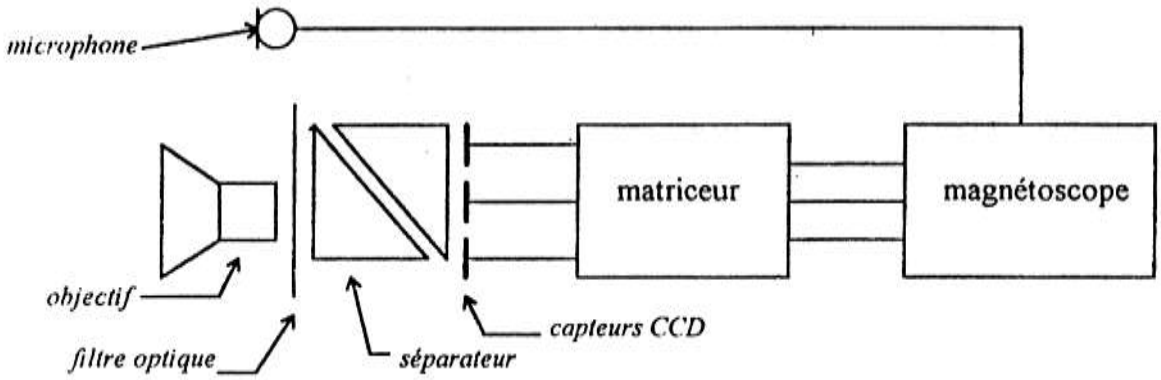
BTS Image 1996

PHYSIQUE APPLIQUÉE

Nous allons étudier le principe de captation d'une image vidéo et d'un son.
Le schéma de principe du système est le suivant



Il s'agit d'une caméra tri-CDD délivrant des signaux composantes (par exemple la caméra Sony DXC 325) à un magnétoscope de type Bétacam SP permettant d'enregistrer à la fois un son de manière analogique et numérique (par exemple le magnétoscope BVW 85).
On veut filmer une statuette blanche éclairée par la lumière du jour dans un musée et enregistrer le commentaire du conservateur.

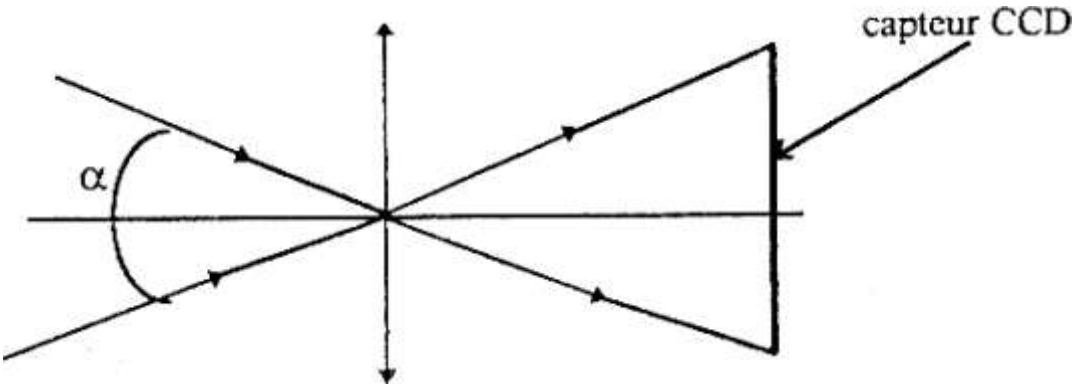
I - Objectif de la caméra :

Nous allons étudier le principe de cet objectif en nous basant sur deux modèles très simplifiés.

I.1 - Objectif à 1 lentille

Nous supposons que l'objectif ne comporte qu'une seule lentille convergente, de distance focale f = 150 mm.
Les capteurs CCD de la caméra sont rectangulaires, de dimensions 8,8 mm x 6,6 mm (format 2/3")

I.1.a - Calculer la diagonale du capteur et l'angle de champ en diagonale α de cet objectif en supposant que la mise au point est faite à l'infini.

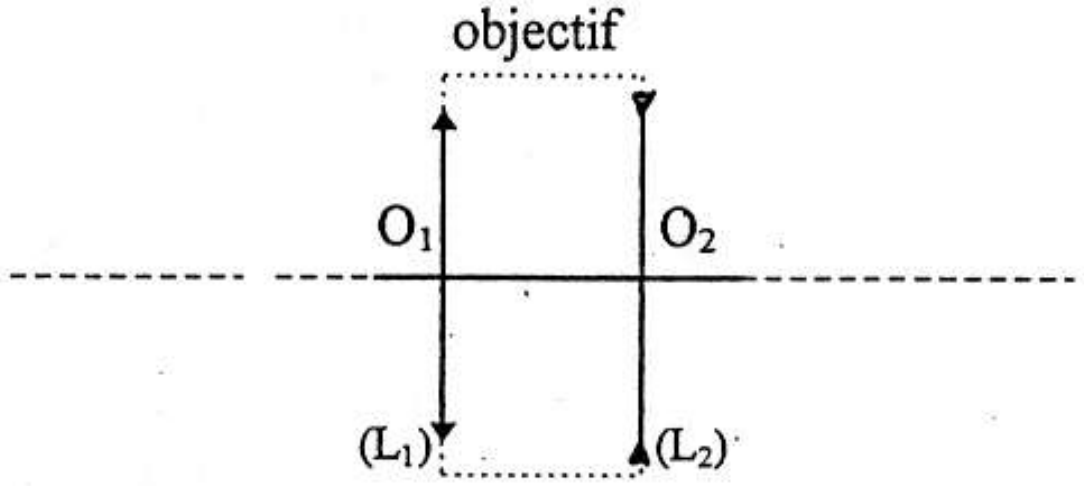


Réponse :
Diagonale du capteur : d = $\sqrt{(8,8^2+6,6^2)}$ = $\sqrt{(77,44 + 43,56}$ = ***11mm***
tg(α/2) = 5,5/150 = 0,036666 ; α ***= 4,2°***

I.1.b - Sachant que la statuette filmée est placée à une distance de 2,4 m de l'objectif et qu'elle mesure 10 cm de haut, calculer la distance à laquelle doit se trouver le capteur CCD du centre optique de la lentille et la taille de l'image de la statuette sur le capteur.
Réponse :
Appliquons la formule des points conjugués : 1/p'-1/p=1/f
1/p' = 1/f + 1/p = (p+f)/pf
p' = pf/(p+f) = (-2,4 x 0,150) / (-2,4 + 0,150)=-0,36/-2,25
p' = 0,160mm *(augmentation du tirage de 10mm)*
G = p'/p = 0,160/-2,40 = -0,066
taille statuette = 10cm, **son image = 6,6 mm**

I.1.c - Quel est l'encombrement e du système optique, c'est-à-dire la distance qui sépare l'entrée de l'objectif et le capteur CCD ?
Réponse :
En négligeant l'épaisseur de la lentille,
en position ∞ encombrement = 150mm
Avec le point à 2,4, encombrement =160mm.

I.2 - Objectif à 2 lentilles :
L'objectif étudié comporte maintenant deux lentilles minces, l'une convergente (L_1), l'autre divergente (L_2)



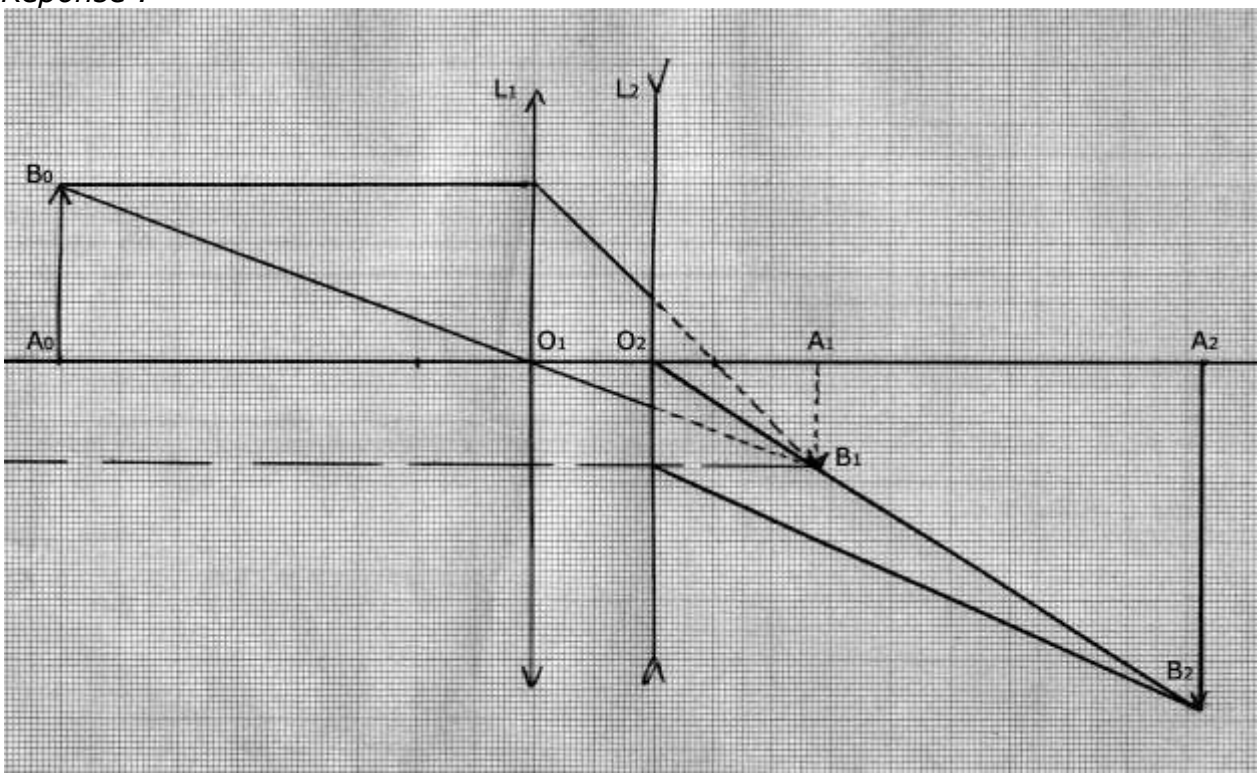
La distance qui sépare les 2 centres optiques et O_1O_2.

I.2.a - Pour étudier le principe de fonctionnement du système, nous allons supposer que l'objet, de hauteur A_0B_0 = 10 cm, se trouve à une distance de 40 cm de la lentille (L_1). La distance O_1O_2 est égale à 10 cm et les distances focales des deux lentilles sont f_1 = 15 cm et f_2 - 20 cm.

- Déterminer la position, la nature et la taille de l'image A_2B_2 donnée de l'objet A_0B_0 par les deux lentilles en construisant sur le papier millimétré différents rayons lumineux issus du point B_0.

On construira l'image A_1B_1 donnée de l'objet A_0B_0 par la première lentille, cette image intermédiaire jouant le rôle d'objet pour la 2ème lentille. L'échelle proposée pour la construction est 1/5 (1cm représente 5 cm).

Réponse :



I.2.b - En réalité, les données de l'étude sont les suivantes : les distances focales des deux lentilles sont f_1 = 61 mm et f_2 = - 36 mm. La distance O_1O_2 est égale à 4 cm. La statuette mesure 10 cm (A_0B_0 = 10 cm) et elle est placée à une distance de 2,35 m de la lentille d'entrée de l'objectif de la caméra.

- Calculer la distance séparant la lentille (L_2) du capteur, puis le grandissement. En déduire l'encombrement e du système et le comparer au résultat trouvé à la question I.1 c.
Conclure.

Réponse :

position de A_1 image de A_0 dans L_1 :

$p'1 = pf_1/(p+f_1)$ =(-2,35 x 0,061)/(-2,35 + 0,061)= 0,06262

O_1O_2 = 4cm ;

A_1B_1 est objet virtuel pour L_2

p_2 = 0,06262 – 0,04 = 0,02262

$p'_2 = p_2f_2/(p_2+f_2)$ = (0,02262 x -0,036)/(0,02262 – 0,036)= 0,06

Avec un objet A_0B_0, **la distance séparant la lentille (L_2) du capteur sera de 6 cm**

L'encombrement du système sera alors de 60 + 40 = 100 mm

Si nous comparons l'encombrement du système à deux lentilles (point à 2,35m) qui est de 100mm à celui du système à une lentille 160mm.

I.2.c - Calculer la distance focale f de la lentille équivalente à l'association des deux lentilles (L_1) et (L_2). Conclure.

Réponse :

Appliquons la formule de Gullstrandt ($C=C_1+C_2-eC_1C_2$).

16,4 – *27,77 – (0,04 x(16,4 x-27,77)*

C = +6,85

f =145mm

Le système à deux lentilles correspond à la formule du téléobjectif,

le système à une lentille correspond ici à la longue focale. Cet exercice démontre l'intérêt du téléobjectif dans son encombrement moindre. Cela nous permet d'avoir des objectifs plus compacts.

I.3 - Correction d'un défaut de lentille :

La vergence *c* d'une lentille est donnée par la relation suivante : $c = (n - 1) \bullet A$, dans laquelle *n* est l'indice du milieu transparent constituant la lentille et A une constante dont la valeur est fonction des rayons de courbure des faces de la lentille.

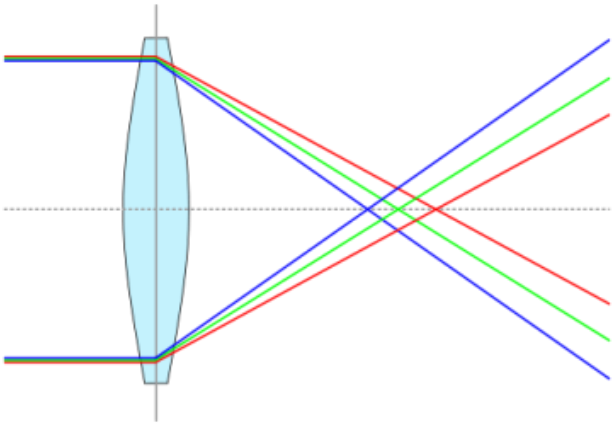
I.3.a - La lentille étudiée est fabriquée dans un verre "crown" dont l'indice varie avec la longueur d'onde de la lumière monochromatique qui le traverse

pour λ_R = 700 nm, on a $n_{C(R)}$ = 1,501
pour λ_v = 540 nm, on a $n_{C(v)}$ = 1,514
pour λ_B = 470 nm, on a $n_{C(B)}$ = 1,523
Pour cette lentille, la constante est : A = 12,97 m^{-1}.

- Calculer les distances focales f_R, f_v, f_B de cette lentille pour chaque lumière monochromatique. Comment appelle-t-on le défaut que nous venons de mette en évidence ?

Réponse :

C_R = ($n_{C(R)}$-1) x 12,97 = 6,49797 => f_R = 153,9 mm
C_V = ($n_{C(V)}$-1) x 12,97 = 6,66658 => f_V = 150 mm
C_B = ($n_{C(B)}$-1) x 12,97 = 6,78331 => f_B = 147,4 mm



L'indice de réfraction d'un milieu varie avec la fréquence de la lumière. C'est le phénomène de dispersion. Si la lumière, qui traverse l'instrument, contient des fréquences assez différentes les unes des autres, alors l'image globale pourra être altérée : c'est l'aberration chromatique.

1.3.b - Pour corriger ce défaut, il faut accoler deux lentilles, une fabriquée en verre "crown" et l'autre en verre "flint".

On connaît les indices $n_{C(R)}$, $n_{C(V)}$, $n_{C(B)}$ du verre "crown" pour les longueurs d'ondes λ_R, λ_V , λ_B (question I.3 a) et on donne les indices $n_{F(R)}$, $n_{F(V)}$, $n_{F(B)}$ du verre "flint" pour les mêmes longueurs d'ondes •

pour λ_R = 700 nm, on a $n_{F(R)}$ = 1,603
pour λ_v = 540 nm, on a $n_{F(V)}$ = 1,646
pour λ_B = 470 nm, on a $n_{F(B)}$ = 1,680

On sait de plus que la distance focale de l'ensemble formé par les deux lentilles accolées est *f* = 150 mm pour les deux lumières définies par λ_R et λ_B.

- Calculer les valeurs A_c et A_F de la constante A pour chacune des deux lentilles accolées. En déduire la nature de ces deux lentilles.

