

L'optique

2005-2006

Exposé pour M.MONNAERT

Clément Melot

Plan :

I Présentation

1.1 Principe de formation de l'image

1.1.1 Application à un point

1.1.2 Application à un objet

1.2 Présentation d'un objectif

II Les lentilles

2.1 Une lentille, Qu'est-ce que c'est ?

2.2 Les lentilles convergentes

2.3 Les lentilles divergentes

2.4 Construction d'une image par une lentille convergente

2.5 Construction d'une image par une lentille divergente

2.6 Les plans principaux

2.7 Les formules de conjugaison

III Incidence de l'objet filmée sur l'objectif

3.1 La taille de l'objet O

3.2 La distance objet caméra

3.3 Le format de l'image

3.4 La distance focale f

3.5 L'angle de champ

IV L'objectif

4.1 Les focales

4.1.1 Les focales normales

4.1.2 Les courtes focales

4.1.3 Les longues focales

4.1.4 Le changement de focale ou zoom

4.1.5 Le tirage optique

4.1.6 Le choix de la focale

4.2 Le diaphragme

4.2.1 L'ouverture relative d'une lentille

4.2.2 L'échelle des diaphragmes

4.2.3 L'ouverture photométrique

4.2.4 Le ramping

4.3 Le tirage mécanique

4.4 La mise au point

4.5 La profondeur de champ

4.5.1 Le cercle de confusion

4.5.2 La profondeur de foyer

4.5.3 La profondeur de champ

4.5.4 La distance hyperfocale (H)

V Les défauts optiques

5.1 Les aberrations chromatiques

- 5.1.1 L'aberration chromatique longitudinale
- 5.1.2 L'aberration chromatique latéral
- 5.1.3 Correction des aberrations chromatiques
- 5.2 Les aberrations géométriques
 - 5.2.1 L'aberration sphérique
 - 5.2.2 La coma
 - 5.2.3 L'astigmatisme
 - 5.2.4 La courbure de champ
 - 5.2.5 La distorsion
- 5.3 La diffraction
- 5.4 Le vignettage et la loi du cosinus puissance 4
 - 5.4.1 Le vignettage
 - 5.4.2 La loi du cosinus puissance 4
- 5.5 Le flare

VI Les accessoires optiques

- 6.1 Les parasoleils
- 6.2 Les filtres
 - 6.2.1 Nature des filtres
 - 6.2.1.1 Les gélamines
 - 6.2.1.2 Les filtres plastiques
 - 6.2.1.3 Les filtres verres teintés dans la masse
 - 6.2.2 Tailles des filtres
 - 6.2.3 Les familles de filtres
 - 6.2.3.1 Les filtres pour la prise de vue en couleur
 - 6.2.3.2 Les filtres pour la prise de vue noir et blanc
 - 6.2.3.3 Les filtres pour la couleur et pour le noir et blanc
- 6.3 Les convertisseurs ou bonnettes
- 6.4 Les multiplicateurs de focales intégrés
- 6.5 La mise au point interne
- 6.6 Le stabilisateur optique
- 6.7 Les objectifs à servocommande numérique
- 6.8 Le varicon
- 6.9 Hublot tournant, hublot soufflant
 - 6.9.1 Hublot tournant (centrifuge)
 - 6.9.2 Hublot soufflant
- 6.10 Prismes
- 6.11 Squishy Lens
- 6.12 Systèmes optiques spéciaux : Frazier, T-Rex, révolution
- 6.13 Follow focus
- 6.14 Loupe de visée courte et longue

VII Le piqué

VIII La fonction de transfert de modulation ou modulation transfert (MTF)

IX Les objectifs

9.1 Fujinon

9.1.1 Les focales fixes

9.1.2 Les zooms

9.2 Zeiss

9.2.1 Les focales fixes

9.2.2 Les zooms

9.3 Cooke

9.3.1 Les focales fixes

9.3.2 Les zooms

9.4 Canon

9.4.1 Les focales fixes

9.4.2 Les zooms

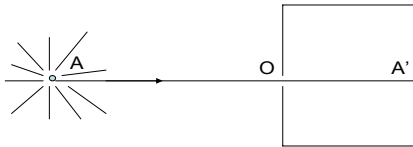
X Comment choisir son optique

I Présentation

1.1 Principe de formation de l'image (sténopé)

1.1.1 Application à un point

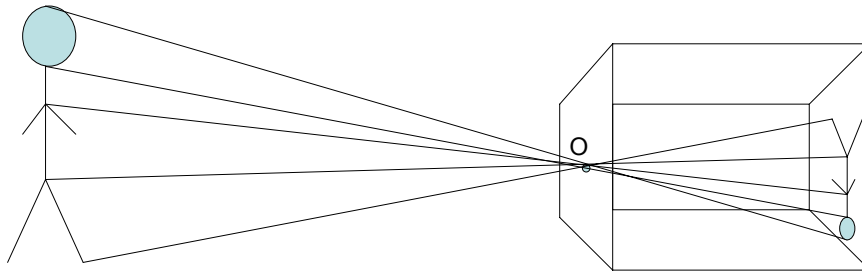
La chambre noire est un système simple composé d'une boîte totalement hermétique à la lumière et qui possède sur une de ses face un petit trou noté O, à l'opposé de se trou se trouve une surface réceptrice (ou surface sensible). On admet que le point A est une source lumineuse ponctuelle qui rayonne dans toutes les directions. Les rayons passant par le trou qui lui-même laisse passer que très peu de lumière se diffracte et produise un point A' sur la surface sensible. A' est l'image de A.



1.1.2 Application à un objet

Un objet éclairé ou produisant de la lumière est considéré comme une source lumineuse, cet objet projette donc des rayons dans toutes les directions depuis tous les points de sa surface. Appliquons le principe de l'application à un point à un objet.

On remarque que l'image obtenu sur la surface réceptrice est renversée et inversée par rapport a l'objet original, les dimensions de l'image obtenu sont réduite par rapport au dimensions réel de l'objet. Pour avoir une image plus grande il faut augmenter la profondeur de la chambre noire, donc de la surface sensible. S l'on augmente la surface sensible il y aura une diminution de la luminosité de l'image produite car la quantité de lumière entrant par O est constante. On remarque que pour avoir suffisamment de netteté, il faut que les points constituant l'image ne se chevauchent pas d'où la nécessité d'avoir un diamètre de l'orifice extrêmement faible de façon à diffracter correctement la lumière, mais avec un faible diamètre on ne laisse passer que très peu de lumière. Pour avoir une image net et lumineuse il a fallut trouver un système permettant d'augmenter le diamètre de l'orifice tout en gardant la netteté. Ce système s'appelle l'objectif.



1.2 Présentation d'un objectif :

Un objectif est un système composé de lentilles convergentes et divergentes, il est dans son ensemble un système convergeant. L'objectif permet de faire rentrer un maximum de lumière tout en conservant la netteté de l'image.

Un objectif est composé d'un diaphragme, d'une bague de mise au point, d'une bague de tirage optique et d'un système permettant le changement de focal. Ces termes seront définis tous au long de cet exposé.

II Les lentilles

2.1 Une lentille, qu'est-ce que c'est ?

- La lentille est un élément fondamentale d'un objectif, c'est un corps réfringent en verre.

Réfringent: qui réfracte la lumière

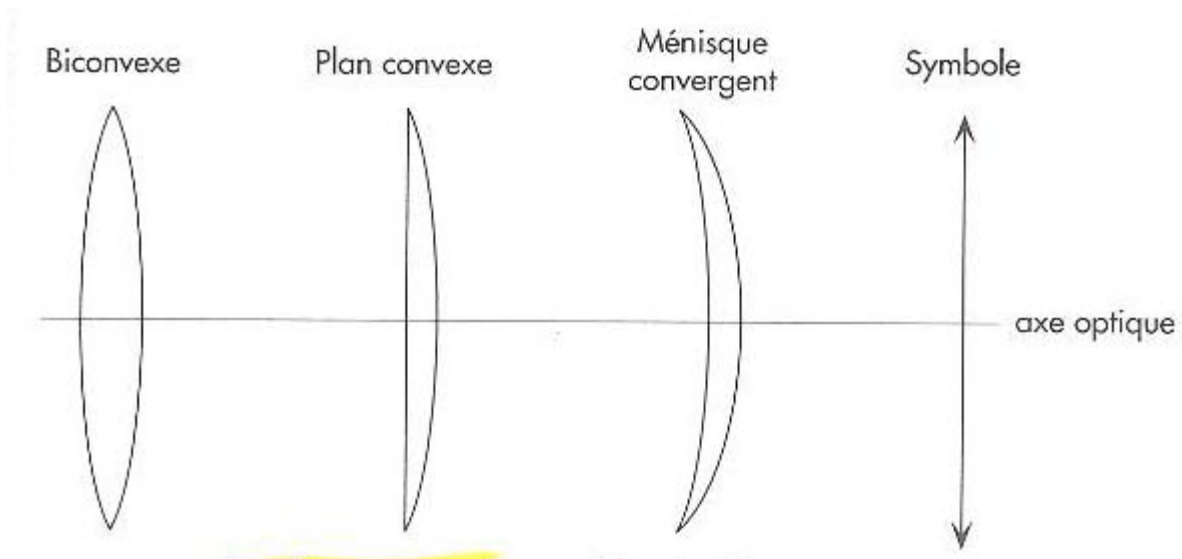
Réfracter: qui change de direction

- La lentille est délimitée par soit deux calottes sphériques ou bien par une calotte sphérique et un plan.
- La ligne imaginaire qui joint les centres de la courbure des deux faces s'appelle axe principal ou axe optique.
- Le point d'intersection entre l'axe optique et le centre de la lentille est appelé centre optique
- Il existe deux catégories de lentilles
 - Les lentilles convergentes

- Les lentilles divergentes

2.2 Les lentilles convergentes:

- Les lentilles convergentes sont de type biconvexe ou, plan convexe.
Convexe : face bombée
- Les lentilles convergentes sont à bords minces, elles sont moins épaisses aux extrémités qu'au centre.
- Un faisceau incident parallèle arrivant sur une lentille convergente se rétrécit et converge en un point unique qui s'appelle le foyer de la lentille



Distance focale et vergence d'une lentille convergente

- La distance focale f est la distance entre le foyer image F' et le centre optique O .

Remarque : plus la lentille est convergente plus le foyer image F' est proche de la lentille.

- La vergence est l'inverse de la distance focale elle est utilisée surtout quand la distance focale est faible. La vergence s'exprime en dioptries, elle est notée C et la distance focale est exprimée en mètre.

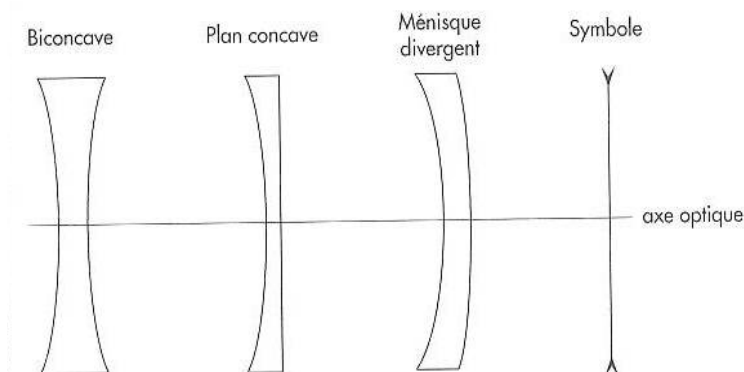
$$C = 1/f$$

Remarque: pour une lentille convergente la vergence est élevée

- Un faisceau incident parallèle arrivant sur une lentille convergente se

rétrécie et La distance focale (f) est la distance entre le foyer image F' et le plan principale H'

2.3 Les lentilles divergentes



- Les lentilles divergentes sont plus épaisses aux extrémités qu'au centre, on dit qu'elles sont à bord épais.
- Les lentilles divergentes transforment un faisceau incident parallèle en un faisceau divergent

2.4 Construction d'une image par une lentille convergente

- Une lentille convergente forme une image réelle d'un objet, cette image peut être recueillie sur un écran.
- Soit un objet placé sur l'axe optique devant la lentille, l'objet est défini par deux points, A et B.
L'objet est placé sur l'axe optique pour simplifier les calculs, pour avoir des résultats justes.
- Tous les rayons provenant de B et qui traverse la lentille se croisent en un point B' , image de B.
- Pour représenter B' on choisit des rayons particuliers provenant de B
Les rayons particuliers sont :
 - Le rayon perpendiculaire à l'axe principale
 - Le rayon passant par le centre optique

- Le rayon qui en sortant de l'axe optique est parallèle à l'axe optique

- Le rayon (1) qui est parallèle à l'axe optique converge vers l'axe optique après avoir traversé la lentille.

Il croise l'axe optique en F' qui est appelé foyer image de la lentille.

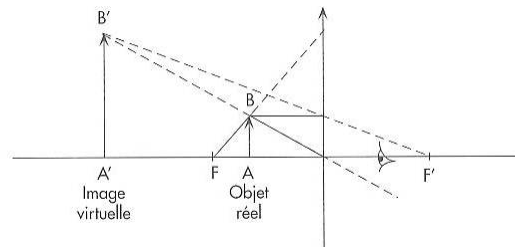
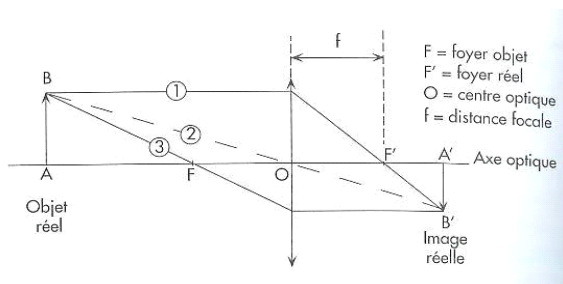
Les rayons venant de l'infini sont considérés comme parallèles à l'axe optique, F' est donc généralement le point où convergent ses rayons.

Remarque : plus l'image est éloignée de la lentille, plus l'image formée est grande et vice versa.

- Le rayon (2) qui passe par le centre optique n'est pas dévié.
- Le rayon (3) coupe l'axe optique en un point F autrement appelé foyer objet. Le rayon sortant de la lentille est parallèle à l'axe optique

Remarque : F et F' sont à égale distance du centre optique.

- Le point A est placé sur l'axe optique donc son image A' est lui aussi placé sur l'axe optique.
- Conclusion : l'image de l'objet AB est $A'B'$ et $A'B'$ est renversé par rapport à l'objet AB .

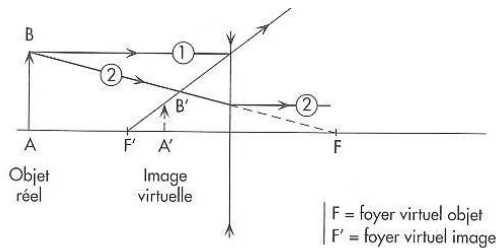


2.5 Construction d'une image à partir d'une lentille divergente

- Une lentille divergente forme une image virtuelle $A'B'$ d'un objet réel AB , cette image ne peut donc pas être recueillie.
- Cette image est virtuelle car elle n'est pas renversée et elle se forme du même côté que l'objet par rapport à la lentille.
- Le rayon (1), parallèle à l'axe optique, ressort de la lentille en semblant provenir d'un point F' , appelé aussi foyer virtuel image de la lentille divergente
- Le rayon (2) se dirige vers le foyer virtuel objet et sort de la lentille

parallèle à l'axe optique.

