu'au cinéma, dans le clip et la publicité, la faible profondeur de champ est presque devenue un gage de qualité et de maîtrise. Le meilleur exemple de cette vogue, est le court métrage présenté au festival Nemo *Invisible cities* de Julio Soto (USA/2002). Ce film utilisant des prises de vues réelles retouchées numériquement est un travail sur l'image purement visuel combinant différents effets mais dont l'axe principal est une tentative de recréer artificiellement une image avec très peu de profondeur de champ par l'ajout de flou numérique.

Notons bien que cette tendance actuelle, ne doit pas être prise pour autre chose que ce qu'elle est : comme toute les modes, elle est purement formelle, "formaliste" même, donc d'une certaine façon, superficielle, motivée seulement par un désir de changement, de renouveler le style visuel des anciennes générations, désir abstrait né de contingences purement techniques. Bref, "on est bien que là où on est pas". D'où l'idée d'aller encore plus loin. Quitte à subir la mode du flou, autant explorer jusqu'au bout

de ce qui est techniquement possible, ce domaine qui s'ouvre à nous. Les limites qu'il a fallu contourner étaient celles imposées par l'ouverture maximum des objectifs de prise de vue. En effet, nous verrons que l'augmentation de la pupille d'entrée de l'objectif par le moyen d'un dispositif optique spécial permet de réaliser sans aucune retouche numérique, l'image obtenue dans des films comme *Invisible cities*.

Il nous a paru important de structurer ce mémoire comme un va et vient entre technique et esthétique, car son propos repose au fond sur un concept unique et simple, une recherche expérimentale technico-esthétique sur un type nouveau d'image "la macro à échelle humaine".

Ainsi, dans une première partie, nous donnerons l'explication classique de la profondeur de champ qui repose sur des notions d'optiques simples. Dans la suite de ce chapitre, est exposé d'une façon différente et plus intuitive le phénomène de la profondeur de champ. C'est, en quelque sorte le cœur même de ce mémoire, car c'est ici qu'est exposé le concept "philosophique" qui soutend cette recherche: c'est la notion "d'hyperphotographie", qui n'est qu'un autre nom pour "macro à l'échelle humaine".

Dans la seconde partie, nous étudierons comment a évolué l'appréhension de la profondeur de champ par les cinéastes. A travers trois exemples emblématiques: *Citizen Kane* (1941), *Barry Lyndon* (1975) et *Elephant* (2003), nous décrirons une brève histoire du cinéma en nous interrogeant sur la direction que peut prendre l'image aujourd'hui.

Dans la partie trois sera exposé le principe du dispositif optique proposé. Elle contiendra en outre une description précise du premier prototype, utilisé pour la première fois en 2005 à l'ENS Louis Lumière.

Dans la quatrième partie, nous proposerons notre vision de ce que cet outil pourrait être apte à exprimer. Bien que nouvelle, l'esthétique de la "macro à échelle humaine" puise ses sources dans des domaines aussi divers que la photographie du début du XXe siècle, le cinéma scientifique et l'animation traditionnelle.

Enfin, dans la cinquième et dernière partie est présenté un court-métrage réalisé spécialement dans le cadre de ce mémoire. Il en constitue la partie pratique et l'aboutissement des recherches techniques et esthétiques qui y sont menées.

PREMIERE PARTIE: EXPLICATION DE LA PROFONDEUR DE CHAMP

I. Explication classique

1- La formation des images

Le phénomène de la profondeur de champ est à la base même de la prise de vue. Il implique la nécessité de faire une “mise au point” lorsqu’on effectue un cliché. L’œil humain lui-même n’y échappe pas, par le mécanisme de l’accommodation. Cette mise au point s’effectue sur une distance que l’on affiche sur l’objectif. La zone nette sera comprise entre deux plans situés de part et d’autre du plan de mise au point. En photographie, la profondeur de champ se définit comme la distance entre le premier plan net et le dernier plan net.

Un appareil de prise de vue est constitué de deux composants essentiels : un objectif et une surface sensible. Pour expliquer le phénomène, il faut donc comprendre le principe de la formation de l’image par une lentille mince convergente sur une surface plane.

Une lentille convergente a pour propriété essentielle de former l’image d’un objet situé à l’infini au plan focal image. Pour matérialiser cette image, on peut placer à ce niveau un écran. Si on avance ou recule l’écran, l’image de chaque point de l’objet devient un petit cercle rendant cette image floue.

Si l’objet se trouve proche de la lentille, l’image se formera sur un plan qui se trouve au delà du foyer image. La distance entre le foyer et l’image se calcule de la façon suivante :

$$1/y' - 1/y = 1/f'$$

y: distance objet-lentille

y': distance lentille-image

f': distance focale de la lentille

A l’inverse, pour une position donnée de l’écran, seul un plan de l’espace objet est théoriquement net. Les rayons provenant d’un point situé à une distance plus petite convergent derrière l’écran (et donc forment sur l’écran une image floue) et pour une distance plus grande, les rayons convergent devant l’écran formant également une image floue.

Le plan de mise au point devrait donc théoriquement être sans épaisseur. Or on constate en photographie qu’une certaine zone de netteté

s'étend en avant et en arrière du plan de mise au point. Ceci est dû à une certaine tolérance au flou qui caractérise la perception humaine.

2- Le cercle de confusion

Les centres des cônes de la rétine sont espacés de $3\mu\text{m}$ dans la zone fovéale. La focale de l'oeil étant de 20mm environ, on peut déduire que l'oeil ne pourra séparer deux détails que s'il sont vus sous un angle supérieur à $1,5 \cdot 10^{-4}$ rd soit 1/2' d'arc. Cette limite porte le nom de critère angulaire de netteté. Cependant dans la pratique, on constate que cette valeur est trop optimiste, notamment en raison du phénomène de diffraction qui affecte les très fins détails de toute image. On considère que la valeur correcte est 2' d'arc

Un flou très léger sera vu comme net. Si l'on veut maintenant quantifier ce flou très léger, c'est à dire définir la valeur du "cercle de confusion" qui est le diamètre de la tâche image la plus petite que l'oeil puisse percevoir, il faut tenir compte de la distance à laquelle l'image est observée, car plus on s'éloigne d'elle et moins le flou est perceptible.

Pour caractériser le cercle de confusion, on se sert de la distance orthoscopique. Celle-ci est égale à la diagonale de l'écran. C'est la distance à laquelle une photographie prise avec une focale dite "normale" (ayant pour le format utilisé, un angle de champ égal à l'angle de vision distincte chez l'homme qui est de 40°) est vue dans les mêmes conditions de perspective qu'au moment de la prise de vue.

Exemple : Le format 24 x 36 a pour focale normale 50 mm. Une photo de ce format agrandie 10 fois doit être observée à la distance de 50 mm x le facteur d'agrandissement = 50 cm. Cette valeur est sensiblement égale à la diagonale de l'image qui est de 43,2 cm.

Voici les valeurs des cercles de confusion pour différents formats cinéma et photo:

35mm: $e = f'_{\text{normale}} \alpha = 35 \times 1/1500 = 0,025\text{mm}$

16mm: 0,015mm

24x36: 0,03mm

Cependant la valeur du critère angulaire de netteté α (et donc du cercle de confusion) donnée ici n'est qu'une base de départ approximative et dans la pratique elle dépend également de nombreux paramètres perceptifs tels que :

- Le contraste

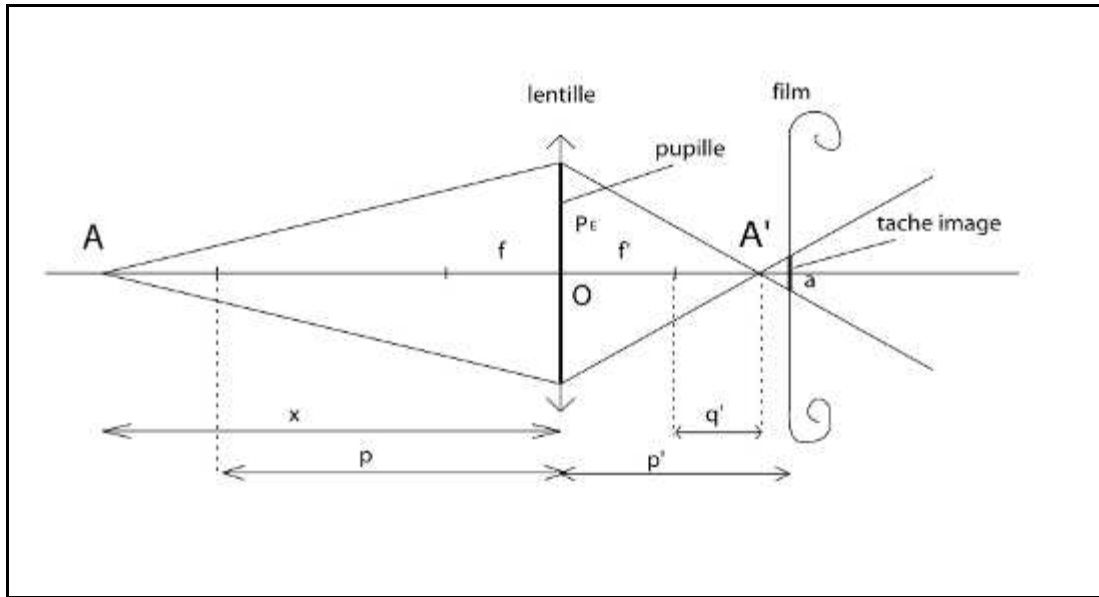


illustration 1: la tache image

Formule:
$$a = |\mathcal{O}P_{\epsilon} [1 - p(x+f') / (x(p+f'))]|$$

Voici une courbe représentant la tache image en fonction de la distance d'un point objet.

- Avec $f' = 50\text{mm}$, $P = -2\text{ m}$, $N = 4$

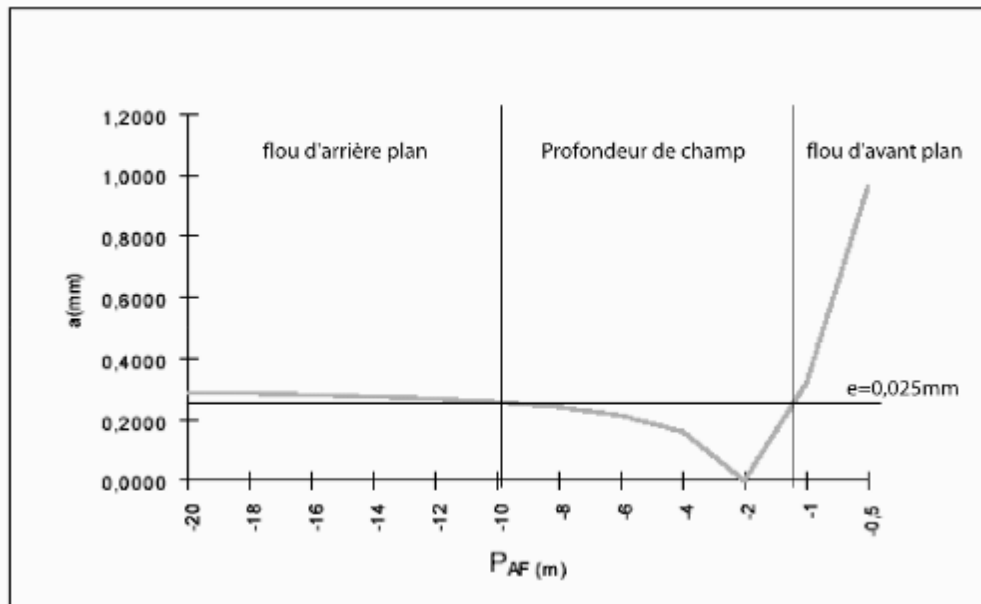


illustration 2 : courbe de base

Le cercle de confusion e du format 35mm égal à 0,025 mm est représenté sous la forme d'une constante et permet de visualiser la profondeur de champ qui s'étend d'après le schéma entre 1,25m et 9,90m environ.

