

Benjamin Masset  
I2  
Fiche technique

**Les aides à la mise au point**

## I La mise au point

- 1) *qu'est-ce que la mise au point ?*
- 2) *diaphragme et profondeur de champs*
- 3) *numérique / argentique*
  - **Hyperfocale**
  - **Calcul de la profondeur de champ**
  - **Recherche du cercle de confusion d'une caméra HD**
- 4) *particularité sur les optiques*
  - **les contrastes optiques**
  - **Zeiss**
  - **Cook**
  - **Scope**
  - **Et autres ...**

## II Aide à la mise au point

- 1) *les tables de profondeur de champs*
  - **Table de profondeur de champs**
  - **Disques**
- 2) *repères physiques*
- 3) *téléètres laser, ultratape, et autres*
  - **téléètre laser**
  - **ultratape**
  - **appareil photo reflex**
- 4) *psion de Vincent Muller*

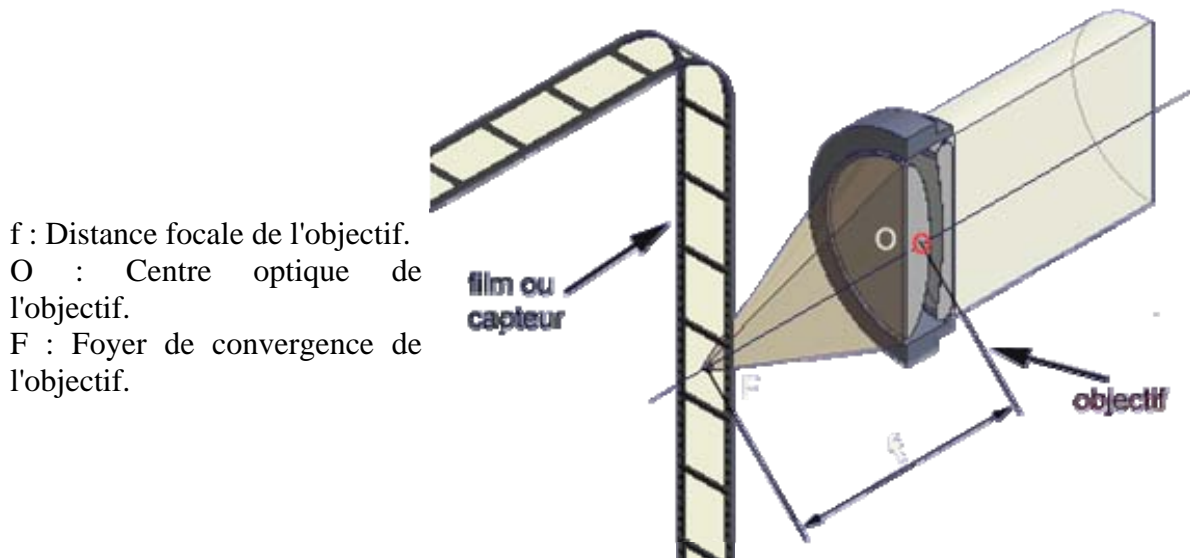
## III Aide à la mise au point caméra en marche

- 1) *panatape, cinetape*
  - *principe de fonctionnement d'un téléètre à ultrason*
  - *prise en main du panatape.*
  - **principe de fonctionnement d'un téléètre à ultrason**
  - **prise en main du panatape**
  - **Tests**
  - **compte rendu d'interviews**
  - **Cinetape**
- 2) *autofocus à contraste de phase*
  - **Mise au point à travers l'objectif**
  - **Diviser le faisceau**
  - **Lentille de champs**
  - **Sujet non ponctuel**
- 3) *principe de fonctionnement d'un téléètre laser*

# I La mise au point

## 1) qu'est-ce que la mise au point ?

La distance focale d'un objectif (généralement exprimée en mm sur la monture de l'objectif) correspond à la distance séparant le centre optique de l'objectif et le foyer de convergence des rayons réfractés par les lentilles de l'objectif.



f : Distance focale de l'objectif.  
O : Centre optique de l'objectif.  
F : Foyer de convergence de l'objectif.

Un des premiers travaux du premier assistant est de vérifier que la distance qui est affichée sur l'objectif est bien celle qui correspond à la bonne convergence des rayons sur le plan film.

Pour ce fait, il fait des tests de calage d'optique et demandera au loueur, si besoin est, de placer ou de retirer des schismes, sorte de petits anneaux d'une épaisseur de l'ordre du dixième de millimètre, afin d'écarter ou de rapprocher l'objectif du capteur. Si cette opération est impossible, il devra replacer sur la bague un nouveau repère grâce à un morceau de Gafer coloré coupé en triangle. Il est à noter qu'avec un objectif dit « décalé vers les plus » : il faut afficher une distance plus grande que celle souhaitée pour que la mise au point soit correcte, ce qui le rend inutilisable car il sera alors impossible de faire la mise au point à l'infini.

Faire la mise au point consiste à placer le capteur ( film ou ccd ) sur le plan de convergence des rayons lumineux. Tout serait simple si nous avions évolué dans un environnement en 2d, mais la difficulté de la mise au point est de transformer le monde en 3d environnant en monde 2d, celui du cinéma. Le travail du premier assistant n'est donc pas de faire le point mais de choisir un plan de mise au point.

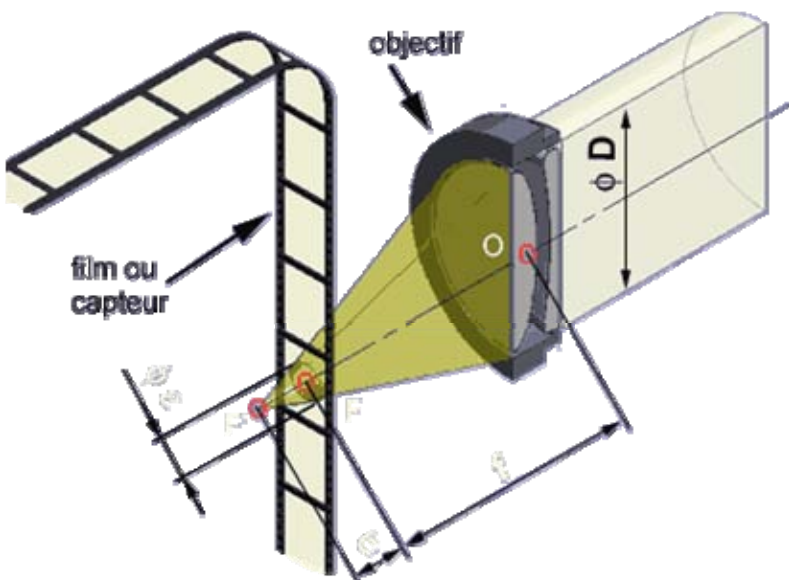
L'œil, la meilleure caméra automatique jamais égalée, tolère que l'image transmise par l'objectif ne soit pas un point mais un cercle de  $\emptyset e$ . Ce cercle de diffusion toléré est variable selon le format du film ou du capteur, car lié directement au futur rapport de grandissement de diffusion.

Il ne s'agit donc pas d'un plan de mise au point, au sens géométrique du terme, mais une zone que nous considérerons comme net. Cette zone est de grandeur variable, elle est fonction du grandissement choisi pour le sujet pointé sur le plan film et du diaphragme. Cette zone s'appelle la profondeur de champs.