Remarque : Les foyers virtuels F et F' sont symétriques par rapport au centre optique.



2.6 Les plans principaux

Un objectif forme une image réelle, c'est donc un système convergent. Un objectif est cependant composé de lentilles convergentes et divergentes. Pour simplifier la représentation nous admettrons qu'un objectif peut se représenter par une lentille convergente, donc un seul centre optique (ou point nodal).

Réellement un objectif à deux points nodaux :

- Le point nodal objet
- Le point nodal image

A ces points correspondent deux plans principaux :

- Le plan principal objet
- Le plan principal image

Tous d'abord nous devons définir l'axe optique : c'est la droite perpendiculaire à l'objectif qui passe par le centre optique.

Remarque : l'axe optique est donc perpendiculaire au plan principal image et objet.

Maintenant nous pouvons définir :

Le point nodal image : c'est le point par lequel passe le plan principal image, il est situé sur l'axe optique

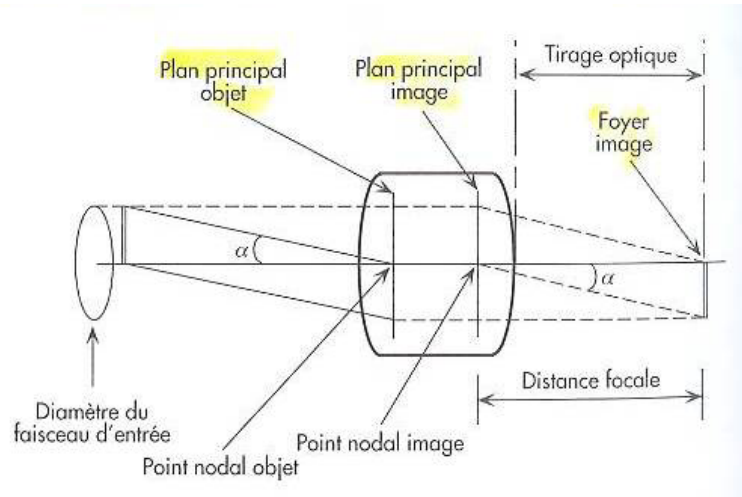
Le point nodal objet : c'est le point par lequel passe le plan principal objet, il est situé sur l'axe optique

Remarque : précédemment nous avons vu dans "construction d'une image par une lentille convergente" que le rayon passant par l'axe optique (ou axe principal) n'était pas dévié, or il est dévié le long de l'axe optique au niveau du point nodal objet, le rayon alors est dévié le long de l'axe optique jusqu'au point nodal image où il est dévié avec le même angle qu'auparavant, c'est pour cela que l'on dit que le rayon passant par le centre optique n'est pas dévié. Cela dit nous travaillerons avec un seul point nodal.

Remarque 2 : Le rayon arrivant perpendiculairement au plan principale

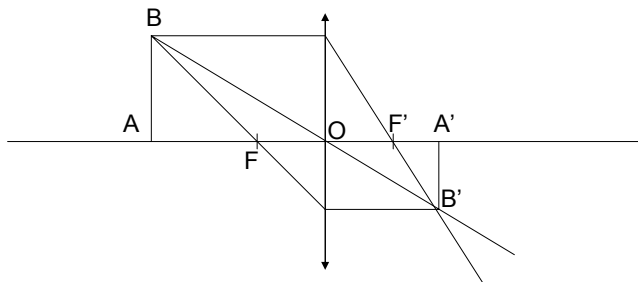
objet est dévié au plan principale image.

La distance focale : c'est la distance qui sépare le point nodal image et le foyer image de l'objectif. On admet que l'image se forme au foyer image (F'). La distance focale est surtout appelée focale. Très important l'angle de champ et les dimensions sur l'image de l'objet cadré dépend de la focale.



2.7 Les formules de conjugaison.

On considère $FA=x$ $FO=f$
 $F'A'=x'$ $OF'=f'$
 $AB=y$ $A'B'=y'$
 $x+f=p$ $x'+f'=p'$



Formule de Newton : $x' \cdot x = -f' \cdot f$ en considérant que les milieux extrêmes sont identiques ($n = n'$), on donc écrire $x' \cdot x = (-f')^2$

Formule de Descartes : $1/f = (1/p) + (1/p')$ la formule est exprimée en valeur absolue

Pour des systèmes optiques convergents, les objets et les images sont donc réels.

Le grandissement linéaire : c'est le rapport entre l'objet et son image

$$G_y = y' / y = p' / p$$

Si $x \approx p$ (c'est le cas le plus général) alors p est bien plus grand que p' alors $f' \approx p'$, on peut donc écrire $G_y = f' / p$
 f' et p sont en pratique des valeurs faciles à déterminer on peut donc calculer rapidement la taille de l'image par rapport à la focale utilisée

III Incidence de l'objet filmée sur l'objectif

Dans ce chapitre nous admettrons que l'objet à cadrer est suffisamment loin de l'objectif (à plus de 3m) cette démarche est nécessaire pour considérer que l'image se forme au foyer (foyer des images). Cela dit, nous allons pouvoir établir des relations entre différents paramètres.

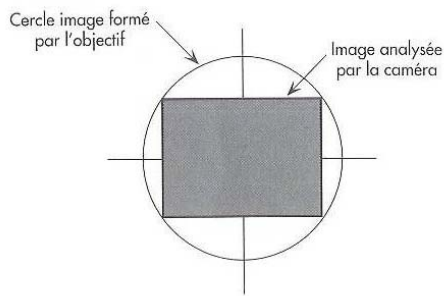
3.1 La taille de l'objet O :

Pour travailler avec la taille de l'objet O nous pouvons soit utiliser la hauteur, la largeur ou même la diagonale de l'objet à cadrer.
O est exprimé en m.

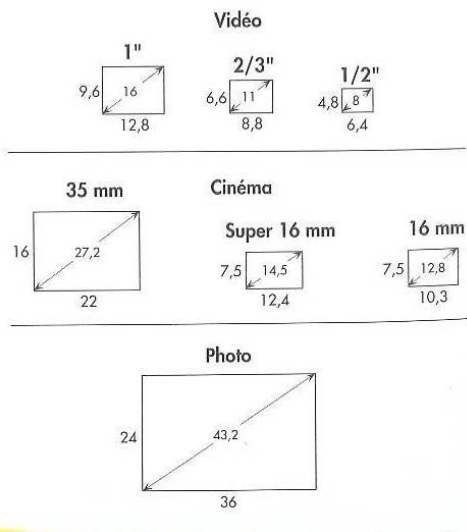
3.2 La distance objet caméra :

C'est la distance qui en vidéo sépare la lentille frontale de l'objet cadré et qui en cinéma sépare le plan pellicule de l'objet cadré. La distance objet caméra est appelée la distance de mise au point. Elle sera ici notée D et exprimée en m.

3.3 Le format de l'image



Un objectif fournit une image circulaire, à l'intérieur de ce cercle on y définit un rectangle qui délimite la surface utile de l'image. Les dimensions de la surface utile sont proportionnelles à celles de l'image vue au final. Le "format" en lui-même est dépendant de la surface photosensible (CCD ou pellicule (largeur, hauteur ou diagonal)) de la caméra utilisée. Remarque : À chaque format d'image correspond un format d'objectif.



3.4 La distance focale f :

La taille des éléments cadrés sur une image et la perspective de la composition de l'image dépendent de la distance focale. Pour un format d'image donnée, plus la focale est petite plus le champ cadré est large et plus les sujets à l'intérieur de l'image sont petit. Inversement plus la focale est longue plus le champ cadré est étroit et plus les sujets cadrés sont grands.

Remarque : si on varie la distance objet caméra dans les mêmes proportions que la focale le sujet cadré garde la même taille alors que l'arrière plan change.

La focale s'exprime en fonction de la dimension de l'objet à cadrer (O) en m, de la dimension de l'image (i) en mm et de la distance objet caméra (D) en mètre.

La valeur de la focale est gravé sur les objectifs précédé de la lettre f (ex : f 7.6, f 100)

La focale se calcule grâce à la formule $f = (D.i) / O$

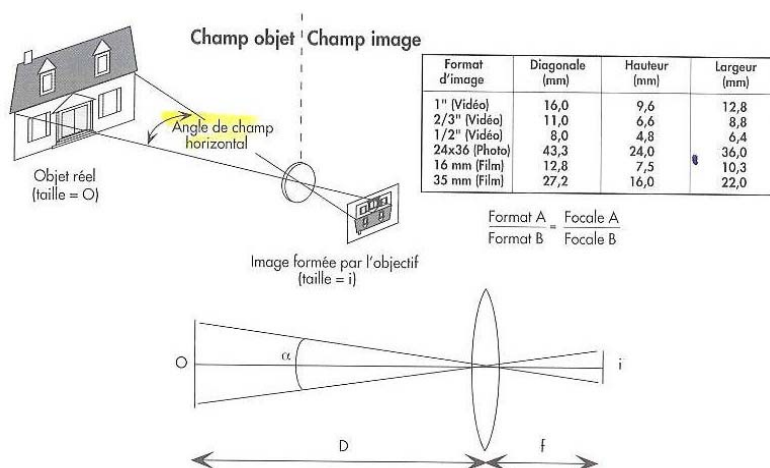
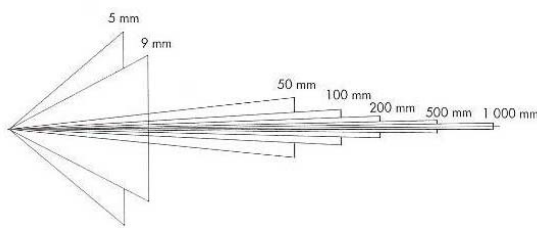
3.5 L'angle de champ

L'angle de champ est lié à la focale et au format d'image i. Il détermine la plage angulaire (ou portion d'espace) qui est capté par l'objectif.

Pour calculer l'angle de champ on peut se servir de l'horizontal, la vertical ou même la diagonale de l'image. Le calcul est le même pour les trois cas. L'angle de champ horizontal est le plus employé nous allons donc faire les calculs avec ce dernier.

Divisé en deux parties égal l'angle de champ (α) forme deux triangles rectangle, on obtient un demi angle de champ ($\alpha / 2$). Avec la relation de Pythagore et un calcul de tangente on obtient : $\tan (\alpha / 2) = i / (2.f)$ ou

$$\alpha = 2 \cdot \arctan (i / (2.f))$$



Exemple : pour un objectif (10 * 10) les focales extrêmes sont 10mm et 100mm avec une largeur d'image de 8.8mm (capteur CCD 2/3")

Pour la plus courte focale l'angle de champ est :

$$\alpha = 2. \arctan (8.8/(2.10)) = 47,49^\circ$$

Pour la plus longue focale :

$$\alpha = 2. \arctan (8.8/(2 . 100)) = 5,038^\circ$$

Conclusion : l'angle de champ est plus faible en longue focale qu'en courte focale

IV L'objectif :

4.1 Les focales

La focale sert à caractériser les objectifs. Pour cela il faut comparer les focales avec un format d'image (i) constant, par exemple un capteur CCD 2/3''.

Les focales caractérisent l'angle de champ, par exemple pour un grand angle, quelle sera la focale à utiliser ?

4.1.1 Les focales normale :

Les focales normales sont aussi appelées focale moyenne. Une focale est dite moyenne si elle reproduit l'angle de champ net de la vision humaine, c'est-à-dire environ 50° en horizontal.

Exemple : Pour un capteur CCD 2/3'' ($8.8 * 6.6$) la focale moyenne sera de 11mm. Avec une focale de 11mm et un capteur CCD 2/3'' on reproduit donc un angle de champ de 50° .

Astuce : Pour calculer la focale moyenne en fonction du capteur CCD, on prend la diagonale du capteur et on a la focale moyenne

Exemple : Avec un capteur CCD 2/3'' on a $\sqrt{8.8^2 + 6.6^2} = 11\text{mm}$

4.1.2 Les courtes focales :

Les objectifs à courte focale sont aussi appelés grands angles. Ces objectifs fournissent des plans larges alors qu'ils peuvent être à de faible distance de l'objet filmé. L'angle de champ couvert est plus grand que celui couvert par une focale normale. Les objets représentés sont plus petits que pour une focale normale et ils semblent plus éloignés les uns des autres. Avec une courte les fuyantes convergent plus vers l'horizon qu'avec une focale normale, cela renforce la sensation de profondeur de champ.

Un objectif est dit de courte si il a au minimum une focale qui est la moitié de la focale normale.

Exemple : Pour un capteur CCD de 2/3'' la focale moyenne est de 11mm, un grand sera donc à partir d'une focale de 5.5mm.

Les objectifs à courtes focales ont une très grande profondeur de champ, c'est-à-dire que les éléments en avant et en arrière du plan dit net se flous au bout d'une certaine distance qui est assez grande.

4.1.3 Les longues focales

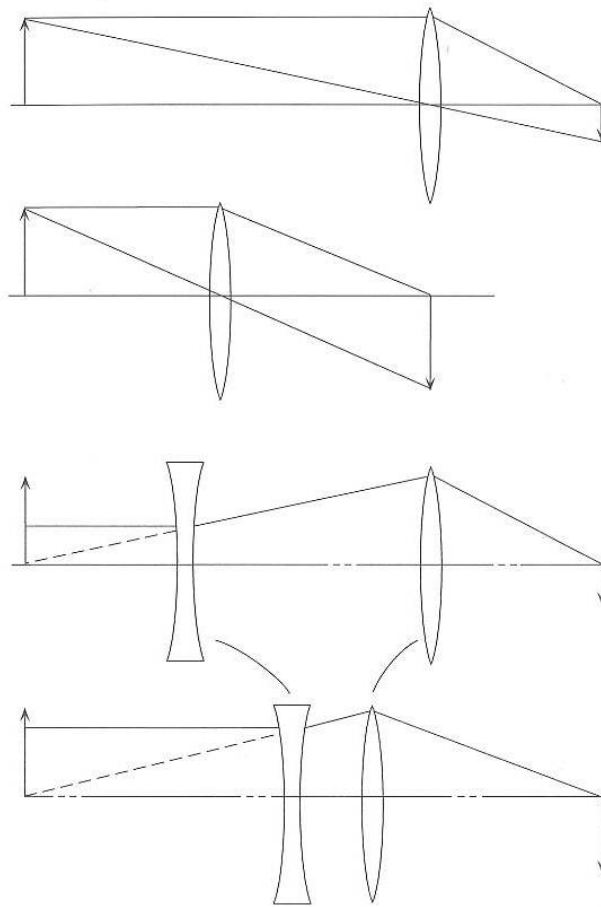
Les objectifs à longues focales sont aussi appelés téléobjectifs. Le champ couvert par rapport à une focale normale est beaucoup plus étroit. L'objet sur l'image est très grand. Les fuyantes sont peu marquées et la perspective est écrasée. L'image semble plate à cause de la profondeur de champ qui est extrêmement faible (exemple : dans les matchs de football quand il y a des gros plans sur les joueurs.)

La profondeur de champ est faible ce qui veut dire que les éléments en avant et en arrière de l'objet net partent vite dans le flou.