F=50mm et N=4

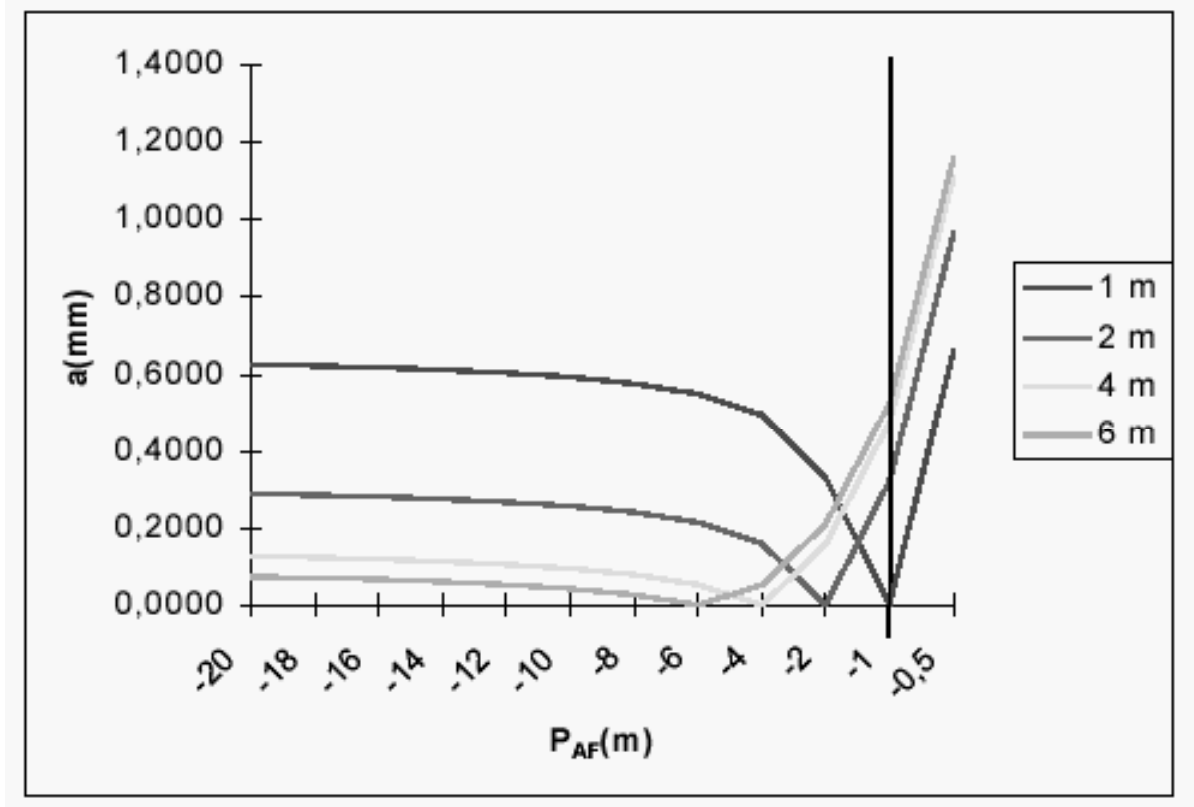


illustration 3: courbes en fonction de la distance

Distance= -2m

N=4

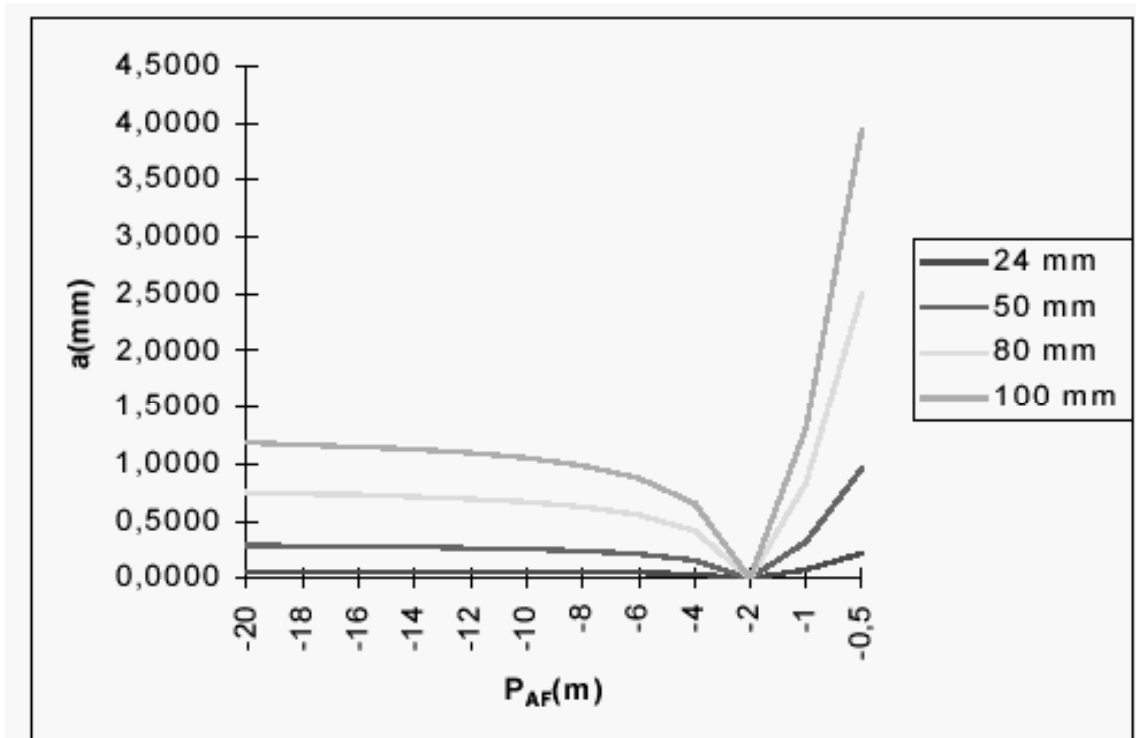


illustration 4: courbes des focales

F=50mm
Distance= -2m

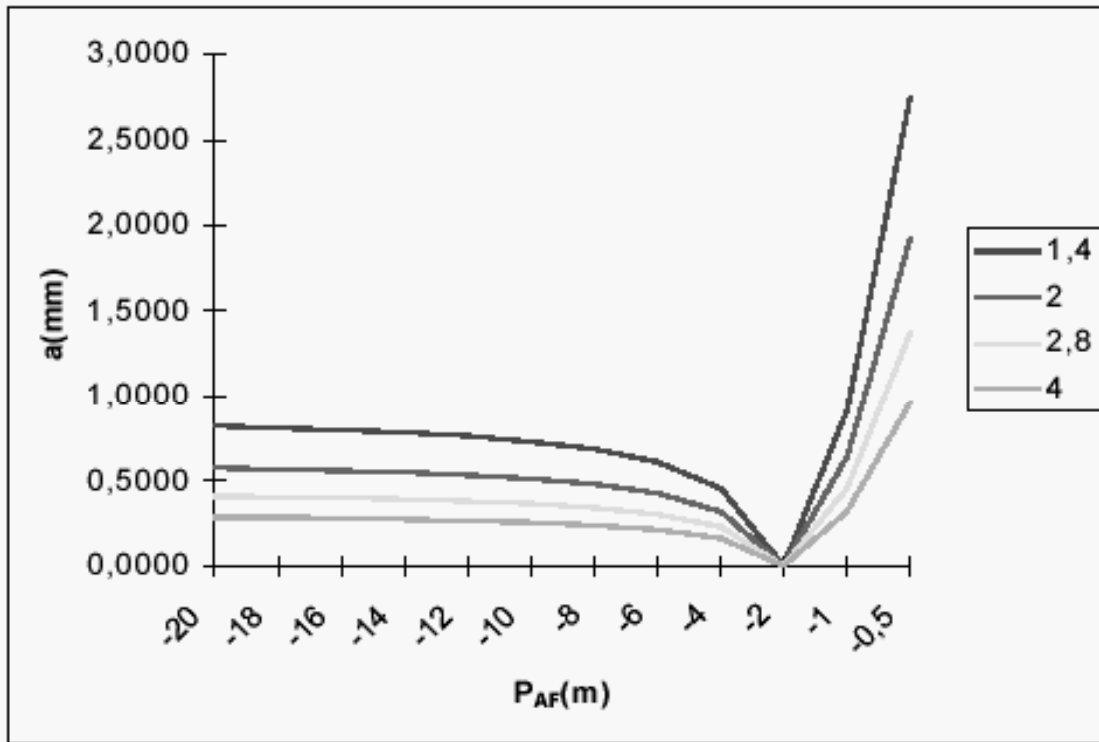


illustration 5: courbes des ouvertures

La formule utilisée par les photographes et opérateurs, permettant de calculer la profondeur de champ est la suivante:

$$1/p - 1/s = 1/r - 1/p = eNf'^2$$

avec

- p: distance de mise au point
- s: distance du dernier plan net
- r: distance du premier plan net
- e: cercle de confusion
- N: nombre d'ouverture
- f': focale

4- Le cas de la macrophotographie :

Pour pouvoir effectuer une mise au point très proche, afin de filmer des sujets de très petite taille, il existe deux possibilités : augmenter le tirage optique (la distance entre l'objectif et le plan film) ou augmenter la vergence. Dans le premier cas on peut utiliser des objectifs "macro" double tirage ou une bague-allonge adaptée à un objectif standard. Dans le deuxième cas, adapter une bonnette (lentille convergente) devant l'objectif, ou recourir à la technique des objectifs "tête bêche" qui consiste à utiliser en guise de bonnette un autre objectif renversé. On appelle ces procédés macro- ou proxiphotographie.

La macrophotographie étant la prise de vue à des distances de mise au point très faibles, afin d'avoir un grandissement⁴ proche de $g_y = -1$, la profondeur de champ est alors réduite à un plan extrêmement mince.



illustration 6: macrophotographie

La beauté qu'amène la prédominance du flou en macro n'est donc pas sans poser de gros problèmes de mise au point, surtout si le sujet bouge.

La formule de profondeur de champ en macro est la suivante:

$$\text{Profondeur de champ totale} = 2Ne(1-g_y)/g_y^2$$

Avec

© 人▷□)⊕ (⊗⊗⊗(⊕)⊗ ⊞⊞⊞ /⊗ /

N: nombre d'ouverture (sans unité)
e diamètre du cercle de confusion (mm)
 g_y : grandissement (sans unité)

Pour un grandissement $g_y = -1$ en 35mm (ce qui correspond en termes de cadrage à peu près à l'illustration ci-dessus) la profondeur de champ est:

Avec N=2:

$$P = 2 \times 2 \times 0,025 \times (1+1) / 1^2$$

P=0,2 mm

Avec N=22

$$P = 2 \times 22 \times 0,025 \times (1+1) / 1^2$$

P=2,2 mm

En pratique, un plan macro nécessite des niveaux d'éclairage très importants pour obtenir une profondeur de champ suffisante.

II. Explication intuitive de la profondeur de champ

1- "le principe d'incertitude"

Voici une manière plus intuitive et globale de comprendre le phénomène de la profondeur de champ. L'explication qui suit fait davantage appel à la logique qu'à la physique.

Pour appréhender le phénomène sans aucun calcul, il suffit en réalité de comprendre que "le flou, c'est de l'incertitude", et est une conséquence directe de *l'indétermination du point de vue inhérente à la création de toute image*.

Cette indétermination peut être de deux ordres: indétermination temporelle ou indétermination spatiale.

*L'indétermination temporelle se traduit par le **flou de bougé**, tandis que l'indétermination spatiale se traduit par le **flou de profondeur**.*

En effet, une photographie, c'est une trace laissée par la lumière sur une surface à un instant t , d'un point de vue p . En principe cet instant et ce point de vue devraient être absolument ponctuels, n'avoir aucune dimension.

Mais dans la pratique, la surface sensible a besoin d'une certaine quantité de lumière pour enregistrer l'information. Ceci a une première conséquence sur le temps d'obturation, qui, bien que très court, possède une certaine durée. La lumière est en fait captée lors d'une suite d'instantanés infiniment proches. Dès lors, il est impossible de fixer un mouvement de façon absolue. Entre le début de la prise de vue et la fin, le sujet a légèrement bougé, et ce mouvement a créé du flou, qui brouille la forme de l'objet (*flou de bougé*).

De même, toute image devrait théoriquement être créée d'un point de vue spatialement déterminé, correspondant exactement au lieu où se trouve le "trou" par lequel passe la lumière qui va frapper la surface sensible.

Pour les mêmes raisons qu'en ce qui concerne le temps d'obturation, la lumière ne saurait passer par un trou infiniment petit. Pour pouvoir disposer d'une quantité suffisante de lumière, on la fait passer par un trou ayant une certaine surface, *c'est la pupille d'entrée de l'objectif*. Cette surface circulaire peut aller dans certains objectifs jusqu'à quelques centimètres de diamètre. Entre deux points extrêmes de cette surface les perspectives sur le sujet photographié sont différentes. Superposées, les images issues de ces deux points de vue ne se correspondent que partiellement. Le flou de profondeur naît de ce décalage.

On n'a donc jamais un vrai "point de vue" mais un ensemble de points de vue différents, infiniment nombreux et infiniment proches. Ici c'est donc l'indétermination *spatiale* qui crée du flou empêchant que l'on connaisse exactement la forme des objets (*flou de profondeur*). L'importance de ce flou est directement lié à la taille de la pupille d'entrée de l'objectif. L'exemple suivant va permettre de mieux comprendre ce phénomène:

a. Le sténopé

Le sténopé du grec *sténos*: "étroit", "serré" et *ôps*: "oeil" est un appareil de prise de vue rudimentaire. Il s'agit d'une simple boîte noire à l'intérieur de laquelle on a placé du papier photosensible. En guise d'objectif, un trou très petit est percé sur la face opposée. La lumière se déplaçant en ligne droite, une projection conique s'effectue naturellement associant à chaque point du sujet, un point de l'image.

Le sténopé est donc l'appareil de prise de vue idéal puisqu'il crée un point de vue unique, la lumière passant par un trou extrêmement petit (entre de l'ordre de 1 à 10 dixièmes de mm). C'est pour cela qu'une image de sténopé a une profondeur de champ infinie et qu'elle est nette du premier au dernier plan.

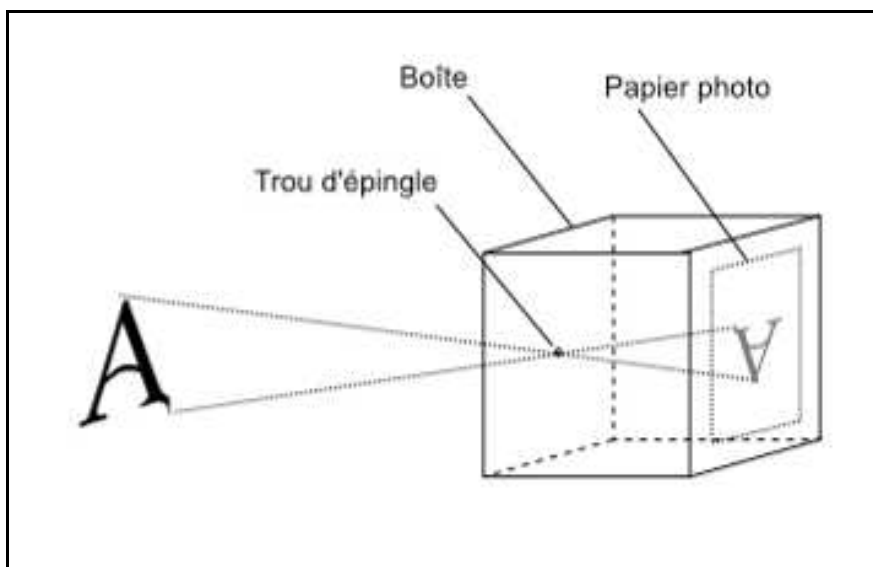


illustration 7: schéma du sténopé



illustration 8: *Une netteté infinie*
Photo au sténopé de Constantine Sholokh, "Lonely Alley"
St. Petersburg, Russie

L'inconvénient est que le temps de pose pour une photo au sténopé est extrêmement long: de quelques secondes à plusieurs heures en fonction de

la sensibilité du papier utilisé. Le nombre d'ouverture N , dont dépend la luminosité du dispositif variant entre $f/80$ et $f/500$.

b. L'objectif

Si on agrandit le trou pour laisser passer plus de lumière, l'image devient naturellement floue car pour chaque point du sujet se forme une tache. Si la tache est supérieure au cercle de confusion l'image paraît floue.

Dans ce cas on doit ajouter une *lentille convergente* qui permet de focaliser la lumière provenant d'une distance donnée. Autrement dit elle permet de faire en sorte que *les multiples points de vue qui forment l'image se recoupent pour une distance donnée*. C'est comme si on avait une infinité de sténopés pointés vers un même objet. Leurs photos seraient alors toutes différentes, car prises de *lieux différents*, mais en les superposant on constaterait que l'objet visé est toujours au même endroit dans l'image, tandis que les objets qui sont devant et derrière sont décalés d'une photo à l'autre à cause de la parallaxe.

Plus on vise un objet proche, et plus le décalage sera important en arrière plan et encore davantage en avant plan. *On a reproduit le phénomène de la profondeur de champ*.

Toute photographie contient une infinité de photographies différentes. C'est pourquoi, la profondeur de champ existe.

La surface par laquelle rentre la lumière dans un objectif est la **pupille d'entrée**. Plus la pupille d'entrée est grande, plus la profondeur de champ sera réduite pour une distance de mise au point donnée.

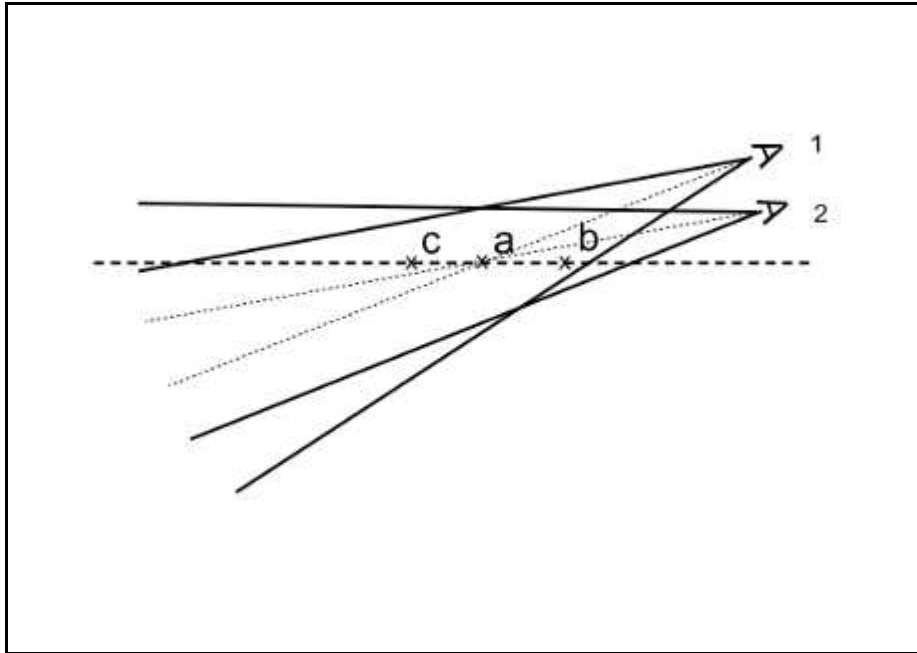


illustration 9: Deux points de vue différents correspondants à deux points de la pupille d'entrée.

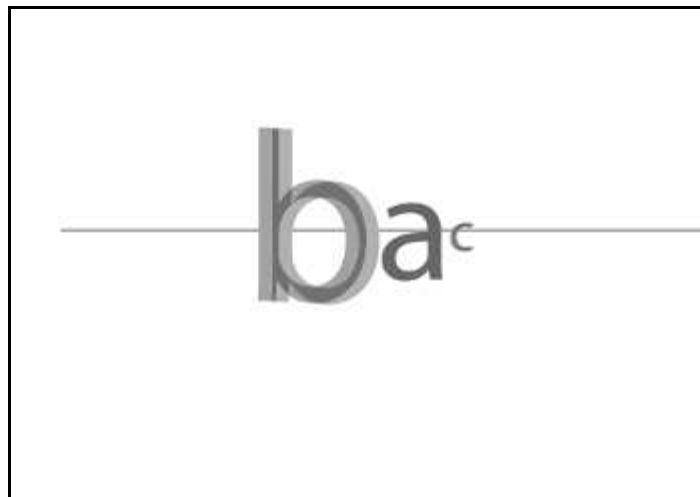


illustration 10: Les deux points de vues différents superposés. B et C sont doubles car les points de vue se recoupent en A

Il n'est pas surprenant de constater que les deux indéterminations, temporelle et spatiale, sont reliées l'une à l'autre comme le sont des vases communicants. Plus on réduit le temps de pose pour saisir précisément un geste, plus on doit ouvrir le diaphragme et réduire la profondeur de champ.

Le diaphragme a donc un double rôle: "photométrique" (il laisse passer plus ou moins de lumière) et "géométrique" (il détermine le "l'étalement du point de vue" de la prise de vue et donc la profondeur de champ. Le nombre qui caractérise l'ouverture du diaphragme est le "nombre d'ouverture N". Ce nombre est le rapport entre la focale et le diamètre de la pupille d'entrée. On peut voir sur ces photos les pupilles d'entrée d'un même objectif ouvert à N=1,2 et à N=8.



illustration 11: Un objectif réglé à deux diaphragmes différents

Ainsi, on comprend pourquoi un grand angle a nécessairement une grande profondeur de champ. Sa pupille d'entrée est très petite, (car proportionnelle à sa focale).

A l'aide de la formule simple qui met en relation le nombre d'ouverture N, la focale f' et le diamètre de la pupille d'entrée $\varnothing P_E$

$$N=f'/\varnothing P_E$$

on peut déterminer les valeurs de la pupille d'entrée de quelques objectifs:

- Au 50mm à N=2 $\varnothing P_E = 25\text{mm}$
- Au 14mm à N=2,8 $\varnothing P_E = 5\text{mm}$
- Au 9mm à N=16 $\varnothing P_E = 0,56\text{mm}$

Ici on commence à se rapprocher du point de vue “ponctuel” du sténopé.

La pupille d’entrée de cet objectif qui correspond à l’image du diaphragme vu à travers la lentille frontale est si petite qu’elle est pratiquement invisible:



illustration 12: Fisheye Century 3.5mm
monture type C pour caméras 16 mm.
La pupille d’entrée est quasiment invisible

La taille de la pupille d’entrée ne dépasse pas en général la taille de la lentille frontale. Les plus grandes pupilles d’entrée se trouvent sur les téléobjectifs ou les focales normales à grande ouverture. On peut presque voir du premier coup d’oeil quelle sera la profondeur de champ donnée par un objectif.

III. “L’hyperphotographie”

Pour revenir à notre problématique, comment diminuer la profondeur de champ d’un grand angle?

Pour cela, la seule solution est d’**augmenter sa pupille d’entrée**, ce qui peut être fait de deux façons :

- 1- Disposer d’un objectif ayant une grande ouverture maximale (un nombre d’ouverture N très petit), ce qui a l’avantage supplémentaire de le rendre très lumineux. Or tous ceux qui ont pratiqué la prise de

vue, savent qu'on ne trouve sur le marché aucun objectif dont le nombre d'ouverture descend en dessous de $N=1$, non pas à cause d'une impossibilité physique, mais à cause de la grande complexité de fabrication des optiques à très grande ouverture. Plus généralement en photo comme en cinéma, les plus grandes ouvertures disponibles se situent autour de $N=1,2$.