## 2) diaphragme et profondeur de champs

Le flux lumineux transmis par l'objectif sur la zone sensible doit avoir une quantité d'énergie lumineuse suffisante et constante quel que soit le flux lumineux réfléchi par l'objet.

Afin de régler la quantité lumineuse on fait varier le  $\emptyset D$  d'ouverture du diaphragme. La valeur d'ouverture du diaphragme correspond au rapport :  $f / D$   
 $f$  : Distance focale de l'objectif.  
 $\emptyset D$  : Diamètre de l'ouverture du diaphragme.



La valeur d'ouverture, gravée sur la bague de l'objectif, démarre à 1 (pleine ouverture) et suit une progression géométrique dont le coefficient est égal à racine de 2 (1,4142...).

L'éclairement du film (ou du capteur) est proportionnel à la surface du cercle  $\emptyset D$  et inversement proportionnel au carré de la longueur focale. L'éclairement est donc proportionnel au rapport  $(D / f)$  au carré.

Plus le diaphragme sera fermé et plus le cône lumineux, dont nous trouverions le plan film à son sommet, verra sa base diminuer en diamètre. Si sa base diminue, le cône va s'affiner. Il s'en suit que le cercle de confusion sera acceptable sur une plus grande zone. Si l'on regarde de l'autre côté de l'objectif cela se traduit par une augmentation de la profondeur de champs.

## 3) numérique / argentique

Des lois physiques réunissent tous les paramètres qui vont faire évoluer la profondeur de champs :

### Hyperfocale :

$$H = f^2 / (N * e)$$

H : distance hyperfocale en mm  
 e : cercle de confusion en mm  
 N : indice d'ouverture géométrique  
 f : distance focale en mm

### Calcul de la profondeur de champ :

$$D1 = [ H * P ] / [ H + P ]$$

$$D2 = [ H * P ] / [ H - P ]$$

$$PC = D2 - D1$$

PC : profondeur de champ  
 D1 : distance antérieure de netteté en m  
 D2 : distance postérieure de netteté en m  
 P : distance de mise au point en m  
 H : hyperfocale en m

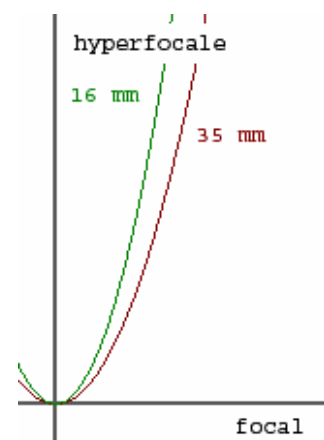
Il existe maintenant des capteurs de toutes tailles qui vont faire varier la valeur du cercle de confusion. Les valeurs du cercle de confusion pour le 16mm et le 35 mm ont été trouvées expérimentalement. Nous remarquerons qu'elle est plus petite pour le 16mm que pour le 35mm. D'après la formule de l'hyperfocale nous pourrions en conclure que la profondeur de champs en 16mm devrait être plus courte, mais c'est la valeur de la focale élevée au carré qui prendra le dessus. En effet pour une même valeur de cadre et une même distance de prise de vue, nous utiliserons par exemple un 29 mm en 35 alors qu'il faudra utiliser un 14.5 mm en 16. (je prends volontairement la valeur exacte de la diagonale du format : 29.055 mm en super 35 rapport 1/1.66 et 14,478 mm en super 16mm full frame ). Prenons aussi un diaf de 8.

### Faisons le calcul :

$$H_{35mm} = 29^2 / ( 8 \times 0.025 ) = 4,2 \text{ m}$$

$$H_{16mm} = 14.5^2 / ( 8 \times 0.015 ) = 1,7 \text{ m}$$

Nous voyons sur le graphique que la profondeur de champs du 16 mm restera toujours supérieure à celle du 35 mm. Si la distance de mise au point ne change pas alors il n'y a que la distance hyperfocale qui varie dans le calcul des profondeurs de champs, nous constatons que plus cette valeur est grande, plus la profondeur de champs est grande.



Les valeurs des cercles de confusion pour les caméras numériques ne sont pas des données dont se soucient les ingénieurs. Leur raisonnement est en pixel et leurs soucis en nombre de pixel, mais ce dernier est fonction de beaucoup de paramètres. Ils parlent de définition et leur problème est plus un problème de stockage des données que de résolution du capteur. Remarquons par exemple que caméra HD de Sony HDW-F900 H possède trois ccd de 2.2 millions de pixel, ce qui est plus que la résolution de sortie au format 1920 x 1080 ( 2 millions de pixel ). Constatons par ailleurs que si nous appliquons le facteur de Kells à ces 2.2 millions de pixel, il ne nous en reste plus que 1.54 millions ce qui ne serait pas assez, mais les fabricants utilisent des astuces comme le décalage d'un demi pixel du capteur vert pour réduire ce facteur empirique.

### Recherche du cercle de confusion d'une caméra HD :

Prenons pour notre étude le cas d'un signal 4:4:4 pour simplifier.

Nous pouvons trouver un rapport entre la diagonale du format et son cercle de confusion pour les formats argentiques.

format	support	Largeur picto	Hauteur picto	diagonale	e	e/diagonale
1 :1,66	Super 16	12,39mm	7.49mm	14.478mm	0.015mm	0.001
1 :1,66	Super 35	24.89mm	14.99mm	29.055mm	0.025mm	0.00086

Cela est logique car expérimentalement les valeurs du cercle de confusion ont été déterminées alors que le film était projeté, il s'agit d'un rapport de grandissement.

La HDW-900 possède 3 ccd de 2/3 de pouce soit des capteurs de 16.9mm de diagonale. Avec l'aide du rapport « *e/diagonale* » que nous fixerons à 0.001, nous trouvons un cercle de confusion de 0.017 mm. Cette valeur de cercle de confusion se situe donc entre celle du 35 et celle du 16 mm, de plus elle est compatible avec la définition annoncée de 1920 pixel en largeur et 1080 en hauteur. En effet :

$$D^2 = H^2 + L^2$$

$$L = 1.77 H$$

$$D^2 = H^2 + (1.77 H)^2$$

$$H = \sqrt{(D^2 / 4.1329)}$$

$$H = 8.31 \text{ mm}$$

$$L = 14.71 \text{ mm}$$

D : diagonale  
H : hauteur du capteur  
L : largeur du capteur  
Format 1 : 1,77

$$L / \text{nombre de pixel} = 14.71 / 1920 = 0.0076\text{mm}$$

Nous pouvons en déduire que le cercle de confusion pour la caméra HDW-900 ne peut-être inférieur à 0.0076 mm ( soit la taille d'un pixel ).

Nous pouvons donc en conclure qu'il est raisonnable dans nos calculs de profondeur de champs, lors de l'utilisation de caméra HD équipé d'un **capteur de 2/3** de pouce, d'utiliser, pour le cercle de confusion, une valeur proche **de 0.017 mm**. Cette donnée est à affiner en pratiquant des essais comme par exemple en projetant un test « mire en chemin de fer ».

#### *4) Particularité des optiques*

##### **les contrastes optiques :**

Les objectifs sont souvent analysés en terme de définition, mais il existe un autre facteur très important : c'est sa capacité à restituer les contrastes. Par exemple, les nouvelles optiques pourvues des derniers traitements multicouches réduisent très fortement le voile créé par les réflexions parasites. Il en découle une amélioration du contraste et par la même occasion un renforcement de l'impression de netteté.