Exemple : Pour un capteur CCD 2/3'' un objectif est dite de longue focale si sa focale dépasse 11mm.

4.1.4 Le changement de focale ou zoom

Le zoom correspond à un changement de focale grâce à un système de déplacement de lentilles qui parcourt continuellement une plage de focale. Grâce au zoom on peut passer d'une courte focale (plan large) à une longue focale (gros plan) tous en conservant le point (grâce au tirage optique)



4.1.5 Le tirage optique

Pour faire coïncider le plan de surface sensible du capteur CCD et le plan de formation de l'image de l'objectif, on effectue le tirage optique. Grâce au tirage optique on garde le point sur l'objet choisi en variant la focale. Si le tirage optique n'est pas effectué, lors d'un changement de focale là où l'on avait le point devient flou : on ne conserve pas le point. Le tirage optique ou mise au point arrière consiste en un déplacement d'un groupe de lentilles à l'arrière de l'objectif afin d'ajuster la position du plan de formation de l'image par rapport au capteur CCD.

Pour effectuer le tirage optique il faut ouvrir le diaphragme au maximum de façon à avoir la plus petite profondeur de champ, on place une mire étoilée ou mire de Foucault à une distance d'environ trois fois la focale minimum de la caméra. La mire doit être à la même hauteur que la caméra et elle doit être sur un plan verticale. Ceci fait, on zoom au maximum sur la mire et on fait le point. On revient en focale minimum, c'est alors que l'on observe une zone de flou au milieu de la mire. Le but est de diminuer cette zone de flou, pour cela on utilise la bague de tirage optique (elle est notée Backfocus ou B.f). Une fois que l'on a la zone de flou la plus petite possible, le tirage optique est effectué.

Ne pas oublier de resserrer la bague de tirage optique.

Dès que le tirage optique semble déréglé ou dès que l'on change d'objectif, il faut refaire le tirage optique.

4.1.6 Le choix de la focale :

Prenons par exemple une caméra à 6 mètre d'une personne debout et l'on doit la cadrer en plan pied sur une hauteur de 2 mètre.

Pour chercher la bonne focale sur différent type de caméra, (équipé de différents capteurs les uns des autres) on applique la formule $f = (i.D)/O$, avec $D=6$ $O=2$. Les différents types de surface sensible donne i en mm qui correspond ici à la hauteur du format de l'image.

Caméra vidéo 1/2'' : $i = 4.8$ alors $f = (4.8*6)/2 = 14.4$ mm

Caméra vidéo 2/3'' : $i = 6.6$ alors $f = (6.6*6)/2 = 19.8$ mm

Caméra film 16mm : $i = 7.5$ alors $f = (7.5*6)/2 = 22.5$ mm

Caméra film 35mm : $i = 16$ alors $f = (16*6)/2 = 48$ mm

Appareil photo 24*36mm : $i = 24$ alors $f = (24*6)/2 = 72$ mm

On peut remarquer que les focales sont plus longues en cinéma que en vidéo.

Pour comparer les objectifs il est plus pratique d'utiliser la notion d'angle de champ car elle prend en compte le format de l'image et la distance focale.

Par exemple nos yeux ont un champ de vision d'environ 28° en verticale et 37° en horizontale. Pour reproduire cet angle de champ il faut $f = 50$ mm pour un appareil photo, $f = 13$ mm pour une caméra vidéo 2/3'' et $f = 9$ mm pour une caméra vidéo 1/2''. Les focales plus courtes que la focale normale sont dites grand angle, et les focales plus longues sont dites téléobjectif.

Remarque : Pour des appareils différents et un angle de champ donné, le rapport des focales est égal au rapport des formats des objectifs. Exemple : Entre deux objectifs un 2/3'' ($6.6 * 8.8$) et un 1/2'' ($4.8 * 6.4$) avec comme diagonal respective 11mm et 8mm, on a $11/8 = 1,375$. C'est à dire pour avoir le même angle de champ, il faut avoir une focale 1,375 fois plus élevée avec un objectif 2/3'' que sur un objectif 1/2''.

Conclusion : Les téléobjectifs où longue focale sont utilisés lorsque l'on veut des gros plans sans pouvoir se rapprocher (match de football). Les grands angles où courte focale sont utilisées pour le tournage d'image panoramiques en extérieur (paysages), ils peuvent aussi être utilisés sur les plateaux de télévision lorsque l'on a pas beaucoup de recul ou juste pour faire des plans très large.

4.2 Le diaphragme

4.2.1 L'ouverture relative d'une lentille

L'ouverture relative d'une lentille se note N , c'est le rapport entre sa distance focale f et son diamètre O (sur un objectif vidéo on prend le diamètre de la lentille frontale). N est sans unité.

$$N = f / O$$

N fait référence à la quantité de lumière que laisse passer la lentille. Par exemple une lentille de diamètre 100 mm et de distance focale 200 mm : $N = 200/100 = 2$, N est ici noté $f/2$

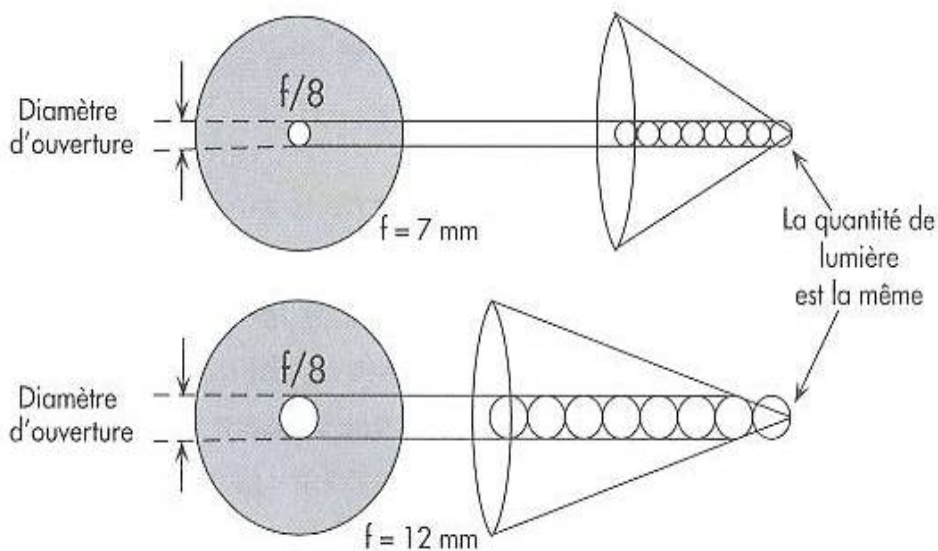
A focale égale une lentille de grand diamètre laisse passer plus de lumière qu'une lentille de petit diamètre.

Pour réduire la quantité de lumière il suffit d'interposer un cache afin de diminuer l'entrée de lumière. Ce cache est circulaire et de diamètre variable, il est appelé diaphragme à iris.

Exemple : si l'on réduit le diamètre de notre lentille de 100 mm à 50 mm son ouverture relative est donc de $200/50 = f/4$

$f/2$ est un grand diamètre de diaphragme, il est très peu fermé, c'est donc une "grande ouverture". $f/4$ est une plus petite ouverture que $f/2$

Remarque : lorsque l'on passe d'un diaphragme de $f/2$ à $f/4$ on a une ouverture deux fois plus petite que $f/2$ et on laisse passer 4 fois moins de lumière car on perdu deux diaphragme (voir échelle des diaph)



4.2.2 L'échelle des diaphragmes :

Le diaphragme permet de faire varier la quantité de lumière entrant dans un objectif, pour que l'image formée soit bien exposée vis-à-vis de la sensibilité du capteur de la caméra.

Quand la scène filmée est sombre on ouvre le diaphragme pour augmenter la quantité de lumière passant dans l'objectif. A l'inverse quand la scène filmée est trop lumineuse on ferme le diaphragme.

Les nombres gravés sur la bague du diaphragme caractérisent les différentes valeurs d'ouvertures. Ces nombres appelés "nombres d'ouverture" représente le nombre de fois que le diamètre d'ouverture est contenue dans la distance focale (d'où la formule $N = f/O$)

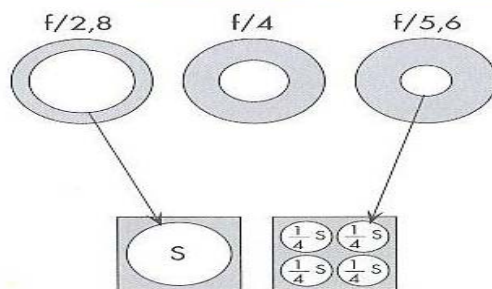
L'ouverture d'un objectif n'est pas l'ouverture physique du diaphragme mais c'est le diamètre de l'image du diaphragme projeté sur la frontale.

Sur un téléobjectif, pour une ouverture donnée, lorsque l'on zoom, la position de la pupille d'entrée change avec le zoom. Par conséquent le diamètre de la pupille d'entrée change aussi avec le zoom (il est proportionnel à la focale). Le diamètre de la pupille d'entrée est faible en courte focale et élevé en longue focale.

Les nombres gravés sur l'objectif ont été fait de la sorte à ce que lorsque l'on passe d'une valeur à sa suivante on a un doublement de la quantité de lumière.

Pour avoir deux fois plus de lumière entrant dans l'objectif, l'ouverture du diaphragme doit être deux fois plus grande aussi. Le diaphragme ayant une forme circulaire et la surface d'un cercle étant proportionnel au carré du diamètre, il faut multiplier par $\sqrt{2}$ pour fermé le diaphragme de tel sorte à laisser passer deux fois moins de lumière. Les valeurs des diaphragmes ont donc été établit ainsi : $1 \times \sqrt{2} = 1.4$; $1.4 \times \sqrt{2} = 2$; 2.8 ; 4 ; 5.6 ; 8 ; 11 ; 16 ; 22 cette échelle est appelé échelle géométrique.

Exemple : je suis à f 5.6 et je passe à f 2.8, j'ai ouvert de deux diaph (5.6 ; 4 ; 2.8) je laisse donc passer quatre fois plus de lumière (2^n , n correspond au



nombre de diaphragme gagné ou perdu ici $n=2$ d'où $2^2 = 4$)

Remarque : Lorsque en vidéo on augmente le gain de 6 dB on gagne 1 diaph. Lorsque l'on double en cinéma la sensibilité de la pellicule on gagne 1 diaph.

Remarque 2 : À retenir si l'on a pour la même ouverture relative, la pupille d'entrée varie proportionnellement à la distance focale.

4.2.3 L'ouverture photométrique :

Lorsque la lumière rentre dans un objectif une partie est dévié par les lentilles avant d'arriver au capteur. Il y a donc une perte d'énergie non négligeable.

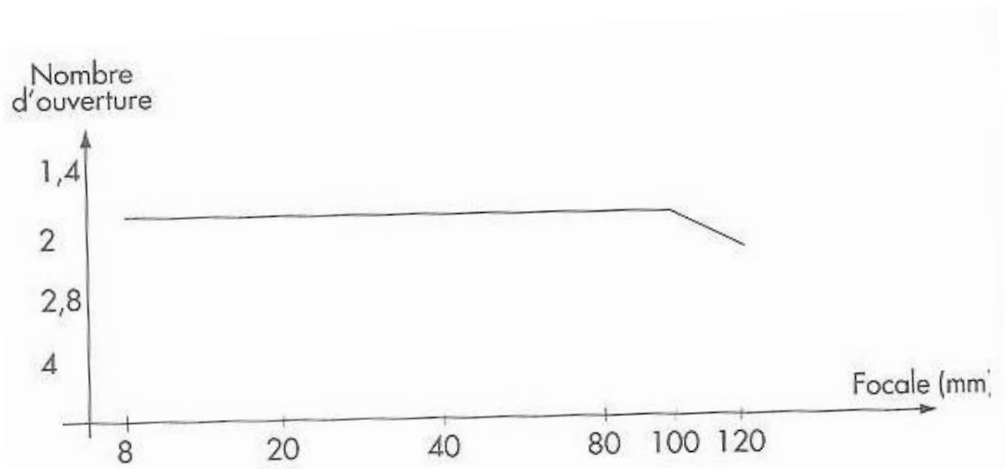
L'échelle de diaphragme vue auparavant ne tient pas compte de cette perte d'énergie, il a donc été parallèlement mis au point une échelle qui tient compte

des pertes d'énergie de la lumière dus aux déviations des rayons, c'est l'échelle photométrique. Cet échelle est gravée en rouge ou est précédée de la lettre T, T étant le coefficient de transmission. Les ouvertures géométriques et photométriques sont liées par la formule :

$$T_{no} = (F_{no} / (\sqrt{\text{transmittance (\%)}})) * 10$$

4.2.4 Le ramping

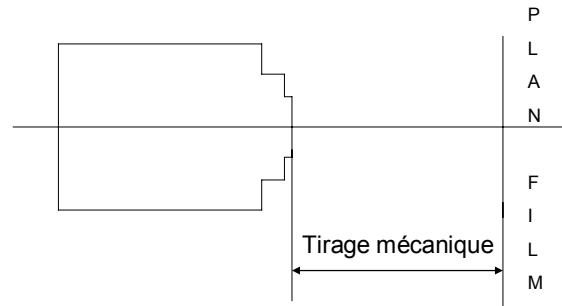
Pour un objectif zoom, plus on accroît la focale plus il faut ouvrir le diaphragme, le diamètre de la pupille d'entrée s'élargie avec la focale. A pleine ouverture quand le diamètre de la pupille d'entrée a atteint le diamètre de la lentille frontale elle ne peut plus s'accroître. Si la focale continue d'augmenter l'ouverture relative diminue et l'image s'assombrie, ce phénomène est appelé le ramping. Pour ne pas avoir de ramping il faudrait qu'à la plus longue focale le diamètre de la pupille d'entrée soit aussi grand que la lentille frontale, cela entraîne un grossissement des objectifs et un surcoût. Les constructeurs spécifient alors la plus longue focale que l'on peut atteindre sans ramping.



4.3 Le tirage mécanique

Le tirage mécanique correspond à la distance entre le point d'appui de l'objectif caméra et les capteurs CCD.

Le tirage mécanique permet d'avoir une image nette de l'objet sur lequel la mise au point est faite. Une fois que ce calage est fait, l'image restera nette malgré les changements de focale.