Ex: le 50mm Canon FD 1:1,2 en photo
La série Zeiss High Speed T=1,3 en cinema

- 2- Utiliser un format de négatif plus grand. En effet pour un angle de champ et un nombre d'ouverture donnés, l'augmentation du format entraîne automatiquement l'augmentation de la pupille d'entrée, en vertu des lois les plus élémentaires de l'optique, à savoir :

$$N=f'/\varnothing P_E$$

qui définit le rapport entre le nombre d'ouverture, la focale et la pupille d'entrée et:

$$\tan \alpha/2 = L/2f'$$

qui définit le rapport entre l'angle de champ horizontal α (un autre α que pour le critère angulaire de netteté), la focale f' et la largeur L du format.

Ces lois optiques expliquent aussi pourquoi en super 8, super 16, où 35mm, les profondeurs de champ d'un même plan au même diaphragme vont être différentes.

Avec une focale de 20 cm, un format de 20 cm de large et une pupille d'entrée de 15 cm, on aura une profondeur de champ extrêmement réduite:

Diagonale du format en 1,33: 25cm

donc focale normale $f'_{normale} = 25cm$

$e=f'_{normale}\alpha=25 \times 1/1500=0,0167cm=0,167mm$

$N=20/15=1,33$

Angle de champ horizontal: $a=2\tan^{-1}(200/400)=53,13^\circ$

Pour une distance de 10m, d'après la formule présentée au paragraphe...:

Premier plan net: 9,47m

Dernier plan net: 10,59m

Profondeur de champ=10,59-9,47=1,12m

Pour comparer, calculons dans les mêmes conditions le profondeur de champ d'un objectif "normal" en 35mm:

Focale:

$$f' = L/2 \tan \alpha/2 = 24,92 / (2 \tan(53/2)) = \mathbf{25mm}$$

Diagonale du format en 1,33 (full): 31,1mm

Focale normale $f'_{normale}$: 30mm

$$e = 30 \times 1/1500 = \mathbf{0,02mm}$$

Pour une mise au point à 10m:

Premier plan net: 7,06m

Dernier plan net: 17,1m

Profondeur de champ: 17,1-7,06=10,04m

Si on construisait l'appareil ayant les caractéristiques décrites ci-dessus (focale de 20 cm, un format de 20 cm de large et une pupille d'entrée de 15 cm), on se rendrait compte qu'il s'agit simplement d'un appareil photo "géant", dont tous les paramètres optiques ont été agrandis. Pour un tel appareil, un homme est quelque chose de relativement petit. Pour faire un portrait en pied de cet homme il devrait s'approcher à 1,37m, ce qui correspond environ à 7 fois sa focale et donc à une prise de vue macro. Il n'y aurait pas de différence en ce qui concerne la profondeur de champ, entre photographe en macro un insecte avec un appareil normal et faire une photo en pied d'un homme avec cet appareil géant. Tout n'est qu'une question d'échelle.

On peut appeler hyperphotographie (du grec $\mu\mu\mu\mu$ plus grand) le principe qui consiste à utiliser un appareil de prise de vue à l'échelle x10 ou plus, pour obtenir une très faible profondeur de champ et faire de la macrophotographie "à échelle humaine".



illustration 13: Objectif d'appareil de projection et appareil photo 24x36

Avant de revenir à cette prise de vue de nature particulière et à son éventuelle application cinématographique, nous allons nous intéresser à la façon dont la profondeur de champ a été abordée dans l'histoire du cinéma.

DEUXIEME PARTIE – LA PROFONDEUR DE CHAMP AU CINEMA

I- De Citizen Kane à Elephant

Lumière ou profondeur de champ? Ces deux paramètres sont intimement liés par l'intermédiaire du choix du diaphragme. Les préoccupations du chef-opérateur, si le réalisateur ne lui a pas clairement fait de demande à ce sujet va naturellement vers la lumière. La profondeur de champ, dans ces conditions est le plus souvent subie, plutôt que désirée.

Ainsi dans les années 1980 Alain Bergala fustigeait-il la paresse intellectuelle des opérateurs tournant à un diaphragme moyen de $f/2,8$ qu'il appelait "le ni-ni" car la profondeur était moyenne et ne servait pas d'outil expressif.

Voici au contraire dans ce chapitre, trois approches historiques très différentes, mais qui ont toutes les trois le mérite d'avoir tranché clairement la question, "pourquoi tourner à tel diaphragme?" Elle nous permettrons en outre de justifier notre démarche qui est d'explorer la très faible profondeur de champ.

1- Citizen Kane

En 1941, sort *Citizen Kane*, le premier film d'un jeune réalisateur de 27 ans venant du théâtre, Orson Welles. Il stupéfia les cinéphiles du monde entier par son audace formelle dans la mise en scène aussi bien que le scénario. La réussite du film est due en grande partie, comme le reconnaît volontier Welles à l'expérience et au talent de son chef opérateur Gregg Toland, et aux recherches personnelles que celui-ci avait amorcées dans ses précédentes collaborations. (*Les raisins de la colère* et *Les hommes de la mer* de John Ford, *Les hauts de Hurlevent* de William Wyler). L'originalité de la démarche de Welles et Toland est liée à leur prise de conscience commune de l'importance au cinéma d'un paramètre technique souvent négligé, la profondeur de champ.

Welles va en effet baser toute sa mise scène sur l'association entre le plan séquence et l'usage de grands angles très diaphragmés, principalement des 24mm et des 28mm avec une ouverture allant de N=8 à 16. A l'époque Toland disposait de la Kodak Super XX d'une sensibilité de 160 asa. L'apport de lumière pour tourner à de tels diaphragmes était donc considérable. De plus, La caméra est souvent en contre plongée, ce qui obligeait à créer des faux plafonds, fait relativement rare à l'époque, et Toland était contraint à éclairer le plus souvent latéralement avec un grand nombre d'arcs électriques. Dans l'espace très ample créé par cette profondeur de champ étendue, les comédiens pourront prendre place tout près de la caméra et au fond du décor en restant nets sans qu'il soit nécessaire d'effectuer une bascule de point. Il devient alors possible de jouer sur les effets de perspective et de variations de taille apparente des personnages et des objets rendant écrasant l'avant plan face au dernier plan. Ce procédé est en fait parfaitement pertinent dans un film qui traite de la démesure et de la décadence d'un grand homme d'affaires, Charles Foster Kane, ainsi que de la subjectivité en général, puisque chaque personnage apportant son témoignage dans l'histoire ne voit les choses que de son propre point de vue, déformé selon sa perspective, ses critères ou ses jugements de valeur.

On connaît l'enthousiasme qu'a manifesté le célèbre théoricien du cinéma André Bazin, père spirituel de la nouvelle vague, face à l'esthétique de *Citizen Kane*. Il y vit l'avènement d'une mise-en-scène naturelle et

réaliste. “Réalisme en quelque sorte ontologique, écrit-il, qui restitue à l’objet et au décor leur densité d’être, leur poids de présence, réalisme dramatique qui se refuse à séparer l’acteur du décor, le premier plan des fonds, réalisme psychologique qui replace le spectateur dans les vraies conditions de la perception, laquelle n’est jamais tout à fait déterminée a priori”. En effet l’œil humain par le fait qu’il accomode sans cesse donne également le sentiment d’une profondeur de champ infinie, d’où la sensation d’immédiateté, de vérité perçue par Bazin. En réalité, beaucoup de plans ont dû être réalisés avec trucage pour pouvoir obtenir cet effet, tel le plan de la tentative de suicide de Susan Alexander où un flacon de barbituriques apparaît net au premier plan tandis qu’au fond, entrent par une porte également nette une femme de chambre, Kane et un médecin. Dans ce plan comme dans tout le reste du film, l’extrême artifice d’une très grande profondeur de champ permet de donner au spectateur avec une grande efficacité narrative et émotionnelle, toutes les clefs permettant de comprendre les enjeux de la scène.

Soixante-cinq ans après la sortie de *Citizen Kane*, et la révélation d’André Bazin, les choses ont beaucoup évolué en France. Depuis quelques années, de nombreux chefs-opérateurs de la jeune génération aidés par la qualité croissante des pellicules 500 iso et les optiques grande ouverture (T=1,3), privilégient le naturalisme de la lumière enregistrée à des diaphragmes très ouverts ce qui a imposé une esthétique de la faible profondeur de champ. De plus, metteurs en scène comme producteurs sont séduits par l’idée de tournages légers comme au temps de la nouvelle vague, économiquement avantageux pour les uns et synonymes de liberté pour les autres.

Mais au-delà du cinéma français intimiste où le flou est accueilli comme une façon de souligner la fragilité des personnages, la généralisation des grandes ouvertures dans tous les genres cinématographiques a certainement été accentuée par les gens d’image pour marquer la différence de la pellicule avec la vidéo. En vidéo, en effet, la taille réduite des capteurs 1/3’ ou 2/3’, avec une focale normale en HD égale à 16mm, la profondeur de champ est particulièrement importante. Ainsi des films très différents comme *Sombre* de Philippe Grandrieux ou *De battre mon cœur s’est arrêté* de Jacques Audiard sont-ils majoritairement tournés à pleine ouverture.

2- Elephant

Cinéaste américain puisant une partie de son inspiration dans la culture européenne Gus Van Sant, a également adopté la philosophie du tournage à

pleine ouverture dans le film *Elephant*. Cependant, avec cette oeuvre, il me semble l'un des rares cinéastes actuels à avoir vraiment intégré la profondeur de champ comme un des paramètres décisif de l'image de son film.

Elephant s'inspire du fait divers tragique de la tuerie de Columbine en 1999. Il retranscrit des moments de la vie de lycéens qui vont être confrontés à la folie meurtrière de deux de leurs camarades, Eric et Alex.

Tout comme Orson Welles, Gus van Sant refuse une narration basée sur le découpage classique "plan d'ensemble, plan moyen, gros plan". Le film adopte ainsi un véritable concept narratif: l'espace du lycée est découpé en 6 trajets où la caméra sur steadycam prend littéralement en filature 5 lycéens seuls, un groupe de trois filles et les deux meurtriers, durant de longs plans séquences. Un espace virtuel est ainsi recréé où le spectateur suit comme dans un "jeu vidéo", des personnages qui lui donnent accès, sous de multiples points de vue simultanés, à une même réalité. La beauté de la première partie du film est d'arriver à concilier cette thématique très impersonnelle du jeu vidéo avec une proximité touchante aux personnages dans les moments les plus simples de leur vie d'adolescent.

Visuellement, ce qui est très frappant, c'est la profondeur de champ extrêmement faible qui caractérise tous les plans d'intérieur et la force qu'elle donne au film par son systématisme rigoureux. Comment Gus Van Sant et son chef opérateur Harris Savides ont-ils obtenu cet effet?

Tout d'abord, la nécessité a imposé cette esthétique, car l'impossibilité de rééclairer les longs couloirs de l'école filmés dans des plans à 360° a obligé Savides à utiliser les objectifs les plus sensibles à pleine ouverture (Zeiss high Speed T=1,3).

La deuxième raison est que le film a été tourné plein cadre (en utilisant toute la hauteur de la pellicule 35mm) et présenté au format 1,33 ce qui élargit, pour une focale donnée, l'angle de champ vertical et oblige, pour un gros plan par exemple, à venir plus près du comédien qu'on ne l'aurait fait au format 1,66 ou 1,85. Ainsi les optiques utilisées et le format créent des conditions dans lesquelles, pour une focale donnée, la profondeur de champ est la plus petite que l'on puisse obtenir au cinéma (hormis avec des optiques "spéciales" comme nous le verrons plus tard).

Enfin le contraste important de la positive (Kodak Vision Premier 2393) et la saturation des couleurs réduisent encore l'impression de profondeur de champ par la diminution du critère angulaire de netteté)



illustration 14

Ainsi, avec une profondeur de champ si réduite, les plans séquences prennent un aspect étrange, le personnage, net, est coupé de l'environnement dans lequel il évolue, qui est flou. La mise au point souvent perdue puis récupérée donne l'impression que le personnage est "dans une bulle" très fragile qu'il porte avec lui en permanence et qui l'isole du reste du monde.

La deuxième partie du film montre le passage à l'acte des deux jeunes tueurs. Ici encore, le dispositif est maintenu avec une terrifiante efficacité, lorsque Eric ouvre le feu dans la bibliothèque, la mise au point reste sur lui, tandis que dans le flou, ses victimes s'effondrent. L'effet de cette scène sur le spectateur est très fort, d'autant qu'il recèle une certaine ambiguïté. La

victime est floue et la mort paraît presque irréelle. “Si proche et pourtant si lointain, qu’est l’autre pour nous?” semble vouloir nous demander Gus Van Sant en créant cette mise en scène “myope” par intermitence.

Le flou est une indétermination du point de vue, disions-nous dans la première partie. Cette idée s’applique également au film *Elephant*. Ici aussi, les points de vue sur l’événement raconté se multiplient sans apporter ne serait-ce qu’un semblant de réponse aux questions qui se posent à nous. Le titre ferait référence à histoire en forme de parabole: des aveugles qui encerclent un éléphant tendent la main pour toucher une partie de l’animal mais chacun se fait une idée totalement différente de ce qu’il a devant lui... La violence est et restera inexplicable...

3- Le cas *Barry Lyndon*

En 1975, Kubrick avait déjà expérimenté une ouverture beaucoup plus grande dans le film *Barry Lyndon*. Son approche, semblable à celle des chefs-opérateurs actuels privilégiant les faibles niveaux lumineux à des diaphragmes très ouverts a été cependant beaucoup plus radicale.

Depuis *2001, a Space Odyssey* réalisé en 1968, qui marque une rupture aussi bien dans son oeuvre que dans l’histoire du cinéma, Kubrick chercha un naturalisme maximum de l’éclairage pour atteindre à la plus grande crédibilité possible. Ainsi dans *2001*, pratiquement toutes les sources de lumière du film son intégrées au décor et il suivit ce principe jusqu’à ses derniers films avec son opérateur attitré de *Orange mécanique* à *Full Métal Jacket*, John Alcott.

Dans *Barry Lyndon*, en effet, il sembla important à Kubrick de pouvoir filmer des scènes à la lumière de bougies sans éclairage d’appoint, ce qui n’avait jamais été réalisé jusqu’alors. Ceci va le conduire à réaliser une performance technique particulièrement intéressante pour notre sujet, à savoir l’utilisation d’une optique spéciale ouvrant à f/0,7.

Cette démarche, est finalement l’opposée de celle de Welles. Alors que ce dernier a rivalisé d’imagination pour pouvoir tourner avec une profondeur de champ maximale, quitte à “sacrifier” la lumière, Kubrick réinvente la technique existante pour tourner avec la lumière qu’il désire, sacrifiant la profondeur de champ. (Il n’était pas spécialement intéressé par la démarche d’accentuer volontairement le flou, ce qui pour l’époque, paraît assez normal.)



illustration 15

Les conséquences de l'utilisation de l'objectif Zeiss 50mm- f/0,7 sont naturellement une profondeur de champ extrêmement réduite dans les plans où il a été utilisé.

La scène où le phénomène est le plus évident est le repas de Redmond Barry avec la paysane allemande (illustration ci-dessus) Les objets sur la table permettent de se rendre compte de l'extrême faiblesse de la profondeur pour un plan de cette échelle.

Pour tous ces plans, Kubrick a, pour la première fois, inauguré un dispositif de retour vidéo dans le but d'effectuer très précisément la mise au point sur le visage des comédiens. La scène était filmée latéralement par une caméra vidéo supplémentaire et l'écran du moniteur quadrillé de manière à repérer, si les acteurs bougeaient légèrement, leur distance à la caméra.

La lumière des bougies, douce et extrêmement peu contrastée (ce qui est inhabituel au cinéma), est très proche de la vision qu'en a l'oeil, ou plutôt, (car "ce que voit l'oeil" est évidemment une pure construction culturelle), de la vision qu'en avaient les peintres classiques. On pense bien évidemment à

Il est à noter que la profondeur de champ réduite est un effet de l'objectif utilisé, et non de la mise au point. Les objets sur la table sont donc très flous, ce qui contribue à l'atmosphère de la scène.

Rembrandt ou de la Tour. Le flou sur la comédienne renforce cette sensation très picturale et peut nous faire nous interroger sur la démarche de Kubrick:

Le caractère de cette scène est-il particulièrement “réaliste”? C’est un excellent exemple, à mon sens, de la complexité de la dialectique bien connue entre le réalisme et le naturalisme, le crédible et le vrai. Kubrick veut en effet en reconstituant “scientifiquement” la scène (démarche naturaliste), parvenir à une plus grande crédibilité, à “faire vrai “ (ce qui est une de ses préoccupations constante; par exemple, il voulait faire de 2001 un “documentaire” sur le voyage intersidéral). Or le sentiment qui reste lorsqu’on se remémore cette scène est véritablement celui d’un tableau animé, de quelque chose d’extrêmement faux et sublimé. Nous ne disons pas que lui même n’était pas conscient de cela, et l’assumait parfaitement, mais que sa position a quelque chose de paradoxal, aussi paradoxale que ses films sont intéressants.

Les autres scènes où l’objectif f/0,7 a été utilisé semblent être (car il y a peu d’information précises a ce sujet)

- L’arrestation de Redmond par le lieutenant Potzdorf dans une taverne.
- La scène où Redmond et le chevalier de Ballibari escroquent un gentilhomme aux cartes.
- La scène de séduction entre Redmond Barry et Lady Lyndon.