Réponse :
Remplaçons la lentille vue précédemment par un doublet accolé.
Vergence du doublet accolé :
$C = C_C + C_F$;
Pour la lumière de longueur d'onde rouge λ_R *:*
$C_R = (0{,}501 \times A_C) + (0{,}603 \times A_F)$
Pour la lumière de longueur d'onde bleue λ_B *:*
$C_B = (0{,}523 \times A_C) + (0{,}680 \times A_F)$
Nous désirons $C_R = C_B = 6{,}6666$ *dioptries (1/0,150)*
Donc l'égalité suivante doit être vérifiée :
$(0{,}501 \times A_C) + (0{,}603 \times A_F) = (0{,}523 \times A_C) + (0{,}680 \times A_F)$
$(0{,}501 \times A_C) - (0{,}523 \times A_C) = (0{,}680 \times A_F) - (0{,}603 \times A_F)$
$-0{,}022\ A_C = 0{,}077\ A_F$
$A_C = (0{,}077/-0{,}022)\ A_F = -3{,}5\ A_F$
En reprenant $C_R = (0{,}501 \times A_C) + (0{,}603 \times A_F)$ *avec* $C_R = 6{,}666$
$6{,}666 = (0{,}501 \times (-3{,}5A_F) + (0{,}603A_F)$
$6{,}666 = (-1{,}7535A_F) + (0{,}603A_F) = -1{,}1505A_F$;
$\boldsymbol{A_F = -5{,}794}$ *;* $A_C = -3{,}5\ A_F$ *donc* $\boldsymbol{A_C = 20{,}279}$.

Reprenons les formules
$C_C = (n_C - 1) \bullet 20{,}279$ *et* $C_F = (n_F - 1) \bullet -5{,}794$
n_C *et* n_F *ont nécessairement des valeurs positives donc la vergence* C_C *est positive,* ***la lentille en crown est convergente*** *et la vergence* C_F *est négative,* ***la lentille en flint est divergente.***

- Calculer alors la distance focale de l'ensemble formé par les deux lentilles accolées pour la lumière de longueur d'onde λ_v. Le défaut constaté à la question I.3 a est-il corrigé ?

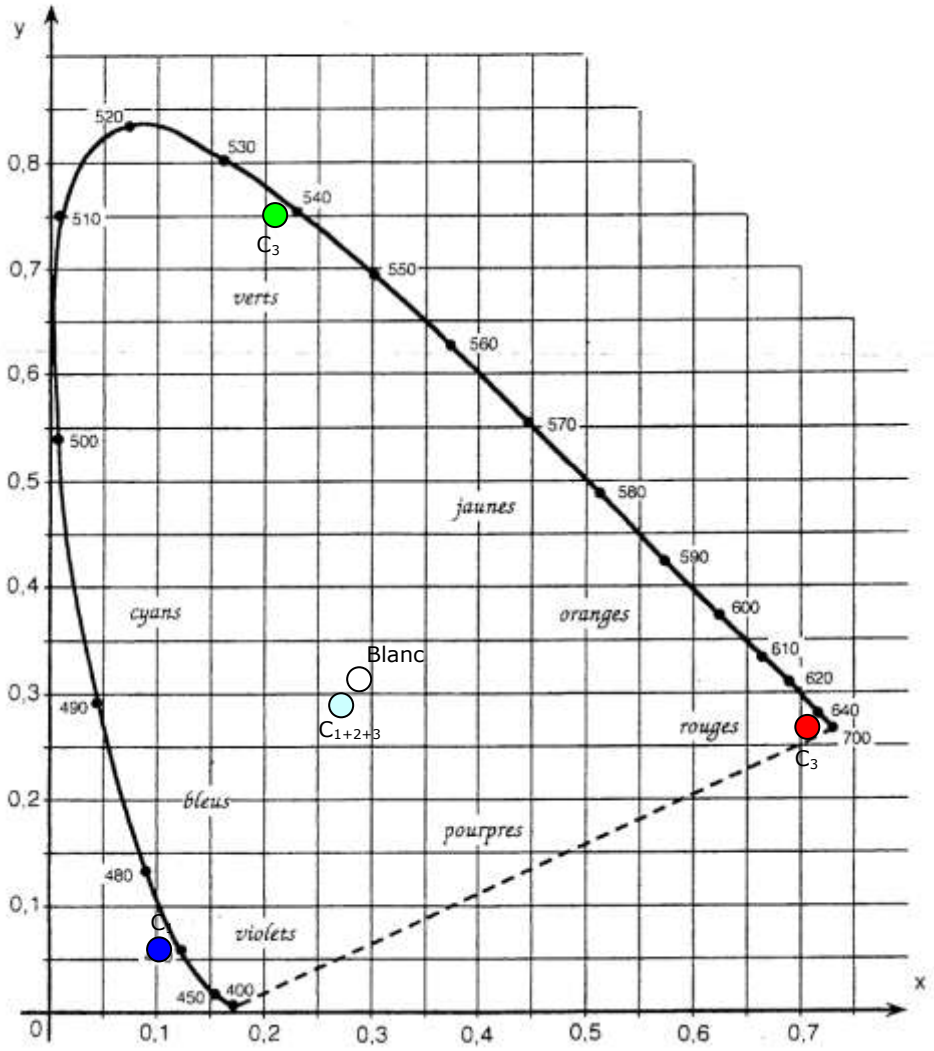
Réponse :
Calculons la vergence du doublet accolé pour la lumière verte de longueur d'onde λ_v *:*
$C\ \lambda_v = (0{,}514 \times 20{,}279) + (0{,}646 \times -5{,}794)$
$C\ \lambda_v = 10{,}4234 - 3{,}742924$
$C\ \lambda_v = 6{,}68$ *dioptries*
$\boldsymbol{f\ \lambda_v = 149{,}70\ mm}$
Les rayons de longueur d'onde λ_R, λ_v *et* λ_B *convergent pratiquement au même point. L'aberration chromatique constatée dans la première lentille a été corrigé par le doublet de longueur focale équivalente.*

II Colorimétrie :

On considère que la lumière qui traverse l'objectif de la caméra est composée de trois lumières monochromatiques rouge, verte, bleue.
Les longueurs d'onde de ces radiations sont respectivement
λ_R = 700 nm, λ_V = 540 nm, λ_B = 470 nm et leurs luminances
Y_R = 6,84 cd.m^{-2}, Y_V = 22,60 cd.m^{-2}, Y_B = 3,54 cd.m^{-2}.

II.1 - Placer les trois lumières monochromatiques sur le diagramme de chromaticité fourni et en déduire leurs coordonnées trichromatiques.

Document réponse N°2



Réponse :
Sur le diagramme de la CIE, les coordonnées de ces points sont :

$C_1 \begin{cases} x_1=0,12 \\ y_1=0,06 \end{cases}$ $C_2 \begin{cases} x_2=0,23 \\ y_2=0,755 \end{cases}$ et $C_3 \begin{cases} x_3=0,73 \\ y_3=0,27 \end{cases}$

II.2 - Déterminer les coordonnées de la lumière résultante du mélange des trois lumières monochromatiques.
Comparer le résultat obtenu avec les coordonnées trichromatiques du blanc de référence : x = 0,310 et y = 0,316.

Réponse :

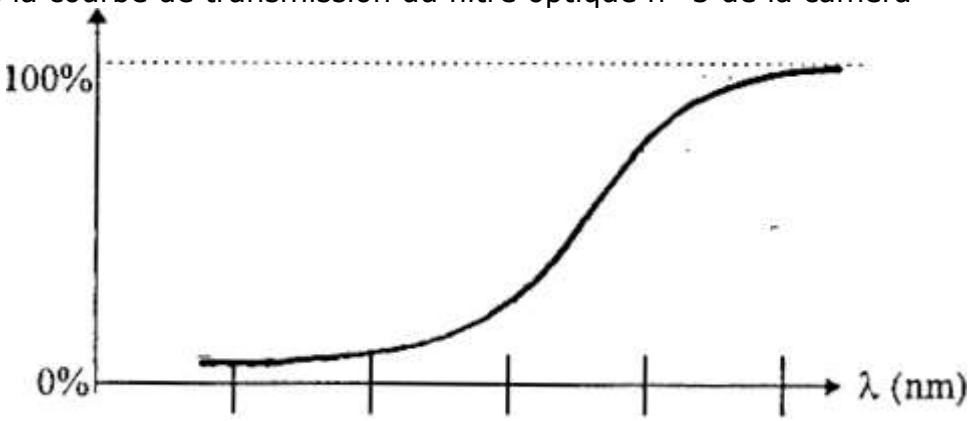
$z=1-x-y$	$z_1=$	0,82	$z_2=$	0,015	$z_3=$	0,005
	$Y_1/y_1=$	59	$Y_2/y_2=$	29,9	$Y_3/y_3=$	25,8
$X=x\ (Y/y)$	$X_1=$	7,08	$X_2=$	6,88	$X_3=$	18,84
$Z=z\ (Y/y)$	$Z_1=$	48,38	$Z_2=$	0,45	$Z_3=$	0,13
		$X_{123} = X_1+X_2+X_3 =$	32,8		$\boldsymbol{x_{123}} = X_{123}/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123}) =$	**0,29**
	$\boldsymbol{S_{1+2+3}}$	$Y_{123} = Y_1+Y_2+Y_3 =$	**32,98**		$\boldsymbol{y_{123}} = Y_{123}/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123}) =$	**0,29**
		$Z_{123} = Z_1+Z_2+Z_3 =$	48,96		$z_{123} = Z_{123}/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123}) =$	0,43

Sur le diagramme de la CIE, les coordonnées du mélange $\boldsymbol{S_{1+2+3}}$ *sont :* ***x = 0,29 et y = 0,29***
Les coordonnées de cette couleur résultant du mélange ne sont pas confondues avec le blanc de référence. Cette couleur S_{1+2+3} *serait très légèrement plus froide.*

II.3 - Quelle est la luminance du mélange des trois lumières monochromatiques ?
Réponse :
La luminance du mélange $\boldsymbol{Y_{1+2+3}}$ *est égale à* $Y_1+Y_2+Y_3$ *soit* ***32,98 cd/m²***

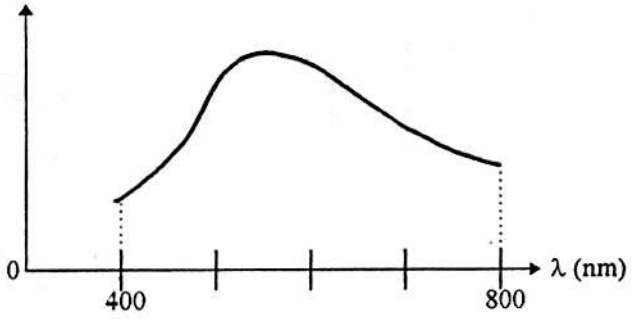
III Filtre de conversion :

On donne la courbe de transmission du filtre optique n° 3 de la caméra



III.1 - Ce filtre réalise la conversion 5 600 K -> 3 200 K. Que représentent ces chiffres ?
Réponse :
K est l'unité de la température de couleur pour Kelvin. 5500K représente la température de couleur d'un corps noir chauffé à 5500K. C'est la température de couleur du soleil donc la température de couleur de la lumière du jour. 3200K est la température de couleur d'un corps noir chauffé à 3200K. Le tungstène fond aux alentours de 3700K, c'est la raison pour laquelle, on ne peut pas chauffer à plus de 3200K ce métal. C'est la température de couleur des projecteurs de studio munis de lampes à incandescence.

III.2 - La courbe de densité spectrale d'énergie de la lumière incidente en fonction de sa longueur d'onde dans le vide à l'allure suivante :

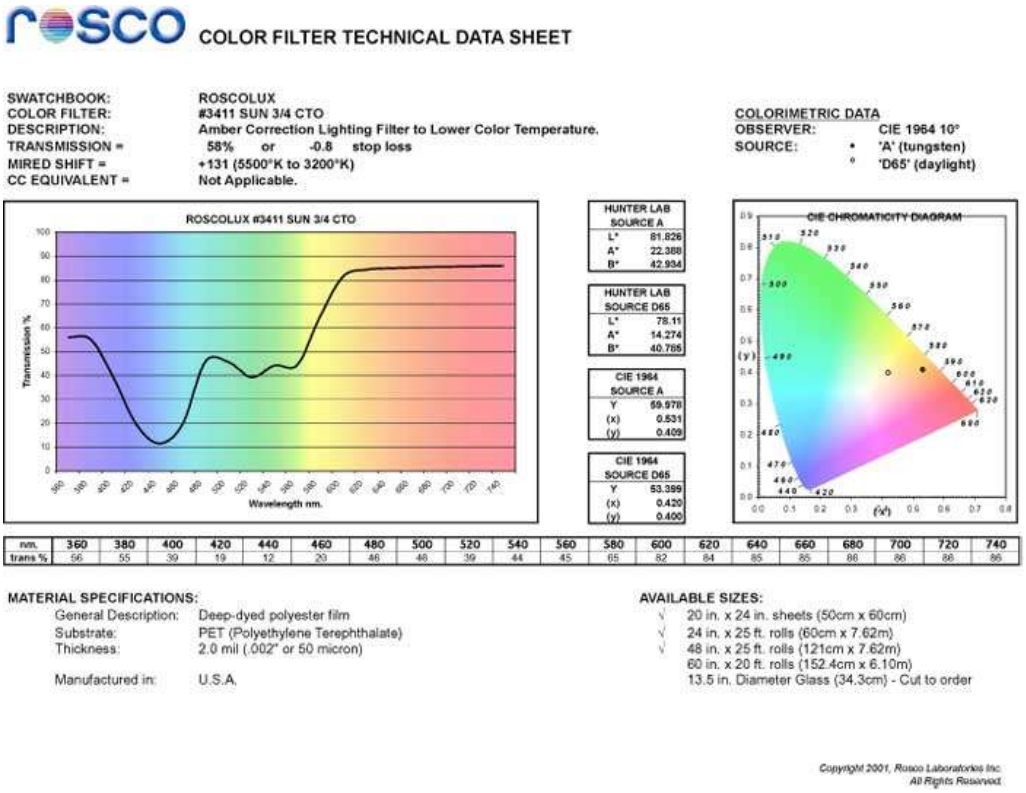


- Tracer l'allure de la courbe de densité spectrale d'énergie de la lumière émergeant du filtre.

  Réponse :

  La courbe en III.2 est typique d'une courbe de répartition spectrale d'une source incandescente à 5500K. Filtrer cette lumière par le filtre n°3 de la caméra revient à multiplier chacune des longueurs d'onde par la transmission indiquée par la courbe de transmission du filtre.

  Voici la courbe de transmission du filtre Rosco ¾ CTO qui convertit une température de couleur de 5500K en 3200K :



rosco COLOR FILTER TECHNICAL DATA SHEET

SWATCHBOOK: ROSCOLUX
COLOR FILTER: #3411 SUN 3/4 CTO
DESCRIPTION: Amber Correction Lighting Filter to Lower Color Temperature.
TRANSMISSION = 58% or -0.8 stop loss
MIRED SHIFT = +131 (5500°K to 3200°K)
CC EQUIVALENT = Not Applicable.

COLORIMETRIC DATA
OBSERVER: CIE 1964 10°
SOURCE: * 'A' (tungsten)
° 'D65' (daylight)

ROSCOLUX #3411 SUN 3/4 CTO

Transmission %

Wavelength nm.

HUNTER LAB SOURCE A	
L*	81.826
A*	22.388
B*	42.934
HUNTER LAB SOURCE D65	
L*	78.11
A*	14.274
B*	40.765
CIE 1964 SOURCE A	
Y	59.978
(x)	0.531
(y)	0.409
CIE 1964 SOURCE D65	
Y	53.399
(x)	0.420
(y)	0.400

CIE CHROMATICITY DIAGRAM

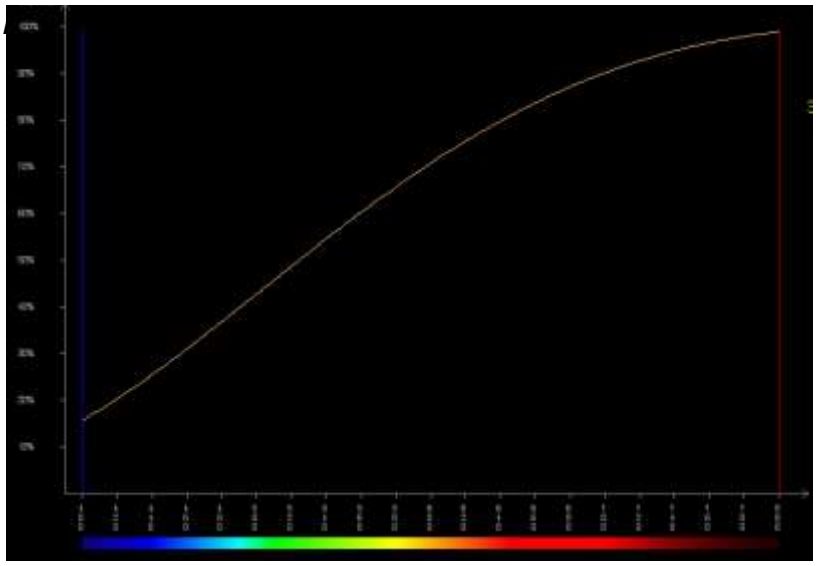
nm.	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740
trans %	56	55	39	19	12	20	46	46	39	44	45	65	82	84	85	85	86	86	86	86

MATERIAL SPECIFICATIONS:
General Description: Deep-dyed polyester film
Substrate: PET (Polyethylene Terephthalate)
Thickness: 2.0 mil (.002" or 50 micron)
Manufactured in: U.S.A.