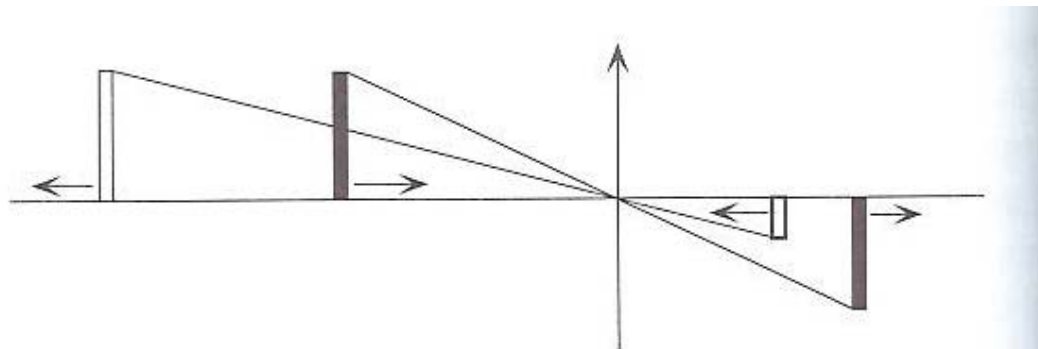


4.4 La mise au point :

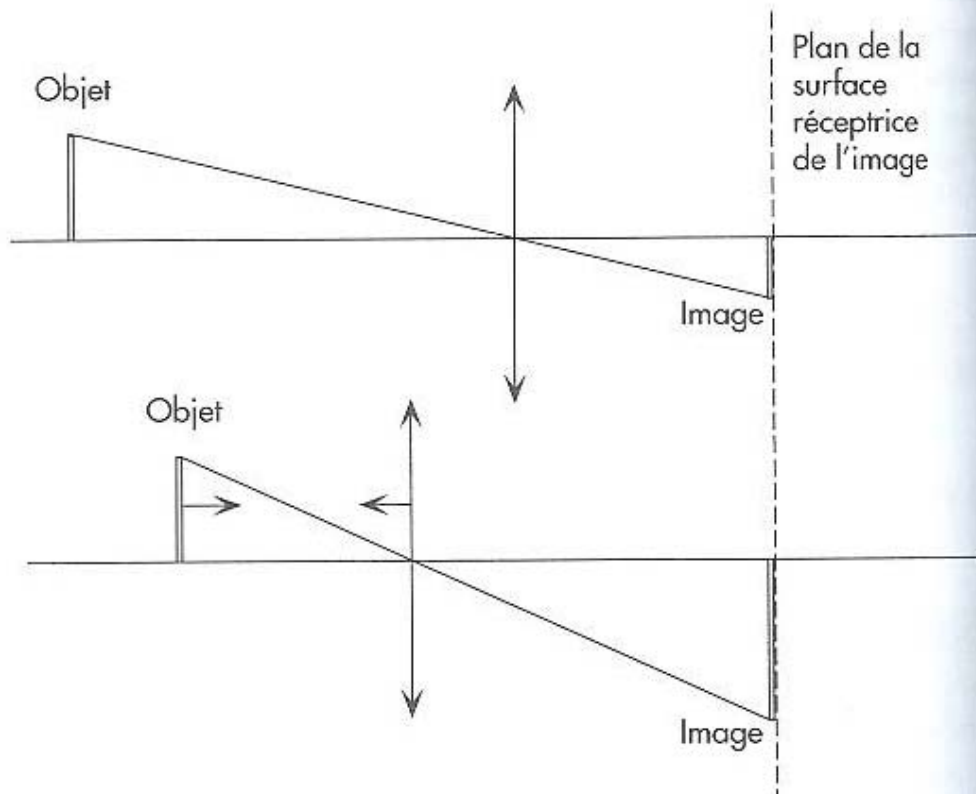
La mise au point consiste à déplacer un groupe de lentilles de sorte à ce que l'objet cadré apparaisse net. Pour toutes caméras ou appareils photos, le capteur CCD ou la pellicule est fixe. Pour qu'un objet AB dont l'image est A'B' soit net il faut faire coïncider la surface réceptrice et le foyer image (ici A'B'), pour ce faire lorsque l'objet s'approche ou s'éloigne de la lentille il faut que la lentille se déplace dans le sens opposé à l'objet pour que l'image se forme toujours sur le même plan. Sur un objectif la mise au point s'effectue en tournant une bague vissant, ce qui entraîne le déplacement d'un groupe de lentille qui fait alors coïncider le plan de surface réceptrice et le plan image.

Remarque : en faisant la mise au point on déplace un groupe de lentille se qui engendre un léger changement de focale (particulièrement visible lors des balances de points), c'est un pompage de l'optique.

Astuce : Lorsque l'on effectue une balance de point il vos mieux utiliser la bague macro car elle n'engendre pas le pompage.



a) L'image et l'objet se déplacent toujours dans le même sens.



b) Principe de la mise au point : si l'objet se rapproche de la caméra, l'objectif sort à sa rencontre, et inversement, afin que son image se forme toujours sur le même plan.

4.5 La profondeur de champ

4.5.1 Le cercle de confusion

Sur un capteur CCD ou de la pellicule la taille maximale que peut prendre un cercle pour que l'image du point soit considéré comme net s'appelle le cercle de confusion. Ce point est théoriquement flou mais il est admis net lorsque l'œil humain le voit comme un point et non comme un cercle. Le cercle de confusion est caractérisé par son diamètre et dépend du format de l'image (i). Le cercle de

confusion est noté e et voici les tailles des cercles de confusion pour certain support :

Photo 24*32 $e = 0.033$ mm

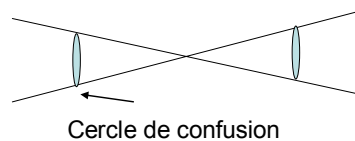
Vidéo 1'' $e = 0.030$ mm

Vidéo 2/3'' $e = 0.021$ mm

Vidéo 1/2'' $e = 0.016$ mm

Vidéo 1/3'' $e = 0.011$ mm

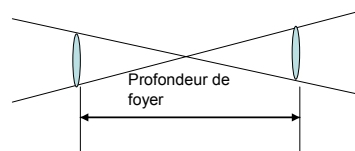
La notion de netteté est subjective car elle change d'une personne à une autre.



4.5.2 La profondeur de foyer

Comme nous l'avons vu auparavant l'œil humain ne peut différencier un cercle microscopique d'un point. Entre les deux cercles de confusion il existe une zone appelée profondeur de foyer. Toutes images recueillies dans cette zone sera considérées comme net même si théoriquement elle est floue car elle ne serait pas parfaitement sur le plan de formation de l'image coïncidant lui-même avec les capteurs CCD.

La profondeur de foyer est donc la zone où toute image formée est considérée comme nette, c'est une sorte de tolérance de netteté.



4.5.3 La profondeur de champ

Etant donné la tolérance de netteté induit par la profondeur de foyer, on s'intéresse à ce qui se passe de l'autre côté de l'objectif. On considère que la surface photosensible est sur un plan parfaitement stable. L'image d'un objet O net est mathématiquement sur le plan image mais il existe de part et d'autre de l'objet net des images nettes sur le même plan. Lorsque l'on fait le point sur un objet, il n'est pas le seul à apparaître net à l'écran certains éléments de part et d'autre de l'objet apparaissent nets. La zone où l'on observe que l'image reste nette est appelée profondeur de champ.

La profondeur de champ est donc une distance où les objets seront admis comme nets. Plus la profondeur de foyer est grande plus la profondeur de champ

est grande. La profondeur de champ dépend de la focale, du diaphragme et de la distance de mise au point.

Plus la focale est longue, plus la profondeur de champ est faible, plus la focale est courte plus la profondeur de champ est grande.

Plus le diaphragme est fermé plus la profondeur de champ est grande, et inversement.

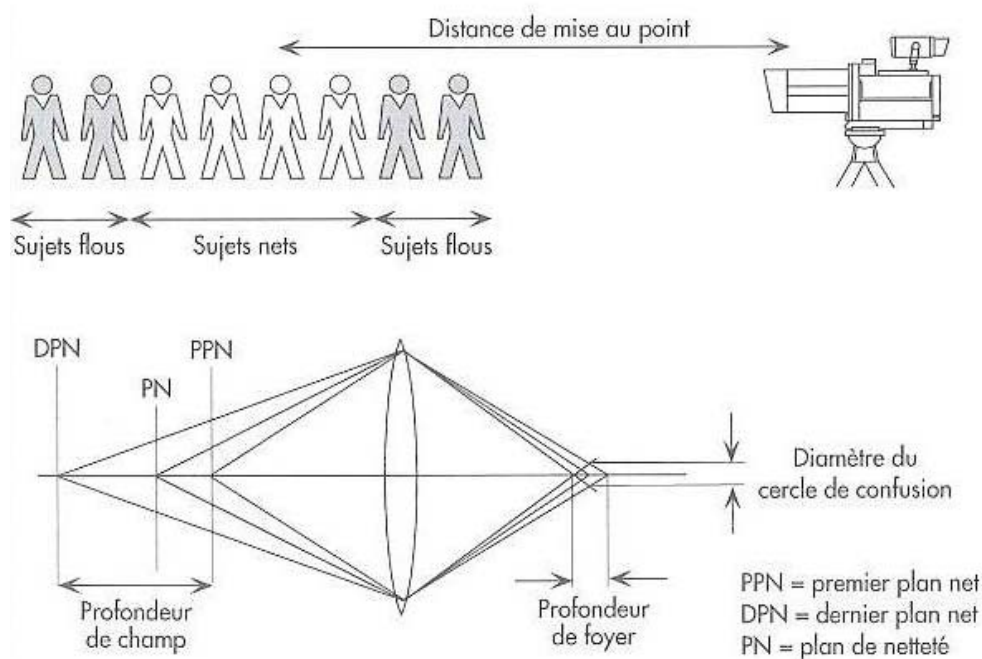
Remarque : La profondeur de champ est plus élevée à l'arrière du sujet dit net, les proportions sont 2/3 et 1/3.

Comme la profondeur de champ dépend de la focale, et que la focale dépend du format de l'image, on peut en déduire que plus la surface réceptrice est grande plus la profondeur de champ est faible.

Remarque : En cinéma la profondeur de champ est plus faible qu'en vidéo.

La profondeur de champ se calcul en fonction de l'hyperfocale et de la distance de mise au point.

$$PDC = ((HD)/(H-D)) - ((HD)/(H+D))$$



4.5.4 La distance hyperfocale (H)

La distance hyperfocale est une distance par rapport à un diaphragme donné, une focale donnée et une ouverture donnée pour avoir la plus grande profondeur de champ.

Quand le point est fait sur un objet à la distance hyperfocal, la profondeur de champ sera comprise entre $H/2$ et ∞ .

On calcul l'hyperfocale grâce à la formule suivante : $H = f^2 / (N \cdot e)$

N : ouverture

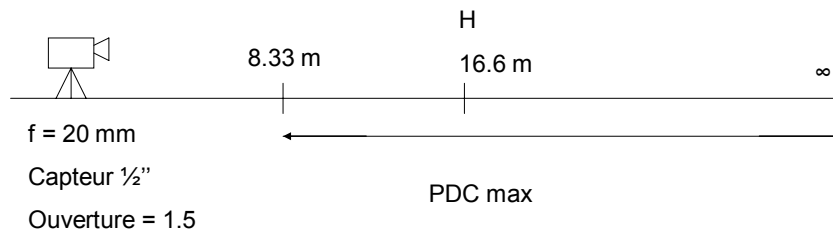
f : focale (m)

e : Diamètre du cercle de confusion (elle dépend du capteur)

Exemple : ouverture 1.5 capteur 1/2'' e = 0.016 mm

Focale : 20 mm

$$H = (0.02)^2 / (1.5 * 1.6 * 0.00001) = 16.6 \text{ m}$$



Remarque : La distance hyperfocale est utilisée pour les appareils photo jetable.

V. Les défauts optiques

5.1 Les aberrations chromatiques

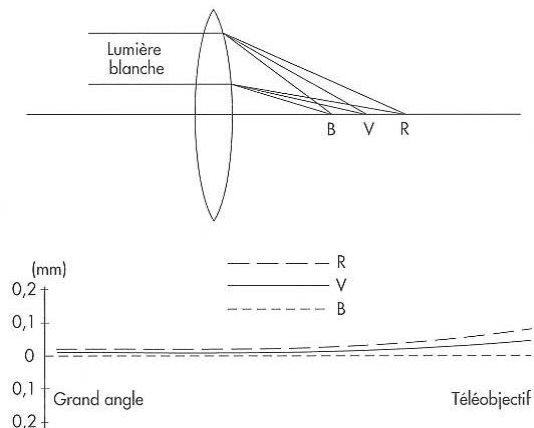
Une lumière blanche traversant un prisme est décomposée en ses composantes monochromatiques, chaque composante possède son propre foyer. Une lentille est composée d'un grand nombre de prismes. Les lentilles dispersent alors la lumière, d'où les aberrations chromatiques.

Nous avons deux types d'aberrations :- l'aberration chromatique longitudinale
- l'aberration chromatique latérale

5.1.1 L'aberration chromatique longitudinale

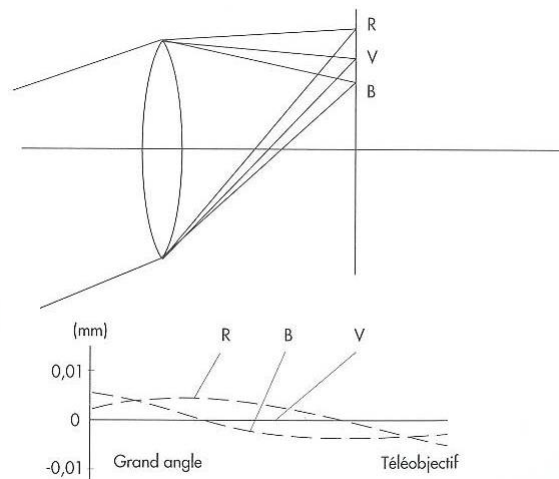
Comme nous l'avons vu auparavant une lentille traversée par un rayon de lumière blanche est décomposée en ses composantes monochromatiques, qui chacune possède son propre foyer. Les radiations dont la longueur d'onde convergent plus près de la lentille sont les radiations de courtes longueurs d'onde (bleue), celles qui convergent plus loin de la lentille sont les radiations de longueurs d'ondes élevées (rouge). Nous avons donc les rayons rouges qui forment leur foyer plus loin que les rayons verts qui eux même forment leur foyer plus loin que les rayons bleus. Nous pouvons ainsi dire que l'image rouge se forme sur un plan plus éloigné de l'objectif que l'image verte. Ce défaut est appelé aberration chromatique longitudinale ou défaut de positions, on le perçoit lorsque l'on manque de contraste sur les détails fins.

Ce défaut optique dépend de la focale et du diaphragme, plus la focale est longue, plus il est accentuée. Plus le diaphragme est fermé plus il est faible.



5.1.2 L'aberration chromatique latéral

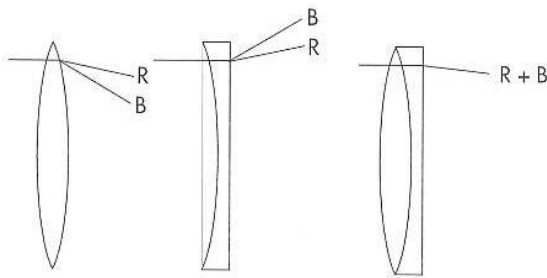
Le grossissement d'une image varie en fonction de sa longueur d'onde. On s'aperçoit alors que l'image rouge est plus grande que l'image verte qui est elle-même plus grande que l'image bleue. Sur l'image on aperçoit des franges colorées sur certains contours (les bords du cadre plus particulièrement). Cette aberration s'appelle l'aberration chromatique latérale, ou de grandeur, elle dépend uniquement de la focale.