Dans ces scènes en revanche, la très faible profondeur de champ n’est pas très affirmée. Ceci est dû, d’une part, à un manque de repères dans le plan, et d’autre part, au très faible contraste de l’image. Comme on l’a vu, la sensation de contraste et celle de la netteté sont intimement liées. A tel point qu’une image piquée et douce sera vue plus nette qu’une image contrastée et peu définie. D’autre part, les plans en question sont tous des plans fixes, et avec peu de déplacements de personnages, sauf dans la scène de triche avec le gentilhomme. Il n’y a que dans ce plan et dans celui du dîner avec la paysanne que le flou apparaît vraiment comme anormalement prononcé.

II- flou relatif, absolu et rendu des grandes pupilles d’entrée

A quoi voit-on que le flou est plus prononcé que la normale? Autrement dit, qu’est-ce qui caractérise une image ayant été prise avec une grande pupille d’entrée? La réponse est:

Un certain rapport entre l’importance du et le cadre.

Cette notion est très importante à comprendre, elle se base sur le phénomène résumé par la phrase “ à cadre égal, profondeur de champ égale”.

Celle-ci signifie que pour une échelle de plan donnée, par exemple un plan poitrine, la netteté “relative” des éléments en avant et arrière plan sera la même. Ce problème se rencontre constamment en prise de vue. Par exemple: on souhaite filmer un personnage en plan poitrine devant une boutique, sur la vitrine de laquelle il y a une inscription. Au diaphragme déterminé par le chef opérateur en fonction de la lumière sur le plateau, et à une focale normale de 35mm par exemple, on se rend compte que l’écriteau en arrière plan est trop flou pour qu’on puisse bien lire ce qu’il est écrit. On essaye donc une focale plus courte, le 25mm, pour augmenter la profondeur de champ, mais à cette focale le personnage se retrouve cadré en plan taille. On rapproche donc la caméra et on refait le point sur le comédien, cependant en faisant cela on réduit la profondeur de champ, qui redevient la même que ce qu’elle était au début...Certes, le plan n’est plus le même; l’écriteau est plus petit dans l’image. Il semble moins flou, mais en réalité, par rapport à sa taille, il l’est tout autant et la difficulté à déchiffrer ce qui est écrit est la même. C’est pour cela que nous parlions d’un flou “relatif”. Le flou relatif se mesure par rapport à la taille de l’objet dans l’image et affecte sa reconnaissance. Le flou “absolu” est la taille de la tâche image. Ainsi, sémantiquement, rendre plus flou un personnage par un flou “relatif” ou “absolu”, n’a rien à voir. Dans un cas, il est réellement “dissout”, sa forme est brouillée, tandis que dans l’autre cas, il est plus grand dans l’image et la tâche image devient plus importante.

En définitive, le flou “relatif” d’un sujet donné, **à une échelle de plan donnée** est invariant suivant la focale, elle ne dépend que de la pupille d’entrée. En termes esthétiques, cela signifie que pour la scène du dîner de Barry Lyndon, quelle que soit la focale, la distance, le format, le personnage de la paysane n’aurait pas pu être plus flou *relativement à sa taille* dans l’image pour cette grosseur (ou échelle) de plan car il a été tourné avec la pupille d’entrée la plus grande qui était techniquement possible.

Ainsi pour aller plus loin dans l’esthétique de la faible profondeur de champ que ne l’ont fait Gus Van Sant et Stanley Kubrick et obtenir des images ayant un **rapport quantité de flou relatif/grosseur de plan** différent, il est nécessaire de concevoir un dispositif de prise de vue particulier.

Un tel dispositif est décrit dans la partie suivante.

TROISIEME PARTIE - DESCRIPTION D'UN PROCEDE NOUVEAU

I- Principe optique:

Puisqu'il est impossible de tourner avec des négatifs très grands formats dans le but d'utiliser les optiques appropriées à la faible profondeur de champ (grande pupille, longue focale, N petit, angle de champ de 40°), on remplace la surface sensible par un dépoli dans le but de refilmer avec une caméra normale l'image qui s'est formée dessus et qui a pour caractéristique une très faible profondeur de champ.

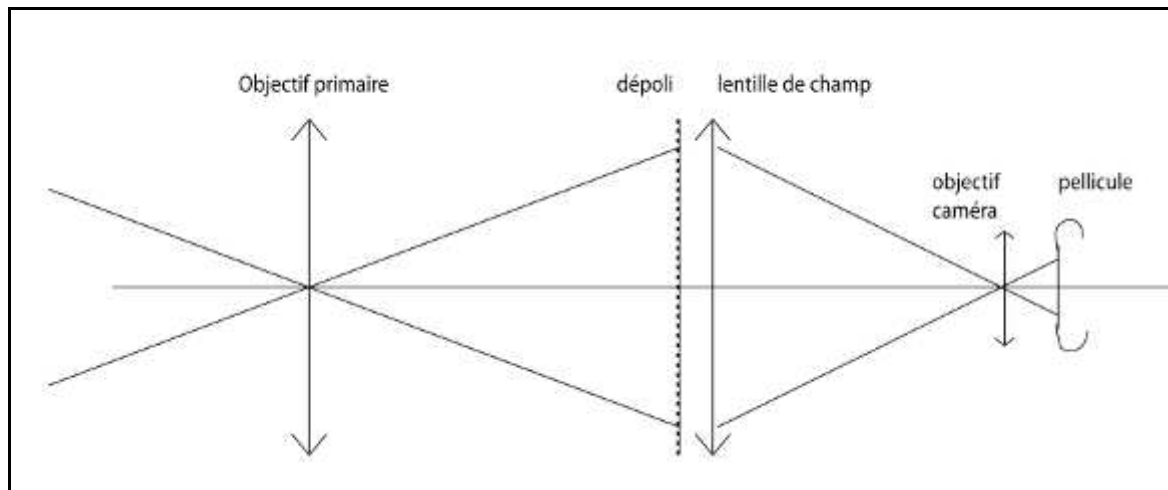


illustration 16: principe optique

L'objectif primaire de grandes dimensions forme une image sur un verre dépoli grand format qui se situe derrière lui. Cette image est une image réelle (on peut la voir à l'oeil nu, comme sur un écran, devant et par transparence), elle est inversée et possède la très faible profondeur de champ recherchée. Pour pouvoir enregistrer et donc utiliser, cette image, il suffit de placer derrière le dépoli, une caméra (vidéo ou pellicule) qui refilmera sa surface plane comme dans un simple banc-titre.

II- Description et plan

Voici un plan de l'ensemble du dispositif:

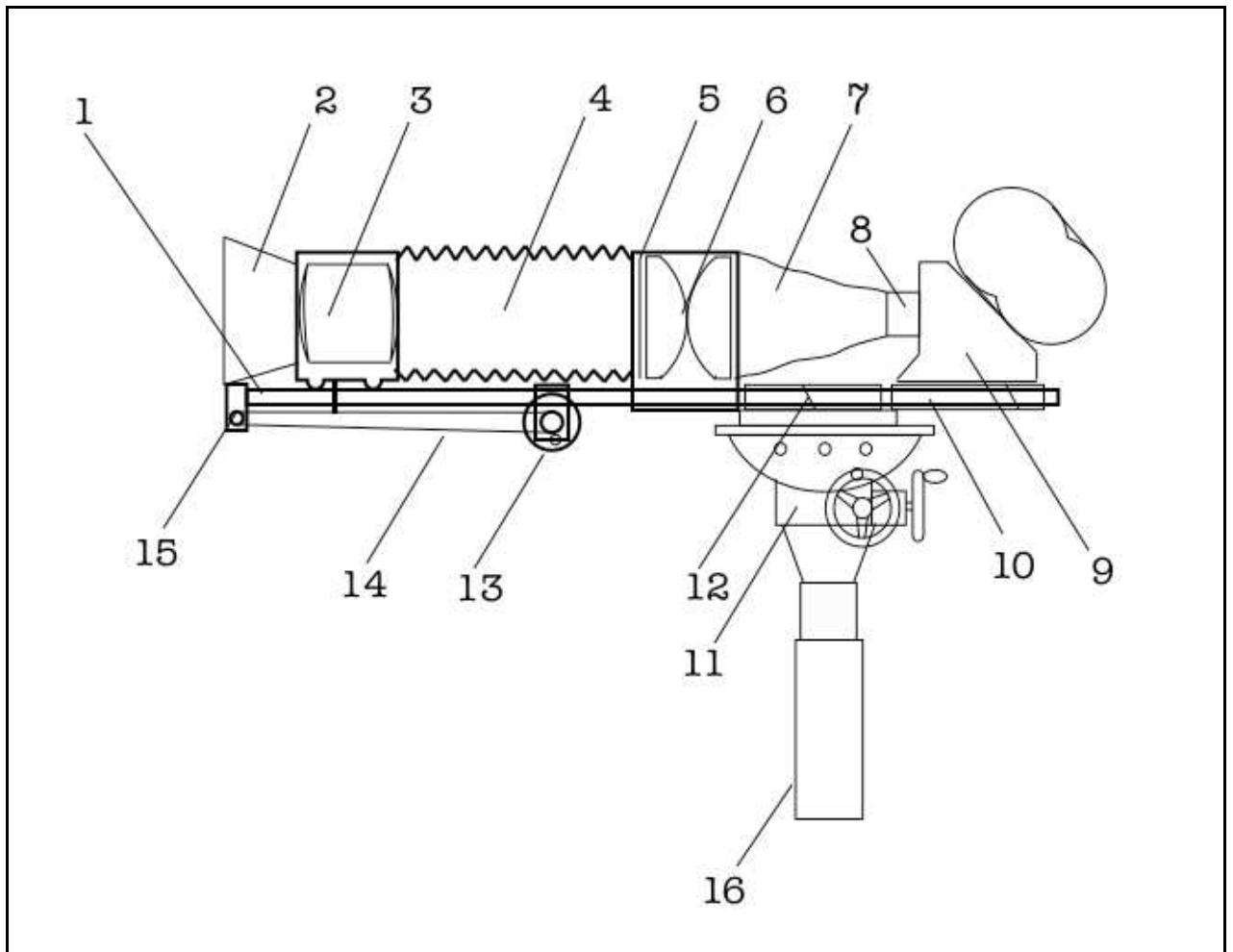


illustration 17

- 1- Tige et rail
- 2- Parasoleil
- 3- Objectif primaire
- 4- Soufflet
- 5- Dépoli
- 6- Verres de champ
- 7- Manchon
- 8- Objectif caméra

- 9- Caméra
- 10- Plaque de décentrement 2
- 11- Tête manivelle
- 12- Plaque de décentrement 1
- 13- Manivelle de commande de point et poulie 1
- 14- Câble de commande point
- 15- Poulie 2
- 16- Colonne

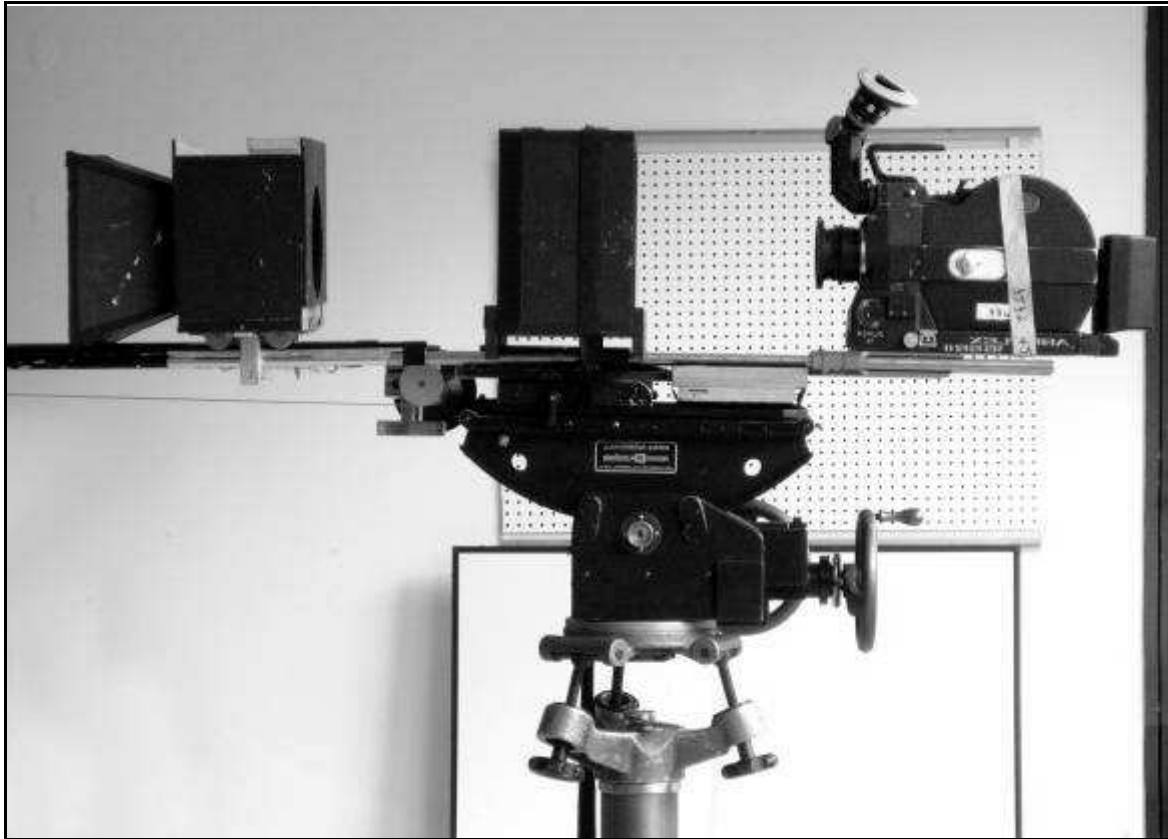


illustration 18:Le dispositif sans soufflet

Principe mécanique

Pour pouvoir effectuer tous les mouvements de caméra possibles, il était nécessaire que ce dispositif encombrant soit néanmoins solidaire de la caméra de prise de vue utilisée. On a donc utilisé la capacité des plaques de décentrement de caméra d'accueillir des tiges d'acier de 15 mm de diamètre pour articuler tout le dispositif autour de tiges d'une longueur d'1m40 spécialement commandées à cet effet. A l'avant du dispositif est placé un boîtier dans lequel se trouve l'objectif primaire. Ce boîtier peut avancer et reculer le long des tiges pour effectuer la mise au point par l'intermédiaire de rails et de roulettes. Un second boîtier de dimensions identiques au premier renferme le dépoli. Derrière celui-ci sont placés deux verres de champ qui permettent de concentrer la lumière vers l'objectif de la caméra de prise de vue et d'éviter ainsi le vignettage. Sur les tiges est également fixé un système de transmission par câble en acier qui permet de faire avancer et reculer l'objectif en actionnant une manivelle placée sur le côté. Enfin, un soufflet en carton et en tissu noirs entre l'objectif primaire et l'objectif de la caméra permet de protéger le dépoli de la lumière parasite, de même que l'espace entre le dépoli et la caméra doit être fermé hermétiquement. Un parasoleil a en outre été ajouté pour minimiser le flare dans l'objectif primaire.

II- Description détaillée du prototype

1- L'objectif primaire

L'optique utilisé, pièce maîtresse du dispositif devait avoir les caractéristiques suivantes:

1-avoir une pupille d'entrée supérieure aux objectifs de focale normale traditionnels de cinéma: donc au moins 38,5mm si on prend l'exemple d'un Zeiss High speed $f=50\text{mm}$ et $T=1,3$

2-pour créer avec un tel objectif une image ayant un angle de champ large ou normal (pas un téléobjectif), sa focale et sa couverture doivent être telles que l'angle de champ soit égal à ou supérieur à 40° d'après la formule : $\tan\alpha/2=L/2F'$

La solution trouvée a été d'utiliser un objectif d'épiscopes, appareil permettant de projeter des documents opaques (livres, magazine, ou tout objet tridimensionnel) sur un écran.

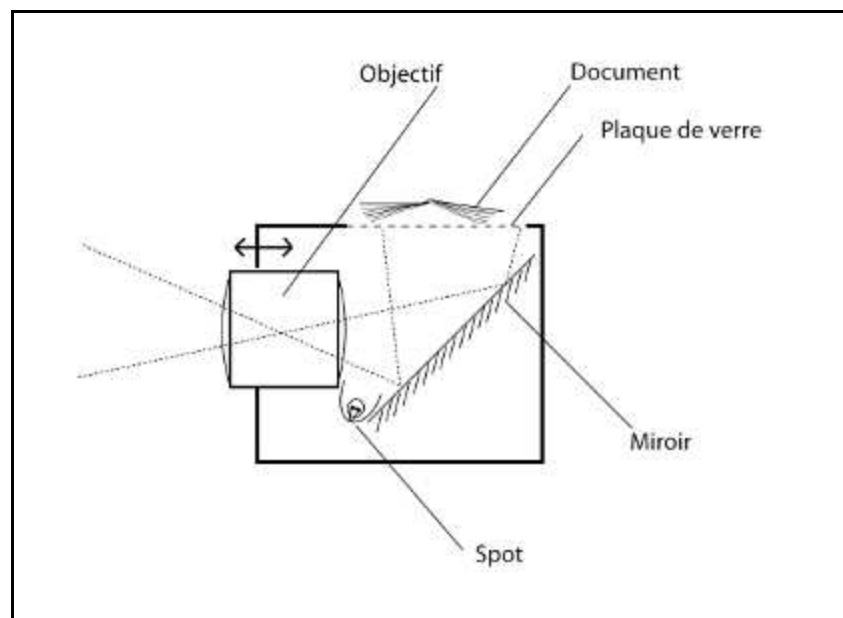


illustration 19: schéma d'un épiscopes

Après avoir envisagé différents types d'objectifs aux caractéristiques différentes, mon choix s'est porté sur l'optique de l'épiscopes suivant:

Le DP-30 de la marque *PLUS* appartenant à l'école Louis Lumière.