##### **Zeiss :**

Il n'est pas rare d'entendre que les premiers assistants se méfient des optiques Zeiss, elles ont la réputation de partir très vite dans le flou et de ne pas permettre l'erreur de pointage. Par ailleurs, les dernières séries Zeiss sont réputées pour leur piqué.

##### **Cook :**

Chez « Monef » il est possible de trouver d'anciennes optiques Cook qui ont été re-carrossées à la demande de chefs opérateur. Ces objectifs ont la particularité de produire une image moins piquée, il est aussi dit que leurs flous sont plus beaux. Cela peut être en effet préférable si l'on recherche une image douce pour les besoins de la mise en scène, ce qui est souvent le cas pour la réalisation de portraits. Pour le premier assistant, cette série d'optiques Cook à l'avantage de pardonner les légères erreurs de pointage, celles-ci passant inaperçues.

##### **Scope :**

Les objectifs permettant de filmer en scope sont anamorphiques, ils compressent l'image dans sa largeur et de ce fait l'angle de champs horizontal est plus large en projection. En terme de cadrage, pour avoir la même impression de « grosseur de plan » il sera nécessaire d'utiliser une focale plus longue que si nous avions fait une prise de vue en 1 :2.35 classique (super 35 3perf par exemple). Il en résulte que la mise au point est plus difficile. En effet, plus la focale est élevée pour une même distance de prise de vue et un même diaphragme, moins la profondeur de champs est grande. Le bloc optique anamorphique augmente optiquement la taille du capteur.



## **Et autres :**

Il existe d'autres fabricants d'objectif et chacun ont leurs propres caractéristiques. Il serait maladroit de faire des généralités sur chacun des fabricants d'autant plus que deux objectifs appartenant à la même série n'ont pas forcément les mêmes caractéristiques. On peut néanmoins parler de réputation :

- les MOVIESLENS sont réputés être assez mous
- les NIKON et les CANON seraient plus doux
- les LEITZ assez piqués
- les ANGENIEUX de qualité variable.

*(voir doc pages 1,2,3,4 en annexe)*



## II) Aide à la mise au point

### *1) les tables de profondeur de champs*

#### **Table de profondeur de champs :**

Pour s'aider dans son travail le premier assistant peut s'équiper de tables de profondeur de champs. Ces tables sont éditées par les constructeurs : elles indiquent les plans avant et arrière de netteté pour une distance et un diaphragme. Bien sûr c'est une liste exhaustive car il est impossible d'exposer l'infinité de distances réellement possibles. Par interpolation il est possible d'avoir une idée sur les valeurs intermédiaires. Dans ce cas de figure on reverra les valeurs d'encadrement de la distance pointée à la baisse pour s'offrir une marge de sécurité.

*(voir tables de profondeur de champs en annexe)*

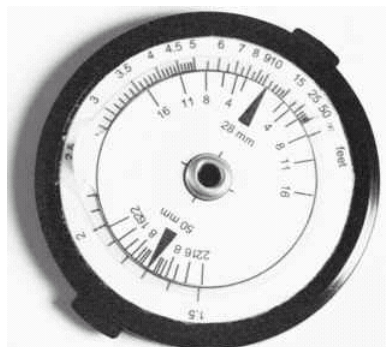
Il y a principalement deux façons de pointer avec ces tables de profondeur de champs. La « manière sèche » ou la « manière douce ».

La « manière sèche » consiste à indiquer le plus précisément sur la bague de point la distance séparant le plan film du sujet. La profondeur de champs se répartissant alors en amont et en aval de se point offre ainsi une marge d'erreur possible. Cette méthode est sécurisante.

La manière douce consiste à utiliser la profondeur de champs pour réaliser des changements de point en douceur, ou à trouver la distance à afficher sur la bague de point pour que les différents sujets présents dans l'image soit nets. Bien sûr cette méthode peut être préférable dans certaine condition mais nécessite un diaf un peu fermé et que la valeur de plan ne soit pas trop grosse.

#### **Disque :**

Il existe aussi des tables de profondeur de champs en disque permettant d'évaluer une valeur approximative des points avant et arrière de netteté. Ces disques ont l'avantage de permettre de trouver des valeurs intermédiaires qui seraient absentes des tables de profondeurs de champs classiques. Ils ont l'avantage de convenir pour tous les types d'objectif mais en retour ils ne sont pas très précis.



## 2) repères physiques

En discutant avec des pointeurs professionnels nous nous rendons très vite compte que chacun a développé sa manière de faire. Les uns comptent en pieds, d'autres en mètres, il y en a même certains comme Eric Vallet qui évaluent les distances proches en pieds et les distances lointaines en mètres ! Nous aurons donc compris que c'est à chacun de développer sa propre technique. Voici quelques astuces qui reviennent fréquemment dans les conseils donnés par des pointeurs :

- Si nous avons le temps et que le cadre le permet, un des systèmes les plus élémentaires consiste à placer au sol des morceaux de scotch -- plusieurs couleurs peuvent être utilisées, qui serviront de repères. Certains préféreront graduer le sol en plaçant par exemple une marque tous les mètres ( technique nécessaire si la mise en scène demande à ce que les comédiens aient une grande liberté de jeux). D'autres indiqueront des distances qu'ils replaceront sur leur bague de mise au point. Ainsi, si l'acteur n'est pas tout à fait dans ces marques, il pourra juger s'il vaut mieux légèrement avancer ou reculer l'estimation du point.

- En règle générale, les pointeurs rencontrés à *Panavision Paris* préfèrent mesurer en pieds. Ils affirment que cela permet d'être plus pointu puisque la mesure est plus petite donc plus précise ( 1 pied = 30,48 cm ). En outre, cette distance correspond plus ou moins à l'épaisseur d'une tête. Cela est très pratique lorsque l'on fait un gros plan sur le visage d'un comédien et que ce dernier avance et recule naturellement pendant sa prestation. A noter que chaque pas d'une marche normal correspond à une avancé de 2 pieds 1/2.

- Il peut être utile au pointeur de connaître exactement les dimensions de son propre corps. En effet la longueur d'un bras, main tendu, avoisine les 70 cm. La distance comprise entre nos 2 mains, bras tendus, correspond à notre taille. Il est possible d'apprendre à faire de grands pas correspondant plus ou moins à un mètre, un pas normal avoisinant les 70 cm et une main 20 cm . Ces repères ont l'avantage d'être toujours disponibles.

- Une autre astuce consiste à mesurer la distance entre sa position ( théoriquement cette dernière devrait être la même que celle du plan film ) et l'extrémité du pare-soleil. Avec cette référence dans l'œil, il peut être plus simple d'estimer d'autres distances.

- Il peut être intéressant aussi de connaître certaines longueurs présentes naturellement sur le plateau. Par exemple la longueur des rails de travelling ou leur largeur ( std : 67 cm ), la tailles des dalles du carrelage s'il y en a, la largeur d'une porte : 80 cm, la hauteur d'une chaise : 50 cm, la longueur du lit : 2 mètres, etc ... De toute façon il est recommandé lors de sa première intrusion sur le plateau de prendre des éléments du décor comme repères et de les mesurer. Ce procédé est surtout utile quand aucune marque ne peut-être placée. Nous mesurerons alors aussi les distances séparant les meubles, par exemple : la distance de la table à la porte, 5 mètres.