5.1.3 Correction des aberrations chromatiques.

Pour corriger les aberrations chromatiques il faut jouer avec la position des capteurs CCD, cela se fait en usine, et aussi jouer sur l'emplacement des points focaux de l'objectif. En optique il existe deux catégories de verre : les flints, sont des verres lourds (ex : le cristal) qui dispersent beaucoup la lumière, et les crowns sont eux des verres plus légers qui dispersent moins la lumière. En associant une lentille crown convergente à une lentille flint divergente on obtient

ce que l'on appelle un doublet chromatique, il permet de corriger les aberrations chromatiques.



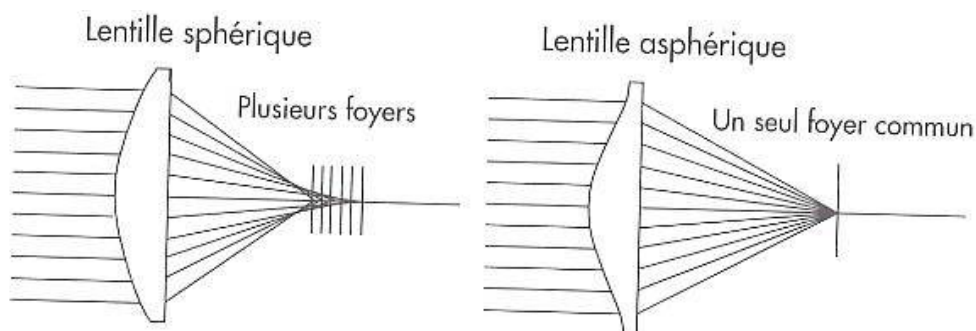
5.2 Les aberrations géométriques :

5.2.1 L'aberration sphérique :

Avec une lentille convergente les rayons arrivant sur les parties les plus éloignées de l'axe optique convergent près de la lentille car ils traversent une surface inclinée. Les rayons arrivant près de l'axe optique convergent plus loin de la lentille que les rayons arrivant dans les parties éloignées de l'axe optique. Il se produit un étalement des foyers et un halo flou peut-être alors observé au centre de l'image.

En fermant le diaphragme on réduit l'aberration sphérique jusqu'à ce qu'elle disparaisse. En fermant le diaphragme les rayons arrivant loin de l'axe optique ne passe plus. Pour corriger cette aberration on peut accoler une lentille divergente, qui dévie moins les rayons loin de l'axe optique que ceux proche de l'axe optique.

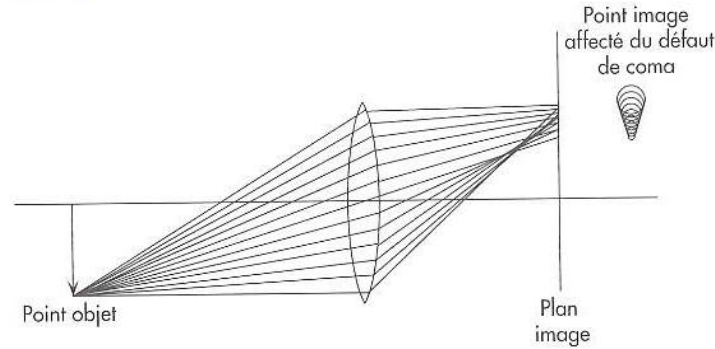
Des nouvelles lentilles appelées lentille asphérique, calculé pour que tous les rayons convergents en un point unique sont aussi utilisés.



5.2.2 La coma

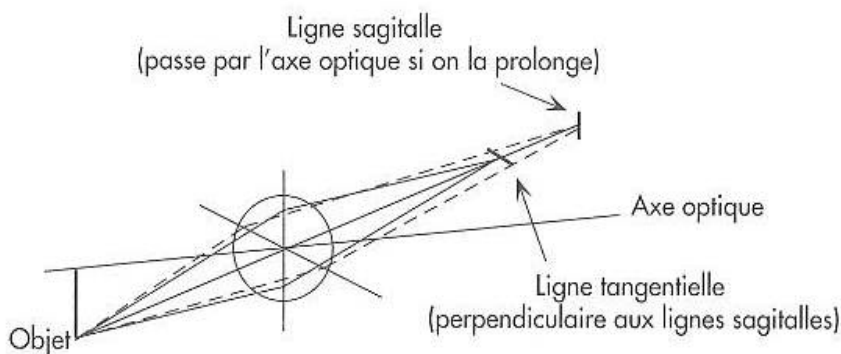
La coma est considéré comme l'aberration des rayons sphérique des rayons obliques. Cette aberration se voit dans les coins de l'image, la lumière émise par

un point se disperse en une série de cercle s'inscrivant dans un cône. Le point prend l'aspect d'une traînée lumineuse. La coma baisse avec le diaphragme. On observe à cause de la coma une baisse de contraste sur les bords de l'image. Un objectif est dit aplanétique quand il est corrigé des aberrations chromatiques et de la coma.



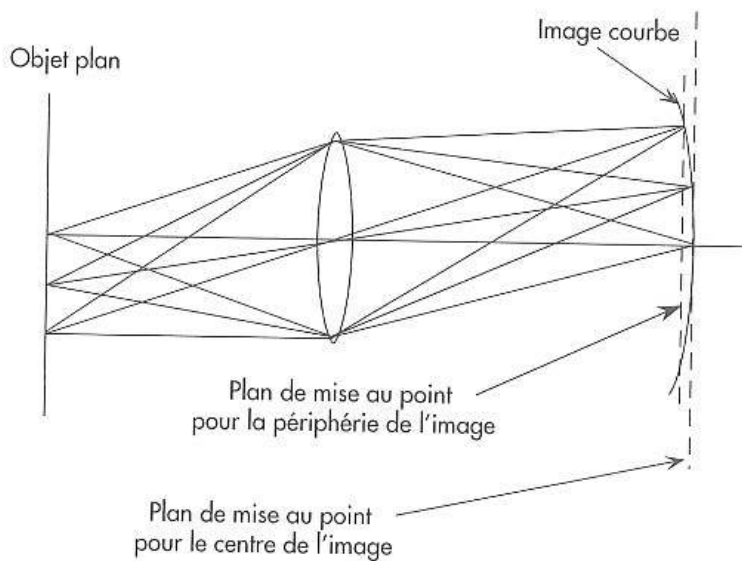
5.2.3 L'astigmatisme :

L'astigmatisme est un défaut qui concerne les images des lignes passant par l'axe optique (elles sont appelées sagittales) et des lignes qui leur sont perpendiculaire (tangentiels). Ces lignes se forment sur des plans différents alors qu'elles devraient être confondues. Ce défaut est faible mais il existe, particulièrement quand le diaphragme est faiblement ouvert. Pour un même objet il y a une différence de netteté entre les lignes horizontales et les lignes verticales.



5.2.4 La courbure de champ

L'image fournie par un objectif se forme sur une surface légèrement concave et non sur un plan. Au niveau de la mise au point, on ne peut l'obtenir parfaitement, c'est-à-dire au centre de la lentille et, à la périphérie de l'image la netteté ne sera pas la même. Le défaut de courbure de champ s'atténue lorsque le diaphragme est peu ouvert donc quand on a une grande profondeur de champ.

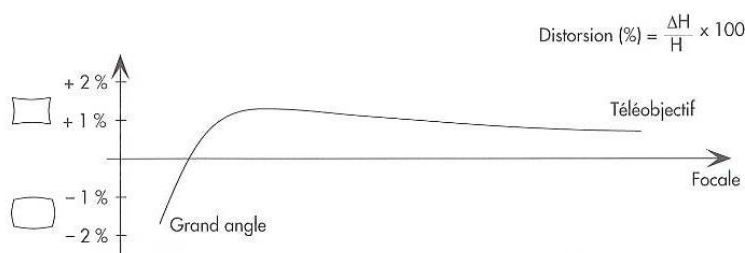
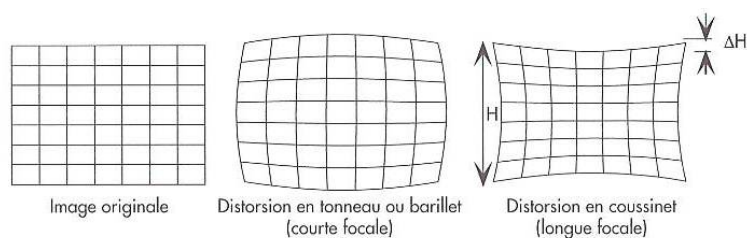


5.2.5 La distorsion

La distorsion touche à la forme générale de l'image en courbant les lignes droites (horizontale et verticale). Une lentille forme l'image des rayons obliques à une distance différente des rayons centraux d'où la distorsion. Le grossissement est lié à cette distance donc les parties de l'image sont agrandies dans des proportions différentes.

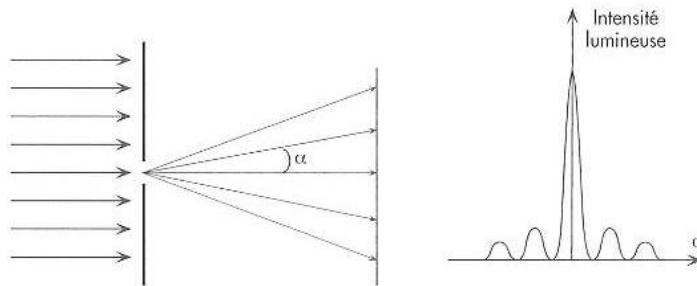
La distorsion n'est pas la même en fonction des focales. En courtes focales la distorsion est dite en tonneau (ou barillet) car les lignes sont incurvées vers l'extérieur de l'image. En longue focale les lignes sont incurvées vers l'intérieur de l'image, la distorsion est dite en coussinet. La distorsion varie en fonction de la focale.

Remarque : Dans les films de skateboard les objectifs utilisés sont des fish-eye (ultra courte focale), la distorsion est un effet voulu (cette remarque est pour M Monnaert qui, j'en suis sûr est un fan de skate)



5.3 La diffraction

Un faisceau de lumière parallèle passant par un trou très petit ne ressort pas parallèle mais diffracte. Plus le trou est petit plus la lumière se diffracte (voir sténopé). Sur un objectif la lumière est diffractée et se propage à l'extérieur du faisceau délimité par le diaphragme. On observe donc que l'image d'une source ponctuelle sera une petite tache entourée d'anneaux plus sombre. Contrairement à une majorité de défauts optiques le diaphragme n'atténue pas la diffraction mais l'amplifie en se fermant. L'image manquera alors de piqué et de définition.



5.4 Le vignettage et la loi du cosinus puissance 4.

On remarque sur une image que la distribution de lumière n'est pas uniforme. L'image peut-être plus sombre en sa périphérie qu'en son centre. Ce défaut est dû au vignettage et à la loi du cosinus puissance 4.

5.4.1 Le vignettage

Le vignettage est dû à l'objectif en lui-même. Les rayons incidents sont obliques, ils ne parviennent pas à atteindre le plan de formation de l'image. Les rayons sont éclipsés par les montures de l'objectif, par le diamètre (trop faible) des lentilles et par le diaphragme. Seul les rayons arrivant aux bons endroits de la lentille frontale atteignent le plan de formation de l'image. Les pertes engendrées par le vignettage sont évaluées entre le centre de l'image (la référence : 100%) et les bords de l'image. Pour éliminer le vignettage il faudrait que le diamètre de la lentille frontale soit suffisamment important.

5.4.2 La loi du cosinus puissance 4 :

L'éclairement décroît proportionnellement au cosinus puissance 4 de l'angle de champ, c'est le deuxième défaut optique qui fait que l'éclairement de l'image est plus faible aux bords qu'au centre. C'est un phénomène qui s'accroît en grand angle.

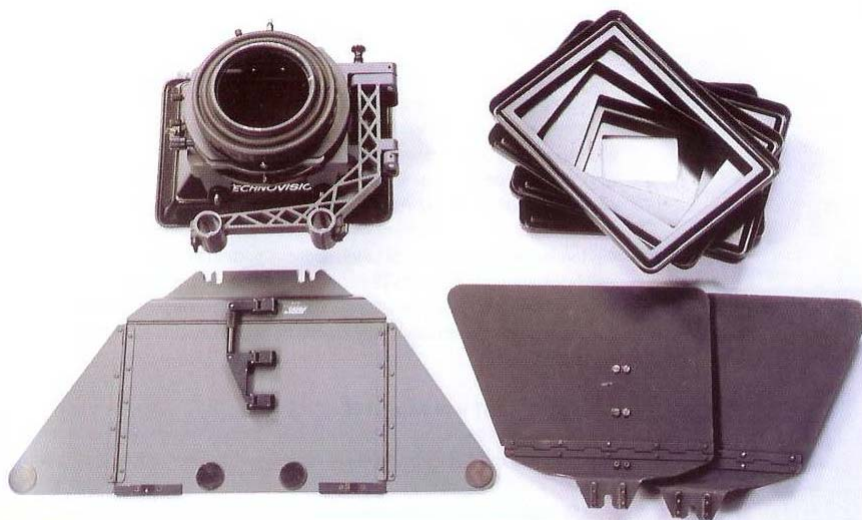
5.5 Le flare

Le flare est due à une diffusion parasite de lumière à l'intérieur de l'objectif. On a alors une perte de contraste et un rehaussement du niveau de noir, plus rarement, on a aussi l'apparition de taches colorées.

VI Les accessoires optiques :

6.1 Les Parasoleils :

Le parasoleil sert à protéger la frontale de l'objectif des sources de lumières hors champ, ces sources sont à l'origine du flare. La deuxième utilisation est la possibilité d'intercaler des filtres dans ces tiroirs. On choisit un parasoleil en fonction de la lentille frontale et de l'angle de champ à la focale la plus courte focale et de son nombre de tiroirs.



6.2 Les filtres :

6.2.1 Nature des filtres :

Il existe une multitude de filtre de plus ou moins bonne qualité, et de durée d'utilisation variable.

6.2.1.1 Les gélamines

Les filtres gélamines "jetable" sont destinés à la prise de vue, ils ne doivent pas être confondus avec les filtres gélamines utilisés sur les projecteurs en lumière. Ils sont d'excellentes qualités lorsqu'ils sont neufs, les intempéries les dégradent et réduisent leur durée de vie. Ils sont utilisables dans les petits porte

filtres internes à la caméra ou à l'objectif. Ces filtres sont économiques mais ils n'existent que les filtres TC, CC, série noir/blanc et série densité neutre en gélatine.

6.2.1.2 Les filtres plastiques

Ce sont des filtres bon marchés, d'assez mauvaise qualité, qui reste donc du domaine amateur.

6.2.1.3 Les filtres verres teintés dans la masse

Ces filtres sont optiquement très bon et ils existent de toutes les sortes. Ces filtres sont très fragile mais on une durée de vie très longue (si il ne son pas dans les mains d'étudiant).

6.2.2 Tailles des filtres :

Les tailles des filtres correspondent aux tailles des tiroirs porte filtres dans les parasoleils. Ils existent cinq tailles de filtres en verre.

3". 3" Ils sont plutôt rare

4". 4" Se sont les plus courant

4". 6" Ils servent au panoramique européen

4". 5,6" Ils servent au panoramique américain Panavision

6,6". 6,6" Ils servent aux grands angles

6.2.3 Les familles de filtres :

On fait la différence entre les filtres pour la prise de vue en couleur et pour la prise de vue en noir et blanc et ce qui font les deux.