AVAILABLE SIZES:
√ 20 in. x 24 in. sheets (50cm x 60cm)
√ 24 in. x 25 ft. rolls (60cm x 7.62m)
√ 48 in. x 25 ft. rolls (121cm x 7.62m)
60 in. x 20 ft. rolls (152.4cm x 6.10m)
13.5 in. Diameter Glass (34.3cm) - Cut to order

Copyright 2001, Rosco Laboratories Inc.
All Rights Reserved.

–



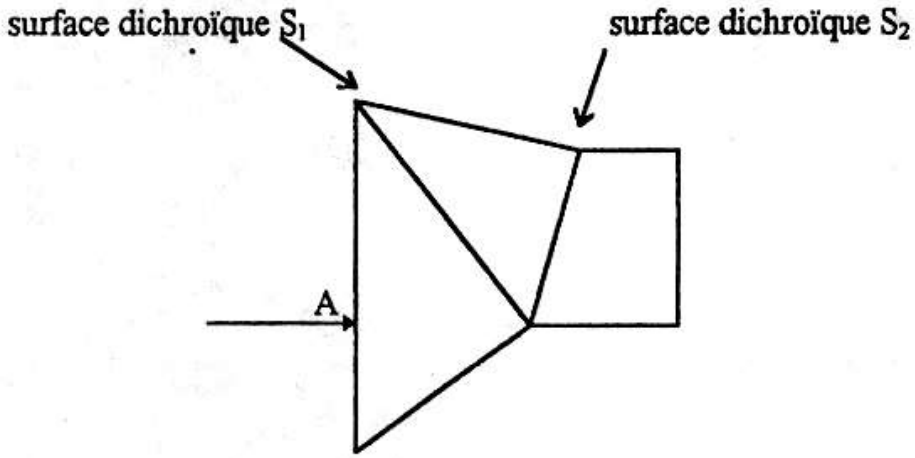
Quelle va être la teinte approximative de cette lumière (justifier votre réponse) ?

Réponse :

La lumière du jour filtrée avec le filtre n°3 du barillet sera équilibrée à 3200K. Analysée à la lumière du jour, la teinte paraitra jaune-orangée ou saumon. Bien entendu, sous un éclairage à 3200K, cette lumière paraitra neutre.

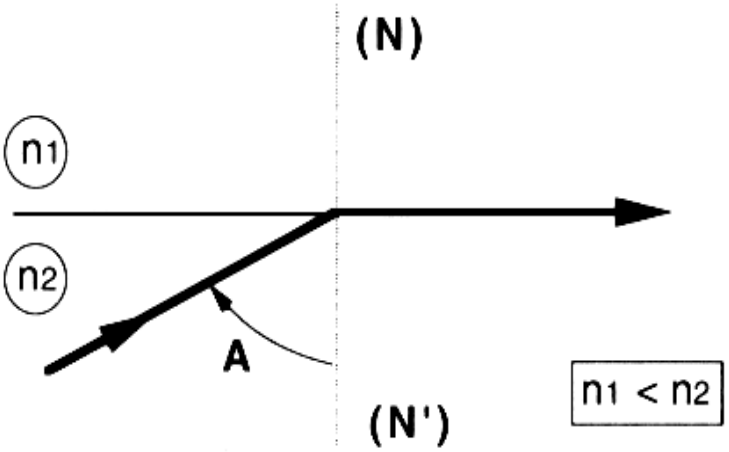
IV - Séparateur dichroïque :

Le système représenté ci-dessous illustre le principe de réalisation d'un filtre séparateur. Ce filtre est fabriqué dans un verre d'indice n = 1,6. Il contient deux surfaces dichroïques, notées S_1 et S_2, qui permettent de séparer les couleurs primaires. Ce séparateur est placé dans l'air d'indice n = 1,0.



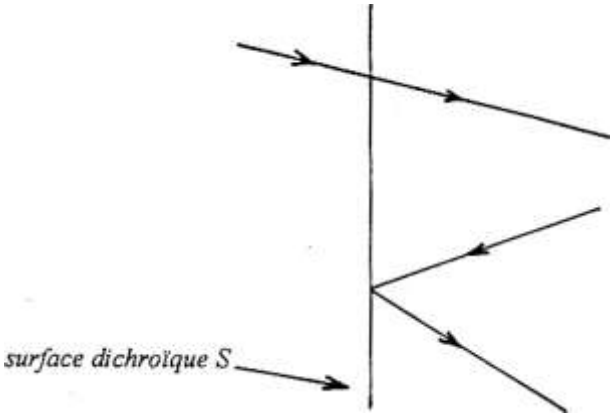
Nous allons supposer que la lumière incidente est composée de trois lumières monochromatiques de longueurs d'onde λ_R 700 nm, λ_V = 540 nm, λ_B = 470 nm, et que l'indice du verre utilisé ne dépend pas de la longueur d'onde de la lumière qui le traverse.

IV.1 - Donner l'expression littérale puis la valeur numérique de l'angle d'incidence maximal au-delà duquel le passage de la lumière du verre d'indice n = 1,6 à l'air est impossible.
Réponse :



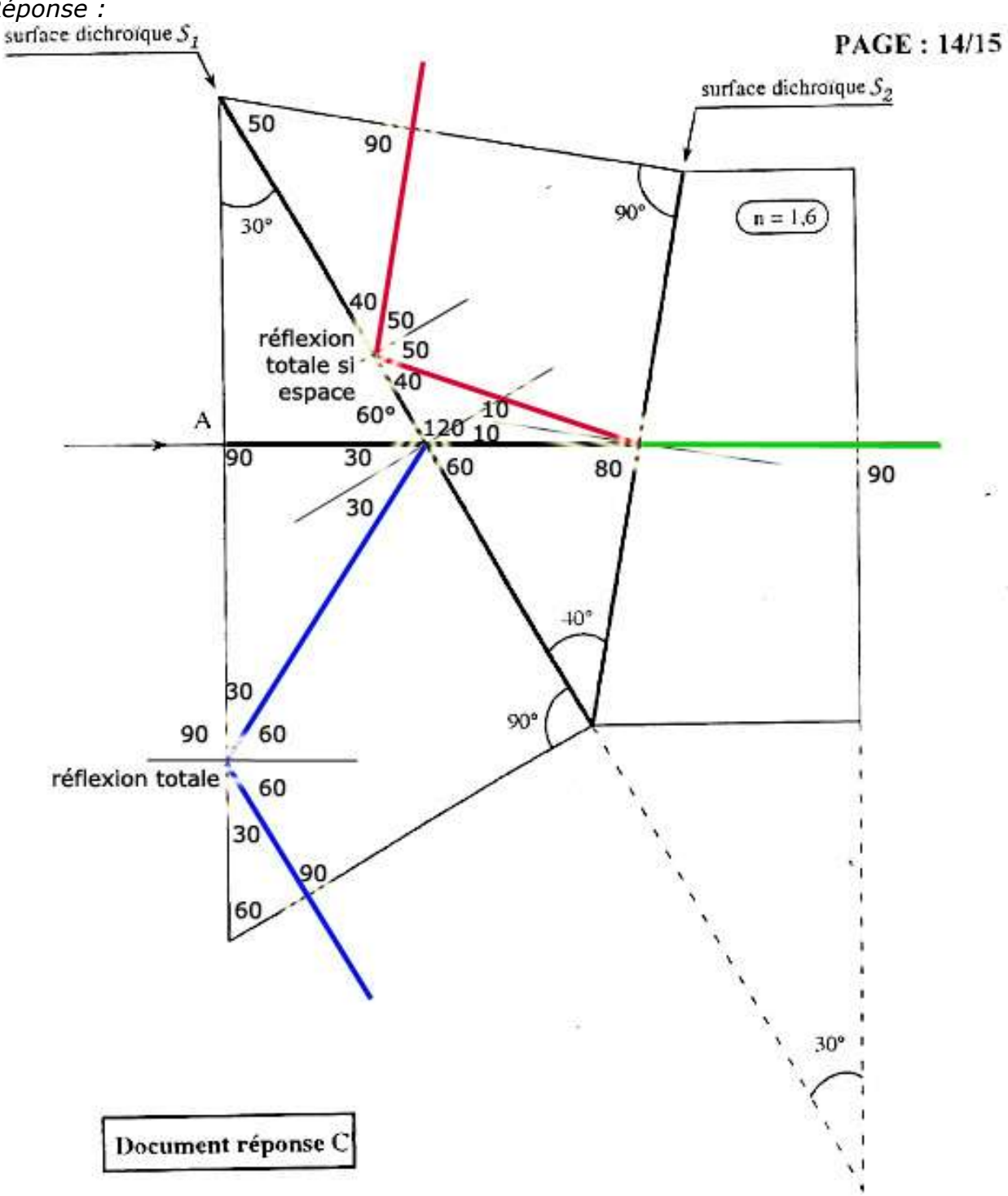
Il existe un angle A tel que le rayon lumineux en provenance du milieu n_2 soit rasant à la surface de séparation.
L'angle limite A dépend des milieux, c'est à dire des indices de réfraction, et également des longueurs d'ondes utilisées.
La relation de Descartes donne :
n_1 . sin 90° = n_2 . sin A (avec n_1 = 1)
sin A = 1/n_2 *=> sin A = 1/1,6 = 0,625 => **A = 38,68°***

IV.2 - On suppose que les surfaces dichroïques qui se trouvent à l'intérieur du séparateur ne dévient pas la lumière transmise si elle se propage de la gauche vers la droite et qu'elles la réfléchissent si elle se propage de la droite vers la gauche.

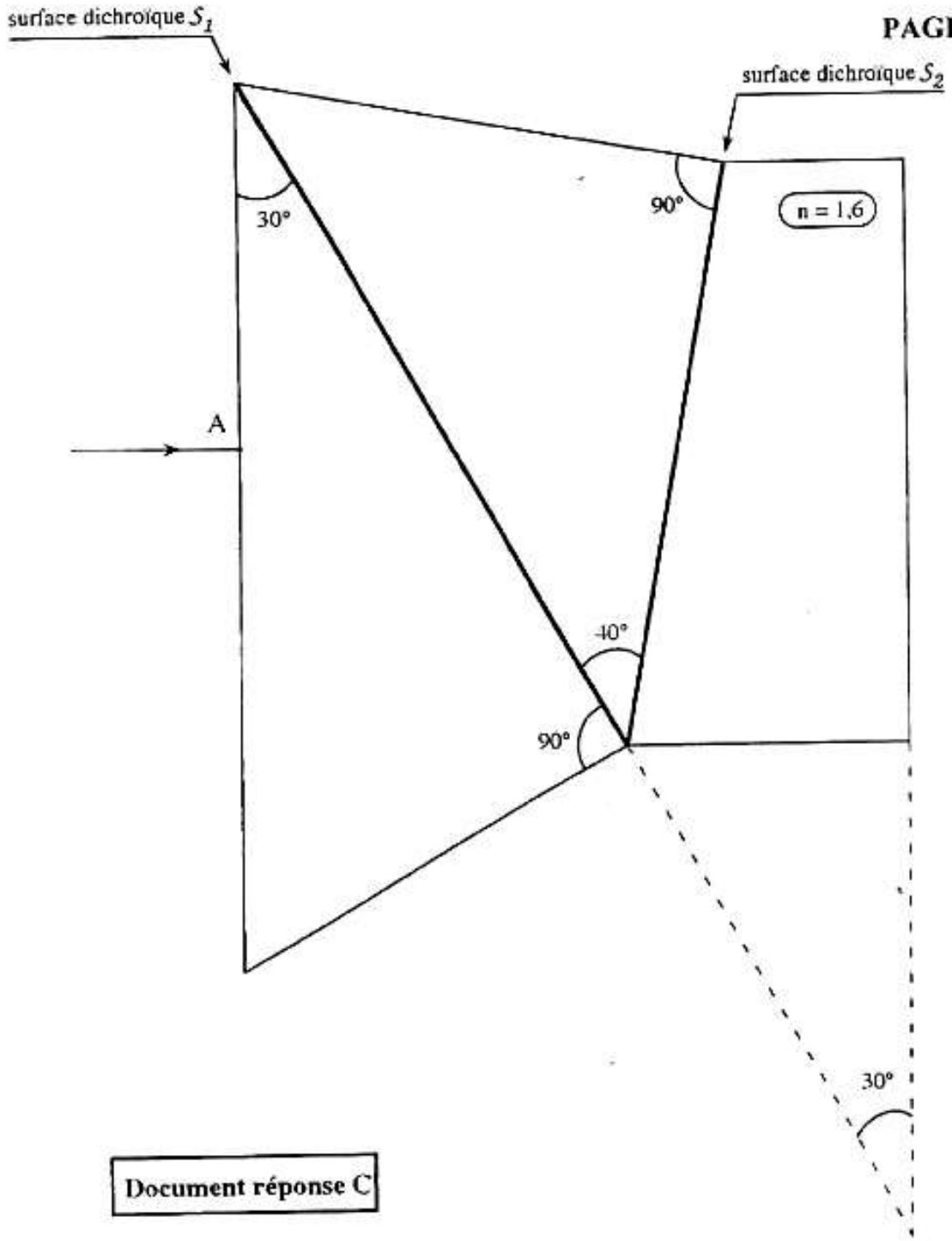


La surface S_1 réfléchit la lumière bleue et la surface S_2 réfléchit la lumière rouge.
En notant A, B, C… les différents points du séparateur où les rayons lumineux changent de direction, tracer sur le document réponse C le cheminement des trois lumières rouge, verte et bleue au travers du séparateur en supposant que le rayon incident arrive perpendiculairement à la face d'entrée du séparateur *(on justifiera <u>toutes</u> les valeurs d'angle et les changements de direction des rayons lumineux).*

Réponse :

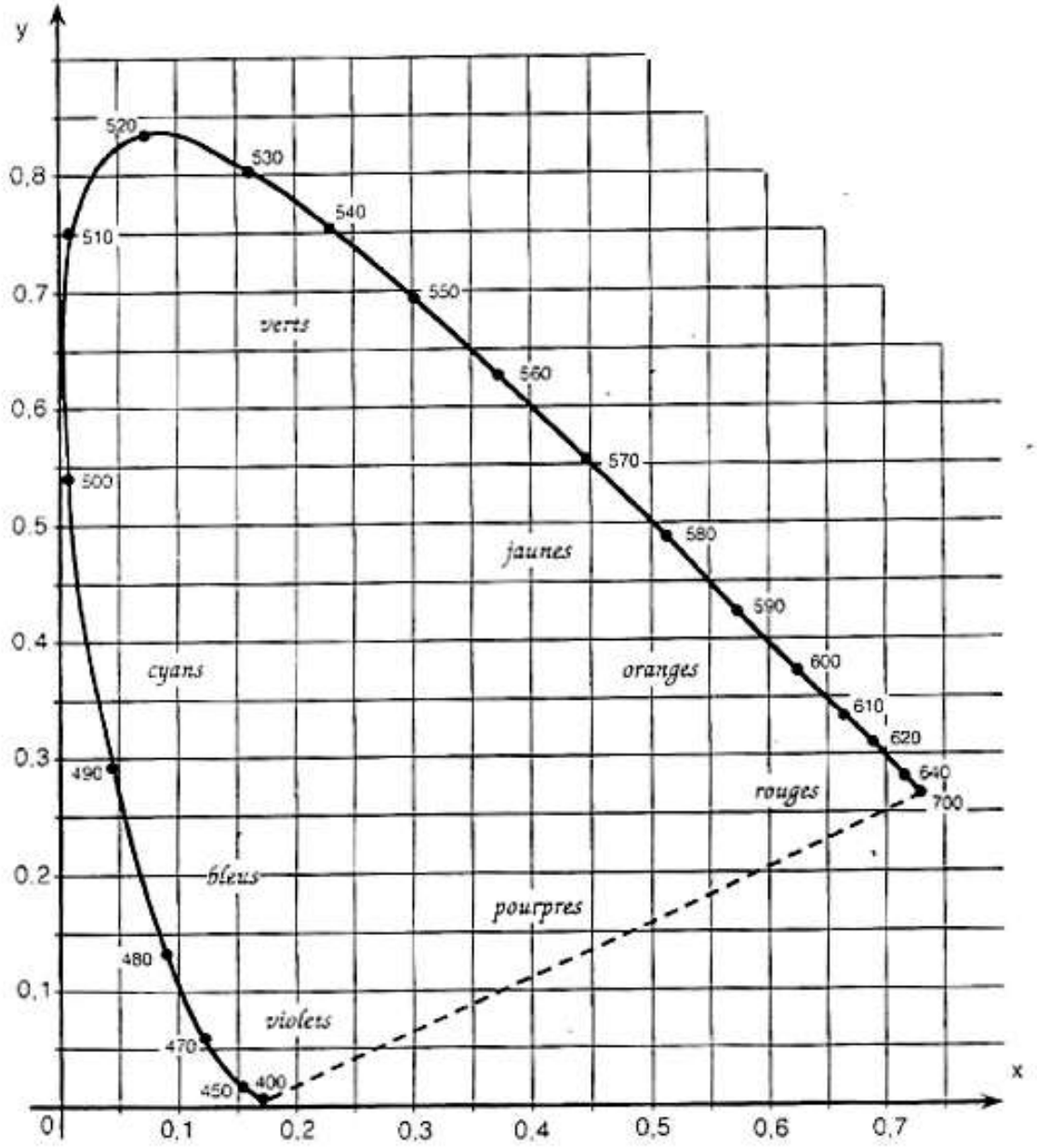


La somme des angles d'un triangle fait 180°, et l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence. A partir de là, les calculs sont simples.
L'angle d'incidence du rayon bleu étant de 60°, c'est-à-dire supérieur à l'angle de réfraction limite, il y a réflexion totale.
S'il y a un espace, même faible, entre les deux faces du prisme, il y aura réflexion totale puisque l'angle d'incidence du rayon rouge est de 50°, c'est-à-dire supérieur à l'angle de réfraction limite.