Caractéristiques:

Episcopes portable avec lentille hybride.

-Optique : 6 lentilles $f= 323\text{mm}$.

-Surface de travail : 280 x 280mm.

-Distance de projection : 1,3m à 3m.



illustration 20: DP-30

Domaine d'optimisation

En vertu de la loi de retour inverse de la lumière, un objectif de projection peut aussi bien être utilisé comme objectif de prise de vue. Ici, le format des documents projetés était suffisamment grand pour offrir dans une utilisation inversée une couverture suffisante, donc, une absence de vignettage. Cependant, tout objectif est optimisé pour un domaine d'utilisation précis. En effet, une lentille simple convergente forme une image de mauvaise qualité en raison des aberrations chromatiques et géométriques qui sont naturellement présentes lorsqu'on s'éloigne de ce qu'on appelle "les conditions de Gauss". (Angle de champ limité et faible ouverture). Dans un objectif, plusieurs lentilles sont associées de façon que leurs défauts se compensent, ce qui nécessite des calculs optiques complexes. On peut associer dans certains objectifs jusqu'à 20 lentilles en verres différents et de formes différentes pour parvenir à ce but. Cependant, les corrections obtenues sont toujours partielles: prévues par exemple pour une mise au point comprise dans une fourchette de distances donnée ou un contraste maximum du sujet. On va donc faire en sorte qu'un objectif ait une qualité maximale pour l'usage auquel il est destiné, c'est le "domaine d'optimisation". Ainsi, il faut être conscient que l'objectif d'épiscopes utilisé ici comme objectif de prise de vue sort de son domaine d'optimisation. Tant au niveau de la mise au point, car la distance de projection pour lequel il est prévu varie entre 1,3m et 3m, or il est utilisé pour filmer des sujets situés

entre 0,70m et l'infini, que du contraste, puisque le contraste d'une surface noire et blanche éclairée uniformément est de 5 valeurs de diaphragmes (rapport de 1 à 32) alors que la pellicule peut enregistrer pour certains plans des contrastes de 10 valeurs de diaphragmes (rapport de 1 à 1000). Ces limites ne rendent pas la prise de vue impossible, bien sûr, mais augmentent les aberrations: aberrations sphériques, de coma, de courbure, l'astigmatisme, les aberrations chromatiques, les déformations et le flare qui sont présents dans tout objectif mais minimisés de façon à les rendre acceptables et même souhaitables, car en tant qu'outil de création, la perfection optique et le piqué absolu ne sont pas nécessairement un but.

2- Le dépoli

La nature du dépoli a une influence importante sur la qualité de l'image obtenue. Deux dépoli différents ont été testés. Un verre dépoli commandé dans une simple verrerie traditionnelle (verrerie du BHV) et un verre dépoli à l'acide commandé dans une entreprise spécialisée (PRECIVER).

Appréciation visuelle:

A première vue, hors utilisation, les deux dépolis paraissent avoir la même finesse de grain, tandis que le dépoli 2 est moins diffusant et plus transparent. En revanche, lorsqu'une image est formée dessus, les deux dépoli ont sensiblement la même luminosité. Dans le dépoli 2, le grain est beaucoup plus présent dans les très hautes lumières et le flou est moins agréable, moins doux qu'avec le dépoli 1.

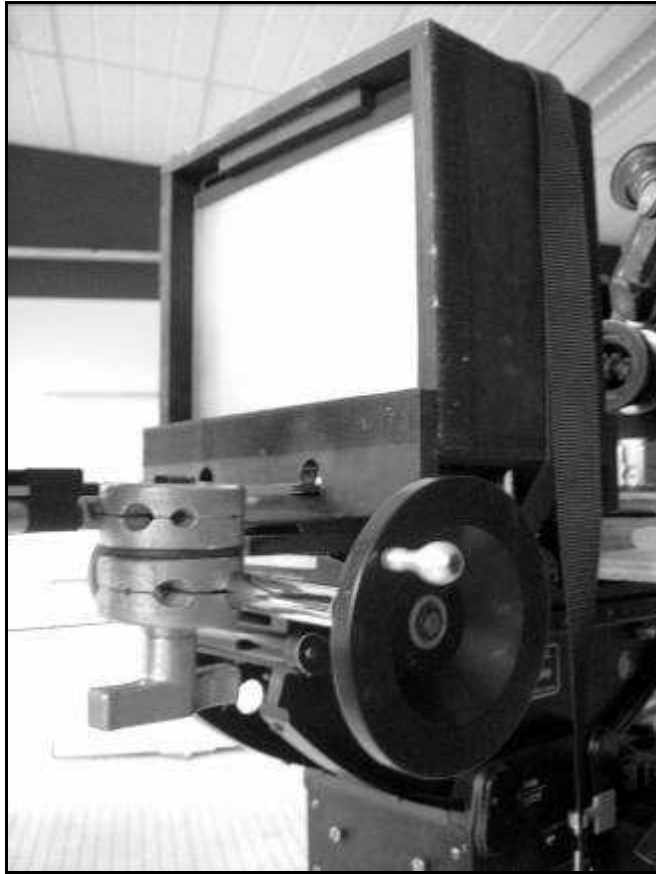


illustration 21: vue du dépoli et de la commande de point

3- Les verres de champ

L'image formée sur le dépoli ne peut être filmée directement par une caméra ni regardée à l'oeil nu sans qu'apparaisse un phénomène de vignettage, c'est à dire d'assombrissement sur les bords de l'image. Ceci est dû à la propriété qu'a le dépoli de ne pas rediffuser la lumière reçue de façon uniforme (il n'est pas lambertien). Les verres de champs qui sont deux lentilles convergentes plan-convexes ont pour fonction de concentrer toute la lumière réémise par le dépoli vers l'objectif de la caméra, ce qui permet accessoirement de gagner en luminosité. Elles proviennent d'un agrandisseur photographique où elle jouaient le rôle de condensateurs.

caractéristiques:

Focale: 500 mm

Dimensions: 20x23cm

4- Les tiges

Tubes creux en acier inoxydable de 15mm de diamètre, 0,5 mm d'épaisseur et 1m40 de long achetés à Weber métaux à Paris. Elles supportent à la fois le dispositif optique et la caméra, les rendant solidaires, ce qui permet de faire tous les mouvements souhaités. Malheureusement, le choix du diamètre de 15mm qui est un standard des accessoires pour le matériel de cinéma et a été imposé par les plaques de décentrement possédées à l'école. Le diamètre 19 mm qui est le format supérieur de diamètre de tiges pour caméras de cinéma aurait en réalité été préférable, les tiges de 15mm de diamètre et de 0,5mm d'épaisseur manquant un peu de rigidité pour cette application.

5- Le soufflet

Le soufflet a été fabriqué spécialement aux dimensions requises. Il devait pouvoir s'allonger jusqu'à 60 cm.

Matériaux:

-Carton noir 250g/m²

-toile de beaubourg noire préparée pour collage.

6- Les rails et la commande de point

2 rails en aluminium profilés en "double u" dont l'une des arrêtes recouverte d'une baguette en plastique et des roulettes à roulement à bille fixées sur la chariot contenant l'objectif permettent le déplacement fluide et silencieux de celui-ci.

La commande de point est un manivelle qui agit sur un câble en acier de 1,5mm de diamètre tendu entre deux poulies et tirant sur un bras solidaire du chariot.

7- Le parsoleil:

Matériaux: carton noir et toile noire

III- Caractéristiques optiques du dispositif

1- Flou et profondeur de champ

Comme nous l'avons évoqué précédemment, la profondeur de champ est liée au diamètre du cercle de confusion. On sait que ce que nous avons appelé "cercle de confusion secondaire", qui est la valeur du cercle de confusion tenant compte de tous les paramètres pouvant le modifier. Cette valeur est subjective et dépend du piqué des optiques de prise de vue et de projection, de la définition de la pellicule ou même encore, du contraste de l'éclairage de la prise.

Donc si l'on compare l'image donnée par une prise de vue "normale" et une image de nature équivalente donnée par le dispositif ci-dessus, il se peut que leur profondeur de champ soit égale, si les cercles de confusions secondaires diffèrent beaucoup.

Reprenons les calculs de la partie I avec les caractéristiques précises du dispositif:

Focale de 323 mm,
format 230x138,5 mm (rapport 1,66)
pupille d'entrée de 140 mm

Diagonale du format en 1,66: 268,5 mm

donc focale normale $f'_{normale} = 270\text{mm}$

$e = f'_{normale} \alpha = 270 \times 1/1500 = 0,18\text{ mm}$

$N = 323/140 = 2,3$

Angle de champ horizontal avec mise au point à 10m:

$a = 2 \tan^{-1}(230/666) = 38,4^\circ$

La même image avec un dispositif normal (35mm format 1,66 dimensions 22x13,25mm) sera obtenue avec:

Focale:

$f' = L/2 \tan \alpha/2 = 22/(2 \tan 38,4/2) = 31,6\text{mm}$

Diagonale du format en 1,66: 26mm

Focale normale $f'_{normale} = 26\text{mm}$

$e = 26 \times 1/1500 = 0,017\text{mm}$

Voici les courbes représentant la taille de la tache image en fonction de la distance pour une mise au point à 10m. Comme l'image du dépoli dans le principe de l'hyperphotographie est réduite selon un facteur de 10 sur la pellicule 35mm, on a divisé par dix les valeurs de la tache image de l'hyperphotographie obtenues par le calcul. Ainsi, on peut directement comparer le flou donné par les deux dispositifs différents:

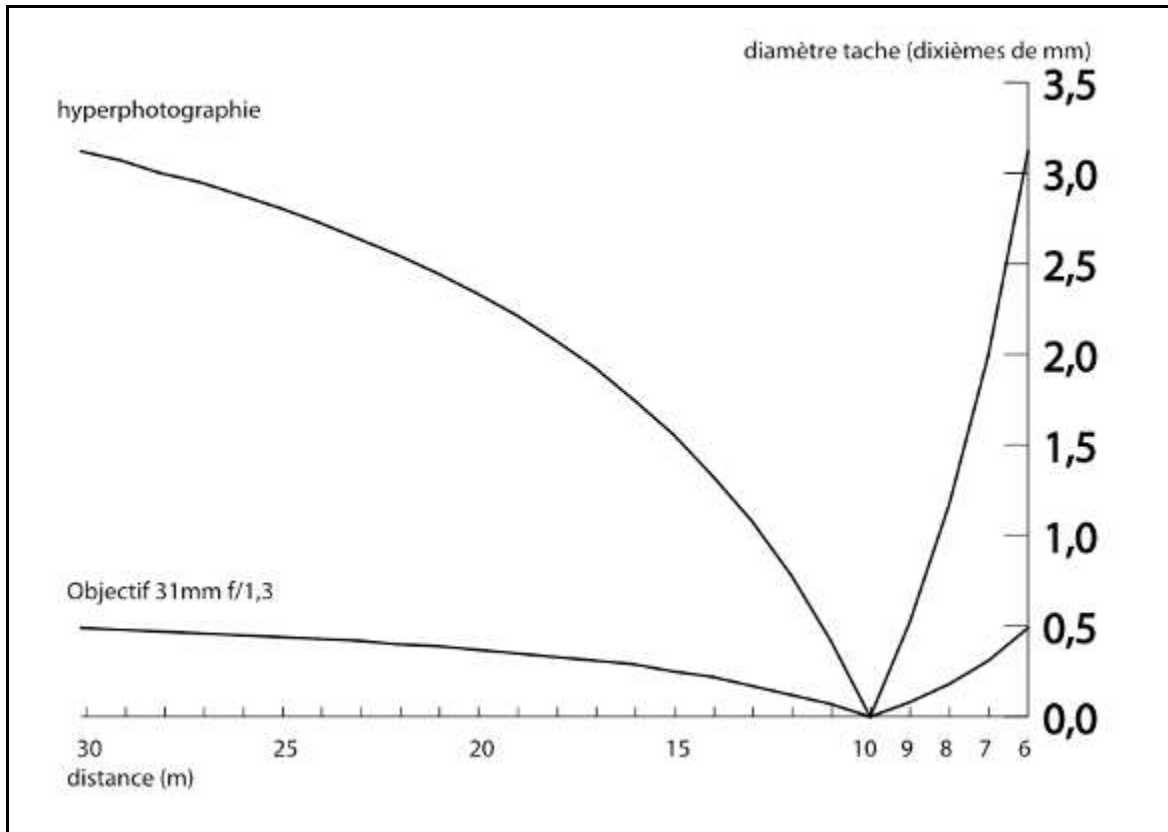


illustration 22: courbes comparées

Pour déterminer la profondeur de champ des deux dispositifs, on peut choisir le cercle de confusion du format 35mm. Cependant, comme nous l'avons vu, le cercle de confusion pratique (ou cercle de confusion secondaire) sera certainement beaucoup plus grand dans le cas de l'hyperphotographie, car l'image provient d'un dépoli et traverse deux objectifs. Elle sera donc sûrement moins piquée et contrastée que dans l'autre cas. Le schéma suivant illustre la répartition des profondeurs de champ des deux objectifs:

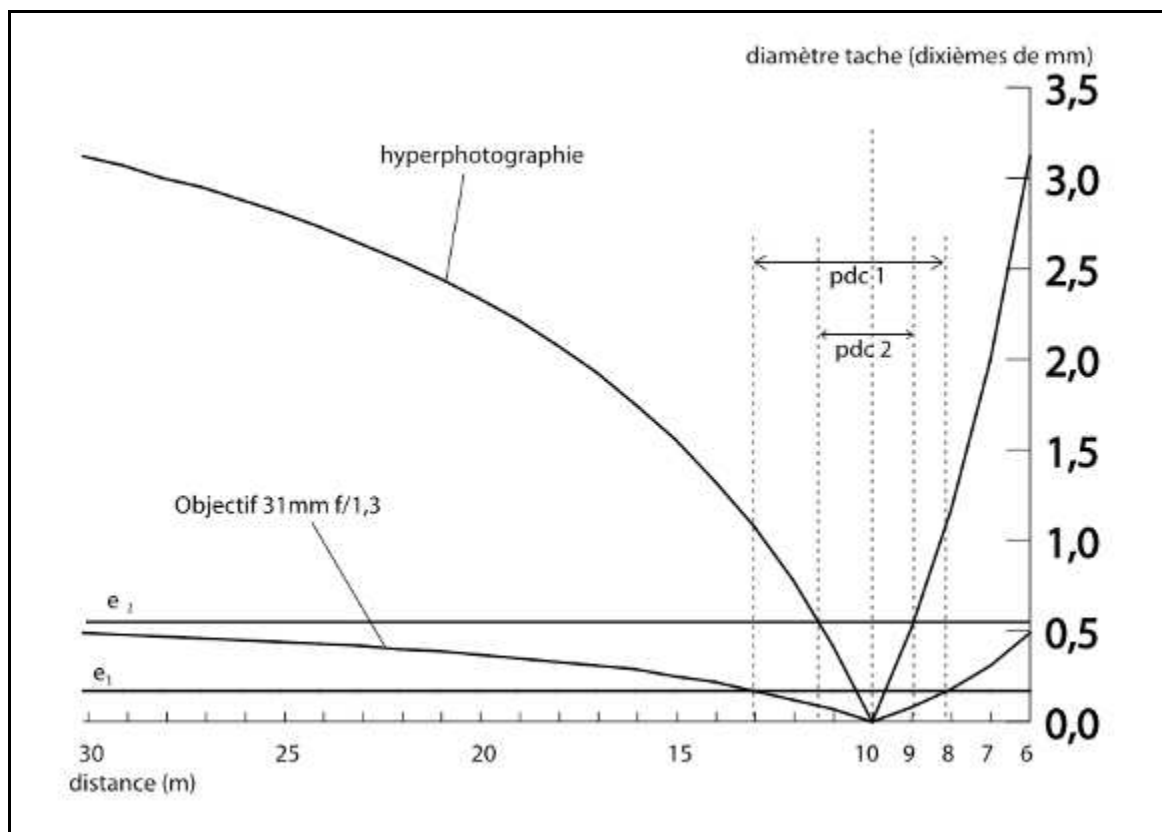


illustration 23: profondeurs de champ comparées pour une mise au point à 10m

Si le diamètre du cercle de confusion secondaire e_1 est de 0,017 mm et e_2 de 0,06mm, on constate que la profondeur de champ, bien que toujours inférieure dans le cas de l'hyperphotographie, est à peu près du même ordre que pour l'objectif 1. Mais en réalité ce qui est le plus significatif, c'est le *diamètre de la tache image* quand on sort de la profondeur de champ. On voit en effet que, dans le premier cas, la pente de la courbe est beaucoup plus *douce*, ce qui veut dire qu'un sujet sortant de la profondeur de champ va être peu flou. En revanche, dans le cas 2, dès que le sujet va sortir de la profondeur de champ, il va être "très flou".

La répartition du flou, notion différente et en partie indépendante de la profondeur de champ ne tient pas compte du diamètre du cercle de confusion et est donc objective. Elle ne dépend que d'une chose : le rapport entre le diamètre de la pupille d'entrée (l'étalement du point de vue) et la distance de mise au point (la convergence des points de vue). Elle est très importante esthétiquement.

$\varnothing P_E / d$: Plus ce nombre est grand, plus le flou sera accentué, c'est à dire plus il affectera la forme des objets, les brouillera. Quelle que soit l'angle de champ, le format, et la taille du cercle de confusion. C'est pourquoi le flou de la macrophotographie et de l'hyperphotographie sont identiques. Ils ont la propriété de donner une tache image très importante et *accessoirement* une très faible profondeur de champ.

2- caractéristiques théoriques

En raison de la focale importante de l'objectif primaire, une variation de l'angle de champ sera inévitable entre les mises au point à l'infini et au point le plus proche.