- Pour dse prises de vue en voiture, Sébastien Leclerq conseille de placer sur le plafond un mètre à ruban entre la caméra et le sujet. Souvent lorsque de tels types de plans sont réalisés, la caméra n'est pas sur un pied mais à l'épaule. Dans ces conditions le point est plus difficile à réaliser puisque non seulement l'acteur mais aussi la caméra sont susceptible de bouger.

-Lors de plans réalisés avec une steady-cam ou une caméra à l'épaule, le travail du pointeur demande une grande concentration et en général c'est l'expérience qui formera le pointeur. Néanmoins certaines techniques permettent au premier assistant de faciliter sa tâche. Généralement lorsque l'on suit un personnage, ce dernier reste toujours dans une même valeur de cadre. Le premier assistant peut alors s'abstenir de modifier la position de la bague de point et s'appliquera à guider le cadreur en faisant en sorte que la distance entre la caméra et l'acteur ne change pas. Lorsque cette technique ne peut-être employée, il est parfois possible de se placer à 90° de l'axe caméra-comédien avec une mise au point télécommandée, afin d'apprécier plus facilement les distances.

- Grâce à un crayon laser fixé sur le pied de la caméra projetant un point rouge sur le sol réglé à une distance précise, il est possible de s'offrir un autre repère visuel. Cela peut-être très utile si la caméra réalise un travelling, car le point évoluera avec le déplacement du plan film. ( Il peut être intéressant de placer le laser sous la caméra, le point formé restera alors dans la direction de prise de vue lors de panoramiques. Par contre, il faut veiller qu'aucuns mouvements verticaux ne soient réalisés par le cadreur, la distance entre le plan film et le point rouge se trouverait alors modifiée)

### 3)Télémètres laser, ultratape et autres

#### Télémètre laser :

Le télémètre laser est très populaire auprès des premiers assistants. Il permet de pointer un objet dans le champs et d'en appréhender la distance sur un écran LCD. Cette distance peut être affichée en pieds ou en mètres.

Le télémètre laser à plusieurs gros avantages :

- il permet d'apprécier une distance sans pour autant devoir s'éloigner de la caméra ( ce qui est rarement bon. )
- il offre aussi la possibilité de faire des mesures au travers d'une vitre et de faciliter grandement l'évaluation des distances lorsque le sujet filmé est capté en réflexion dans un miroir.

Il existe des lunettes spécialement conçues pour faire des mesures en extérieur et par beau temps. Elles ont des verres rouges de forte densité qui mettent en évidence le point projeté par le télémètre.



Ultratape :



L'ultratape est un outil développé par Arri. Il permet de relever la distance qui le sépare du plan film. Cette information peut être transmise à la caméra, affichée sur la bague de point ou simplement stockée dans une mémoire. Le système de mesure utilise des ultrasons, la prise d'information est donc quasiment instantanée. Cet appareil développera toute son utilité s'il est utilisé avec des objectifs du type LDS (Lens Data System) - Système de gestion des données de l'objectif.



#### **UTM Ultrasonic Tape Measure - "Un décimètre virtuel"**

En pressant un bouton, il est possible de mesurer la distance entre l'unité portable et la caméra: un grand avantage lorsqu'on travaille dans des situations difficiles, lorsque tirer le décimètre au travers du plateau peut poser des problèmes ou quand la caméra est installée sur une grue. Avec l'UTM, la distance mesurée est mémorisée et affichée sur l'écran du LDS. Si nécessaire, la distance mesurée peut aussi être transmise et affichée directement sur l'objectif - C'est un exemple de la parfaite cohérence du système.

La grande nouveauté, ce sont les objectifs Ultra Prime qui intègrent des capteurs sans contact. Au travers de l'interface électrique de la monture PL, ces capteurs transmettent à la caméra, les valeurs affichées de mise au point, focale, et diaphragme. Grâce à un système de fixation rapide, le boîtier LDS s'intègre parfaitement au design de la caméra. Ce boîtier lit tous les paramètres de l'objectif et les rend utilisables par des systèmes extérieurs, tel que l'afficheur LDS, les "motion-control", ou les systèmes de commande d'objectif qui peuvent asservir l'objectif par télécommande avec ou sans fil. Ce système permet finalement d'économiser du temps.



Le système LDS, est capable de lire la distance de mise au point et l'ouverture du diaphragme, il peut calculer la profondeur de champ et afficher un graphique des paramètres sur un écran séparé. Mise au point et autres paramètres peuvent être choisis avec une plus grande précision. Il n'est plus nécessaire d'effectuer manuellement des corrections de diaphragme. C'est un véritable gain de temps et un gage de sécurité -- par exemple, lorsqu'une variation de cadence doit être compensée par le diaphragme de l'objectif. Les différentes cadences de la variation doivent seulement être entrées dans le module de gestion de vitesse de la caméra (Speed box) - le boîtier LDS trouve alors automatiquement les réglages de diaphragme correspondant.

#### **Appareil photo reflex :**

Certains premiers assistants emmènent avec eux un appareil photo autofocus muni d'une longue focale. Tout en étant près de la camera, il suffit de viser le sujet à pointer et de laisser l'autofocus dynamique du boîtier indiquer la distance

#### 4) Psion de Vincent Muller

Le travail de fin de d'année de Vincent Muller à l'Insas l'a conduit à réaliser un programme destiné aux ordinateurs de poche. Ce logiciel sert principalement à faire rapidement des calculs de profondeur de champs, mais permet aussi de visualiser comment la profondeur de champs se répartit autour de la distance pointée. Grâce à la mémoire de l'ordinateur, le *Psion* offre la possibilité, à l'aide de sa banque de donnée, d'afficher des informations utiles comme par exemple le coefficient d'absorption des filtres. Par ailleurs il est aussi possible de prendre des notes.



Voici un calculateur de profondeur de champ téléchargeable sur Internet à l'adresse suivante : <http://tangentsoft.net/fcalc/> . La notion de netteté est définie par le cercle de confusion. Pour ce calculateur, nous l'estimons à 25 microns pour le 35mm et à 15 microns pour le 16mm. La distance hyperfocale (pour une focale et une ouverture donnée) correspond à la distance affichée sur la bague, qui donne une profondeur de champ qui va de la moitié de la distance hyperfocale à l'infini.

**Calculateur de profondeur de champ**  
JavaScript doit être activé

Unités de la bague des distances 35mm ▼  
[METER](#) - [FEET](#)

Focale (millimètre) <input style="width: 100%;" type="text"/>	Ouverture (F-Stop) <input style="width: 100%;" type="text" value="▼"/>	Distance au sujet (mètre) <input style="width: 100%;" type="text"/>
<input type="button" value="Calculer"/>	<input type="button" value="Annuler"/>	Limite mini de netteté <input style="width: 100%;" type="text"/>
		Limite maxi de netteté <input style="width: 100%;" type="text"/>
		Profondeur de champ totale <input style="width: 100%;" type="text"/>

Distance hyperfocale de cet objectif pour cette ouverture:

### III Aide à la mise au point caméra en marche

#### *1) panatape, cinetape*

#### *- principe de fonctionnement d'un télémètre à ultrasons*

##### **Le principe**

Les télémètres à ultrasons fonctionnent en mesurant le temps de retour d'une onde sonore inaudible émise par le capteur. La vitesse du son dans l'air étant à peu près stable, on en déduit la distance de l'obstacle.