Document réponse C

Document réponse B



TECHNOLOGIE DES EQUIPEMENTS ET DES SUPPORTS

Pour le centenaire du cinéma, une chaîne de télévision organise une soirée qui débute par un reportage sur le tournage d'un long métrage, et qui se poursuit par un débat réunissant diverses personnalités du milieu audiovisuel et cinématographique.

Matériel utilisé pour le long métrage:
La prise de vues de ce long métrage est effectuée avec une caméra Aaton 35, au format 35 mm. L'éclairage des scènes nécessite l'utilisation de différents types de projecteurs.
La prise de son est enregistrée sur un magnétophone Nagra IV S, auxquels différents types de microphones peuvent être raccordés.

Matériel utilisé pour le reportage
Le reportage est réalisé avec les équipements suivants:

- caméra Bétacam SP BVW 300 P
- microphones
- projecteurs
- banc de montage cut U-Matic
- banc de montage Béta SP 3 machines
- mélangeur audio
- sources audio diverses
- générateur d'effets vidéo composantes
- générateur d'effets audio analogiques.

Débat.

- plateau de télévision multicaméras composantes.

1/ L'opérateur de prises de vues vidéo effectue avant sa prise de vues, la balance des blancs.

- -Quel est le but de ce réglage ?
  Réponse :
  La balance des blancs a pour but d'adapter l'équilibrage colorimétrique de la caméra à la température de couleur de la lumière de la scène à filmer.
- -Ce réglage existe-t-il sur une caméra film ?
  (Justifier succinctement votre réponse).
  Réponse :
  Ce réglage n'existe pas sur une caméra film. Il existe deux types de négatif équilibrés soit pour une température de couleur de 3200K soit 5500K. Le laboratoire ne peut pas modifier une dominante sur le négatif par le développement. Il reste à l'opérateur d'installer sur la caméra le filtre de correction approprié lors de la prise de vues. Le laboratoire pourra corriger une légère dominante à l'étalonnage lors du tirage sur positif.

2/ L'opérateur de prise de vues film (caméra 35), passe du diaphragme f 8 à f 5.6.

- Quel est le rôle du diaphragme ?
  Réponse :
  Un diaphragme d'ouverture limite l'éclairement du capteur. Il est essentiellement dimensionné pour assurer le niveau d'éclairement voulu en fonction de la sensibilité du capteur.

- Quelles sont les influences sur l'image de passer de f. 8 à f. 5.6 ?
  (Les conditions d'éclairage étant inchangées)

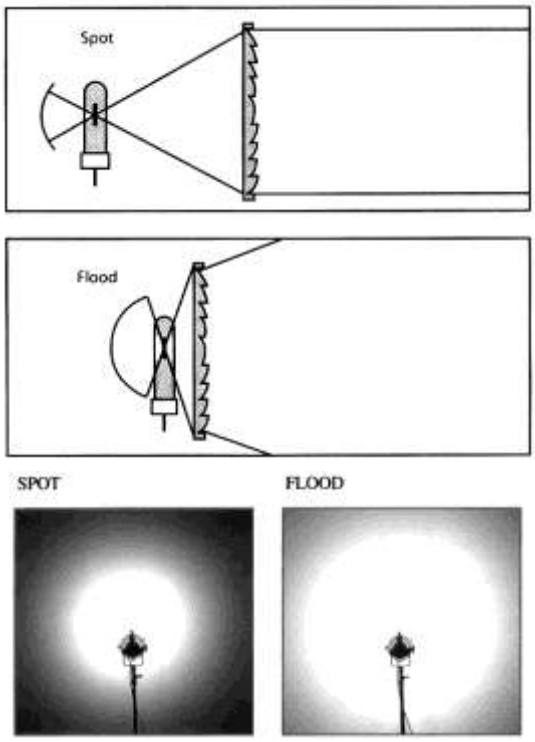
Réponse :
Principalement, le négatif sera plus dense donc l'image positive sera plus claire et la profondeur de champ réduite de √2.

Des prises de vues du long métrage s'effectuent en intérieur, avec un éclairage supplémentaire apporté par des projecteurs. Les caractéristiques de l'un d'eux sont présentées par le document 1

1.1 Expliciter les caractéristiques « 50 % angle de faisceau » et « 10% angle de champs »
Réponse :
Ces caractéristiques font référence aux termes anglais beam pour faisceau et field pour champ. L'intensité lumineuse d'un faisceau de lumière fourni par un projecteur est à son maximum au centre et décroit vers la périphérie.

- *L'indication 50% angle de faisceau indique l'angle dans lequel l'intensité à la périphérie du faisceau correspond à 50% de l'intensité centrale.*
- *10% angle de champs correspond à l'angle du faisceau de lumière dans lequel l'intensité à la périphérie du faisceau correspond à 10% le l'intensité centrale.*

1.2 Représenter simplement le principe utilisé par ce type de projecteur pour obtenir les positions « flood » et « spot ».
Réponse
Nous avons ici un projecteur muni d'une lentille de Fresnel. Ce projecteur est focalisable, c'est-à-dire que l'on peut modifier la distance de la lampe au projecteur. Nous obtiendrons la position spot en éloignant la lampe de la lentille et la position flood en l'approchant.

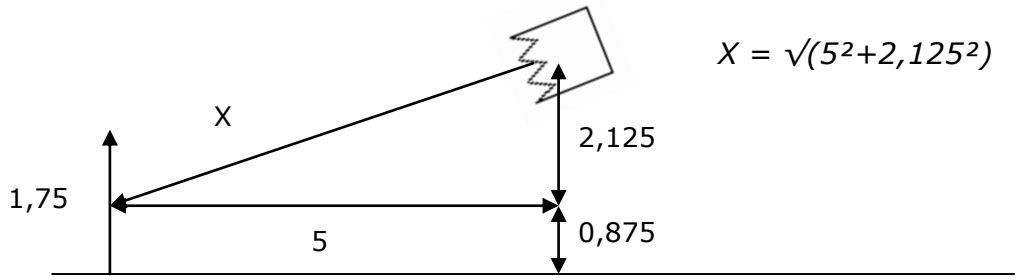


Ce projecteur, en position spot, est placé dans l'axe du sujet à une distance de 5 mètres et à une hauteur de 3 mètres. (La hauteur du sujet est 1,75 m)

2.1 A l'aide du document 1, calculer la valeur de l'éclairement donné par ce projecteur sur le sujet.

Réponse :

Pour trouver la distance du projecteur au centre du sujet, faisons un schéma :



X = √(5²+2,125²)

à 5,43m, le graphique nous indique en position spot environ 5000 lux

2.2 On appose sur ce projecteur un filtre référencé ND 3. Que signifie cette référence?

Réponse :

*ND3 signifie Neutral Density 0,3**. C'est un filtre gris neutre de densité 0,3** c'est-à-dire d'opacité 2 (0,3 = log(2)) ou de transparence ½, l'opacité étant l'inverse de la transparence.*

2.3 Calculer la valeur de l'éclairement avec ce filtre ?

Réponse :

Le filtre ND3 ne laisse passer que 50% de la lumière, donc l'éclairement sera de 2500 lux.

Pour une scène extérieure, vous utilisez 7 projecteurs de 1200 Watts de type HMI. Sur la documentation constructeur figure l'indication Cos α 0,85 (facteur de puissance) pour chaque projecteurs.
Vous disposez d'une installation pouvant fournir 7,250 KVA.

3.1 Combien de projecteurs pouvez-vous brancher ?

Réponse :

La puissance active ou réelle de chaque projecteur est de 1200W.
La puissance apparente de 1200/0,85 = 1400 W
Nous ne pourrons donc utiliser que 5 projecteurs (5x 1400).

3.2 A l'aide du document 7 encadrer le circuit qui corrige le facteur de puissance.

Réponse :

L'amélioration du Cosinus Phi doit passer par l'installation d'un moyen de compensation qui constitue la solution la plus efficace : très généralement une ou plusieurs batteries de condensateurs (Véritable générateur d'énergie réactive : I en avance de 90° sur U réseau)

La pellicule utilisée, référencée XT 100, est présentée au document 2. Pour une scène tournée en extérieur à 5500 K un filtre série 85 B (doc 3) est associé à l'objectif.

4.1 Justifier l'utilisation de ce filtre ?

Réponse :

La pellicule XT100 est équilibrée pour une température de couleur de 3200K. En extérieur, à 5500K, il faut donc installer sur la caméra un filtre correcteur.

La température souhaitée T_2 est 3200K. La température de couleur ambiante est 5500K.

La correction en mired sera :

$10^6 = (1/T_2 - 1/T_1) = 312 - 181 = +131$ Mired qui correspond à la correction d'un filtre Wratten 85B.

4.2 Comparer les densités des filtres 85 B et 85 N6 pour la longueur d'onde de 500 nm. Dans quelle situation utiliserez-vous l'un ou l'autre ?

Réponse :

*Le filtre 85N6 est un filtre composé d'un filtre Wratten 85 et d'un filtre ND6. ND6 signifie Neutral Density 0,6**. C'est un filtre gris neutre de densité 0,6** c'est-à-dire d'opacité 4 (0,6 = log(4)) ou de transparence ¼ l'opacité étant l'inverse de la transparence.*

Sur le document des filtres Wratten, pour la longueur d'onde de 500nm, nous avons 0,4 de densité pour le filtre 85B et 0,92 pour le filtre 85N6. Il y a donc une différence de densité de 0,52 entre les deux filtres pour cette longueur d'onde. 0,52 de densité correspond à un écart de 1,75 de diaph.

$O = 10^{0,52} = 3,31$ => Ecart en diaph = $\log_2(3,31) \approx 1,75$.

On utilisera l'un et l'autre en extérieur jour, le 85B lorsque l'intensité lumineuse est faible ou que l'on veuille travailler avec une grande profondeur de champ. On utilisera le filtre 85N6 lorsque la lumière ambiante sera plus forte ou que l'on veuille réduire la profondeur de champ de moitié.

Remarque : si vous faites bien attention à la lecture des courbes de transmission des filtres, vous noterez que les filtres 85, 85N3, 85N6 et 85N9 ont des courbes de transmission parallèles avec des écarts de 0,3 en densité.

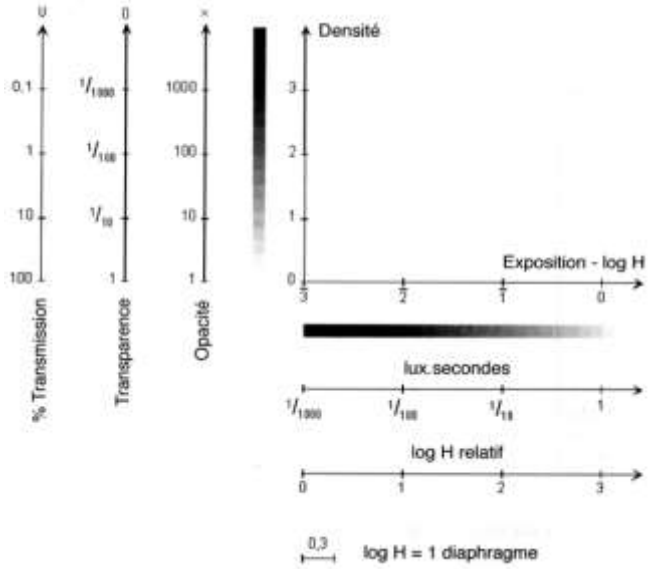
Le document 2 présente la courbe sensitométrique du film.

5.1 Quelles sont les grandeurs indiquées sur l'axe des abscisses et des ordonnées.

Réponse :

Sur l'axe des abscisses, les grandeurs correspondent aux logarithmes de l'exposition lumineuse (log H), H étant exprimé en lux●s.

Sur l'axe des ordonnées, les grandeurs indiquent la densité du film après développement (log O ou log 1/T) correspondant à l'exposition lumineuse du négatif argentique.



L'axe des expositions lumineuses *est, par commodité, numéroté de 1 à 21, représentant ainsi les 21 étapes d'exposition d'une matrice ayant une progression logarithmique de 0,15, soit entre la 1ère et la 21ème un facteur allant de*

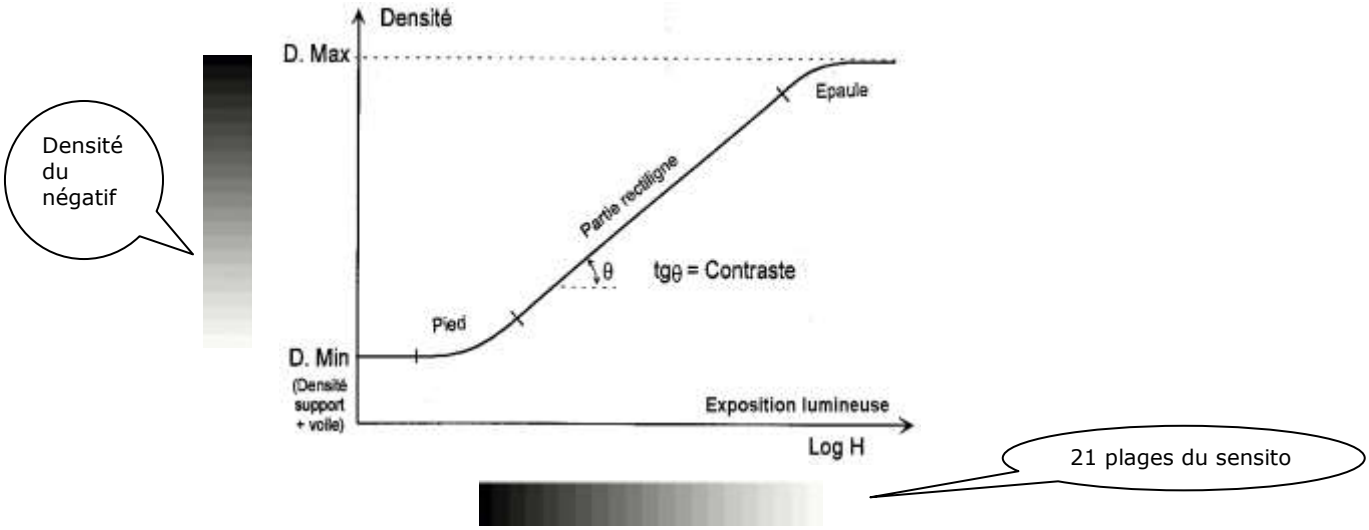
- *1 à 1 000 en lux.seconde*
- *0 à 3 en logarithme*

Il est très important de savoir que cet axe est relatif et qu'il sera nécessaire d'avoir une information complémentaire pour connaître la valeur réelle de l'exposition à une plage donnée (N° 11 par exemple).