Distance minimum de mise au point:

y_{\min} : distance min de mise au point (en mm)

y'_{\max} : distance max objectif-dépoli, $y'_{\max}=600\text{mm}$

f' : focale de l'objectif primaire, $f'=323\text{ mm}$

$$1/y' - 1/y = 1/f'$$

$$1/600 - 1/323 = 1/y$$

$$y = -699,6$$

$$y_{\min} = 70\text{ cm}$$

Angle de champ horizontal:

α_{∞} : angle de champ horizontal pour mise au point à l'infini (en degrés)

α_{\min} : angle de champ horizontal pour mise au point à y_{\min} (en degrés)

L: largeur du dépoli, $L=230\text{ mm}$

f' : focale de l'objectif primaire, $f'=323\text{ mm}$

$$\tan \alpha_{\infty} / 2 = L / 2f'$$

$$\alpha_{\infty} = 2 \tan^{-1} (L / 2f')$$

$$\alpha_{\infty} = 39,1^{\circ}$$

Angle de champ pour y_{\min} :

$$\tan \alpha_{\min} / 2 = L / 2y'$$

$$\alpha_{\min} = 2 \tan^{-1} (L / 2y')$$

$$\alpha_{\min} = 21,7^{\circ}$$

En équivalent 35 mm au format 1,66 suivant la mise au point, le système aurait une focale variant entre 31mm (m.a.p. infini) et 52mm (m.a.p. min)

4-Utilisation

Voici comment s'utilise concrètement le dispositif :

La caméra doit être fixée face au dépoli sur la plaque décentrement 2. La distance entre la plaque et le centre du dépoli est de 11 cm, ce qui permet de fixer toutes les caméras super16mm et 35mm récentes en ayant leur axe optique aligné avec le centre du dépoli.

L'image se formant à l'envers sur le dépoli, certaines précautions sont à prendre si on envisage de suivre une chaîne tout argentique. (Dans le cas contraire, il suffira de remettre l'image dans le bon sens en post production numérique.)

Il existe deux solutions :

-Fixer la caméra à l'endroit mais tourner en marche arrière, plein cadre pour ensuite monter les plans à l'envers lors de la conformation du négatif au laboratoire. (On doit tourner en plein cadre (super 35 - 1,33) pour éviter que la réserve son, normalement à gauche de l'image, n'apparaisse à droite en projection.) C'est la technique que j'ai utilisée pour tourner la première fois en 35mm à l'Ecole Louis Lumière (TP image, caméra Moviecama Super) L'inconvénient est qu'on ne voit pas directement le bon cadre dans le dépoli et sur le moniteur, ce qui peut causer des erreurs.

-Fixer la caméra à l'envers et tourner normalement. Ceci permet d'avoir directement l'image dans le bon sens sur la pellicule, mais n'est pas possible avec certaines caméras. (ex: les moviecams dont le tirage mécanique est maintenu grâce à un système de balancier)

C'est la solution qui a été employée pour la partie pratique de ce mémoire. (Caméra: Aaton XTR)

Il faut également avoir la possibilité de retourner la visée pour pouvoir cadrer, ce qui est possible sur de nombreuses caméras dont la Moviecama Super et l'Aaton XTR.

La perte de luminosité occasionnée par le système est de 2 diaphs $2/3$ et a été calculée en comparant au spotmètre une mesure sur une surface éclairée devant l'objectif et son image sur le dépoli. (Cette dernière mesure doit être faite strictement du point de vue de l'objectif caméra en raison des verres de champ.)

Si l'objectif primaire ouvrait à $f/1$, on n'aurait pas de perte de luminosité. Or son ouverture est $T=2,3$ ce qui correspond environ à -2 diaphs $2/3$.

Enfin le choix de l'optique à utiliser sur la caméra est déterminé par la position de la caméra sur les tiges et du cadrage du dépoli que l'on souhaite

en fonction du format de prise de vue adopté. La focale recommandée est 35mm en 35 et 16mm en Super16. Il est vivement conseillé d'utiliser des optiques à grande ouverture comme les séries Zeiss High Speed ou Master Prime. (Le diaphragme affiché sur l'objectif secondaire ou objectif caméra, n'a bien sûr aucune influence sur la profondeur de champ, puisque la caméra filme une image réelle en deux dimensions).

Le système de report de point, entièrement sur roulement à billes est très silencieux. On peut remarquer qu'en mise au point à l'infini, les tiges sont censées être dans le champ, mais elles sont cependant si défocalisées qu'elles sont strictement invisibles à l'image! Elles sont peintes en noir pour éviter d'introduire du flare.

5- améliorations pour un usage professionnel

Si la fabrication industrielle de ce dispositif était envisagée, voici les améliorations qu'on pourrait lui apporter sans en modifier les performances optiques tout en facilitant grandement l'utilisation:

- La fabrication d'une optique spéciale de même pupille d'entrée mais de focale entre une fois et demie et deux fois plus courte et d'ouverture comprise entre $f/1,2$ et $f/2$ doit être possible et permettrait:
 - de réduire la perte de luminosité qui ne serait plus que d'1 ou 2 diaphragmes.
 - de réduire l'encombrement en longueur. On passerait de 1m40 à 0,95m. On peut aussi envisager un rétrofocus pour réduire encore plus l'encombrement.
 - de réduire la taille et le poids de l'ensemble dépoli-verres de champ.
- A la place de la plaque de décentrement n°2, une plateforme dont la hauteur serait réglable permettrait d'adapter facilement n'importe quel type de caméra.
- Système de commande de point à vis sans fin qui permettrait de stabiliser la mise au point en plongée et contre-plongée.

QUATRIEME PARTIE: ESTHETIQUE DE LA “TRÈS FAIBLE” PROFONDEUR DE CHAMP

I-La “fausse” très faible profondeur de champ :

Différentes techniques permettent de simuler une très faible profondeur de champ sans qu'elle soit réelle. En fait, comme on le verra et comme on peut le comprendre grâce à la notion d'indétermination du point de vue, une fausse très faible profondeur de champ qu'elle soit obtenue avec des objectifs à bascule ou numériquement ne peut qu'approcher le rendu de la très faible profondeur de champ véritable (hyperphotographie ou macro à l'échelle humaine).

1- Objectifs à bascule

Principe:

En photographie à la chambre, il est possible de pivoter suivant tous les axes le plan du film et le plan de l'objectif de façon à les rendre non parallèles l'un par rapport à l'autre. Ceci a pour effet d'incliner également le plan de mise au point qui ne se fait plus perpendiculairement à l'axe objectif-émulsion.

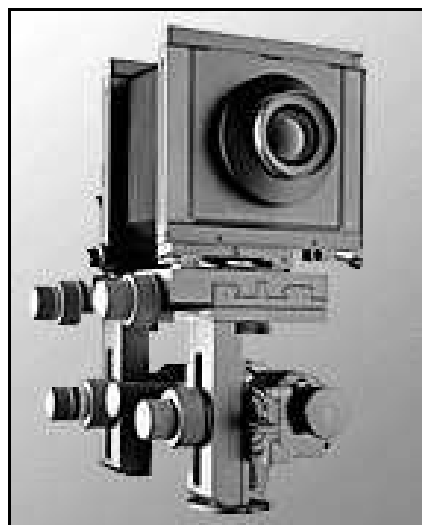


illustration 24: chambre photo grand format

Au cinéma des objectifs spéciaux permettant cet effet ont été conçus. Il s'agit par exemple des Arri “swing and tilt”

On peut distinguer trois usages possibles de l'effet de bascule valables au cinéma comme en photographie:

- Pseudo grande profondeur de champ
- Effet non réaliste
- Pseudo faible profondeur de champ

Pseudo grande profondeur de champ

On répartit la zone de focalisation de telle manière que les éléments importants de l'image soient nets à la fois au premier plan et en arrière plan. Cet effet est le plus "transparent" et, sauf s'il est très exagéré, vise plutôt à passer inaperçu et à s'effacer derrière le sens qu'il véhicule. Au cinéma, c'est l'utilisation la plus classique qu'on peut faire de la technique des objectifs à bascule puisqu'elle s'inscrit dans la conception également classique de la mise en scène: créer du sens en mettant en relation les différents plans de l'image, conception qui, comme nous l'avons vu, a été poussée à l'extrême par Welles.

Cependant, comme la technique des demi-bonnettes ou du cache-contre cache, la technique des objectifs à bascule pour palier à une profondeur de champ insuffisante est très limitée car elle empêche tout mouvement de caméra et même, tout déplacement de personnages d'un extrême à l'autre du champ, ce qui créerait un effet visuel totalement incohérent pour le spectateur quand à la mise au point. Cet effet pourrait distraire son attention de l'histoire, ou le rendrait incrédule en trahissant le procédé utilisé. En revanche, un usage assez fréquent en est fait dans les "stock-shots" en publicité (inserts sur le produit à vendre) où la bascule du plan de mise au point permet, dans des plans fixes assez rapprochés où la profondeur de champ est réduite, de contrôler au mieux la répartition de la netteté de façon à pouvoir rendre lisibles tous les éléments nécessaires à l'identification du produit.

Effet non-réaliste

Les possibilités non-réalistes qui viennent d'être évoquées en tant que défaut lié à la bascule du plan de focalisation peuvent être employés sciemment pour contribuer à créer une atmosphère étrange ou onirique. Cet usage est très répandu en photographie. Comme on l'a vu, les chambres permettent facilement de créer cet effet et il est souvent utilisé en portrait où il permet d'attirer l'attention sur un point de l'image, en général les yeux.

Cependant, là où, en photographie, les centres de traitement des informations visuelles du cerveau ont le temps d'analyser une image fixe, l'effet de bascule s'avère plus perturbant dans une image en mouvement. Il n'est donc presque jamais été utilisé dans les longs-métrages dans ce but. (un contre-exemple est un plan large et fixe d'*Adieu* de Bruno Despallières où l'effet est cependant assez discret) C'est plutôt dans les courts métrages et les clips qu'on le rencontre abondamment. L'effet produit peu se comparer à ce qu'on obtiendrait en projetant une image sur un écran incliné avec une zone nette, et du flou se répartissant autour de façon progressive mais peu cohérente. En effet, on est habitué à recevoir de notre oeil une image dont le flou se répartit en fonction directe de la proximité ou de l'éloignement des objets par rapport à nous. Une image qui ne respecte pas ce principe est donc forcément perturbante et ce, à un niveau bien plus profond que ne le sont les autres effets "expressionnistes" utilisés en image (contraste ou colorimétrie inhabituels, déformations optiques, très courtes focales, lumière non-réaliste, interventions sur la pellicule, etc...) Dans son court-métrage d'inspiration surréaliste *La comtesse de Castiglione*, le réalisateur David Lodge a largement usé de ce procédé avec des variations de mise au point dans les plans aux objectifs à bascule. L'effet était en outre combiné avec des sautes d'image, du vignettage et du flicker pour reproduire un effet de film des débuts du cinéma.



illustration 25: La comtesse de Castiglione de David Lodge (1998)

Pseudo faible profondeur de champ

C'est en quelque sorte le cas inverse du premier. Au lieu de incliner le plan de mise au point pour s'efforcer d'inscrire les éléments importants dans la profondeur de champ, on utilise l'objectif à bascule pour accentuer le flou de certains éléments et donner l'illusion que la profondeur de champ est plus faible que ce qu'elle n'est en réalité. L'impression donnée par de telles images peut-être une confusion d'échelle par rapport à la taille du sujet et à été utilisée notamment par des photographes pour créer un effet de maquette sur des éléments architecturaux de grandes dimensions. En effet, nous avons vu que la très faible profondeur de champ, et plus encore, une courbe de la tache image où le flou est très important sont caractéristiques de la macrophotographie. Dès lors, une image où il est habilement réparti grâce à l'inclinaison du plan de mise au point peut être assimilée inconsciemment à une prise de vue macrophotographique.

Cette technique a été utilisée et rendue célèbre par le photographe Olivio Barbieri, dont voici quelques oeuvres:



illustration 26: Olivio Barbieri Le colysée, Rome

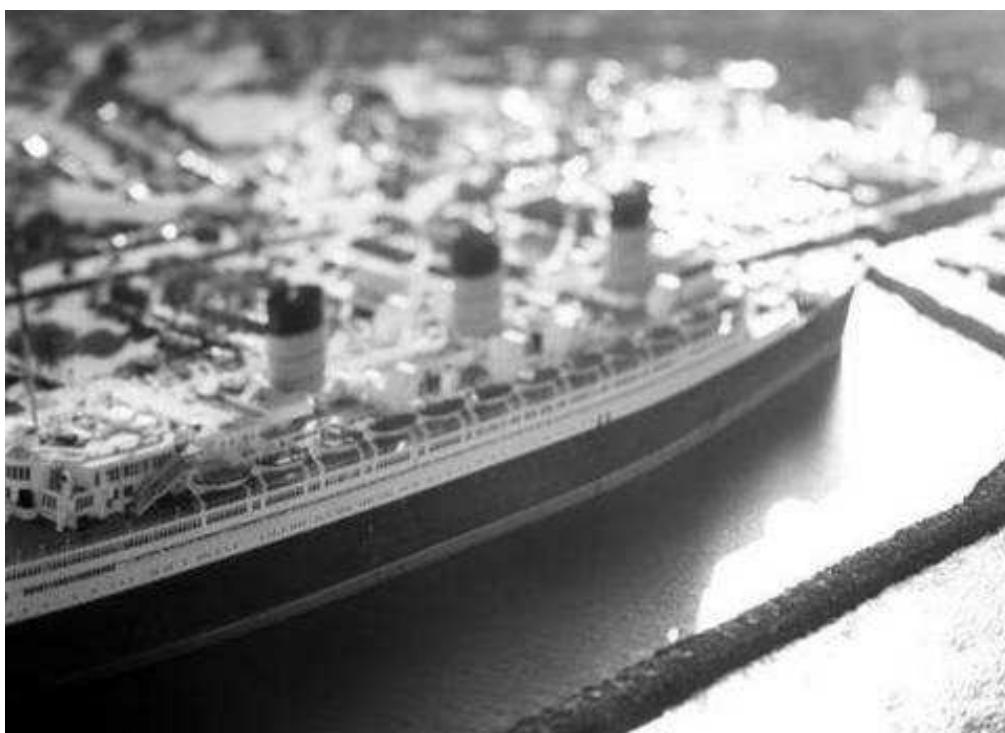


illustration 27: Olivio Barbieri, Le Queen Mary, Long Beach, Californie

Inutile de commenter la poésie évidente de ces photos, qui font voir sous un aspect de délicate fragilité les édifices les plus monumentaux construits par l'homme.

La technique à la chambre employée par Barbieri requiert une certaine maîtrise car il faut contrôler le diaphragme et prévoir la répartition de la zone nette qui est un volume compris entre deux plans non parallèles en fonction de l'angle d'inclinaison de l'objectif, mais l'intérêt est que l'on peut visualiser directement le résultat sur le dépoli. En revanche, elle ne permet pas de reproduire véritablement l'effet de faible profondeur de champ mais simplement de l'approcher suffisamment pour créer une confusion. Si l'on regarde la photo du Queen Mary par exemple, on voit bien que le haut des cheminées devrait être plus net que le fond sur lequel elles se détachent, car elle sont plus près du plan supposé de mise au point. En réalité, le seul moyen d'obtenir un vrai effet macro serait ce que nous avons appelé "hyperphotographie" à très très grande échelle donnant un ensemble de points de vues suffisamment étalés pour différencier les uns des autres à une grande distance du sujet. L'objectif devrait alors mesurer une centaine de mètres de diamètre...

Une telle approche est-elle envisageable au cinéma? Evidemment non, puisqu'on se heurterait aux mêmes difficultés que pour la "pseudo grande profondeur de champ": immobilité forcée de la caméra, voire du sujet, autrement le trucage serait ou bien raté ou bien d'une complexité rédhibitoire.

De plus les images de O. Barbieri ont une structure géométrique simple, mais pour un sujet plus complexe (une forêt par exemple) cette technique serait inefficace.

2- Le flou numérique

Le court métrage *Invisible cities* évoqué en introduction est un exemple de ce qu'on pourrait appeler "l'effet maquette" appliqué à des plans en mouvement. S'appuyant sur des images aériennes de grande ville réellement tournées, les réalisateurs du film ont appliqué à l'aide d'outils sophistiqués de tracking et de masques, un flou numérique dont l'intensité a été calculée en fonction de l'éloignement supposé des éléments filmés. Probablement avec l'aide de programmes évolués, ils ont pu faire des faux reports de point d'un immeuble proche à un immeuble éloigné et renforcer encore d'avantage cet effet maquette. Ces techniques ont une base très simple, puisqu'en deux dimensions, il est aisé de rendre flou numériquement une image nette avec un rendu presque indifférenciable d'un flou optique (flou gaussien). En revanche la difficulté s'accroît dès qu'on veut simuler des effets tridimensionnels. Par exemple, si on souhaite rendre flou un objet tout en gardant le fond net à partir d'une image préexistante, on doit d'une part détourner l'objet au premier plan, mais aussi faire en sorte que la transition entre l'objet et son fond, soit, comme dans la réalité, une combinaison de l'objet et de son arrière plan, ce dernier devant à la fois être *masqué* et *transparent* au travers de l'objet au premier plan. Dans la pratique cela implique d'agrandir l'objet à rendre flou indépendamment du fond, ce qui rend évidemment toute manipulation très problématique. On le comprend vouloir créer un effet de profondeur de champ en post-production numérique, c'est vouloir redonner à l'image une information de profondeur qu'elle n'a jamais eue, car, rappelons le, le flou de profondeur est dû à une indétermination plus grande de l'image, c'est un étalement des points de vues qui offre de multiples angles sur l'objet dans la même image. Restituer artificiellement cela, c'est comme vouloir coloriser une image tournée en noir et blanc, un travail très fastidieux et forcément imparfait.