##### **La portée**

Quelques mètres en général pour les systèmes ultrasons, même si en théorie il n'y a pas de limites. Il y a aussi en général une distance minimale. Pour le système panatape, on peut faire des mesures de 20 cm à 20 m.

##### **La directivité**

Les ultrasons sont très évasifs. Ce qui peut être un gros avantage (détection d'obstacles rapprochés sur une large couronne) ou un gros inconvénient (détection des murs d'un couloir et non du fond du couloir).

##### **La précision**

La précision des ultrasons dépend de la mesure précise du temps de parcours de l'onde sonore. Ce dernier peut aussi varier suivant les conditions de température et de pression essentiellement.

##### **Fréquence et vitesse d'acquisition**

Au moins le temps maximum pour que le signal fasse l'aller-retour. Nous compterons 1ms par 0.3cm (fois deux), soit 73.3ms pour 11m.

##### **Sensibilité aux interférences et aux autres capteurs**

On l'a vu plus haut, les capteurs ultrasons sont sensibles à la température et à la pression. En outre, ils sont sensibles aux autres appareils utilisant les mêmes fréquences, comme les communications du type HF.

## - prise en main du panatape.

Lors d'une visite chez *Panavision Paris*, il m'a été possible de tester le *panatape* avec Lucas Leconte, premier assistant opérateur, qui préparait et testait son matériel en vue du tournage de *L'Antidote*, un film de Vincent Debrus. Nous avons installé le Panatape sur une Millenium XL. Remarquons que le système de mise au point de *Panavision* ne peut être monté que sur une caméra de la même marque. En effet le *Panatape* à besoin d'une alimentation 24V et il n'y a que les caméras *Panavision* qui fonctionnent sous 24 V, les autres marques ont opté pour 12V. Par ailleurs les connections *Panavision* sont particulières et il est excessivement difficile, même pour un loueur, de s'en procurer. Par ailleurs, aucune documentation n'est disponible sur cet outil, étant principalement intéressé par le marché américain, *Panavision* ne s'est pas donné la peine d'en fournir à ses filiales étrangères.

De cette attitude chauvine, il en découle que peu de premiers assistants savent se servir du *Panatape*. Il n'est donc pas utilisé, pas loué et donc pas entretenu. Le *Panatape* a très mauvaise réputation, il est instable et peu fiable. En effet, avant de pouvoir commencer nos tests, il nous a fallu ouvrir trois boîtes de *Panatape* pour en former une complète en état de marche. Comme nous pouvons le remarquer, cet outil est très mal perçu en Europe, mais il est utilisé sur plus d'un tournage sur deux réalisé en scope aux Etats-Unis.

La description des évaluations qui suivent est la retransmission de tests et d'interviews réalisées auprès de premiers assistants l'ayant utilisé en tournage.

### **Description :**

Dans la caisse du *Panatape*, nous trouvons :- 2 canons émetteur / récepteur  
- 1 boîtier de paramétrage pourvu afficheur  
- 1 boîtier afficheur  
- 2 câbles d'alimentation 24 V *Panavision*

Le canon long est plus directif que le court, il sert aux plans larges. Le canon court est quant à lui réservé aux gros plans. Ils sont tous deux pourvus d'un câble de raccordement d'environ 1 mètre.

Le boîtier de paramétrage est pourvu :

- d'un écran à cristaux liquides affichant les mesures en pieds
- d'une molette de réglage du volume
- d'une molette de calibrage
- d'une prise d'alimentation 24 V
- d'une prise de raccordement aux canons
- d'une prise BNC destiné au deuxième boîtier

Le deuxième boîtier afficheur possède simplement une fiche BNC destinée à recevoir le signal du premier boîtier. Il peut être placé en option et permet d'avoir un deuxième affichage de la distance mesuré. Cela s'avère utile si le pointeur doit contourner la caméra pendant la prise.

Le premier câble est assez court et mesure environ 1 mètre. Il permet de connecter le *Panatape* à la sortie 24 V de la caméra. Le second d'environ 3 mètres peut être utile si la caméra ne possède pas de sorties 24 V ou qu'elle est déjà occupée par un autre outil.

### **Mise en place :**

Le canon du *Panatape* se fixe sur les tiges servant à fixer le par-soleil. Remarquons que sur un *Millenium*, on peut le placer sur le coté, en dessous et haut dessus, le but étant d'agencer l'axe de visée des canons le plus près possible de l'axe optique. En nous référant à des photos de « *l'American cinématograher* », nous décidons de le placer au-dessus.

Le premier problème se présentant à nous est la cohabitation entre le par-soleil et le panatape. En effet, nous avons été obligé d'écarter et de rapprocher le plus en avant possible les canons pour que la visée ne soit pas aveuglée par le pars-soleil ! Nous remarquons que dans certaines situations il peut être judicieux de placer les canons en dessous, la tête en bas.

Ensuite nous fixons de chaque coté de l'optique un afficheur. Par souci de facilité le boîtier de paramétrage est laccé du même coté que le follow-focus.

### **Tests :**

- le canon court :

La première étape consiste au paramétrage de l'outil. Pour ce faire, l'un de nous s'est placé à 5 pieds ( 1m 50), ensuite grâce à la molette de calibrage il suffit d'indiquer 5 pieds sur l'afficheur. Nous avons pu évaluer une distance maximum d'environ 10 pieds ( 3 mètres ) au-delà de laquelle nous sortons de la zone mesurable par les canons, en revanche nous pouvons nous rapprocher jusqu'à moins d'un pied. Evidemment cette valeur est théorique car pour des distances si petites les erreurs de parallaxe deviennent énormes. La réactivité du *Panatape* est surprenante, nous pouvons quasiment parler de « temps réel » pour l'affichage des mesures. La précision de l'engin est de l'ordre du 1/10 éme de pied soit 3 cm. Nous avons évalué un angle de champs d'un peu plus de 90°

- le canon long :

Après paramétrage de l'outil à 10 pieds ( 3 mètres ), nous avons pu évaluer une distance maximum de mesures à 30 pieds ( 9 mètres ). Nous pouvons nous rapprocher jusqu'à 5 pieds ( 1.5 mètres ) en étant certain que les mesures soient précises. La réactivité ne change pas, la précision non plus, et l'angle de champs avoisine les 50 °

Pour faire nos mesures il nous a été nécessaire d'utiliser la molette de volume d'émission d'ultrason. En effet il est nécessaire d'ajuster ce paramètre en fonction de l'éloignement du sujet pointé. Cette tâche aurait pu être, à notre sens, réalisée automatiquement s'il existait un système électronique rendant proportionnel le volume du *Panatape* avec la distance mesurée. Néanmoins, remarquons que lorsque le volume est au maximum le *Panatape* émet un son audible, genre de claquements rapides, pouvant être gênant pour l'ingénieur du son.



## **Autres Tests :**

Nous avons réalisé les autres essais avec la visée de la caméra. En effet, afin de s'abstenir de tendre le décimètre, nous avons monté longue focale sur la camera une. En faisant le point à l'œil à pleine ouverture nous avons une mesure précise de la distance.