L'axe des densités *est, quant à lui, bien réel et constant.*
Pour le cinéma, les valeurs indiquées vont généralement de

- *0 à 4 en densité (valeur logarithmique)*
- *ou 1 à 10.000 en Opacité*
- *ou 100% à 0,01% en Transmission*

A noter que l'œil n'est quasiment plus sensible au delà d'une densité de 3 mais que pour mieux appréhender certains phénomènes avec les émulsions contrastées, l'échantillon sera lu jusqu'à la densité 4.

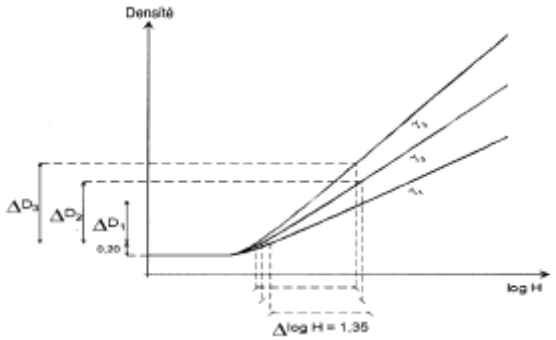


La variation de la densité d'un film est fonction de l'exposition lumineuse à laquelle il a été soumis et peut être défini par la relation :

Densité Optique = fonction (log Exposition lumineuse)
De cette courbe caractéristique ainsi obtenue, il est possible de tirer tous les renseignements permettant de connaître l'essentiel du comportement d'un matériau photographique dans tous les cas d'éclairement, ceci pour des conditions d'exposition et de développement bien déterminées. L'étude détaillée des différentes parties de cette courbe rend possible l'évaluation de nombreux paramètres

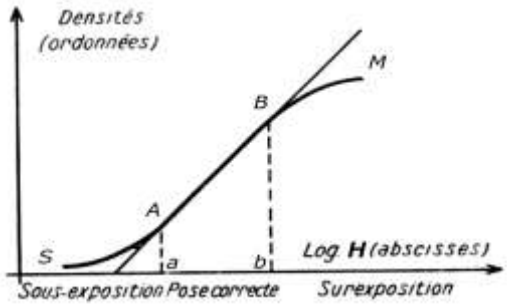
5.2 Quel paramètre peut être déterminé à partir de la pente des caractéristiques RVB?
Réponse :
La pente indique pour chacune des couleurs primaires le facteur de contraste ou gamma.

Contraste (Facteur de contraste ou γ)



Il donne la variation de densité pour un intervalle d'exposition lumineuse donné.
Contraste :
pente de la droite joignant le point de la courbe de densité 0,20 au dessus de la densité minimale et celui correspondant à une exposition lumineuse supérieure de 1,35 Log (L)
Les trois courbes RVB doivent sensiblement parallèles sinon, il y aura des dominantes difficiles sinon impossible à corriger au tirage du positif.

5.3 Quelle est l'influence de ce paramètre sur le négatif ?
Réponse :
L'influence sera d'abord sur le rendu plus ou moins contrasté de l'image. Plus l'image est contrastée moins il y aura de modelé dans l'image.



Pour qu'un sujet soit correctement rendu, il faut que son intervalle de luminosité s'inscrive dans l'intervalle de pose correcte, c'est-à-dire dans la projection de la partie rectiligne de la courbe caractéristique sur l'axe des log de l'exposition lumineuse. Dans ces seules conditions, en effet, les densités du cliché seront proportionnelles aux logarithmes des expositions lumineuses qu'il aura reçues.

Le reportage sur ce tournage est réalisé avec une caméra BVW 300 P dont les caractéristiques sont présentées au document 4. (utilisée au tournage en valeurs nominales)

6.1 Expliciter les caractéristiques repérées par une flèche.
Réponse :
***Pick up device** = caméra tri-CCD avec des capteurs de 2/3"*
***Built in filters** = le barillet de filtres comportent 4 filtres :*

1. *Filtre transparent (3200K)*
2. *Filtre 5600 + ¼ ND correspondant au 85N6. Il corrige la lumière du jour (5500K) en 3200K. Ce filtre est doublé d'un filtre gris neutre ne laissant passer qu'un quart de la lumière.*
3. *Filtre 5600. Il corrige la lumière du jour (5500K) en 3200K.*
4. *Filtre 5600 1/16ND. Même filtre que le 2 si ce n'est que le filtre gris neutre ne laisse passer qu'1/16^{e} de la lumière. Cela correspond à un filtre ND 1.2.*

***Minimum illumitation** = 7,5 lux f 1,4 + 18dB gain. Cela indique la quantité de lumière minimum à laquelle réagit la caméra. C'est-à-dire que lorsque l'opérateur a réglé la caméra avec 18dB de gain et que le diaphragme est ouvert au maximum c'est-à-dire 1,4, il faudra alors un éclairement de 7,5 lux pour obtenir une exposition convenable.*

6.2 Calculer la sensibilité ISO/ASA de la caméra pour la cellule (style Minolta ou Spectra) que vous utiliserez pour mesurer le ratio de contraste d'éclairement.
Réponse :
La caractéristique « Sensitivity » indique 2000 lux with F8
Appliquons la formule S = 250 x N²/Ext S en ISO
avec t=1/50^{e} ou 0,02
S = 250 x 8²/2000 x 0,02 = 400 ISO
Nous réglerons donc la sensibilité sur la cellule à 400 ISO.

Les caractéristiques du document 6 sont la Fonction de Transfert de Modulation (FTM) de l'objectif et du film 35mm utilisé. Un des éléments permettant de caractériser la qualité de l'association objectif-film est de déterminer son taux de modulation pour une fréquence spatiale donnée.

8.1 Calculer la fréquence spatiale correspondant à la limite de netteté de l'image définie par le cercle de confusion d. (35mm format 21x15,5 et d = 0,025mm)
Réponse :
La fréquence spatiale est de 40 traits par mm. (1 / 0,025)
soit 20 paires de traits/mm (lp/mm) ou cycles/mm.

8.2 Déterminer à l'aide des caractéristiques FTM le taux de modulation du film et de l'objectif pour cette fréquence spatiale.
Réponse :
En abscisse du graphe du document 6, l'unité de la fréquence spatiale semble être des paires de traits par mm comme il est d'usage.
La lecture de la courbe FTM film nous donne une modulation de 80% pour une fréquence spatiale de 20 paires de traits/mm.
La lecture de la courbe FTM objectif nous donne une modulation de 65% pour la même fréquence.
$FTM_{Ensemble} = FTM_{Objectif} \times FTM_{Capteur}$
Le taux de modulation de l'ensemble est égal à 52% pour une fréquence spatiale de 20 paires de traits par mm.

DOCUMENT 4

1kW BABY FRESNEL - MANUAL

FBN5/I

BABY RANG

Light and Sound Design has develop
a new generation of Baby Fres
luminaires which are ideal for sm
studios, OB or film location use
smaller concentrated grid is n
attainable.

The redesigned luminaires are m
compact and lighter to give storage
transportation benefits on loca
work, and to make movements ea
around track and barrel grids in
studio.

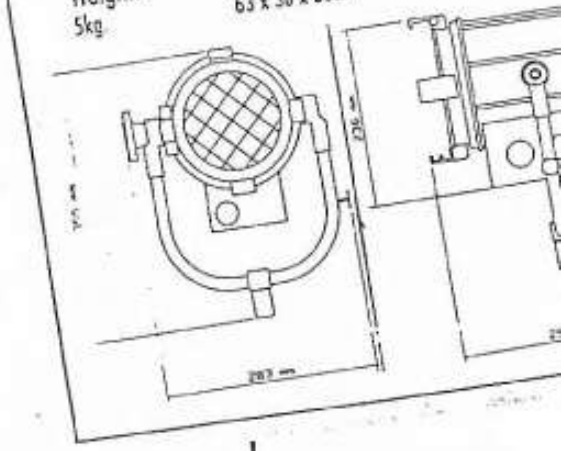
In addition, the new range of Light
Sound Design Baby Fresnels gives
efficient performance (lumens/
and improved spot/flood ratios.

The Baby range is available in 5
and 1kW manual, and 2kW, 5kW
10kW manual and pole-ope
models.

Weight: 5kg

Carton Size: 63 x 36 x 36cm

Packed Weig 6kg.



Item Numbers:
Cat. No. 502-150

Light & Sound D

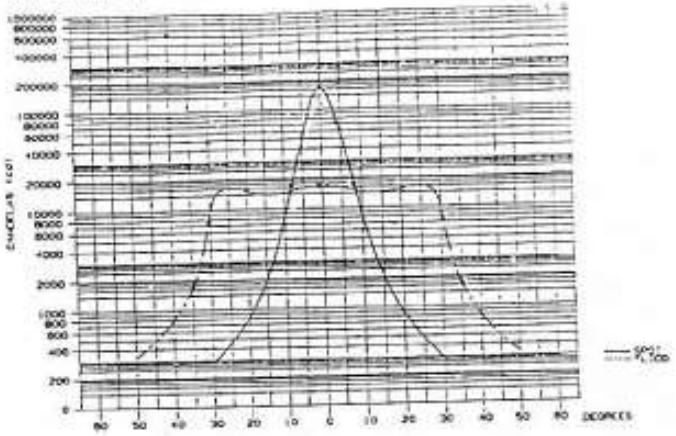
5/1

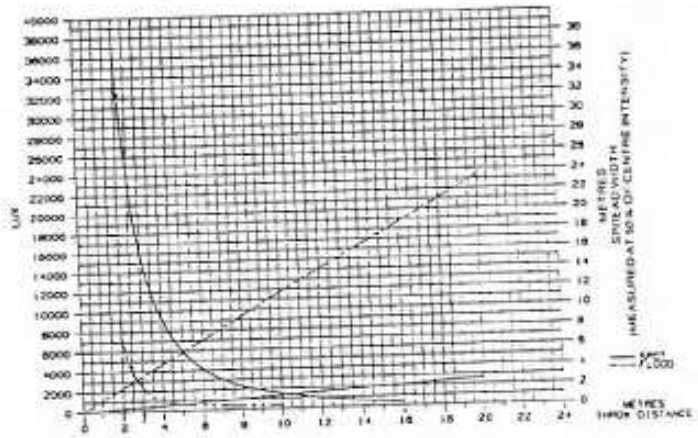
PHOTOMETRIC PERFORMANCE DATA

Spot End

Spot Centre Intensity = 145,800 Cd
50% Beam Angle = 8°
10% Field Angle = 16°

Flood Centre Intensity = 15,030 Cd
50% Beam Angle = 61°
10% Field Angle = 70°





Measurements achieved using lux = candelas / distance²
All measurements taken with wire guard fitted

REPLACEMENT LAMPS

Lamp Fitting List 1kW Studio Fresnel 502-150

Lamp Code	Voltage	Wattage	Colour Temp °K	Lumens	Average Life
CP23	240/220/120	650	3200	16900	100
CP67	240/220/120	650	3200	16500	100
T12	240/220/120	650	3000	13500	750
T21	240/220/120	650	3000	12600	750
CP24	240/220/120	1000	3200	26000	200
CP70	240/220/120	1000	3200	25000	200
T11	240/220/120	1000	3050	23000	750
T19	240/220/120	1000	3050	21000	750

SPECIFICATIONS

Document 1 (Verso)

Housing
Main body shell and detachable bottom tray manufactured in sheet metal for strength. NOTE: Tray is removable for easy maintenance. Top vent, body sides, cowling and yoke in aluminium for lightness.

Lens Door
Steel spinning hinged for easy access 130mm diameter lens.

Lampholder
Conventional GX9.5 to accept a wide range of lamps.

Mirror
Pure Aluminium.

Finish
Heat resisting black paint.

Spigot
16mm (⅝") female adaptor for 16mm male.

Cable
4.5 metres of 3 x 1.5mm².

Switch
Line cord switch fitted in mains cable.

Focus Mechanism
A precision machined brass lead screw with operating knob at front and rear of the unit.

SUSPENSION AND STANDS

See separate data sheets for suspension and stands information.

ACCESSORIES

519-132 Four Leaf Barndoor (as spare)
520-274 Colour Frame (as spare)
526-081 Wire Guard (as spare)
525-026 Cone 50mm (2") diameter
532-037 Safety Bond
534-059 Master Stand

Scrim Set
522-188 Half single
522-189 Half double
522-190 Full single
522-191 Full double

Light & Sound Design

6/15

SALES:
54-57 Gravelly Ind. Park, Tyburn Road,
Birmingham, B24 8TQ, England.
Tel 021 322 2212, Fax 021 327 4488

HEAD OFFICE:
201 Coventry Road,
Birmingham, B10ORA, England.
Tel 021 766 6400, Fax 021 766 6150

U.S.A.:
1415 Lawrence Drive,
Newbury Park, CA91320, U.S.A.
Tel (805) 499 6886, Fax (805) 499 55

Document 2
(Recto)

FBN5/I

XT 100

film négatif couleur

NOUVEAU
Film de sensibilité moyenne
grain très fin

Utilisations

AGFA XT 100 est un film négatif couleur de moyenne sensibilité disponible en format 35 mm et 16 mm.
Ce film est destiné à la production cinématographique de haute qualité avec différentes conditions d'éclairement et à la reproduction des images avec un grain très fin.

Propriétés générales

AGFA XT 100 a été conçu avec des caractéristiques de granularité exceptionnelles et une très grande latitude de pose. Le film conserve une excellente structure d'image en cas de sur- ou sous-exposition. En plus, AGFA XT 100 est caractérisé par un rendu des couleurs remarquable qui donne des couleurs lumineuses et éclatantes, des teintes chair agréables et des noirs profonds.
AGFA XT 100 est un film à double masque de sensibilité ISO 100/21° et équilibré pour la lumière artificielle 3200 K. Dans d'autres conditions d'éclairement, par exemple en lumière du jour, un filtre de conversion de température de couleur approprié doit être utilisé.

Indice de pose recommandé en lumière arificielle

ISO 100/21°

Table d'exposition en lumière artificielle

(sensibilité nominale)

	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11
Ft-cd	25	50	100	200	400	800	1600
Lux	270	540	1080	2150	4300	8600	17200

(24-25 images/s - approximativement 1/50 s - et 170° d'ouverture de l'obturateur variable)

Ces valeurs sont données à titre indicatif et pourront être modifiées pour chaque cas particulier.
En conséquence, il est recommandé de faire une série d'expositions supérieures et inférieures aux diaphragmes indiqués.
Les valeurs s'appliquent à des sujets ayant une réflexion moyenne de 18%. Dans les cas de sujets exceptionnellement clairs il faudra diminuer l'exposition de 1/2 diaphragme. Des sujets plus foncés nécessiteront d'augmenter l'exposition de 1/2 diaphragme. Ces données s'appliquent aussi bien aux mesures de la lumière incidente qu'à celles de la lumière réfléchie.

Filtres

Source de lumière	Température de couleur K	Mireds	Filtre	Ouverture supplémentaire du diaphragme	Indice de pose
Lampes à incandescence ordinaires	2800 à 3200	357 à 312	—	—	ISO 100/21
Lumière artificielle (lampes studio)					
Au soleil, 2 à 3 h. après le lever ou avant le coucher	4500 à 5000	222 à 200	81 + 81C ou 81EF	1/3	ISO 50/20
Soleil à midi					
Lampes lumière du jour	5500 à 6500	182 à 154	85	2/3	ISO 64/19
Ciel uniformément gris, nuages bas					
Plein soleil par ciel bleu					
Sujet complètement à l'ombre par ciel bleu	10000 à 12000	100 à 83	85 + 85C	1 1/3	ISO 40/17
Fluorescent blanc-froid (1)			Tiffen FLB (+ 10 CC magenta)	1 (1 1/3)	ISO 50/18 (ISO 40/17

(1) Ces valeurs sont approximatives; elles s'appliquent à une source fluorescente fréquemment utilisée. Si le type de lampe n'est pas connu, un filtre FLB peut servir comme point de départ pour un essai avec le film AGFA XT 100.