Hylén System



illustration 28: Hylén system de panavision

Le système Hylén fabriqué par Panavision est présenté comme un outil “révolutionnaire” et polyvalent permettant de réaliser de nombreux effets spéciaux au tournage. La fonction appelée RFC pour “regional focus control” donne la possibilité de délimiter une zone où sera fait le point tout en rendant le reste de l’image flou à volonté. Le tout est une grosse boîte qui se place entre la caméra et l’objectif accompagnée d’un joystick qui permet de contrôler les effets en temps réel au tournage. Le peu d’explications techniques autour de ce dispositif hormis le fait qu’il crée une “image intermédiaire” a laissé la place à de nombreuses idées fausses sur son principe de fonctionnement. Peut-il permettre de diminuer véritablement la profondeur de champ? Est-il basé sur la technique des objectifs à bascule? Est-il un simple traitement sur la surface de l’image comme l’est le flou numérique? Une chose est sûre, c’est que d’après le principe selon lequel “flou de bougé = Indétermination spatiale = grande pupille d’entrée = grande lentille frontale”, il est impossible que ce dispositif, utilisant comme objectif primaire des optiques standard, puisse recréer une vraie faible profondeur de champ. Le visionnage d’une scène ayant été tournée grâce à ce système nous a également confirmé dans cette opinion.

Nous l’avons vu, aucune des techniques énumérées ci-dessus ne permet d’obtenir un effet satisfaisant. Si on voulait raisonner en artisan de l’image, vouloir simuler une très faible profondeur de champ à l’aide de ces outils, c’est, je crois, se contenter d’un effet de “mauvaise qualité”, voire

d'un "erzats", alors que ce qui est souvent visé (mais pas toujours bien sûr...) c'est la macro à échelle humaine.

II- La "vraie" très faible profondeur de champ

1. Analyse de trois références visuelles

Ici nous allons aborder des travaux de nature diverses qui relèvent d'une esthétique de véritable très faible profondeur de champ. Ces exemples pourront être une inspiration pour définir une esthétique de l'hyperphotographie.

a. Les autochromes Lumière

L'autochrome est le premier procédé couleur commercialisé à grande échelle déposé en 1903 par les frères Lumière.

Le principe consiste à utiliser un filtre formé de grains microscopiques de fécule de pomme de terre (6 à 7000 au millimètre carré) coloré en orange, vert et violet. Ce filtre est étendu sur une plaque de verre, il est protégé par un vernis et enfin recouvert d'une émulsion photosensible noir et blanc.

L'exposition se fait à l'envers, la lumière passe à travers la plaque de verre, traverse la fécule servant de filtre et vient insoler l'émulsion photosensible. Le développement de la couche noir et blanc, puis l'inversion par oxydation à la lumière, et le redéveloppement, sans modifier la mosaïque de fécule protégée par le vernis, laisse apparaître l'image autochrome d'une remarquable qualité. Simples à utiliser, les autochromes furent accessibles au plus grand nombre.

La taille des plaques était généralement 9x12 cm et on peut supposer que les focales utilisées étaient d'environ 500 mm avec $N=5,6$, ce qui fournissait une pupille d'entrée assez importante de près de 10 centimètres.

La beauté qui se dégage de ces clichés est en grande partie dûe, selon moi, à la très faible profondeur de champ qui les caractérise. Cette faible profondeur de champ se manifeste par un flou très léger des arrières plans, or à la distance où se trouvent les sujets et à cette focale, nous ne sommes pas habitués à voir les personnages se détacher des fonds de cette manière. Pourquoi, les photographies à la chambre de l'époque n'ont pas le même rendu? Tout d'abord parce que la très faible sensibilité des plaques autochromes de 1 à 8 iso) imposait l'ouverture maximum des objectifs alors qu'avec des sensibilités plus élevées, ce choix n'était pas indiqué à cause de la baisse de qualité optique occasionnée) et peut-être également car la couleur renforçant les contrastes a pour effet une réduction du cercle de confusion, et donc, par un phénomène déjà évoqué, une réduction de la profondeur de champ.

Les travaux des frères lumières furent accueillis avec grand intérêt par les photographes du mouvement pictorialiste qui cherchaient avec le nouveau média qu'était la photo à restituer le sujet, non selon un procédé mécanique et une ressemblance parfaite, mais selon une interprétation artistique et personnelle. Il voyaient dans le procédé des frères Lumière une technique se rapprochant de celle des pointillistes, tandis que par leur profondeur de champ réduite nous les rapprocherions plutôt du mouvement impressionniste.

Dans toute l'histoire de l'image de cinéma, le flou de profondeur, bien maîtrisé a pu être utilisé pour détacher de façon discrète le sujet de l'arrière plan et c'est un choix ô combien important de la quantité ou de l'absence totale de netteté qui affecte cet arrière plan. Cependant, dans le cas d'un plan d'ensemble avec un personnage en pied, ce choix a toujours été impossible sauf avec un fort téléobjectif. Ainsi, ce que nous suggèrent ces clichés, c'est qu'un dispositif tel que celui présenté dans ce mémoire peut être avantageusement utilisé dans des plans très larges, là où le flou des arrières et avant-plans est le plus subtil.

Dans ce cas, il peut être intéressant également de défocaliser le sujet dans un plan large et de rendre net le paysage et légèrement flou un personnage qui s'y trouve, ce personnage prendrait alors soudain un caractère fantomatique et mystérieux.

Les autochromes Lumière avaient souvent pour thème l'enfance. Sensibles à la poésie de la photographie qui arrête le temps qui passe, les frères Lumière choisissaient-ils volontairement des enfants pour poser dans leurs photos ou bien sentaient-ils qu'ils avaient là un sujet idéal pour renforcer cette sensation, dûe au changement d'échelle implicite, qu'on a de pénétrer un monde de "maisons de poupées"?



illustration 29: “Doug”, 1910



illustration 30: Petites filles au bain de mer,
Dette et Doug en maillots de bain rayés,
1910

b. Macro et cinéma scientifique

Dans le monde du cinéma animalier, tourner avec une profondeur de champ très faible n'est pas la conquête d'un nouvel univers esthétique, c'est surtout un problème. *Microcosmos* “*le peuple de l'herbe*” (1996) ont du déployer des moyens techniques colossaux pour pouvoir filmer la vie des insectes. En effet, comme nous l'avons vu dans la première partie, lorsque l'on approche du grandissement -1 , la profondeur de champ est de l'ordre du $1/10^e$ de millimètre à pleine ouverture. Tout déplacement du sujet, si léger qu'il soit signifie une perte du point. D'où la nécessité de diaphragmer.

Même avec les pellicules les plus sensibles, filmer en macro requiert “deux fois plus d'éclairage que celui d'un jour ensoleillé”. C'est un mur de lumière que photographes et cinéastes doivent créer, qui peut être tempéré, comme cela a été fait dans *Microcosmos*, par des filtres anticaloriques ôtant à l'éclairage sa composante infrarouge.

Cependant augmenter la profondeur de champ des prises de vue macro a aussi un sens esthétique et non pas seulement technique.

Quel paradoxe que le monde des insectes, certainement cruel, impitoyable, monstrueux, comme un tableau de Jérôme Bosch, soit dans le film *Microcosmos* ce domaine nébuleux et aérien, souligné par la musique pleine de charme et de douceur de Bruno Coulais...

La profondeur de champ, incontournable en macrophotographie donne à voir les insectes uniquement sous un aspect onirique et merveilleux, emprisonnant les cinéastes malgré eux dans cette représentation poétique de l'infiniment petit...

c. Animation traditionnelle et prise de vue rapprochée

Dans le cinéma d'animation traditionnelle (marionettes animées image par image en pâte à modeler ou autres matériaux), on cherche généralement à adapter la profondeur de champ au sujet filmé. Ainsi dans le dernier épisode des aventures de Wallace et Gromit: *Wallace et Gromit et la malédiction du Lapin-Garou* (2005), l'utilisation d'un appareil photo numérique et l'usage d'un long temps de pose a permis d'obtenir une grande profondeur de champ, égale, si on se rapporte à l'échelle des marionettes, à la profondeur d'un film hollywoodien habituel. Ici encore, il s'agit de créer la magie, faire sentir au spectateur que telle maison est imposante, ou telle prairie immense. Mais ce qui est aussi visé, c'est à mon sens, une certaine transparence. En effet, on finit malheureusement très vite par oublier que les personnages sont faits de "plasticine" dans un monde en carton. Tout comme la reconstitution réaliste du son, les mouvements de caméra, la lumière, l'utilisation des voix de vrais acteurs, tout semble fait pour imiter le "vrai cinéma", comme si l'animation avait à souffrir d'un complexe d'infériorité, alors qu'elle recelle peut-être un potentiel expressif bien plus riche que le cinéma conventionnel. Les premiers épisodes des aventures de Wallace et Gromit n'avaient-ils pas infiniment plus de charme?

Dans l'animation traditionnelle contemporaine, Stephen et Timothy Quay, les "Quay Brothers", frères jumeaux et réalisateurs d'une dizaine de courts-métrages n'ont pas suivi cette voie, bien au contraire.

Leur approche, à l'opposé de la transparence à vocation narrative de Nick Park, est très plastique, avec une mise en valeur des matériaux et des techniques qu'ils emploient. Ainsi les "personnages" si on peut les appeler ainsi flottent dans un entre-deux étrange: ils appartiennent à la fois au monde des objets et celui des êtres vivants. C'est l'esprit de l'animation" (de anima, âme) enfin retrouvé.

Si l'on regarde l'ensemble de leurs films et en particulier *The Street of Crocodiles*, il est clair que la profondeur de champ joue un rôle essentiel dans leur mode d'expression. Les frères Quay l'utilisent dans le même esprit que lorsqu'ils fabriquent leurs marionettes, avec cette idée constante d'oscillation entre la "technique" et ce qu'elle exprime. De même qu'ils ne cachent pas la provenance des matériaux qui composent les marionettes, la profondeur de champ réduite indique la taille des objets, mais suffisamment discrètement pour demeurer dans une ambiguïté porteuse de poésie et de magie.



illustration 32: The street of Crocodiles

Puisant une grande partie de leur inspiration dans le mouvement surréaliste, leurs films sans aucuns dialogues ont une narration très obscure, laissant la place à l'imaginaire. Chaque élément de l'image devient un acteur du film, la lumière, les mouvements de caméra, et le flou de profondeur qui devient aussi un élément primordial.

Ce que les frères Quay disent du décor: "We demand that the décor act as poetic vessels and be foregrounded as much as the puppets themselves." (Nous voulons que le décor agisse comme des vaisseaux poétiques et soit mis en valeur autant que les marionettes elles mêmes), on pourrait le dire également de la profondeur de champ.

Dans un autre film, *Rehearsals for extinct anatomies*, la profondeur de champ est réduite à presque rien. Ici les frères Quay ont certainement pris le parti de ne pas suréclairer ou allonger le temps de pose pour garder la profondeur de champ naturellement très faible de la macrophotographie. Le

film joue énormément sur les reports de mise au point créant un hors champ total par le flou: ainsi, on voit progressivement lors des bascules de point des éléments se dissoudre complètement tandis que d'autres apparaissent, venus de nulle part et pourtant déjà présents dans l'image. L'utilisation d'un noir et blanc très contrasté renforce cet effet de disparition-apparition en rendant la matière plus "soluble" dans l'image, comme si les objets n'étaient finalement constitués que d'encre noire. De façon très intéressante, on peut constater que malgré une esthétique très soignée, ce film n'est pas le plus réussi des frères Quay. Ce flou omniprésent dans l'image, cette espace complètement aplati, ou plutôt écrasé comme dans une tomographie ne permet pas que l'imaginaire y "habite", le "remplisse". Il reste vide, une abstraction scientifique (en référence au scanner et aussi au microscope, qui ne présente qu'une fine tranche de l'objet observé). Au cinéma contrairement à la science, l'espace à besoin de sa troisième dimension.



illustration 33: Rehearsals for extinct anatomies

d. Conclusion

Reprenons les différentes idées esthétiques provenant de l'analyse des oeuvres évoquées ci-dessus:

- L'hyperphotographie, permet une magie du changement d'échelle. Les choses et les êtres de taille normale semblent appartenir à un monde miniature et le décor prend l'allure d'une maquette. Dans *Microcosmos*, ce changement d'échelle *dans*

l'autre sens (le petit devient immense) crée également une forme de voyage et d'évasion.

- Dans les plans larges, un flou très subtil de l'arrière plan permet de détacher la figure du fond, donnant une force et une efficacité supplémentaires à l'image. C'est ce que nous avons constaté dans les autochromes Lumière.
- Dans une image en couleur, le flou important de l'hyperphotographie apporte une douceur et un côté nébuleux et vacillant à l'image d'une façon très proche de la manière dont les peintres impressionnistes ont travaillé. Dans les autochrome lumière, les couleurs sont vives mais dans des nuances complexes, comme dans la peinture impressionniste. Dans microcosmos, les couleurs très vives et le flou s'entrechoquent de façon à donner une esthétique paradoxale qu'on pourrait appeler une "vive douceur"
- Enfin, un flou important est susceptible de créer un hors champ d'un type particulier, comme dans le film *Rehearsals for extinct anatomies* des frères Quay. Le report de point donne un véritable effet de "dissolution", qui peut-être renforcé encore davantage si la pellicule est en noir et blanc et très contrastée. L'image qui semble tracée à l'encre de chine se dissout sous les yeux du spectateur, laissant place à une autre image qui était pourtant déjà là.

2. Autres directions esthétiques

a. Mouvements de caméra

Une autre approche est également intéressante avec le dispositif de l'hyperphotographie. Elle est liée à la sensation troublée que l'on a de l'espace et de la troisième dimension, le spectateur attribuant inconsciemment au sujet et au décor des dimensions plus petites. Dans cette configuration, les mouvements de caméra, en particulier les travellings latéraux et circulaires mais aussi avant et arrière en créant un changement continu de point de vue, aident à mieux saisir la géométrie de l'espace et renforcent la contradiction entre l'échelle que nous indique la profondeur de champ et celle que nous indiquent les autres repères, tels que les personnages ou objets familiers. Dans ces circonstances, les éléments flous deviennent presque flous "par nature", comme le personnage du film de Woody Allen

“*Deconstructing Harry*” (*Harry dans tous ses états*), interprété par Robin Williams qui jouait le rôle d’un acteur *flou*, dans la vie comme à l’image.

Paradoxalement on peut reprendre ce principe pour l’utilisation d’un très grand angulaire avec, au contraire de l’hyperphotographie, une profondeur de champ quasiment infinie. Dans le film *Soy Cuba* de Mikhaïl Kalatozov, pour citer l’un des exemples les plus réussis, l’utilisation très baroque d’un objectif fish-eye remarquable par l’absence totale de déformation qu’il occasionnait (les lignes droites restaient parfaitement droites comme avec un sténopé) était combinée avec un très beau noir et blanc et une caméra très mobile, souvent à l’épaule.

Ainsi le mouvement venait constamment renforcer et souligner l’exagération de la perspective de manière spectaculaire.

b. Le double diaphragme

Nous avons évoqué l’aspect disgracieux que pouvait occasionner un flou trop important venant briser l’unité d’un sujet. Par exemple, l’usage de l’hyperphotographie sur un gros plan, en plongeant une partie du visage dans le flou risque de ne pas être très intéressante, de même, une absence totale de relief due à une profondeur de champ “microscopique” nuit à la force de l’image, ce qui nous amène à la réflexion suivante: à chaque scène, plan ou situation doit correspondre une profondeur de champ et/ou une quantité de flou qui est la plus adaptée.

Ainsi, un outil esthétique idéal serait un dispositif où la profondeur de champ serait réglable, voire variable en cours de plan, sans influencer sur la quantité de lumière reçue par la pellicule.

Cela serait possible grâce à l’addition d’un diaphragme dans l’objectif primaire (au centre optique pour éviter le vignettage). Pour garder la même quantité de lumière quelque que soit le réglage de ce diaphragme, il faudra compenser la variation de lumière à l’aide du diaphragme de l’objectif secondaire (objectif de la caméra).

On aurait ainsi un instrument très commode disposant de deux diaphragmes dont les rôles seraient différents et complémentaires:

- La fonction géométrique pour le diaphragme de l’objectif primaire.
- la fonction photométrique pour le diaphragme de l’objectif caméra.

Il fonctionneraient selon un principe de compensation où l’énergie lumineuse reçue par la pellicule ne changerait pas. On aurait, dans l’idéal et en négligeant les pertes:

N objectif primaire	N objectif caméra
---------------------	-------------------

1,4 (Profondeur de champ min.)	22
2	16
2,8	11
4	8
5,6	5,6
8	4
11	2,8
16	2
22 (Profondeur de champ max.)	1,4

Il serait alors possible de doser exactement la profondeur de champ et le flou souhaité. (remarque: le but est toujours d'obtenir une faible profondeur de champ sachant qu'avec $N=22$ sur l'objectif primaire, la pupille d'entrée est toujours égale à 14,6mm. Pour les grandes profondeurs de champ, il faut tout simplement revenir à un dispositif normal.)

Cependant, il ne faut pas oublier que plus on diaphragme l'objectif primaire ou l'objectif-caméra, plus la perte de luminosité du système est importante. La sensibilité du dispositif décrit dans le tableau ci-dessus permettrait tout juste de filmer en plein soleil avec de la pellicule 250 asa.

3. Fiction , clip, expérimental

Que tourner avec un tel dispositif?

L'hyperphotographie peut-elle intégrer le langage cinématographique classique? D'autres inventions comme le Zoom, le Steadycam, le Varicon, ont enrichi les possibilités d'expression du cinéma et ont trouvé une place plus ou moins importante dans le matériel standard de prise de vue. Comment savoir si le destin d'un tel outil est de rester un simple gadget ou de se banaliser progressivement?