- dans un couloir le *Panatape* ne fonctionne pas.
- du fait de son large champs de mesure, lors de prises de vue réalisées caméra portée, il peut être très utile. Cela semble être son point fort.
- Dans cette logique, nous pensons que sur une grue, cet outil peut rapidement devenir indispensable.
- Lors de l'utilisation d'un par-soleil supplémentaire, le bon fonctionnement du *Panatape* est fortement compromis.
- Le *Panatape* s'est révélé très gênant auprès de certains ingénieurs du son et une lettre de doléance a été publiée dans quelques revues spécialisées américaines.
- Le *Panatape* s'affole lorsque des panoramiques sont effectués.

(voir doc pages 5,6,7 en annexe)

## **Utilisation sur le terrain –compte rendu d'interviews- :**

Sébastien Leclerc : « *Visiblement l'appareil n'est pas stable, chez Panavision il y en à 5 et seulement 2 sont en état de marche. Mais quand ça marche c'est top ! Cet appareil est d'une extrême sensibilité et l'affichage se fait en temps réel, malheureusement uniquement en pieds. Je travail plutôt en mètres ... Je sais qu'en Amérique du Nord il est très utilisé et sur certain tournage il est en permanence sur la caméra.* » [...] « *Un jour j'ai du pointer un cycliste filmé au 200mm, avec le canon long du Panatape, je connaissais exactement la distance à laquelle il se trouvait ! Et 80 % des prises étaient net. Les 20 % restant étant du, je pense, à ma propre inertie.* » [...] « *Pour les plans en voiture le Panatape est très utile, mais il arrive que ça dérange l'ingénieur du son. On doit alors faire sans ...* »

Eric Vallet : « *Lorsque j'utilise le Panatape, j'ai toujours dans ma poche un petit mètre de couturier. Je fais des ré-étalonnages réguliers mais c'est très rapide.* »

Frédéric : « *Lorsque l'on est en gros plan, il faut bien veiller à pointer le canon dans les yeux du comédien afin de réduire un maximum la parallaxe.* » [...] « *L'afficheur du Panatape est très mauvais en extérieur, mais ce qui est bien c'est que l'on peut brancher le BNC sur un combo et afficher la mesure. Cela est surtout utile lorsque la caméra est sur une grue.* »

Sébastien Leclerc : « *Le Panatape doit s'utiliser comme contrôleur de mise au point. Si l'afficheur indique une mesure cohérente avec tes estimations : c'est tout bon. Par contre s'il y a une incohérence, il faut aller vérifier en allant remesurer sur le plateau et en cas de doute annoncer l'incertitude. Ce qui est rassurant c'est d'avoir une évaluation de son point pendant le tournage. En générale je ne suis jamais surpris pendant la projection des rushes.* »

Jean-Pierre Sup : « *Souvent en scope le sujet est tellement décentré que cela pose problème. Comme les canons sont réglés dans l'axe, nous avons de fortes chances de pointer à coté. Il*

*m'arrive de demander à mon second assistant d'orienter pendant la prise les canons vers le comédien. »*

Benjamin Bergerie : « *Lors de champs contre champs avec amorce, la mise au point se fait sur le dos du comédien !* » [...] « *Avec des optiques Panavision, la course de la bague de point peut être très longue. Je mémorise alors les distances affichées en fonction de la position de ma main. Cela me permet d'avoir un œil sur ce qui se passe et un autre sur le Panatape. Parce que avoir un œil sur l'action, un œil sur le Panatape et un œil sur la bague de mise au point : ce n'est pas possible !!!* »

### **Cinetape :**

Le *cinétape* de « *cinematography electronics* » est le véritable concurrent du *Panatape*. Il existe d'autres produits d'autres marques, mais ils ne sont que très rarement utilisés et non disponible à la location.

Le *cinétape* à l'énorme avantage de pouvoir afficher les mesures en pieds ou en mètres et d'avoir une alimentation 12 V. De plus, il est réputé plus fiable et contrairement au *Panatape*, il peut s'utiliser sous la pluie. Frédéric ( premier assistant sur les *Rivières Pourpres 2* ) a été le premier à s'en procurer un en Europe. Le *cinétape* coûte environ 5 à 6000 euros.

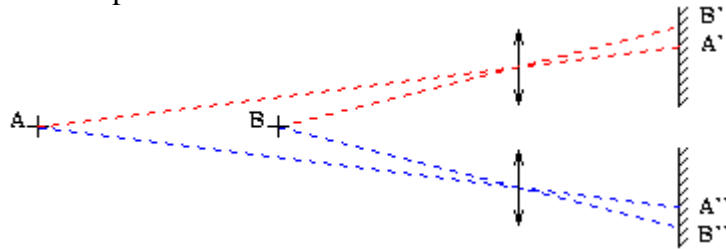


*(voir doc pages 8,9,10 en annexe)*

## 2) L'autofocus à contraste de phase

### Les systèmes télémétriques :

Avant de parler d'autofocus, nous allons faire un détour par un type de système de mise au point plus ancien et que nous trouvons encore dans certains appareils haut de gamme, notamment le *Leica M*. Il s'agit des systèmes de mise au point par télémètre. Le principe fondamental du télémètre consiste à utiliser deux systèmes optiques pour faire deux images d'un même sujet à partir de deux points de vue différents. La figure ci-dessous illustre très schématiquement un tel dispositif.



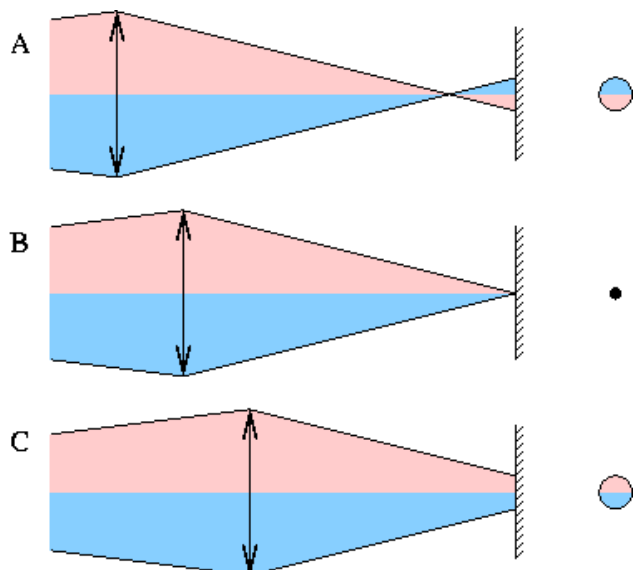
Nous avons ici deux systèmes optiques qui réalisent l'image d'un sujet sur deux écrans différents. Lorsque le sujet s'approche (il passe de A à B), l'une des images se décale dans un sens (A' -> B') et l'autre dans l'autre sens (A'' -> B''). En comparant la position des images sur les deux écrans nous pouvons donc connaître la distance entre le sujet et l'appareil.

Dans la pratique les images ne sont pas réalisées sur des écrans mais en tant qu'images virtuelles dans le viseur. La comparaison des positions se fait grâce à un jeu de miroirs qui permet de superposer les deux images.