Cette table indique les filtres de conversion recommandés pour des conditions de lumière fréquentes.
L'augmentation de diaphragmes et l'indice de pose correspondant sont indiqués pour chaque filtre. Puisque l'exposition dépend de plusieurs facteurs, les valeurs indiquées doivent êtres ajustées selon la situation spécifique.

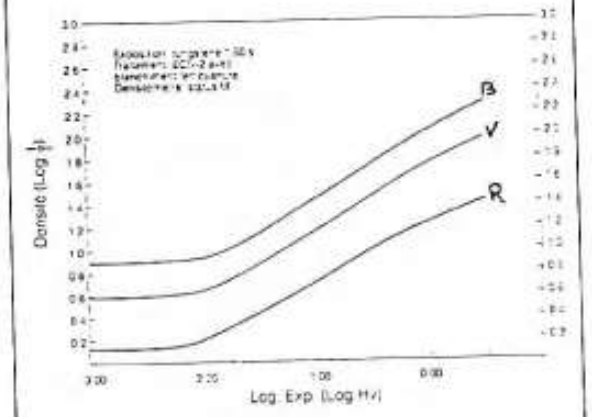
7/15

AGFA

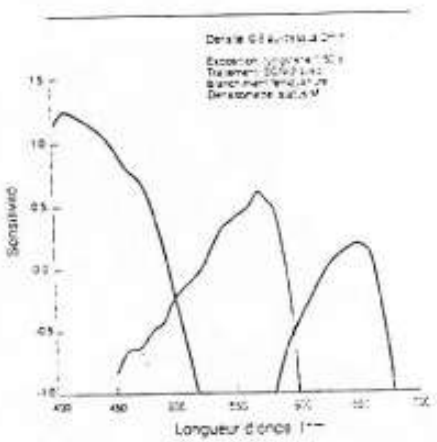
Document 2
(Verso)

FBN5/I

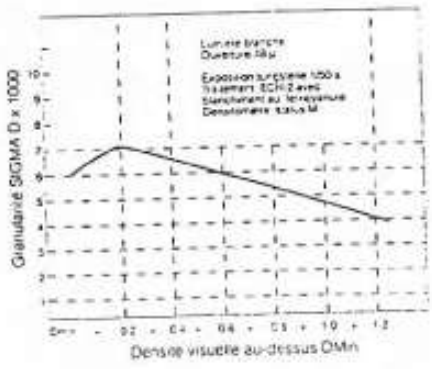
Courbes sensitométriques



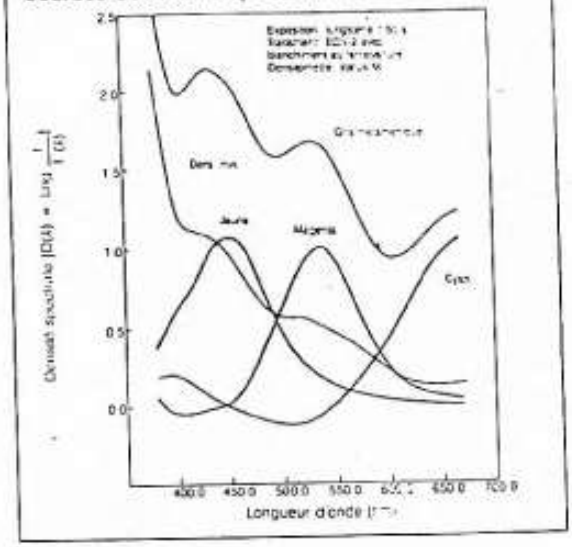
Courbes de sensibilité spectrale



Granularité diffuse RMS

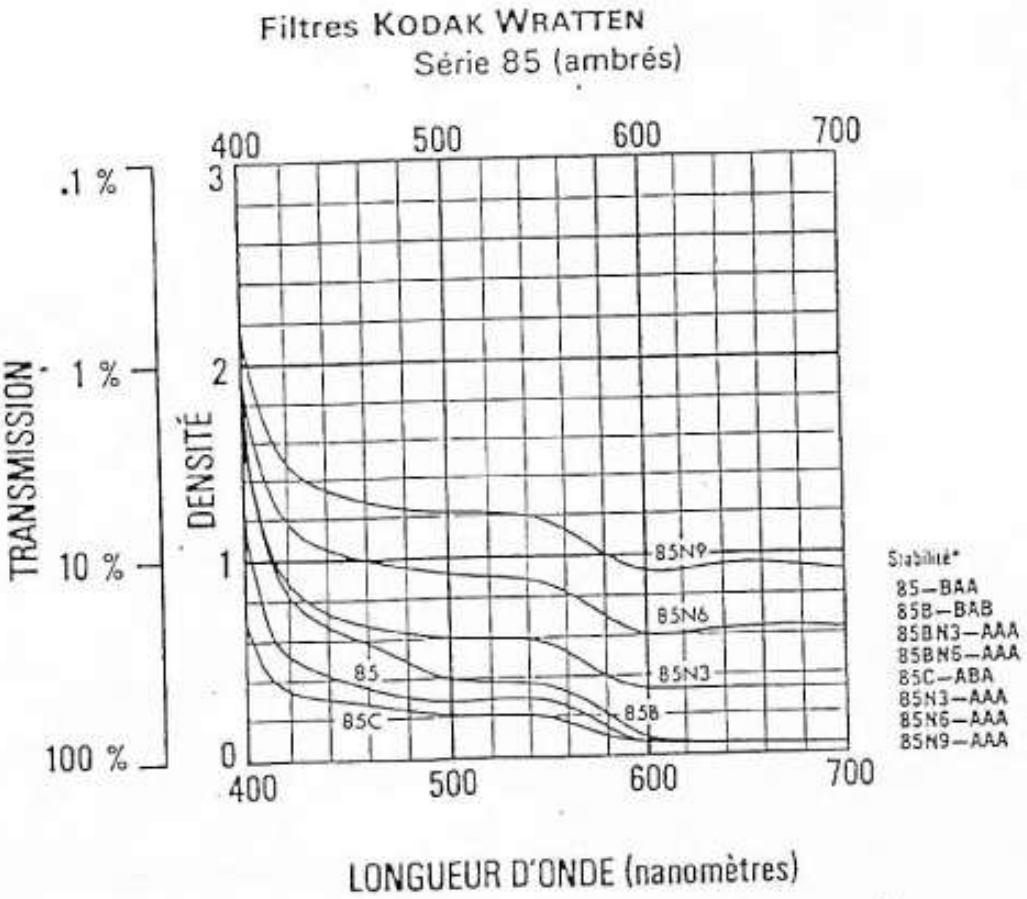


Courbes de densité spectrale des colorants



8/15

FBN5/I

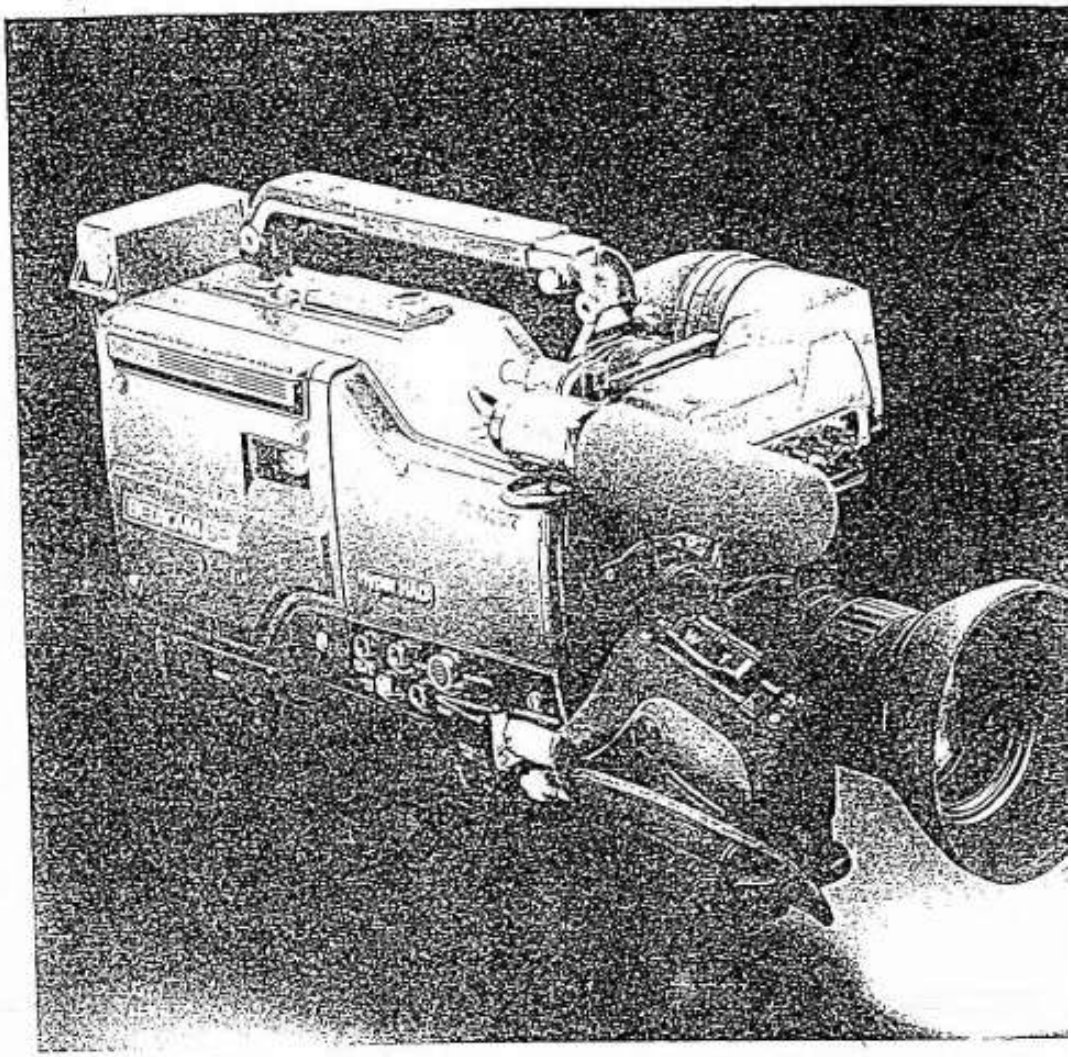

Filtres KODAK WRATTEN
Série 85 (ambrés)
400
500
600
700
.1 %
1 %
10 %
100 %
TRANSMISSION
DENSITÉ
3
2
1
0
85N9
85N6
85N3
85B
85
85C
Stabilité*
85—BAA
85B—BAB
85BN3—AAA
85BN6—AAA
85C—ABA
85N3—AAA
85N6—AAA
85N9—AAA
LONGUEUR D'ONDE (nanomètres)

9/15

(Recto)

Betacam SP Single Piece Camcorders

BVW-300AP/400AP



Lens shown is an option

- Compact ergonomically optimised package
- Betacam SP recorder
- Longitudinal and AFM audio tracks
- 700 lines resolution, Hyper HAD CCD Camera with electronic shutter and reduced vertical smear. Shutter speeds: 1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000.
- Optional 26-pin VTR interface for duplex recording of component video signals
- Lightweight (7 kg including lens/NP-1B/cassette)
- High resolution (550 lines), quick start (1 sec) viewfinder. Centre and Safe Area Marker
- Anti-vibration microphone
- Viewfinder playback (B/W)

10/15

- Colour playback adaptor option (VA-500P)
- Diagnostic functions
- Modular construction
- Additional BVP-400AP features
  - Enhanced Vertical Resolution System (EVS) 570 TV lines vertical resolution
  - Clear Scan eliminates rolling 'noise' bars with shooting asynchroncus monitor displays
  - Enhanced viewfinder warning display
  - Real time RF warning indicator

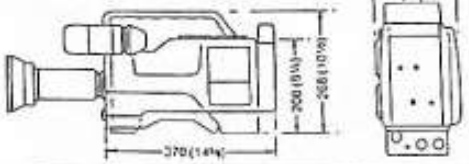
Supplied Accessories
Tripod adaptor VCT-14
Anti-vibration microphone
Extension board
Rain cover
Shoulder belt
Carrying case LC-201
Operation and maintenance

Document (verso) 11/15

BVW-300AP/400AP SPECIFICATIONS

		BVW-300AP	BVW-400AP
General	Power requirements	DC 12V +5.0V–1.0V	
	Power consumption	21W (with viewfinder)	22W (with viewfinder)
	Operating temperature	0°C to +40°C (+32°F to +104°F)	
	Storage temperature	–20°C to +60°C (–4°F to +140°F)	
	Humidity	Less than 85% (relative humidity)	
	Weight	4.9 kg (10 lb 13 oz)	5 kg (11 lb)
	Continuous operating time	Approx. 75 min with NP-1B	Approx. 70 min with NP-1B
VTR SECTION			
VTR General	Tape speed	101.51 mm/sec	
	Recording time	36 min with BCT-30MA	
	Fast forward time	Less than 9 min with BCT-30MA	
	Rewind time	Less than 5 min with BCT-30MA	
CAMERA SECTION			
Camera	Pickup device	3 x ⅔-inch Interline CCD	3 x ⅔-inch Frame Interline CCD
	Picture element	768(H) x 581(V)	
	Optical system	F1.4 prism system	
	Built-in filters	1: 3200°K, 2: 5600°K + 1/4ND, 3: 5600°K + 1/16ND	
	Lens mount	Special bayonet mount	
	Video output	1.0Vp-p, 75 ohms, sync negative, two outputs	
	Sensitivity	2000 lux with F8, 89.9% reflectance	
	Minimum illumination	Approx. 7.5 lux (F1.4 lens, +18dB gain)	
	Video signal-to-noise ratio (typical)	60dB	
	Horizontal resolution	700 TV lines	
	Vertical resolution	450 TV lines	450 TV lines 570 with EVS
	Exposure selection	1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000 sec	
	Clear Scan selection		50.8 to 125.2 Hz (185 steps)
	Registration	0.05% (all zones, without lens)	
	Geometric distortion	0.3% or measurable level (without lens)	
	Warm-up time	2 sec	
	Lens connector	12-pin	
	REMOTE connector	8-pin	
Signals	GENLOCK (BNC)	VBS or BB 1.0Vp-p, 75 ohms	
	AUDIO IN CH-1/2 (XLR 3-pin female)	–60dBu/+4dBu selectable, high impedance, balanced, with phantom power supply	
	TIME CODE IN (BNC)	0.5V to 18Vp-p, 10k ohms	
	TIME CODE OUT (BNC)	1.0Vp-p, 75 ohms	
	EARPHONE OUT	Mini-jack	
	PLAYBACK ADAPTOR	20-pin	
	DC OUT	4-pin (for wireless microphone receiver)	
Viewfinder	Picture tube	1.5-inch monochrome	
	Controls	BRIGHT control, CONTR control, PEAKING control, AUDIO LEVEL CH-1 control, TALLY HIGH/LOW/OFF switch, ZEBRA ON/OFF switch, AUDIO and TAPE INDICATOR ON/OFF switch	
	Horizontal resolution	550 TV lines	
	Microphone	Uni-directional (detachable)	

Dimensions
Unit: mm (inches)



VIDEO PERFORMANCE

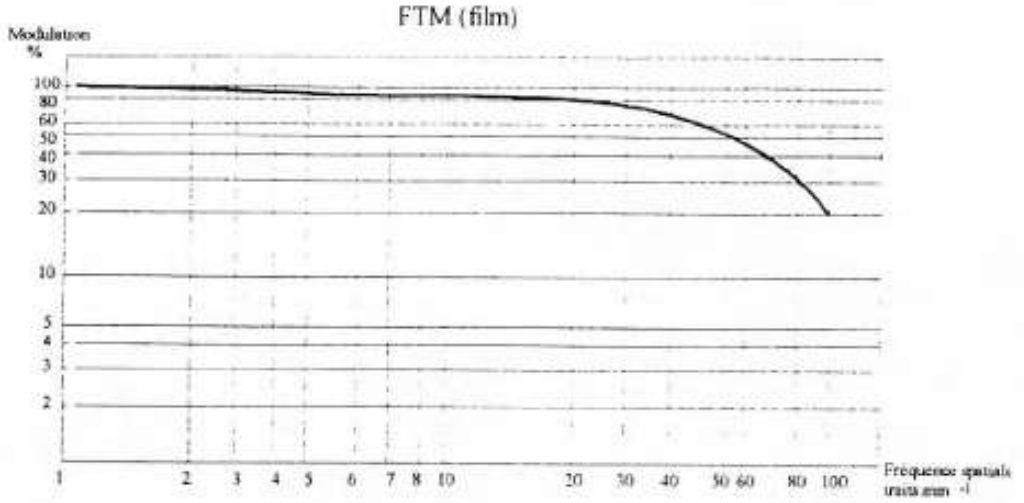
	METAL TAPE	OXIDE TAPE
Bandwidth Y: R-Y: B-Y:	25Hz to 5.5MHz +0.5/–3.0dB 25Hz to 1.5MHz +0.5/–3.0dB 25Hz to 1.5MHz +0.5/–3.0dB	25Hz to 4.0MHz +0.5/–6.0dB 25Hz to 1.5MHz +0.5/–3.0dB 25Hz to 1.5MHz +0.5/–3.0dB
S/N ratio Y (Component IN/OUT): C AM: PM:	48dB 48dB 48dB	48dB 48dB 48dB
Distortion DG: DP: K-factor:	Less than 3% Less than 3° Less than 2%	Less than 3% Less than 3° Less than 3%