6.2.3.1 Les filtres pour la prise de vue en couleur :

-Les filtres de température de couleur (TC), ils en existent deux catégories :- les filtres de conversion, corrige un écart important de température de couleur.

-les filtres de correction, ils corrigent un faible écart de TC.

-Les filtres compensateurs de couleur (CC), corrigent une dominante dans un spectre lumineux non continue comme les fluos. Les plus utilisés sont les filtres verts qui retirent du magenta (plus green) et les filtres qui retirent du vert (minus green).

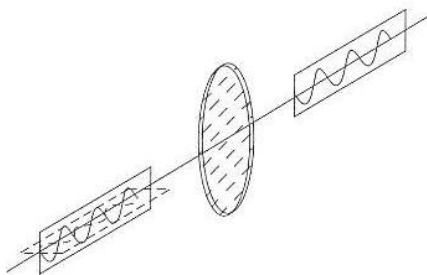
-Les filtres à effets colorés sont des filtres à effets colorés plus ou moins saturés, ils dépendent de la "mode". Les séries actuellement utilisées sont, straw, tabac, sépia, antique, chocolat... Le filtre "enhancing" rehausse et sature les tons rouges de l'image. Et il y en a beaucoup d'autres !!!

6.2.3.2 Les filtres pour la prise de vue noir et blanc :

Ce sont des filtres de contraste, ils sont constitués de filtres colorés plus ou moins denses, allant du vert au rouge. Ces filtres jouent sur le contraste du noir et blanc. Le filtre laisse passer sa propre couleur et stoppe sa complémentaire, ce qui a pour effet d'assombrir certaines parties de l'image ou de les éclaircir comparé au reste de l'image.

6.2.3.3 Les filtres pour la couleur et pour le noir et blanc.

-Les filtres polarisants, ne laissent passer qu'une partie de la lumière, dite "polarisée". Ils servent par exemple à enlever les reflets d'un pare-brise de voiture, ou pour saturer le bleu du ciel par rapport au nuage. Il faut jouer sur la rotation du filtre pour avoir l'effet voulu.

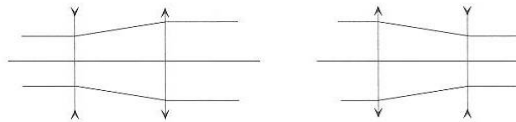


-Les filtres densités neutres (DN ou ND), modifient la quantité de lumière sans toucher à la qualité de la lumière. Ils sont utilisés pour réduire la profondeur de champ (ouvrir le diaphragme).

-Les filtres diffuseurs (ou diph) cassent la netteté de l'image et adoucissent l'image en atténuant plus ou moins son contraste.

6.3 Les convertisseurs de focales ou bonnettes.

Ce sont des lentilles que l'on place devant un objectif pour décaler la plage de focale vers les courtes ou les longues focales (convertisseurs 0.8, 1.5), on gagne ainsi en focale et en ouverture de champ suivant ce que l'on veut avoir.



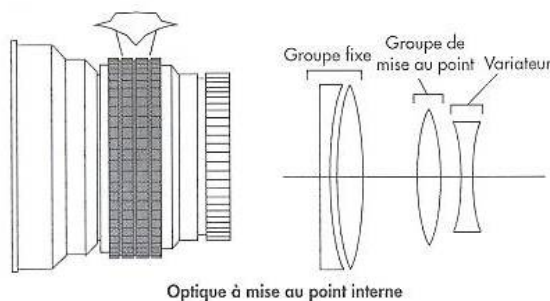
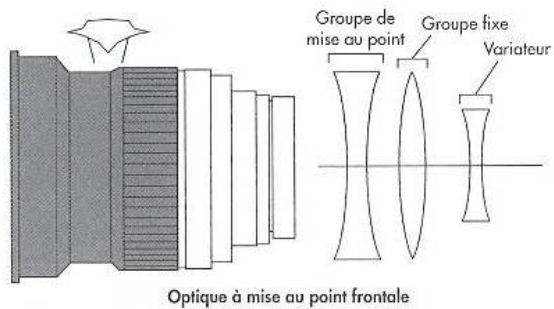
6.4 Les multiplicateurs de focales intégrés :

Les multiplicateurs de focales sont intégrés dans la partie arrière de l'objectif, ils décollent la plage de variation du zoom. Ils sont insérés après le diaphragme, donc ils multiplient dans le même rapport le nombre d'ouverture (ex : si ils divisent par 2 l'angle de champ, ils doublent le nombre d'ouverture, donc 4 fois moins de lumière passe dans l'objectif). Le multiplicateur de focale entraîne du ramping très rapidement.

6.5 La mise au point interne :

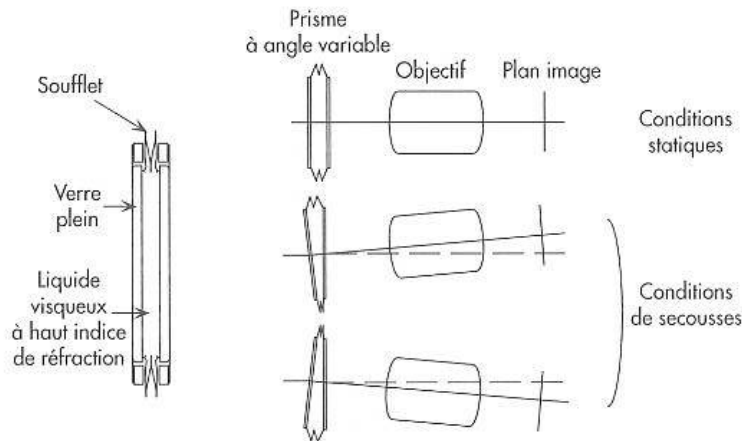
Le mouvement hélicoïdal du groupe de lentilles frontales le long de l'axe optique est le mouvement de la mise au point sur un objectif traditionnel, ce

mouvement engendre du pompage. Un objectif équipé d'un système de mise au point interne utilise juste le deuxième bloc optique mobile dissocié des éléments frontaux pour faire la mise au point. Les objectifs à mise au point interne sont étanche à toutes particules étrangères, et permettent l'utilisation d'un parasoleil rectangulaire.



6.6 Le stabilisateur optique :

Le stabilisateur optique peut-être intégré directement dans l'objectif, ou être un complément optique à ajouter sur un objectif. Il s'utilise en longue focale pour éviter les tremblements de mains par exemple. Le stabilisateur optique est en fait un prisme à angle variable, constitué de 2 lames de verre séparées par un liquide visqueux à haut indice de réfraction, les deux lames sont reliées par deux soufflets. Les deux lames peuvent bouger en horizontale et en verticale l'une par rapport à l'autre. L'utilisation d'un microprocesseur permet de déterminer l'amplitude et l'orientation du déplacement de l'axe optique provoqué par les tremblements. Les signaux sont traités et envoyer pour modifier l'angle du prisme avec les deux plans. La trajectoire des rayons incidents sont rectifiées et finissent par frapper le CCD toujours au même endroit.



6.7 Les objectifs à servocommande numérique.

Le servocommande est composé d'un processeur intégré à l'objectif, un CPU (central processor unit) dans chaque système de commande (zoom, iris, focus), des capteurs optiques et un module de communication série à haut débit. Le servocommande numérique permet le contrôle des optiques avec une haute précision.

- Les réglages des trajectoires de zoom et de mise au point peuvent être affiné et adapter en fonction de la situation.

- Le pompage, lors de la mise au point, est éliminé.

- Le ramping est compensé par l'ouverture du diaphragme et, à pleine ouverture, il est évité en arrêtant le zoom juste avant que l'image ne s'assombrisse.

- On peut reproduire des réglages et des paramètres, ce qui est intéressant lorsque l'on combine de la vidéo et de l'animation graphique.

6.8 Le Varicon

Le varicon est un dispositif optique qui est destiné à contrôler le contraste de l'image. Il se présente sous la forme d'un filtre (6".6") surmonté d'un halogène. On installe le varicon dans un parasoleil 6".6", il est relié à une batterie 24V. Avec un système mécanique intégré, on peut doser précisément la quantité de lumière émise par le filtre, c'est un "flare" constant, uniforme et contrôlé. Le varicon n'affecte que les parties les plus sombres de l'image, ce qui a pour effet de relever le niveau des noirs, de diminuer le contraste de la pellicule ainsi que d'augmenter la sensibilité résultante de la pellicule. On peut aussi teinter les ombres pour un effet plus ou moins stylisé (ombres froides, ombres rouges...). Le varicon nécessite des essais précis en fonction de la pellicule, des objectifs et du traitement labo.

Les inconvénients du varicon sont son poids, son encombrement et le dégagement de chaleur provoqué par l'halogène.



Eteint



Allumé

6.9 Hublot tournant, hublot soufflant.

6.9.1 Hublot tournant (centrifuge) :

C'est un dispositif constitué d'un filtre transparent circulaire, motorisé et de grand diamètre. En tournant par temps de pluie et de vent, le hublot tourne à grande vitesse ce qui, par effet de force centrifuge, chasse les gouttes d'eau de l'objectif. Le hublot tournant est généralement livré avec une housse de pluie et un câble d'alimentation de batterie (12V ou 24V).



6.9.2 Hublot soufflant :

Le hublot soufflant est un autre système pour chasser les gouttes d'eau de la face optique. C'est un filtre transparent (6".6") surmonté d'un bloc pneumatique. Le bloc pneumatique est branché sur une source d'air comprimé par le biais d'un tuyau souple et de raccords. Le hublot soufflant crée une barrière d'air entre la pluie et le filtre. Ce système est plus compact que le hublot tournant, il n'a pas besoin d'électricité, mais il lui faut une bouteille d'air comprimée.



6.10 Prismes :

Les prismes sont conçus pour offrir à la caméra des angles de prise de vues difficiles à obtenir naturellement. Ils s'installent à la place du parasoleil et ne modifie pas la qualité de l'optique. Les applications sont limitées du fait de leur amplitude de réglage réduit.

6.11 Squishy Lens :

Le squishy lens est un accessoire optique déformant. Il est composé d'une couche de résine souple transparente prise en sandwich entre deux éléments optique en verre montés sur châssis motorisé. La déformation de la partie centrale dû aux moteurs donne un effet de flous dynamique. Le squishy lens est contrôlé par un joystick sur 3 axes.

Remarque : Le squishy lens n'est disponible qu'au USA via Clairmont Caméra



6.12 Systèmes optiques spéciaux : Frazier, T-Rex, Révolution :

Ce sont trois systèmes concurrents qui tous s'apparentent à un périscope articulé multi fonctions. Ils permettent d'accéder à des angles de prise de vues impossible, avec rotation de 360° sur l'axe optique, ils ont aussi une profondeur de champ très grande.

Ces systèmes sont officiellement commercialisés pour avoir une qualité d'image optimale en 35 mm.

Le Frazier :



Le T-Rex :

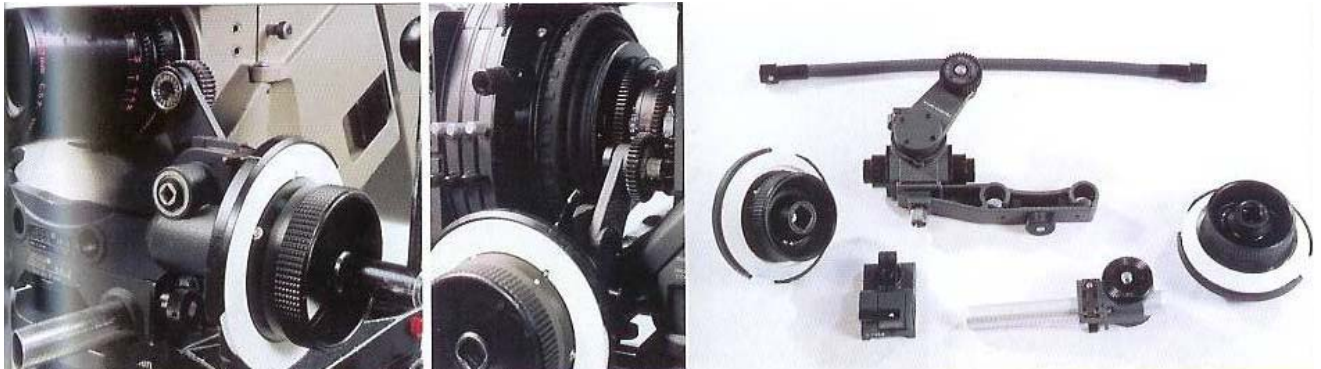


Revolution :



6.13 Follow focus :

Ce système mécanique est une sorte de déport de la bague de mise au point. Grâce au follow focus le premier assistant ajuste le point par l'intermédiaire d'une molette, ce qui facilite les suivis de points et les bascules de points. Le premier assistant écrit ses propres repères sur un disque blanc amovible. Le follow focus peut être déporté par un flexible. Le critère de précision du follow focus est la qualité de la mécanique de ses pignons.



6.14 Loupe de visée courte et longue :

En fonction des configurations de cadrage, la loupe de visée doit pouvoir s'adapter à la position de l'opérateur. Ces loupes apportent un confort de visée, et certaines qui sont équipées d'un zoom facilitent la mise au point sur le dépoli.

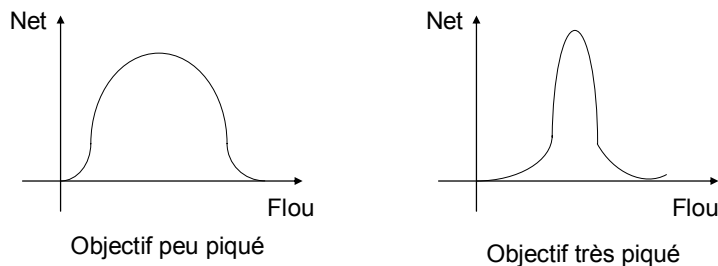
Si la loupe courte ne suffit pas au confort du cadreur la loupe longue existe, elle nécessite cependant une tige de support à cause du poids de la loupe.



VII Le piqué :

Le piqué est l'aptitude d'un objectif à partir dans le flou. Un objectif très piqué partira très vite dans le flou. Un objectif sans trop de piqué partira dans le flou au bout d'un certain temps.

Remarque : On peut imaginer qu'en longue focale avec un objectif très piqué et un format d'image assez grand (35mm par exemple), le premier assistant passe une bien rude journée.

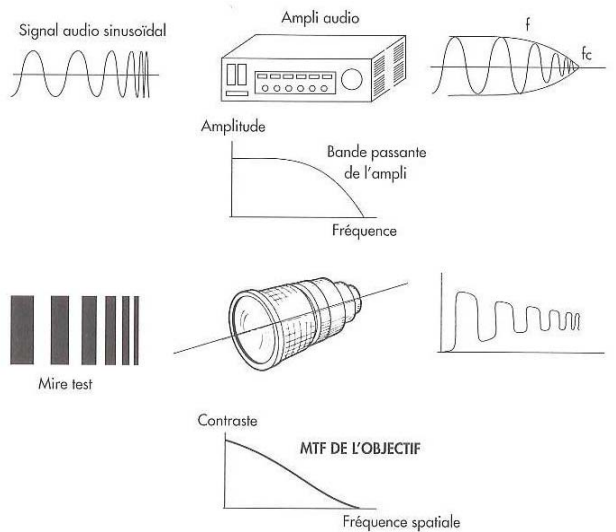


VIII La fonction de transfert de modulation ou modulation transfert fonction (MTF) :

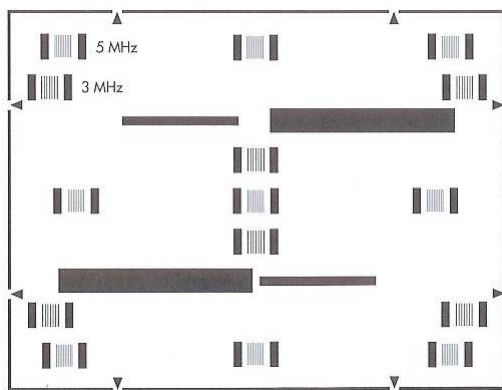
La fonction de transfert de modulation exprime la performance globale d'un objectif, c'est le même principe de l'évaluation de la qualité d'un amplificateur audio en évaluant sa bande passante.