### Mise au point à travers l'objectif :

L'autofocus utilise le principe du télémètre pour faire la mise au point à travers l'objectif de prise de vue. Nous pouvons nous demander comment il est possible d'utiliser ce principe alors que nous disposons d'un seul objectif, et non de deux, comme dans un vrai télémètre. La solution consiste à considérer l'objectif comme étant constitué de deux moitiés, chacune d'elles pouvant être considérée comme l'une des « fenêtres » du télémètre.

Pour simplifier les choses, nous allons considérer à partir de maintenant que le sujet est une source lumineuse ponctuelle située dans l'axe de prise de vue. La figure ci-dessous montre l'image que donne un objectif d'une telle source ponctuelle lorsque la mise au point est bonne (en B) et lorsqu'elle est décalée dans un sens (en A) ou dans l'autre (en C).



Ici nous avons utilisé deux couleurs différentes pour distinguer les faisceaux qui passent par chaque moitié de l'objectif. À droite de chaque schéma on voit l'image de la source ponctuelle telle qu'elle apparaît sur l'écran ( le film ou le verre de visée ).

Il convient de remarquer que :

- lorsque la mise au point est correcte, l'image de la source ponctuelle est un point
- lorsque la mise au point est incorrecte, l'image sur l'écran est un disque
- la disposition des couleurs sur le disque dépend du sens du décalage de la mise au point.

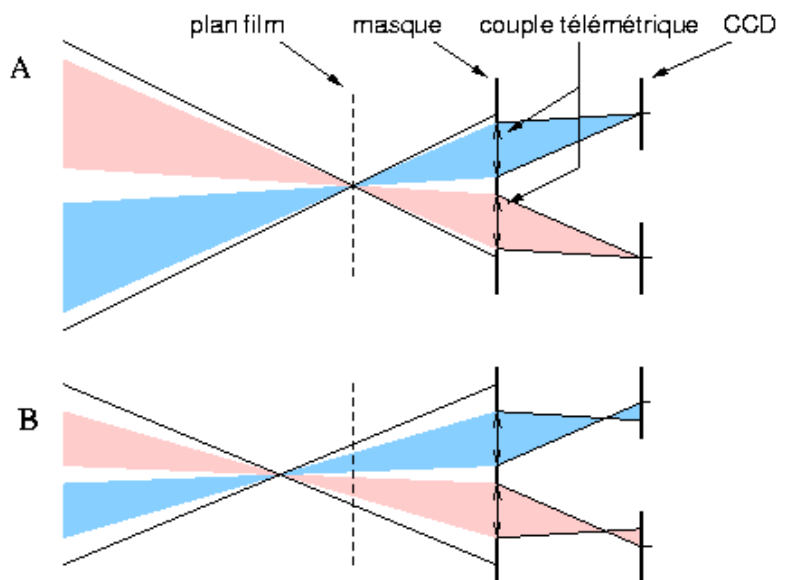
### Diviser le faisceau :

La solution adoptée consiste à séparer les deux moitiés du faisceau lumineux à l'aide de deux optiques situées derrière le plan du film.

L'écran a été retiré et seul une ligne pointillée représente la position théorique du film.

Derrière ce plan se trouve un masque opaque muni de deux lentilles qui recueillent chacune une portion du faisceau.

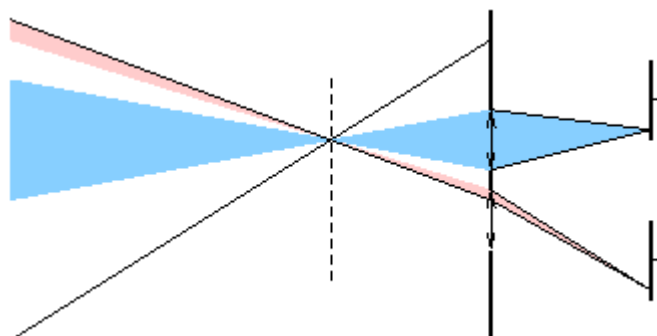
Chacune des lentilles projette l'image de la portion centrale du plan film sur une barrette CCD. Dans la suite nous appellerons *couple télemétrique* une telle paire de lentilles.



Lorsque la mise au point est correcte (en A), chaque sous-faisceau est focalisé au centre du CCD correspondant (centre matérialisé par un petit trait horizontal sur la figure). Lorsque la mise au point est mauvaise (en B), les images sur les CCD sont étalées, mais le plus important c'est qu'elles sont *décalées* par rapport au centre du CCD.

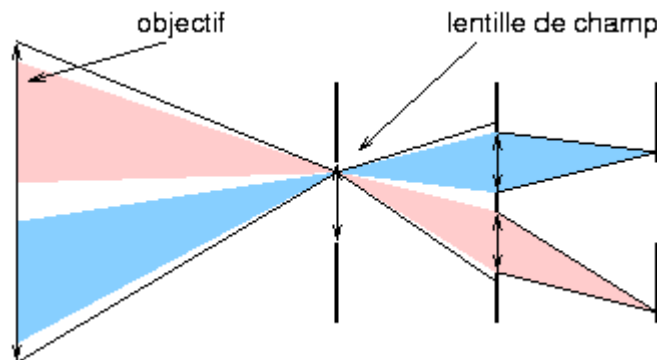
### Lentille de champ :

Le seul problème qui reste à résoudre est celui de l'étroitesse du champ couvert par le détecteur de mise au point au niveau du plan de l'image. La figure montre ce qui se passe si la source ponctuelle ne se trouve pas tout à fait dans l'axe de prise de vue mais légèrement décalée.



Comme on peut le constater, lorsque l'image sur le plan film se décale vers le haut, les images sur les CCD se décalent vers le bas. Le problème est qu'en décalant le faisceau de lumière vers le haut, la lentille du bas du couple téléométrique ne reçoit presque plus de lumière. On peut remarquer que la lumière qui forme l'image sur le CCD du haut provient de la région centrale de l'objectif, alors que celle qui arrive sur le CCD du bas provient de l'extrême bord de celui-ci.

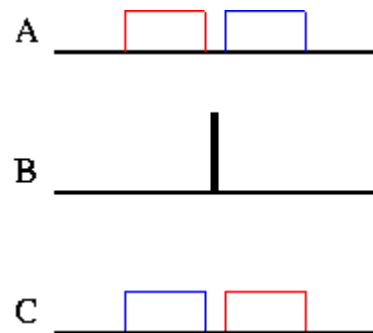
Pour éviter ce problème on place dans le plan du film un masque opaque avec une lentille dite *lentille de champ*. Cette lentille n'aura aucun effet sur l'image qui se forme dans son plan, mais elle permet de mieux concentrer la lumière sur les lentilles du couple téléométrique. Idéalement, la lentille de champ doit former l'image de la lentille principale (celle de l'objectif) sur le plan du couple téléométrique.



Comme nous pouvons le constater ci-dessus, même lorsque la source se trouve à la limite du champ couvert (image secondaire sur les bords des CCD), le couple téléométrique est éclairé sur toute la surface des lentilles. Nous remarquerons aussi que les deux CCD se partagent symétriquement la lumière provenant de la lentille frontale, même quand la source est décalée.