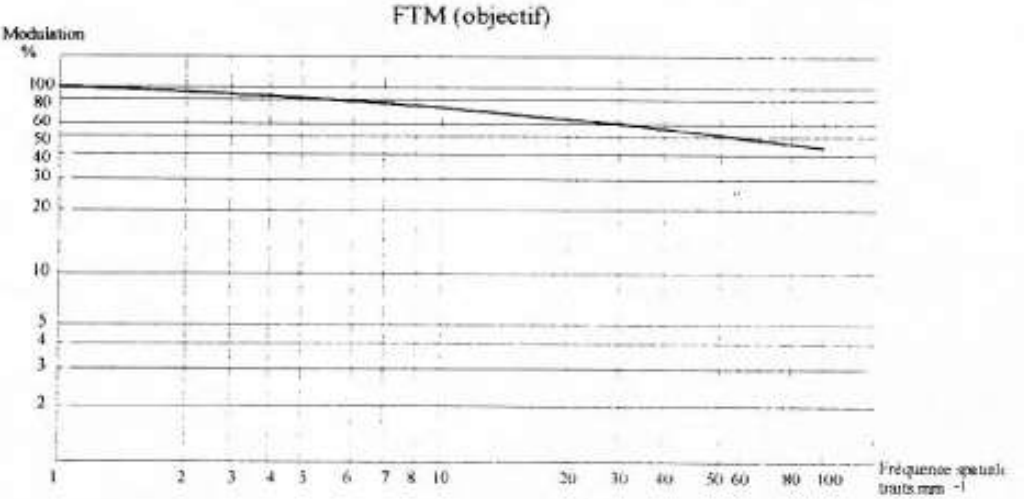
AUDIO PERFORMANCE

	METAL TAPE	OXIDE TAPE
Longitudinal Frequency response: S/N ratio: (Referred to peak level, weighted CCIR 468-3, with audio NR) Distortion: (DMU level) Crosstalk: Depth of erasure: Wow and flutter: (DIN 45507)	50Hz to 15kHz +1.5 – 3.0dB 62dB Less than 1.5% Less than –55dB More than 65dB Less than 0.15% rms	50Hz to 15kHz +3.0 – 3.0dB 54dB Less than 2% Less than –55dB More than 60dB Less than 0.3% rms
AFM: Frequency response: Dynamic range: (Referred to peak level, weighted CCIR 468-3, with audio NR) Distortion: Crosstalk:	20Hz to 20kHz +0.5/–2.0dB More than 85dB Less than 0.4% Less than –65dB	

FBNS/2

DOCUMENT 6





5

BTS Image 1997

PHYSIQUE APPLIQUÉE

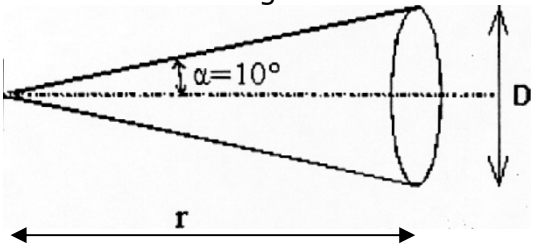
Nous allons étudier dans ce sujet quelques problèmes qui se posent lors d'un débat se déroulant sur un plateau. Ce débat doit être simultanément enregistré (pour diffusion audiovisuelle) et diffusé au public présent dans la salle.
L'étude comporte plusieurs parties indépendantes :

- étude d'un éclairage par projecteur à lentille de Fresnel ;
- caractéristiques d'une caméra vidéo ;
- étude d'un projecteur de découpe ;

Étude d'un éclairage par projecteur à lentille de Fresnel :

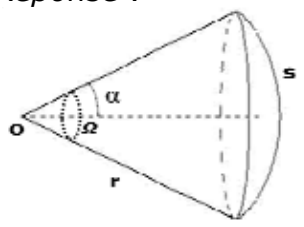
On considère un projecteur à lentille de Fresnel ayant une puissance électrique nominale (absorbée) de 1 kW.
Le flux utile représente seulement 60 % du flux total.
L'efficacité de la lampe est de 27 lm/W.
Calculer le flux photométrique utile (Φ)v.
Réponse :
(Φ)v = 27 000 x 0,60 = **16 200 lumens**

Le projecteur rayonne dans un cône de révolution ayant un angle au sommet $\alpha = 10^{\circ}$ selon la figure ci dessous :



Calculer le diamètre D et la surface S du cercle de lumière obtenu sur un plan perpendiculaire à l'axe du faisceau et situé à une distance* r = 6m *du projecteur.
Réponse :
tg(10°) = 0,17632698 = D/(2x6) => ***D = 2,12 m***
S = π x r² => ***S = 3,52 m²***

Pour toute la suite, on supposera que le rayonnement lumineux est uniforme dans tout le cône et qu'il est nul en dehors de celui-ci. On supposera également que la source est ponctuelle.
On considérera que le flux photométrique (dans le cône) est *Φv = 16000 lm* .
Calculer l'angle solide Ω correspondant au cône et en déduire l'intensité lumineuse I de la source. On rappelle que $\Omega = 2\pi(1 - \cos\alpha)$.
Réponse :

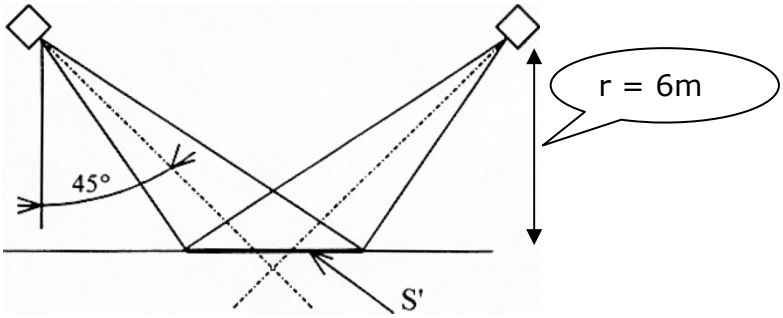


Ω = 2π(1- cos α) => *Ω = 2π(1- 0,98480775)*
Ω = 2π x 0,01519225
Ω = 0,09540733 sr
Note : Si vous divisez 3,52 m² (trouvé dans la réponse précédente) par 36 (Ω = S/r²), vous avez Ω = 0,0977. Cela est dû à la différence entre la surface de la calotte et la surface plane. En photo, les surfaces sont majoritairement planes (murs), en photométrie, on travaille souvent dans une sphère.

$I_v = \Phi_v / \Omega$ = 16000 / 0,09540733
I_v = 167702 cd

En déduire l'éclairement E (en lux) reçu au centre de la surface S (à 6 m de la source).
Réponse :
$E = I/d^2$ = 167702/36
E= 4658 lux

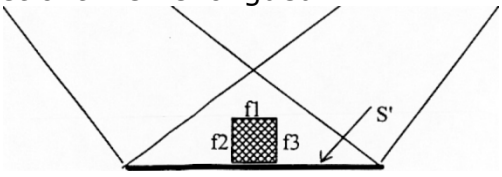
Afin d'éviter certaines ombres, on utilise maintenant deux projecteurs identiques et inclinés à 45° selon le schéma ci dessous :



Quelle est la valeur de l'éclairement reçu au niveau la zone centrale de S' ?
Réponse :
Lorsque la surface n'est pas perpendiculaire à l'axe de la source, l'éclairement diminue en raison du cosinus de l'angle alpha que fait la surface avec la direction de la source :
E (lx) = [Iv (cd) / D^2 (m)] x cos α
L'éclairement (E) dépend de l'intensité de la source en candela (cd), de la distance (D) de la source à la surface éclairée, enfin de l'angle (alpha) de la surface par rapport au centre de la source.

Pour un projecteur, dans la zone centrale :
D = 6/cos(45°) = 6/0,70710 = 8,485 m
E_V = (167702 / $8,485^2$) x cos(45°) = (167702 / 72) x 0,70710 = 1647 lux
Pour deux projecteurs, les éclairements s'additionnent :
E_{total} ≈ 3294 lux

On dispose maintenant sur S', un cube dont la longueur d'un côté est faible devant sa distance par rapport aux deux projecteurs. En conséquence, on admettra que les rayons lumineux issus de chaque projecteur et arrivant sur le cube sont parallèles et ont même longueur.



Quelles sont les valeurs de l'éclairement au niveau des différentes faces f1, f2 ***et*** f3 ? ***(Pour cette question on négligera l'effet de la réflexion de la lumière sur la surface S').***
Réponse :
Pour f1 nous aurons environ 3294 lux
Pour f2 et f3, 1647 lux environ (un seul projecteur sur une surface à 45° de l'axe du faisceau lumineux)

2) Caractéristiques d'une caméra vidéo :

Les caméras utilisées sont de type Sony DXC-M7 et on peut lire sur la notice les caractéristiques suivantes :
Sensibilité : 2000 lux à f : 5,6 (sans gain supplémentaire)
Éclairement minimum : 29 lux à f : 1,8
Le sélecteur de gain a 3 positions de 0 dB, +9 dB et +18 dB.

Calculer l'éclairement nécessaire à f : 1,8 avec un gain de 0 dB.
Réponse :
Nous savons que la sensibilité équivalente $S = (250 \times N^2)/(Ext)$ avec
N pour la valeur du diaphragme, t le temps de pose, E pour l'éclairement du sujet, S étant exprimé en ISO.
Nous pouvons poser :
$S = (250 \times 5,6^2)/2000 \times t = (250 \times 1,8^2)/X \times t$ avec X pour quantité d'éclairement nécessaire pour une bonne exposition à 1,8 de diaphragme.
Ce qui revient à poser : $5,6^2/2000 = 1,8^2/X$
$X = (2000 \times 3,24)/31,36 = 206,5$ lux
Avec un gain à 0dB, l'éclairement nécessaire est de 206,5 lux

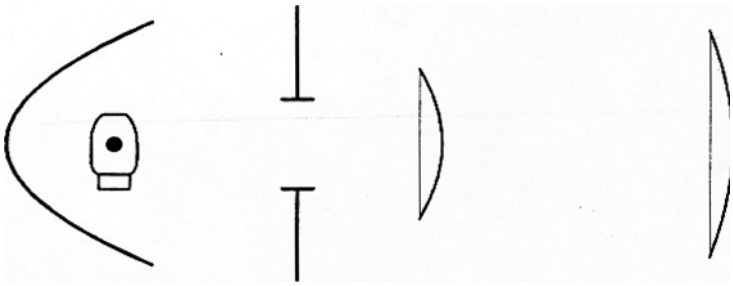
Avec *quel gain le constructeur a-t-il défini l'éclairement minimum ?*
Réponse :
Sachant que la sensibilité équivalente double tous les 6dB, on peut multiplier par $2^{(18/6)}$, 2^3soit 8 la sensibilité ou diviser par 8 la quantité de lumière nécessaire.
On en déduit que ***le constructeur a défini l'éclairement minimum avec un gain de 18dB****.*

La surface à filmer reçoit un éclairement de 4500 lux et rayonne selon la loi de Lambert, avec un facteur de réflexion ρ = 60 %.

Calculer le nombre d'ouverture k de l'objectif de la caméra.
Réponse :
Reprenons la formule : $S = (250 \times N^2)/(Ext)$
Avec un gain de 0dB, un shutter sur $1/50^e$ s,
$(250 \times 5,6^2)/2000 \times t = (250 \times k^2)/4500 \times t$
$5,6^2/2000 = k^2/4500 \Rightarrow k = \sqrt{[(4500 \times 5,6^2)/2000]}$
k = 8,4
Note : en calculant le diaphragme à partir d'un éclairement, le facteur de réflexion n'a aucune influence sur le calcul.

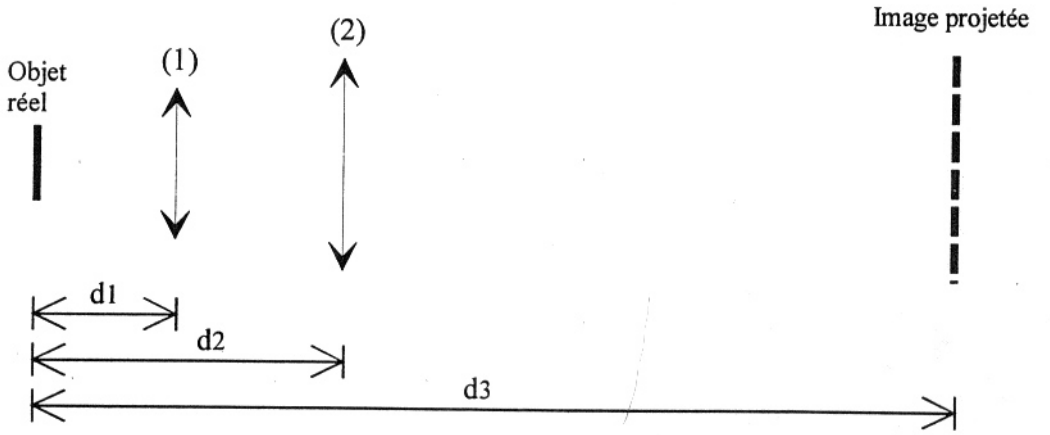
Étude d'un projecteur de découpe.

Afin d'utiliser au mieux un projecteur de découpe, on se propose d'étudier son fonctionnement. Un tel projecteur est constitué d'une lampe munie d'un réflecteur, d'un support pouvant recevoir un iris et/ou un masque de découpe, et de deux lentilles convergentes. L'ensemble est représenté sur le schéma ci-dessous :



Lampe et réflecteur | Support de découpe | Lentille 1 | Lentille 2

Le réglage des positions des lentilles par rapport au support de découpe permet de régler la mise au point et le grandissement de l'image projetée.
La représentation simplifiée permettant d'étudier le système ne comportera donc que le support (qui est l'objet réel) et les deux lentilles convergentes (On considérera que les lentilles sont minces que l'on peut utiliser l'approximation de Gauss).



Les valeurs absolues des distances focales des lentilles (1) et (2) sont notées respectivement $f_1$et f_2.
On donne f_1 = 150 mm et d_1 = 70 mm

Construire, sur la figure 1 du document réponse, l'image que donnera la lentille (1) de l'objet réel. S'agit-il d'une image réelle ou virtuelle ?
On notera A" et B" les points image correspondant aux points objets A et B (les points A et A" sont sur l'axe).

Réponse :
L'objet AB, réel, est situé entre le foyer et la lentille. Nous nous retrouvons dans la cas de figure de la loupe. Son image est droite (même sens que l'objet), elle est virtuelle (elle peut être aperçue mais ne peut être matérialisée sur un capteur).

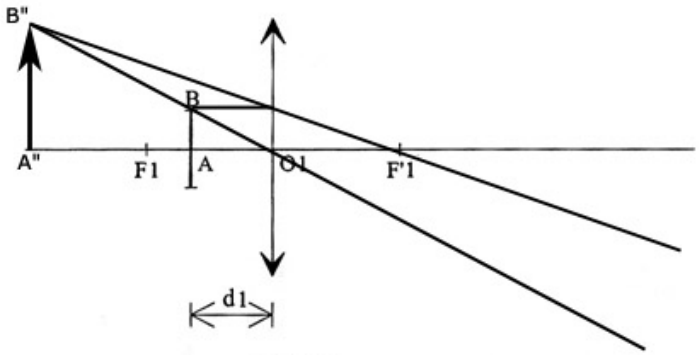


Figure 1

Établir l'expression du grandissement $\gamma_1 = A"B"/AB$ en fonction de f_1 et d_1.
Réponse :
$\gamma_1 = A"B"/AB$; $\gamma_1 = p' / p$ avec $p = -d_1$ et p' la distance $O_1A"$
La relation de Descartes permet de placer les points conjugués :
$1/p' - 1/p = 1/ f_1$
$p/p' - p/p = p/ f_1 \Rightarrow (1/ \gamma_1) - 1 = p/ f_1 \Rightarrow 1/ \gamma_1 = 1 + p/ f_1 = (f_1 + p)/ f_1$
$\gamma_1 = f_1/(f_1 - d_1)$

Faire l'application numérique.
$\gamma_1 =$ $150/(150-70) =$ ***1,875***
Note : l'image est plus grande que l'objet, l'image est droite.