Regardons ce qui se passe, pour mieux comprendre, avec un amplificateur audio. On injecte à l'entrée de cet ampli un signal sinusoïdal de fréquence croissante. En sortie de l'amplificateur on observe que le signal mesuré conserve une amplitude constante jusqu'à une certaine valeur f . Au-delà de cette valeur f , l'amplitude du signal commence à décroître jusqu'à devenir nulle à la fréquence dite de coupure. On obtient alors une courbe qui donne les variations de l'amplitude du signal de sortie en fonction du signal d'entrée.

Le principe de la mesure de la fonction de transfert de modulation d'un objectif repose sur le même principe. Le "signal" d'entrée à mesurer est une mire test contenant des salves de lignes verticales noires et blanches s'alternant, de plus en plus fines, et de plus en plus resserrées, pour chaque format d'objectif correspond une mire avec une finesse et un espacement très précisément calculés.



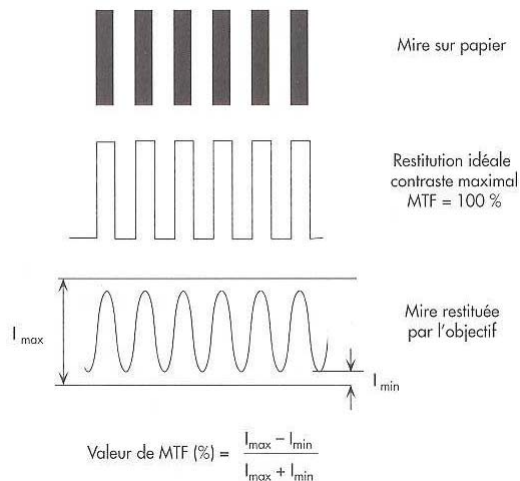
Exemple de mire utilisée pour la FTM d'un objectif :



La courbe de la MTF obtenue porte en abscisse, les fréquences spatiales et en ordonnées la profondeur de modulation en %, elle est égale à 100% vers les basses fréquences, c'est-à-dire quand les traits noirs et blancs de la mire se distinguent parfaitement. La courbe décroît quand les fréquences spatiales augmentent (quand les traits deviennent fins et rapprochés). L'objectif lorsqu'il filme les lignes très fines et très rapprochées, absorbe les transitions et brouille les lignes, on observe alors à l'image une surface grise ce qui entraîne une chute du contraste. La MTF établit la relation entre le contraste de l'image reproduite par un objectif et l'objet filmé réel.

La mesure de la MTF est réalisée grâce à une lanterne et à un diffuseur placé à l'arrière de l'objectif, ils permettent de projeter une mire sur un écran.

D'après les transitions relevés sur l'écran de projection, avec un amplificateur de signal ordinateur on détermine la valeur de la MTF pour différentes fréquences spatiales (9 zones caractéristiques de l'image sont généralement utilisées).



Pour mieux comprendre ce que nous venons de voir penchons nous sur la fréquence spatiale. En vidéo, le nombre de lignes maximum en horizontale par millimètre est limité par le nombre de lignes utile de l'image (576 lignes sous 50Hz). Le nombre maximum de traits verticaux par millimètre est lui limité par la bande passante utilisée pour transmettre le signal vidéo. La fréquence spatiale est le nombre de paires de traits noirs et blancs verticaux par millimètre sur une image.

Exemple : On a un capteur 2/3" (6.6*8.8), sur ce capteur une ligne de 8.8 mm est balayée en 52us. La distance balayée en 1us est donc $8.8/52 = 0.17$ mm. Dans 0.17 mm il y a deux points élémentaires, soit une paire de lignes noir et blanc. Le nombre de paires de lignes par millimètre (ou cycle/mm) est donc de $1/0.17 = 5.8$. Pour 1Mhz, on a 5.8 cycles/mm. La bande passante du signal vidéo est de 5Mhz, la fréquence spatiale est donc de $5*5.8 = 29.4$ cycles/mm.

La formule résultante est donc :

Fréquence spatiale (c/mm) = (bande passante * durée de ligne utile)/largeur de surface sensible

Pour les différentes tailles de capteurs on obtient les fréquences spatiales suivante :

1" = 20c/mm

2/3" = 30c/mm

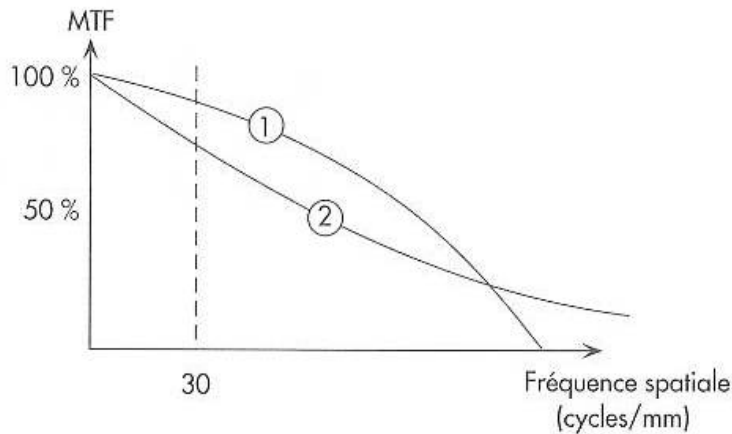
1/2" = 40c/mm

1/3" = 60c/mm

Plus la fréquence spatiale est faible mieux c'est.

Observons maintenant ces deux caractéristiques :

La courbe 2 possède une fréquence de coupure plus élevée que la courbe 1, l'objectif restitue alors mieux les fréquences spatiales élevées. La bande passante du signal vidéo standard est limité à 5Mhz ce qui correspond à une fréquence de 30cycles/mm pour le 2/3", à cette valeur de fréquence spatiale la courbe 1 a une meilleur FTM, c'est ce qui importe en télévision.



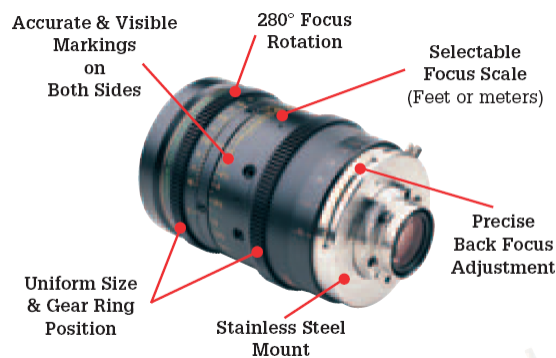
IX Les objectifs

Nous allons maintenant voir des exemples d'optique de caméra. Il existe deux types d'objectifs les zooms et les focales fixes.

Nous verrons les objectifs par marque car ils varient d'un constructeur à un autre.

9.1Fujinon

9.1.1 Les focales fixes



Nous pouvons ici voir de quoi est composé un objectif à focale fixe. La focale fixe est un objectif qui ne comporte pas de bloc de lentille qui fait varier la focale.

Voici maintenant regardons des exemples de focale fixe avec leur nomenclature.



Nous pouvons ici voir les focales fixes f/5, f/8 et f/10. Voici maintenant leurs caractéristiques :

LENS	HAeF5	HAeF8	HAeF10
Format	2/3" HD	2/3" HD	2/3" HD
Focal Length	5mm	8mm	10mm
M.O.D. from Image Plane	0.5m/1.64 ft	0.4m/1.31 ft	0.5m/1.64 ft
Max. Photometric Aperture T-No.	1.7	1.5	1.5
Object Dimensions at M.O.D.	591x332mm	288x162mm	335x188mm
Angular Field of View 16:9	87°36'x56°39'	61°52'x37°14'	51°14'x30°10'
Filter Size	—	M86x1	M86x1
Focus Rotation	280°	280°	280°
Size ø x Length	ø 95x180.5mm	ø 95x144mm	ø 95x144mm
Weight	2.2kg	1.6kg	1.62kg

Format correspond au format au quel l'objectif est destinée ici c'est du 2/3''

Focal lenght correspond a la focale (5mm,...)

Max Photometric aperture T-No est l'ouverture maximale du diaphragme

Size ø * lenght est le diamètre et la longueur de l'objectif.

Weight correspond au poids.



Les focales fixes f/12, f/16 et f/20 sont représentées ci-dessus :

LENS	HAeF12	HAeF16	HAeF20
Format	2/3" HD	2/3" HD	2/3" HD
Focal Length	12mm	16mm	20mm
M.O.D. from Image Plane	0.4m/1.31 ft	0.4m/1.31 ft	0.45m/1.48 ft
Max. Photometric Aperture T-No.	1.5	1.5	1.5
Object Dimensions at M.O.D.	220x124mm	175x98mm	165x93mm
Angular Field of View	43°34'x25°19'	33°22'x19°07'	26°58'x15°21'
Filter Size	M86x1	M86x1	M86x1
Focus Rotation	280°	280°	280°
Size ø x Length	ø 95x144mm	ø 95x144mm	ø 95x144mm
Weight	1.65kg	1.6kg	1.6kg



Ci-dessus se trouve les focales fixes f/34, f/40 et f/54

LENS	HAeF34	HAeF40	HAeF54
Format	2/3" HD	2/3" HD	2/3" HD
Focal Length	34mm	40mm	54mm
M.O.D. from Image Plane	0.4m/1.31 ft	0.5m/1.64 ft	0.6m/1.97 ft
Max. Photometric Aperture T-No.	1.5	1.5	1.6
Object Dimensions at M.O.D.	83x47mm	99x56mm	92x52mm
Angular Field of View	16°03'x9°04'	13°40'x7°42'	10°09'x5°43'
Filter Size	M86x1	M86x1	M86x1
Focus Rotation	280°	280°	280°
Size ø x Length	ø 95x144mm	ø 95x144mm	ø 95x144mm
Weight	1.65kg	1.65kg	1.65kg

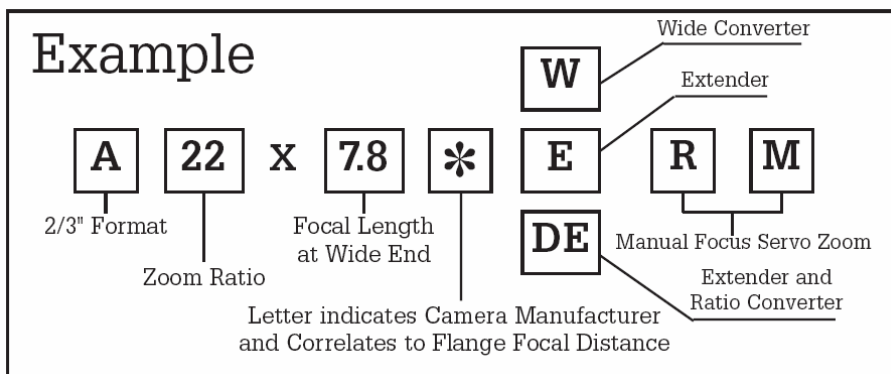
Voici maintenant un résumé et une comparaison des focales fixes fujinon avec les formats 35 mm et super 16

Cine Super E	Super 16	Academy 35
HAeF5	6.6 mm	12.4 mm
HAeF8	10.6 mm	19.8 mm
HAeF10	11.6 mm	24.8 mm
HAeF12	15.9 mm	29.7 mm
HAeF16	21.2 mm	39.6 mm
HAeF20	26.5 mm	49.5 mm
HAeF34	45 mm	84.2 mm
HAeF40	52.9 mm	99 mm
HAeF54	71.43 mm	133.7 mm

9.1.2 Les zooms

Les objectifs zoom sont des objectifs qui peuvent varier sur une plage de focale, certain zoom sont des téléobjectifs d'autres des grands angles.

Voici comment fujinon décrit leurs objectifs zoom.



Voyons maintenant quelques objectifs zoom de la marque fujinon.

Cine Super E	Super 16	Academy 35
HAe3x5	6.6~19.8 mm	12.4~37.1 mm
HAe5x6	7.9~39.7 mm	14.9~74.3 mm
HAe10x10	13.2~132.3 mm	24.6~247.5 mm
HAe12x9.5	12.6~150.8 mm	23.5~282.2 mm

Nous pouvons ici voir les objectifs 3*5 et 10*10



Il existe d'autre zoom en dehors de la série ci-dessus, en voici des exemples :

LENS	HAc15x7.3B	HAc18x7.6B
Zoom Ratio / Format	15X / 2/3" HD	18X / 2/3" HD
Focal Length	7.3 – 110mm	7.6 – 137mm
M.O.D. from Image Plane	1.18m/3.87 ft	.87m/2.85 ft
Max. Photometric Aperture T-No.	2 (7.3 – 110mm)	1.9 (7.6 – 105mm) 2.6 (137mm)
Object Dimensions at M.O.D.	7.3mm 1222x687mm 110mm 79x44mm	7.6mm 738x415mm 137mm 41x23mm
Angular Field of View	7.3mm 66°36'x40°32' 110mm 5°00'x2°48'	7.6mm 64°30'x39°03' 137mm 4°01'x2°15'
Filter Size	—	—
Focus Rotation	280°	280°
Size ø x Length	ø 110x287.3mm	ø 85x204mm
Weight	2.9kg	1.6kg

LENS	HAc13x4.5B
Zoom Ratio / Format	13X / 2/3" HD
Focal Length	4.5 – 59mm
M.O.D. from Image Plane	0.59m/1.92 ft
Max. Photometric Aperture T-No.	2 (4.5-39.2mm) 2.9 (59mm)
Object Dimensions at M.O.D.	4.5mm 757x425mm 59mm 56x31mm
Angular Field of View	4.5mm 93°38'x61°50' 59mm 9°18'x5°14'
Filter Size	—
Focus Rotation	280.0°
Size ø x Length	ø 95x238.5mm
Weight	1.7kg

9.2 Zeiss

Nous allons maintenant voir les objectifs que propose un autre constructeur : Zeiss