### Sujet non ponctuel :

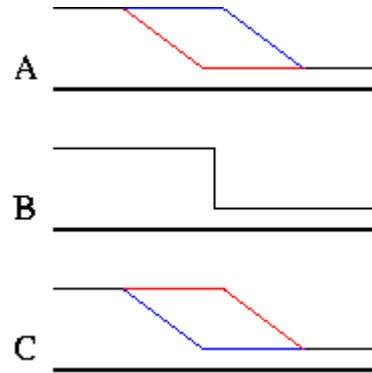
La figure montre le profil de luminosité recueilli sur le CCD avec une source ponctuelle lorsque la mise au point est bonne (en B) ou décalée dans un sens ou dans l'autre (en A et en C). Chaque couleur représente la mesure d'un CCD et le noir signifie que les deux CCD mesurent la même chose.



On constate encore une fois que lorsque la mise au point se décale :

- les images s'étalent
- elles se décalent dans des sens opposés
- le sens du décalage dépend du sens de l'erreur de mise au point.

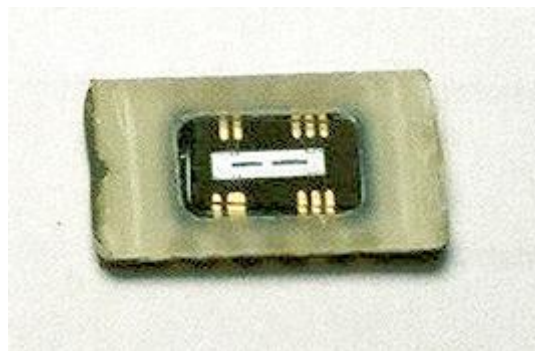
En guise de sujet plus réaliste, on va considérer un contraste clair/sombre. Dans la figure ci-dessous, la courbe B représente à la fois le profil de luminosité du sujet et celui recueilli sur les CCD lorsque l'image est correcte. Les deux autres courbes représentent encore une fois des mises au point décalées.



On voit que lorsque la mise au point se décale :

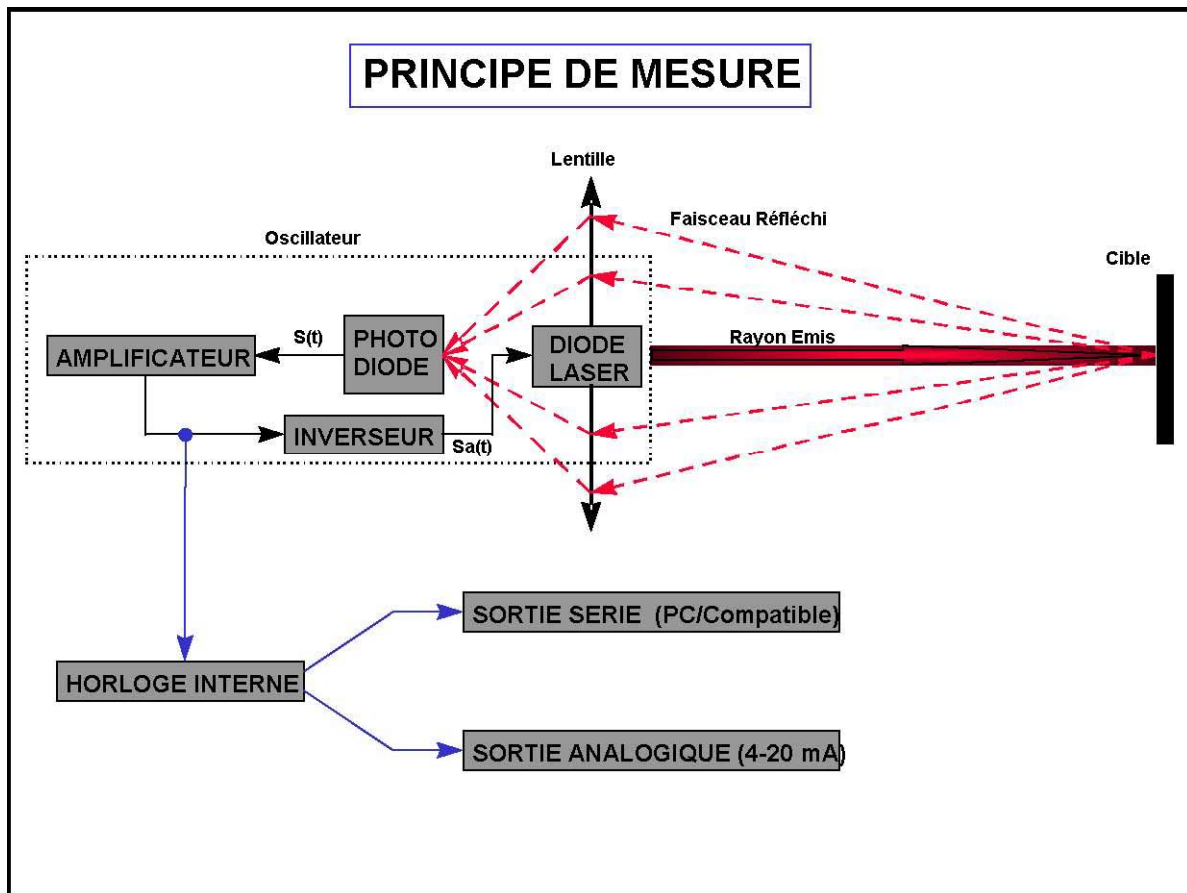
- la transition claire/sombre devient progressive, signe que l'image est floue
- il y a un décalage entre les images recueillies par les CCD
- le sens du décalage dépend du sens de l'erreur de mise au point.

Ainsi, pour un sujet non ponctuel les profils de luminosité recueillis par les capteurs sont quelconques, puisqu'ils correspondent simplement au profil de luminosité du sujet. Par contre, le fait que le décalage entre les deux images correspond à l'erreur de mise au point reste vrai quel que soit ce profil. Le travail de l'électronique va donc être de mesurer le décalage entre les deux courbes. Ce décalage est parfois appelé *différence de phase*, d'où le nom donné à ces systèmes de mise au point.



capteur ccd

### 3) Principe de fonctionnement d'un télémètre laser



La fraction du faisceau laser réfléchi par la cible est collectée par une lentille de Fresnel, puis focalisée sur une photodiode. Le signal électrique généré par la photodiode est alors amplifié, puis inversé afin de couper l'émission de la diode. Il est ensuite utilisé directement pour moduler l'émission de la diode laser. Cette configuration forme un oscillateur comprenant la diode laser asservie par l'inverse de son propre signal, et la cible.

La période d'oscillation (donc la fréquence des émissions laser) est liée au temps nécessaire au rayonnement pour effectuer le trajet aller-retour (capteur-cible), en plus de la durée nécessaire à l'amplification du signal de  $S(t)$   $S_a(t)$ . Les fréquences des basculements Emission / Attente sont de l'ordre de 20 Mhz pour des distances faibles et de 3 Mhz pour des distances de l'ordre de 15 mètres.

Cette technique de mesure non linéaire dépend de la puissance du signal et de la température interne du capteur. Des procédures de paramétrage du système permettent de s'affranchir de ces particularités. La distance séparant le capteur de la surface de la cible est alors convertie en une information ASCII ou binaire qui transite par une liaison série vers un PC/compatible, et/ou sous forme d'un courant proportionnel à cette distance (de 4 à 20 mA).

Jusqu'à présent je n'ai pas réussi à trouver de télémètre infrarouge ayant une puissance suffisante pour prendre des distances au-delà de 5m sans que le laser utilisé ne soit pas répertorié dans la classe 3C et considéré comme dangereux.