Plusieurs points sont à prendre en considérations:

- L'aspect pratique: L'encombrement et la perte de luminosité du système créent une forte barrière à la banalisation d'un tel procédé. N'oublions pas que le Zoom, le Steadycam ou le Varicon, ont apporté des nouvelles possibilités visuelles mais permettaient aussi des économies de temps non négligeables.
- L'aspect esthétique: Pour dépasser le simple effet, l'hyperphotographie doit être utilisée avec mesure et dans un but précis. Or nous l'avons vu,

le seul moyen de contrôler véritablement la profondeur de champ est l'adjonction d'un deuxième diaphragme qui fait perdre énormément de luminosité. Seule peut-être l'arrivée de caméras vidéos plus sensibles permettrait une utilisation commode du procédé.

En tant qu'*effet* en revanche, le dispositif hyperphotographique peut très bien convenir à des formats de films très courts comme le clip et la publicité. Ici en ce qui concerne l'aspect pratique, on peut relativiser la difficulté de tourner avec ce système en remarquant qu'il n'est pas plus lourd, par exemple, qu'un dispositif de prise de vue en relief et que l'absorption de lumière à pleine ouverture équivaut à celle d'un filtre polarisant + une densité neutre 0,3.

Enfin rien n'interdit à des cinéastes ambitieux d'utiliser un effet de flou très prononcé sur toute la longueur d'un film de durée importante. On bascule alors davantage dans le domaine du cinéma expérimental.

C'est le pari que nous avons tenté de relever dans la Partie Pratique de ce mémoire.

CINQUIEME PARTIE - PRESENTATION DE LA PARTIE PRATIQUE DE MEMOIRE.

I- Documents

1- Note d'intention

Ayant déjà eu l'occasion de tourner des scènes isolées avec le dispositif présenté, il m'a semblé intéressant comme je l'ai suggéré ci-dessus de réaliser un court-métrage de fiction exclusivement tourné à l'aide de ce système.

Lumière et hyperphotographie

Le flou de profondeur important exprime, comme on l'a vu, d'une manière directe et quasi ontologique, l'indétermination, l'incertitude, l'inquiétude... En lumière, il est l'équivalent de la nuit, le lieu du mystère; la nuit et le flou sont les deux passages grâce auxquels l'imaginaire peut rejoindre le monde du fantastique.

Cela ne veut pas dire que la très faible profondeur de champ doit nécessairement s'ajouter à l'obscurité pour créer une atmosphère intéressante. Au contraire, les choses et les êtres prennent un aspect encore plus étrange et inquiétant lorsque la lumière du jour les inonde mais que leur image est légèrement brouillée, leur contour insaisissable. Ceci vaut pour la photographie classique, qui a introduit le flou de profondeur dans l'image⁸ mais encore davantage pour l'effet de "macro à échelle humaine".

Ainsi, le film que j'ai souhaité réaliser en guise de partie pratique de mémoire exploite cette idée, de succession entre la nuit et un jour qui aurait le mystère de la nuit.

Le film intitulé *Diane* mettant en scène une femme-vampire s'inspire très directement du cinéma muet, avec des références comme *Nosferatu* et *L'Aurore* de Murnau. L'esthétique de la "macro en plan large" me semblait en effet très adaptée à un style de mise en scène expressionniste tout en

⁸ L'effet de flou de profondeur est obtenu par une faible profondeur de champ, c'est-à-dire par une grande ouverture de diaphragme (petit nombre f). Ce flou est caractéristique de la photographie macro et de la photographie à grande échelle humaine.

tournant en couleur, la très faible profondeur de champ créant la transposition nécessaire de la réalité.

On trouvera ici le scénario du film :

2- Scénario

DIANE

Scénario de PPM
Dimitri Burdzelian

1 / INT. NUIT MAISON

Un intérieur sombre dans une maison à la décoration étrange.

2 / INT. NUIT MAISON

TRIST AN, un jeune homme blond est assis à une table. Une jeune femme lit un poème hors champ.

TRIST AN (ému) C'est magnifique

EVE (douce) : Approche. Il va vers le lit. Entrée dans le champ de Eve. Peux-tu me jurer que tu ne me quitteras jamais?

TRIST AN : Je ne te quitterais jamais. Je te le jure.

EVE : Je t'aime tant. Il sourit.

Il s'embrassent.

3 / MAISON INT. NUIT

Ils dorment tous deux. EVE ouvre les yeux. Elle se lève lentement et s'approche de la fenêtre, l'ouvre et se détourne. Un personnage vêtu de noir entre. EVE l'aperçoit veut crier puis s'évanouit.

4/ MAISON INT. NUIT

TRIST AN fait un songe. Trois vampires répugnants s'affairent autour d'un corps de femme. En surimpression, le visage grave de DIANE, une femme brune au regard ténébreux.

5/ MAISON INT. JOUR

Tristan se réveille et voyant la disparition de EVE, se précipite dehors.

6/ FORET EXT. JOUR

Dans la forêt avoisinante, Tristan retrouve EVE allongée exsangue, couverte de marques étranges. Il la prend dans ses bras. Elle rend son dernier souffle dans un spasme.

7/ MAISON INT. JOUR

Tristan seul chez lui. Il nettoie les restes d'un repas. Il à l'air abattu. Il met son manteau puis sort de chez lui.

8/ FORET EXT. JOUR

Tristan s'approche d'une grande croix sculptée plantée dans la terre. Il se recueille. Le visage d'EVE lui apparaît. Soudain, il aperçoit une silhouette au loin. Il reconnaît DIANE, la femme vampire qu'il a vu en rêve. Il va vers elle. Il hésite et décide de la suivre.

9/ CLAIRIERE EXT. JOUR

TRIST AN suit DIANE à une certaine distance.

10/ ABBAYE INT. JOUR

Une vaste salle dans une abbaye gothique sombre et vide. Diane s'assoit sur un banc. Des cierges brûlent devant elle. Tristan s'assoit derrière elle.

DIANE (froide) : Que veux-tu?

TRISTAN : Vous avez pris la vie de celle que j'aimais et vous vous êtes nourri de son sang.

DIANE : Es-tu venu pour te venger?

TRISTAN : Je suis venu pour savoir ce qu'il adviendra d'elle.

DIANE : Elle renaîtra et sera en mon pouvoir. Lorsqu'elle goûtera au sang humain, elle épousera le sort des vampires.

TRISTAN : Vampire.

DIANE : Quoi?

TRISTAN : Prends aussi mon sang. Je veux la suivre.

DIANE : Ô homme, Ô malheureux. Tu t'apprêtes à entrer dans la nuit éternelle. Pars avant qu'il ne soit trop tard. Il n'y a pas de salut, pas de lumière, là où ton désir te pousse car nous sommes les créatures les plus misérables qui parcourent cette terre. Veux tu subir ce sort pour l'amour d'une femme?

TRISTAN : Oui

Elle se lève et prend une dague à sa ceinture.

DIANE : Tu sera exaucé.

Elle s'approche lentement de lui. Trois vampires entrent dans la salle et encerclent le couple.

FIN.

3- Description du projet

Le film a été tourné en Super 16 mm. Ce format avait en effet l'intérêt d'être plus léger, le dispositif hyperphographique étant déjà extrêmement encombrant. La définition de la pellicule permettait en outre de mieux apprécier la qualité optique du dispositif et sa grande latitude de pose d'effectuer un travail de lumière plus soigné.

Le tournage a eu lieu dans trois décor:

- Une chaumière reconstituée en studio à l'ENSL
- Une forêt en décor naturel
- Une abbaye cistercienne en décor naturel

La durée finale est de 12minutes.

4- Liste matériel

Caméra

-1 caméra S16 Aaton XTR avec visée vidéo

-1 série d'optiques Zeiss High Speed

- 1 série d'optique Zeiss standard 9,5-85mm (1er et 7 mai uniquement)
- le dispositif expérimental "faible profondeur de champ"
- poignées bleues
- 1 moniteur vidéo
- Cellule, Spotmère, Thermocolorimètre
- 1 valise d'assistant
- 1 série filtres 85
- 1 série de filtres diffusant mitchell
- 1 parasoleil "moustic"

- 1 tête manivelles mini warhol
- 1 coupole
- 1 trépied grandes branches
- 1 trépied petites branches
- 1 base
- 1 plaque de décentrement supplémentaire
- 1 house de pluie
- 3 boîtes de 122 m de Kodak Vision 500T 7279
- 3 boîtes de 122m de Kodak vision 500T 2 7218

Eclairage

Fresnel 3200 K

- 1 – 10 Kw Véga
- 1 – 5KW fresnel
- 2 - 5Kw Pollux (2,5/5Kw)
- 3 – 2KW Arri
- 4 – 1Kw Polaris
- 3 – 2Kw Blonde
- 3 – 800W mandarines
- 2 – 500W Mizar
- 3 –300 W Arri

- boîtes de branchement et de distribution (64A Mono et Tri, 32A, 16A)
- 4 boîtes M6

Machinerie

- Elemack
- 4 rails droits 1,80 m
- 1 rail droit 1 m

- lignes Tri et Mono
- 3 dimmers indépendants 3 KW
- ampoules 40,60,100W
- gélamines, cinéfoil, diffusions
- 1 reflecteur "lastolight"
- 4 plaques de polystyrène + 4 supports
- 5 petits drapeaux
- 5 grands drapeaux
- 3 cadres 1,20 x 1,20m
- 3 cadres 0,60 x 0,60m
- pieds, prolongateurs
- Bijoute (rotules, spigots, bras magic, déports, gueuzes, pinces à linge, etc.

- 1 rail droit 0,50 m
- plaques de roulement
- 2 borgnols 6x6

-cubes de base
-cubes 15 x 20 x 30
-1 praticable 1m

-1 praticable 0,50m
-serre-joints, élingues, sangles,
cales, taps

5- Photos du tournage

En studio à l'école Louis Lumière



Abbaye de Reigny à Vermenton





CONCLUSION

Le flou c'est de l'incertitude. En effet, comme nous l'avons vu, le flou de profondeur est la forme que prend l'indétermination spatiale du point de vue de l'image.

Apparu en même temps que la photographie, le flou a sauvé celle-ci d'une simple reproduction mécanique et d'une froide précision de la représentation. Il est cet interstice dans lequel peut s'engouffrer l'imagination. Optiquement, il est dû à l'étalement du point de vue qui se matérialise par la surface de la pupille d'entrée d'un objectif. En fait, toute photographie est nécessairement la superposition d'une infinité de photographies différentes.

Les pupilles d'entrée des objectifs actuels sont limitées par la taille et donc l'importance du flou de profondeur également. Pourquoi ne pas contourner cette limite technique? Il serait alors possible, avec un dispositif optique approprié d'obtenir si peu de profondeur de champ que les images deviendraient des images de "macro à échelle humaine" et c'est en effet un véritable changement d'échelle qui va s'opérer dans réalisation de la prise de vue.

A partir de films importants de l'histoire de la profondeur de champ au cinéma, *Citizen Kane*, *Barry Lyndon*, *Elephant*, nous avons donné un aperçu de la manière dont certains réalisateurs ont au cours de l'histoire, abordé ce paramètre et les deux derniers films cités donnent un aperçu de ce vers quoi peut tendre une image sans aucune profondeur de champ. Cela nous a aussi permis de replacer dans son contexte l'approche actuelle que suivent de nombreux chefs-opérateurs et qui consiste à tourner à pleine ouverture pour des raisons de lumière, mais aussi parce que peu à peu, le flou est devenu accepté, voire prisé, en réaction à la profondeur énorme et ennuyeuse de l'image vidéo.

Le dispositif inventé et décrit dans ce mémoire est sur le point de faire l'objet d'une demande de brevet. C'est en quelque sorte une chambre photographique géante utilisant un objectif d'épiscope qui se fixe à n'importe quelle caméra. L'objectif d'épiscope qui a une très grande pupille d'entrée forme sur un dépoli un image renversée et réelle ayant comme propriété une très faible profondeur de champ. Le dépoli est alors simplement filmé par la caméra. La vraie très faible profondeur de champ obtenue ainsi ne peut pas l'être d'une autre manière, même si des procédés existant (les objectifs à bascule, le flou numérique) ont permis de s'en approcher, mais sans porter en eux, selon nous, la même poésie.

Qu'inspirent les images tournées avec le dispositif présenté dans ce mémoire et comment les utiliser ? Nous avons, avant de répondre à cette question passé en revue les productions suivantes: les autochromes Lumière, le cinéma scientifique et en particulier *Microcosmos*, et les films d'animation traditionnelle des frères Quay. De chacun de ces domaines ont pu être tirés des enseignements intéressants sur l'esthétique de la très faible profondeur de champ.

Le film réalisé dans le cadre de ce mémoire a bénéficié de ces recherches esthétiques. Il est présenté dans la dernière partie.

Que restera-t-il dans quelques années de ce dispositif patiemment conçu ? Il est difficile de répondre à ces questions. Le mémoire quant à lui se voulait comme une expérience toute simple. Faire le tour d'une idée et s'amuser avec sans jamais la lâcher. Espérons que le lecteur puisse en retirer quelque chose ou simplement que la démarche l'ait amusé un tant soit peu.

Au fond, s'il a pu à un moment se dire: "c'est inutile mais c'est beau", notre voeu le plus cher serait réalisé...

BIBLIOGRAPHIE

Articles

AMERICAN CINEMATOGRAPHER, , article sur *Elephant*, Octobre 2003

MARTIN Pascal, « C'est aberrant », in *Le Photographe* n° 1462, Paris, 1990.

Mémoires et thèses

KELLER Lionel, *Objectifs, pellicules, sémantique de la profondeur de champ* sous la direction Pascal Martin, ENS Louis Lumière, 2000

MARTIN Pascal, "*Le flou est-il quantifiable, étude du flou-net de profondeur en photographie et cinéma*, thèse de doctorat sous la direction du professeur Jean-Luc Michel, soutenue à l'université de Jean Monet, St Etienne, le 14 septembre 2001".

Ouvrages

- ANDREANI Robert, *L'objectif Photographique*, Publications Photo-Revue, Paris, 1971.
- BAZIN André, *Orson Welles*, Editions du Cerf, Paris, 1985.
- BAZIN André, *Qu'est-ce que le cinéma ?*, Editions du Cerf, Paris, 1975.
- BOUASSE H., *Optique géométrique élémentaire*, Librairie Delagrave, Paris, 1924,
- BOUASSE H., *Optique géométrique supérieure*, Librairie Delagrave, Paris, 1917,
- BURCHER Jean, *Les Combinaisons Optiques*, Editions de la Revue d'Optique, Paris, 1967.
- CASTLE Alison, *The Stanley Kubrick archives*, Editions Taschen, Köln, 2005
- GLAFKIDES Pierre, *Chimie et physique photographiques*, 3e édition, Paul Montel, Paris, 1967,
- KOWALISKI Pierre *Théorie photographie appliquée*, Masson et Cie, Paris, 1972.
- MARION André, *Acquisition et visualisation des images*, Eyrolles, Paris, 1997.
- MAUVEAUX J.-C., *Le flou-net*, J. De Francia, Paris, 1936.
- PREDAL René, *la photo de cinéma*, Editions du Cerf, Paris, 1985
- TOLLAND Greg, « Le réalisme de Citizen Kane », in *Les Cahiers de l' AFC*, Paris, 1994.

LIENS INTERNET

The internet movie database www.imdb.com
 Musée autochromes Lumière www.autochrome.com
 Galerie-Photo www.galerie-photo.com
 Worldwide Pinhole Photography Day www.pinholeday.org

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Couverture: un appareil photo géant pour négatifs de très grands formats construit au début de l'histoire de la photographie	
illustration 1: la tache image.....	9
illustration 2 : courbe de base	9
illustration 3: courbes en fonction de la distance.....	11
illustration 4: courbes des focales	11
illustration 5: courbes des ouvertures	12
illustration 6: macrophotographie.....	13
illustration 7: schéma du sténopé.....	16
illustration 8: <i>Une netteté infinie</i>	16
illustration 9: <i>Deux points de vue différents correspondants à deux points de la pupille d'entrée.</i>	19
illustration 10: Les deux points de vues différents	20
illustration 11: Un objectif réglé à deux diaphragmes différents	19

illustration 12: Fisheye Century 3.5mm	20
illustration 13: Objectif d'appareil de projection et appareil photo 24x36.....	23
illustration 14: <i>Elephant</i> de Gus Van Sant, 2003	27
illustration 15: <i>Barry Lyndon</i> de Stanley Kubrick, 1975.....	30
illustration 16: principe optique.....	33
illustration 17: Plan détaillé	34
illustration 18: Le dispositif sans soufflet.....	35
illustration 19: schéma d'un épiscopes.....	36
illustration 20: Episcopes DP-30.....	37
illustration 21: vue du dépoli et de la commande de point	39
illustration 22: courbes comparées	42
illustration 23: profondeurs de champ comparées pour une mise au point à 10m	43
illustration 24: chambre photo grand format	47
illustration 25: <i>La comtesse de Castiglione</i> de David Lodge, 1998	49
illustration 26: Olivio Barbieri Le colysée, Rome.....	50
illustration 27: Olivio Barbieri, <i>Le Queen Mary, Long Beach, Californie</i>	56
illustration 28: Hylén system de panavision.....	53
illustration 29: <i>Doug</i> , autochrome Lumière, 1910.....	56
illustration 30: <i>Petites filles au bain de mer, Dette et Doug en maillots de bain rayés</i> , autochrome Lumière, 1910.....	56
illustration 31: Un plan de Microcosmos.....	58
illustration 32: <i>The street of Crocodiles</i> de Stephen et Timothy Quay, 1986.....	60
illustration 33: <i>Rehearsals for extinct anatomies</i> , Stephen et Timothy Quay, 1988.....	61