9.2.1 Les focales fixes

DigiPrime® Lens			Close Focus Limit (ref: film plane)		Length	Front Diameter	Weight		Number of Elements	Number of Groups	MTF Value for 56 lp/mm for Infinity GN Channel	Image Angle 4:3			Image Angle 16:9			Focus Angular Rotation	Equivalent Super 35 Lens Zeiss ULTRA PRIME
Focal Length mm	T Stop	Type	Meters	Inches	mm	mm	Grams	Pounds				Hor.	Vert.	Dia.	Hor.	Vert.	Dia.		
3.9	1.9	Distagon 1.7	0.5	20"	203	117	1890	4 lbs. 3oz.	23	16	> 90%	96.9°	80.5°	109.3°	101.8°	69.3°	69.3°	323°	10
5	1.9	Distagon 1.7	0.5	20"	164	95	1380	3 lbs.	19	13	> 90%	82.0°	66.0°	94.2°	87°	55.8°	94.2°	294°	12
7	1.6	Distagon 1.5	0.5	20"	164	95	1550	3 lbs. 6oz.	18	14	> 90%	65.0°	51.0°	76.6°	69.6°	42.4°	76.6°	289°	16
10	1.6	Distagon 1.5	0.5	20"	164	95	1510	3 lbs. 5oz.	17	13	> 90%	48.0°	37.0°	58.0°	52.0°	30.6°	58.0°	308°	24
14	1.6	Distagon 1.5	0.5	20"	164	95	1330	2 lbs. 15oz.	15	12	> 90%	35.4°	26.8°	43.4°	38.4°	22.0°	43.4°	285°	32
20	1.6	Distagon 1.5	0.5	20"	164	95	1350	3 lbs.	15	11	> 90%	24.8°	18.8°	30.8°	27.0°	15.4°	30.8°	299°	50
28	1.6	Distagon 1.5	0.5	20"	164	95	1420	3 lbs. 2oz.	14	10	> 90%	17.8°	13.4°	22.1°	19.4°	11.0°	22.1°	323°	70
40	1.6	Distagon 1.5	0.5	20"	164	95	1440	3 lbs. 3oz.	14	12	> 90%	12.6°	9.6°	15.8°	13.8°	7.8°	15.8°	312°	100
70	1.6	Distagon 1.5	0.32	13"	194	95	1800	3 lbs. 15oz.	20	14	> 90%	7.2°	5.4°	9.0°	7.8°	4.4°	9.0°	310°	180





9.2.2 Les zooms

DigiPrime® Lens			Close Focus Limit (ref: film plane)		Length	Front Diameter	Weight		Number of Elements	Number of Groups	MTF Value for 56 lp/mm for Infinity GN Channel	Image Angle 4:3 at 6mm			Image Angle 16:9 at 6mm			Image Angle 4:3 at 24mm			Image Angle 16:9 at 24mm			Focus Angular Rotation
Focal Length mm	T Stop	Type	Meters	Inches	mm	mm	Grams	Pounds				Hor.	Vert.	Dia.	Hor.	Vert.	Dia.	Hor.	Vert.	Dia.	Hor.	Vert.	Dia.	
6-24	1.9	Vario Sonnar 1.7	0.55	22"	249	95	2750	6 lbs. 1 oz.	26	20	90%	73.9°	58.4°	86.7°	78.9°	49.1°	86.7°	20.7°	15.6°	25.6°	22.5°	12.8°	25.6°	330°

9.3 Cooke

Nous allons maintenant observé ce que le constructeur Cooke propose comme objectif.

9.3.1 Les focales fixes



Voici des exemples de focales fixes.



9.3.2 Les zooms

Cooke propose une grande variété de zoom nous en verrons quelque uns.

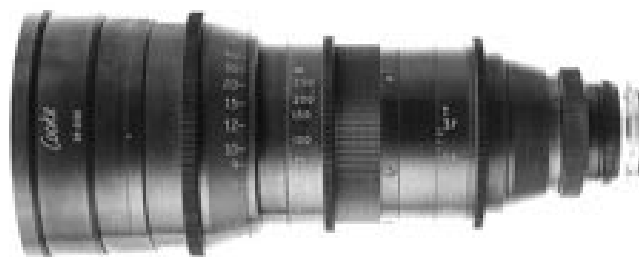
Focal length range	15-40mm
T stop range	T2 - T22
Maximum f Stop	f/1.84
Close focus from lens front	6.94 inches / 169mm
Length from front of lens to image plane	11.06 inches / 281mm
Minimum marked object distance	18 inches / 450mm
Maximum format covered	30mm image circle (for Super 35 format)
Diagonal angle of view for 30mm image circle	90 - 41 degrees
Iris scales	Two opposing scales, whole and third stops marked
Angular rotation of iris	92 degrees
Iris drive gear	134 teeth 0.8 metric module x 2.5mm wide x 80.5mm from image plane
Focus scales	Two opposing focus

	scales, metric or footage marked from infinity to MOD
Angular rotation from infinity to MOD endstop	290 degrees
Angular rotation between endstops	300 degrees
Focus drive gear	153 teeth 0.8 metric module x 6.0mm wide x 223mm from image plane
Zoom scales	Two opposing zoom scales
Angular rotation of zoom scale	130 degrees
Zoom drive gear	140 teeth 0.8 metric module x 6.0mm wide x 99mm from image plane
Length from front of lens to lens mount	9 inches / 229mm
Front diameter	136mm
Weight	7.9 lbs. / 3.6 Kg

Basic focal length range	18 to 100mm
Maximum T stop	T3.0
Minimum T stop	T22
Focussing range (measured from film plane)	0.7m (2.3 feet) to infinity
Maximum format covered	22.05 x 16.03mm (27.2mm diagonal)
Horizontal angle of view over maximum format	63 to 12 degrees
Minimum object width at minimum object distance and maximum focal length	92mm
Clear aperture front glass	120mm
Operational temperature range	-25 to +55 degrees C
Maximum front diameter	150mm
Overall length from front of lens to lens mount	320mm (12.6 inches)
Total weight including control rings, etc.	5.5kg (12 lbs)

Voici quelque exemples de zooms de chez Cooke :

Basic focal length range	18 to 100mm
Maximum T stop	T3.0
Minimum T stop	T22
Focussing range (measured from film plane)	0.7m (2.3 feet) to infinity
Maximum format covered	22.05 x 16.03mm (27.2mm diagonal)
Horizontal angle of view over maximum format	63 to 12 degrees
Minimum object width at minimum object distance and maximum focal length	92mm
Clear aperture front glass	120mm
Operational temperature range	-25 to +55 degrees C
Maximum front diameter	150mm
Overall length from front of lens to lens mount	320mm (12.6 inches)
Total weight including control rings, etc.	5.5kg (12 lbs)



Ci-dessus nous avons un optique dont la focale peut varier de 25mm à 250mm

9.4 Canon

9.4.1 Les focales fixes

HJ 40x 10 B I A S D -V 1 2 3 4 5 6 7 8 9			
XJ 100x 9.3 B IE -D (STUDIO/FIELD Lens)			
① Image Size	J	ENG/EFP Lens for 2/3"	
	YJ	Pro-video Lens for 2/3"	
	H	ENG/EFP Lens for 1/2"	
	YH	Pro-video Lens for 1/2"	
	HJ	High Definition Portable Lens for 2/3"	
	PV	Studio/Field Lens for 1"	
	PJ	Studio/Field Lens for 2/3"	
	PH	Studio/Field Lens for 1/2"	
	UJ/XJ	High Definition Studio/Field Lens for 2/3"	
② Zoom Ratio			
③ Focal Length at Wide-End			
④ Optical Compensation for Prism Cameras	B	with Optical Compensation (not shown with 1/2" models)	
⑤ Built-in Extender	IE	Built-in Extender	
	I	Built-in Extender	
	K	No Extender	
	V	Built-in 0.8X Shrinker	
	W	Built-in 0.8X Shrinker and 2X Extender	
⑥ Zoom/Focus Control	R	Zoom: Servo/Manual	Focus: Manual
	A	Zoom: Servo/Manual	Focus: Servo/Manual
	T	Zoom: Servo	Focus: Servo
	L	Zoom: Manual	Focus: Manual
⑦ Iris Control	S	Iris Servo	
	L	Iris Manual	
⑧ Special Function(1)	D	Digital Servo Drive for Portable Lens	
	E	Digital Servo Drive With Rotary Encoder	
	(Blank)	Analog Servo Drive for Portable Lens	
⑨ Special Function(2)	V	Built-in Image Stabilizer for Portable Lens	
	SC	Cine Style Lens	
	D	DIGISUPER Series for Studio/Field Lens	
	AF	Auto Focus Function for Portable Lens	



FJs5



FJs9



FJs14

FJ Prime Lens Series	FJs5	FJs9	FJs14
Model Number	FJs5	FJs9	FJs14
Focal Length	5mm	9mm	14mm
T-Stop	T/1.7	T/1.5	T/1.5
Image Format Covered	9.6×5.4mm (16:9)	9.6×5.4mm (16:9)	9.6×5.4mm (16:9)
Angular Field of View (16:9)	87.7°×56.7°	56.1°×33.4°	37.8°×21.8°
Angular Field of View (4:3)	82.7°×66.8°	52.1°×40.3°	34.9°×26.5°
M.O.D. from image plane	0.5m	0.45m	0.4m
Object Dimensions at M.O.D. (16:9)	59.8×33.6cm	32.5×18.3cm	18.9×10.6cm
Object Dimensions at M.O.D. (4:3)	54.8×41.1cm	29.8×22.4cm	17.3×13.0cm
Size (W×H×L)	95×95×177mm	95×95×134.5mm	95×95×134.5mm
Weight (approx.)	1.5kg (3.30lbs)	1.1kg (2.42lbs)	1.1kg (2.42lbs)
Focus Rotation Angle	280°	280°	280°

*M.O.D.=Minimum Object Distance



FJs24



FJs35



FJs55

FJs24	FJs35	FJs55
FJs24	FJs35	FJs55
24mm	35mm	55mm
T/1.5	T/1.5	T/1.6
9.6×5.4mm (16:9)	9.6×5.4mm (16:9)	9.6×5.4mm (16:9)
22.6°×12.8°	15.6°×8.8°	10.0°×5.6°
20.8°×15.7°	14.3°×10.8°	9.1°×6.9°
0.45m	0.5m	0.5m
13.6×7.7cm	10.8×6.1cm	6.8×3.8cm
12.5×9.4cm	9.9×7.4cm	6.2×4.7cm
95×95×134.5mm	95×95×134.5mm	95×95×134.5mm
1.1kg (2.42lbs)	1.1kg (2.42lbs)	1.1kg (2.42lbs)
280°	280°	280°

9.4.2 Les zooms



Optique zoom YJ13-6IRS

Lens Model Number		YJ13x6B IRS
Zoom Ratio		13x
Built-in Extender		2.0x
Range of Focal Length (with Extender)		6~78mm 12~156mm (2.0x)
Maximum Relative Aperture (with extender)		1:2.0 at 6~58mm 1:2.7 at 78mm 1:4.0 at 12~116mm 1:5.4 at 156mm
Angular field of view (with Extender)	4:3 Aspect Ratio (8.8 x 6.6mm)	72.5° x 57.6° at 6mm 6.5° x 4.8° at 78mm 40.3° x 30.8° at 12mm (2.0x) 3.2° x 2.4° at 156mm
Minimum Object Distance (M.O.D.)		0.4m (10mm with Macro)
Object Dimensions at M.O.D. (with Extender)	4:3 Aspect Ratio (8.8 x 6.6mm)	68.1 x 51.1cm at 6mm 5.0 x 3.8cm at 78mm 34.1 x 25.6cm at 12mm (2.0x) 2.5 x 1.9cm at 156mm
Approx. Size (W x H x L)		165.4 x105 x 234.8mm
Approx. Mass		1.74kg (3.83lbs)
Macro		Yes



Lens Model Number		YJ13x6B KRS
Zoom Ratio		13x
Built-in Extender		-
Range of Focal Length (with Extender)		6~78mm
Maximum Relative Aperture (with extender)		1:2.0 at 6~58mm 1:2.7 at 78mm
Angular field of view (with Extender)	4:3 Aspect Ratio (8.8 x 6.6mm)	72.5° x 57.6° at 6mm 6.5° x 4.8° at 78mm
Minimum Object Distance (M.O.D.)		0.4m (10mm with Macro)
Object Dimensions at M.O.D. (with Extender)	4:3 Aspect Ratio (8.8 x 6.6mm)	68.1 x 51.1cm at 6mm 5.0 x 3.8cm at 78mm
Approx. Size (W x H x L)		165.4 x 105.1 x 211.7mm
Approx. Mass		1.54kg (3.39lbs)
Macro		Yes
		Yes



Optique YJ17*7,6



Optique 22*7,6



Optique 40*10

Il en existe beaucoup d'autres mais nous ne pouvons pas tous les voir.

X. Comment choisir son Optique

Pour choisir un optique il faut tenir des contraintes qui s'imposent lors du tournage. Ces contraintes sont issues de la situation dans laquelle on est, du final voulue par le réalisateur, aussi du budget accordé par la production.

La situation correspond à l'endroit dans lequel on se trouve, si l'on tourne en studio (la taille du studio est à prendre en compte pour la distance objet caméra) ou si l'on est en reportage. En reportage les objectifs doivent être plus compacte et plus léger qu'en studio pour permettre des mouvements plus aisés de l'opérateur. Suivant la situation on choisie la focale. Si l'on film un match de football et que l'on veut des gros plans des joueurs on devra s'équiper d'une longue focale alors que si l'on film un vaste paysage on devra plutôt s'équiper d'une courte focale. De plus en studio ou dans endroit où l'on ne bouge pas (ex opérateur qui film un match de football ou le tiercé) l'objectif pourra être équipé d'accessoire (parasoleil, filtres...) se qui est impossible en reportage. La taille de l'objet filmé avec la distance objet caméra détermine la focale à utilisé. Si l'on film des objets éloignés en gros plan il faudra des longues focales, si il sont proche de la caméra la focale devra être plus courte et si l'on film des objets petits et de près la focale devra être courte (il faut tout de même faire attention à la distance minimale de mise au point de l'objectif, en dessous de cet distance l'objectif ne peut faire le point).

Pour le rendus tout dépend de ce que souhaite le réalisateur, si il veut avoir par exemple un plan poitrine d'une personne avec une grande profondeur de champ il faut alors tenir compte de la focale que l'on va utiliser, dans ce cas une courte focale sera approprié car plus la focale est courte plus la profondeur de champ est grande, et inversement. Dans le sens inverse si le réalisateur veut un plan poitrine avec un arrière plan flou la focale devra être longue et

l'ouverture grande car plus l'ouverture est grande plus la profondeur de champ est faible et inversement plus l'on ferme le diaphragme plus la profondeur de champ est grande, alors lors du choix de l'optique il faut regarder quelle est l'ouverture maximale de l'objectif choisie (certaines optiques ouvrent en dessous de $f/2$ ce qui est très intéressant si l'on souhaite une faible profondeur de champ). De plus si le réalisateur veut des effets il peut rajouter des accessoires tels que des parasoleils, des filtres d'effets

Il ne faut pas oublier que les optiques sont construites pour un format d'image précis, une optique fabriquée pour une caméra vidéo $2/3''$ ne sera pas compatible sur une caméra 35mm.

Une question qu'il faut également se poser est : doit-on utiliser une focale fixe ou une optique zoom ? Il apparaît que les focales fixes sont utilisées dans le cinéma alors que les zooms sont utilisés pour la production destinée à la télévision.

Un dernier point et pas des moindres est le coût de location des optiques. Si la production n'a pas beaucoup de moyens le choix est restreint car par exemple la série de focales fixes de chez Fujinon en location chez Tatou est à 490€ la journée. Il faut tenir compte du budget dont on dispose pour le choix de ces optiques.