La distance entre l'objet et le centre optique de la lentille (2) est $d_2 = 320$ mm.
Calculer la distance $A"O_1$ entre l'image donnée par la lentille (1) et le centre optique de la lentille (1). En déduire la distance $d_4 = A"O_2$.
Réponse :
$1/p' - 1/p = 1/ f_1 \Rightarrow p' = f_1p/(p+ f_1)$
En mm : $p' = (150 \times -70)/(150-70) = -131,25$mm
$A"O_1 = 131,25$ mm
$d_4 = A"O_2 = A"O_1 + (d_2-d_1) = 131,25 + (320 - 70)$
$d_4 = 381,25$ mm

La figure 2 du document réponse représente le système complet.
On a : $F_1O_1 = O_1F'_1 = f_1 = 150$ mm
$F_2O_2 = O_2F'_2 = f_2 = 350$ mm
$d_1 = 70$ mm
$d_2 = 320$ mm

En utilisant les résultats des questions précédentes, construire sur la figure 2 du document réponse, l'image que donnera la lentille (2). (Les points A" et B" sont des points objets pour la lentille (2) et donnent les points images A' et B').

Réponse :

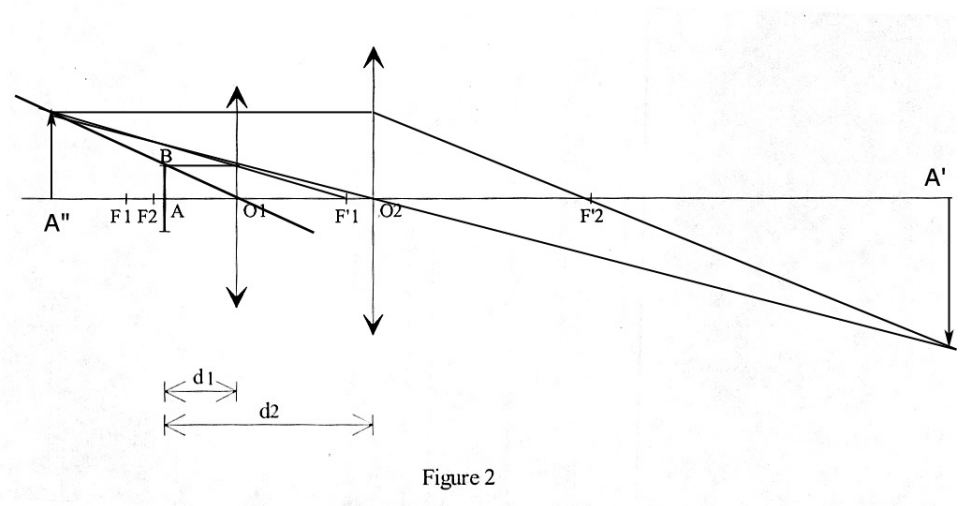


Figure 2

Établir l'expression du grandissement γ_2 = A'B' / A"B" donné par la lentille (2) en fonction de d_4 et f_2. Faire l'application numérique.

Réponse :

Le calcul est analogue à celui de la lentille 1 : ***$\gamma_2 = f_2/(f_2 - d_4)$***

$\gamma_2 = 350/(350 - 381{,}25)$

$\gamma_2 = -11{,}2$

Calculer le grandissement global γ = A'B' / AB. Calculer la hauteur de l'image projetée sachant que l'objet est un cercle de diamètre D = 10 cm.

$\gamma = \gamma_{1x}\,\gamma_2 = 1{,}875 \times -11{,}2$

$\gamma = -21$

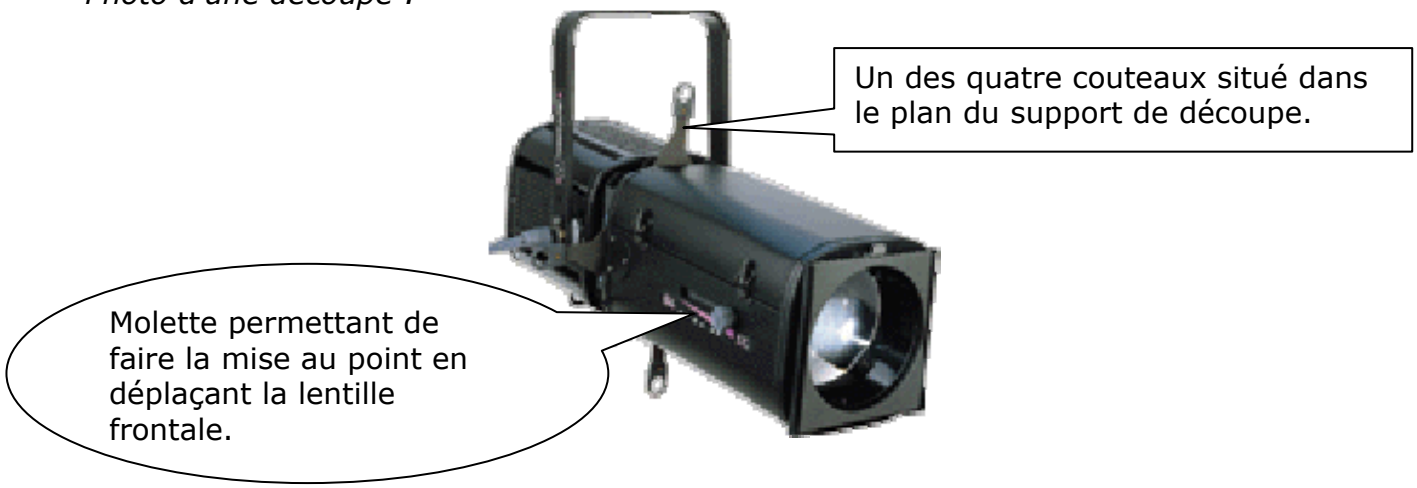
*si D = 10cm****, l'image projetée sera un cercle de 2,10m de diamètre.***

Afin de projeter l'image à une plus grande distance, on désire augmenter d_3 sans changer d_1. Faut-il augmenter ou diminuer d_2 ? Comment va évoluer la grandeur de l'image projetée ?

Réponse :

Il y a une incertitude sur d_3. Toujours est-il que l'on peut modifier l'espace entre O_1 et O_2 sans changer d_1. Si l'on augmente cet espace, l'image A' de A" va s'éloigner de O_2 et la grandeur de l'image projetée ira en augmentant.

Photo d'une découpe :



Remarque :
les figures 1 et 2 correspondent aux situations proposées mais elles ne sont pas à l'échelle.

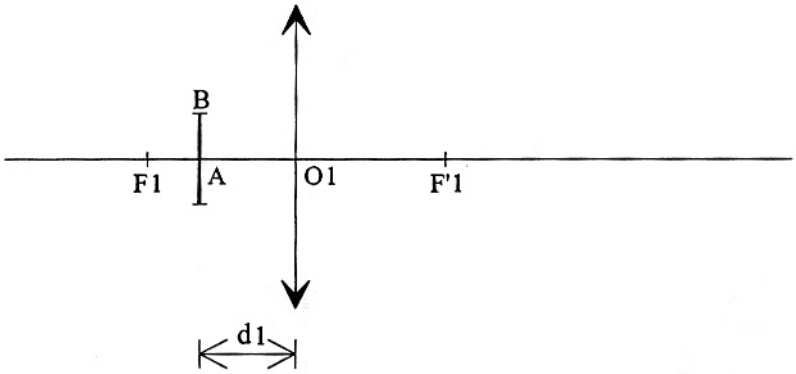


Figure 1

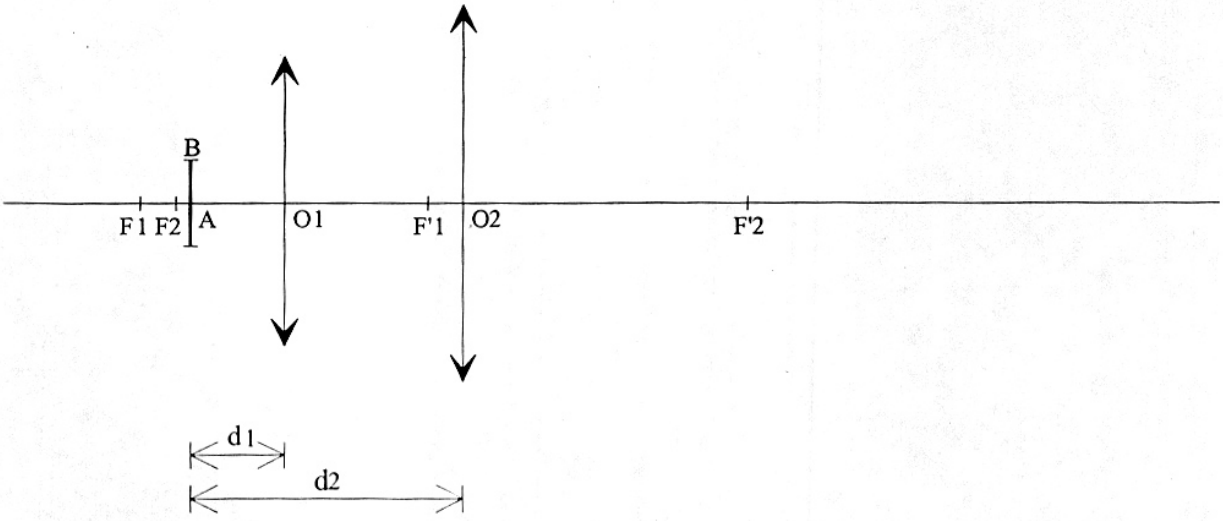


Figure 2

B] On donne, en page 23, les spécifications d'une caméra DXCM7P.

GBN5

Sujet option image

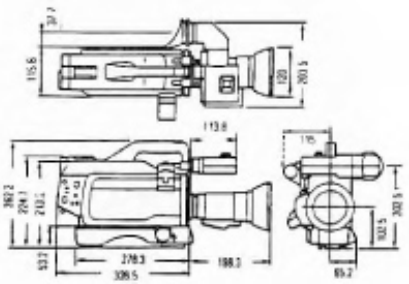
Session 1997

SPECIFICATIONS

Analyseur d'image	3×capteurs CCD à transfert interligne
Optique	Système prisme à indice médium F:1,4
Points image	786×581 (H/V) 460.000 pixels
Surface sensible	8,8 mm×6,6 mm (équivalent à un tube 2/3 de pouce)
Filtres optiques	1 : 3200°K 2 : 5600°K + 1/4 ND 3 : 5600°K 4 : 5600°K + 1/16 ND
Monture objectif	Monture baïonnette K
Signal vidéo	Norme CCIR, système couleur PAL
Mode de balayage	2 : 1 entrelacé, 625 lignes, 50 trames/s
Fréquence horizontale	15.625 kHz
Fréquence verticale	50 Hz
Système de synchronisation	Interne ou externe avec signal VBS ou BS à l'entrée du connecteur genlock-in, ou sur le connecteur VTR/CCU à partir du CCU-M7
Définition horizontale	700 lignes TV (luminance) 570 lignes TV (R/V/B)
Eclairage minimum	26 lux avec F : 1,8, +18 dB
Sensibilité	2000 lux avec F : 5,6 à 3200°K
Sélection du gain	0 dB, +9 dB, +18 dB
Vitesse de l'obturateur électronique	OFF, 1/100, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000 seconde
Sortie vidéo	VBS : 1,0 V c/c, sync. néga. 75 Ω Y : 1,0 V c/c, sync. néga. 75 Ω R-Y/B-Y : 0,525 V c/c, 75 Ω R/V/B : 0,7 V c/c, 75 Ω Y/C : (Y) 1,0 V c/c, sync. néga. 75Ω (C) 0,3 V c/c, 75 Ω
Rapport signal/bruit	58 dB (sans gamma ni détail)
Registration	0,05% (toutes zones, sans optiques)
Distors. géométrique	non mesurable
Entrées/sorties	VTR/CCU : SONY type Z 26 broches Vidéo out : Type BNC Genlock : Type BNC MIC IN : Type XLR 3 broches Objectifs : 12 broches Télécom. : 10 broches Viseur : Din 8 broches Alimentation : Type XLR 4 broches Ecouteur : Mini jack Intercom : Mini jack

Temp. d'utilisation	−10°C à +45°C
Temp. de stockage	−20°C à +60°C
Aliment. continue	10,5 V jusqu'à 17 V
Consommation	16 W
Poids	3,6 kg (caméra seule) 4,2 kg (caméra + viseur)

Dimensions (mm)



Objectifs

VCL-915 BYA	(F 1,8 - 9,5 - 143 mm)
ANG 14×9 B1 ESM/SM	(F 1,6 - 9 - 126 mm)
ANG 14×8 B1 ESM/SM	(F 1,6 - 8 - 112 mm)
J 13×9 B4 IRS II A	(F 1,6 - 9, 11.7 mm)
J 8×6 B4 IRS	(F 1,7 - 6 - 48 mm)
J14×8 B4 IR S	(F 1,7 - 8 - 112 mm)
A 3,5×6,5 BRM 28	(F 1,7 - 6,5-21,5 mm)
A 14×9 BERM 28P-2	(F 1,7 - 9 - 126 mm)
CCU-M7	Voie de commande caméra
DXF-50	Viseur noir et blanc 5 pouces
DXF-40	Viseur noir et blanc 4 pouces
CAC-21	Griffe de fixation pour adapteur batteries
RM-M7G	Unité de télécommande
NP-1A	Batterie rechargeable Ni-Cd
ECM-672	Microphone condenseur Electret

page 23/23

B-1] Déterminer la sensibilité ISO équivalente de la caméra DXC M7 à 3200 °K (à reporter sur la cellule), ainsi que l'ouverture de diaphragme donnant une exposition correcte pour un éclairement sur la scène de 2000 lux (éclairage clé ou Keylight) pour chacun des couples de réglages ci-dessous :

a) Obturateur électronique en position "OFF" (1/50 s), 0 dB de gain vidéo.
Réponse :
S = (250 x N²)/E x t
S = (250 x 5,6²) / 2000 x 0,02 ≈ ***200 ISO***
Pour un éclairement de 2000 lux, l'ouverture de diaphragme sera 5,6.

b) Obturateur électronique sur 1/500 s, 0 dB de gain vidéo.
Réponse :
S = 200 ISO, soit Y la nouvelle valeur de l'ouverture du diaphragme
200 = (250 x Y²) / 2000 x 0,002 => Y = √(800/250)
Pour un éclairement de 2000 lux, l'ouverture de diaphragme sera Y = 1,8 avec l'obturateur électronique sur 1/500^{e} s.
Il faudra reporter sur la cellule la sensibilité de 20 ISO *(et lire le diaphragme pour 1/50^{e}) ; S = 200 /[((1/50)/(1/500)].*
On peut aussi trouver le résultat en posant :
S = (250 x 1,8²)/ (2000 x 0,02).
Note : En général, dans ce cas, les opérateurs préfèrent laisser la sensibilité nominale (200 ISO) et lire le diaphragme correspondant au temps de pose (ici en face du 1/500^{e}s).

c) Obturateur électronique en position "OFF", 9 dB de gain vidéo.
Réponse :
S = 200 x 2$^{(9/6)}$ = 200 x 2,83 = ***566 ISO***
566 = (250 x Y²)/ 2000 x 0,02 => = Y = √(22640/250) = 9,5
Pour un éclairement de 2000 lux, l'ouverture de diaphragme sera Y = 9,5 avec l'obturateur électronique sur 1/50^{e} s et le gain à 9dB.
Il faudra reporter sur la cellule la sensibilité de 566 ISO.
Note : Il n'y a pas d'indication pour les gains sur les cellules cinématographiques, dans ce cas l'opérateur reportera 566 ISO sur l'échelle des sensibilités.

B-2] En conservant une exposition identique, comparer les effets des réglages précédents a) et b) sur l'image, on pourra envisager différents sujets filmés.
Réponse :
Avec le réglage b), ***les images en mouvement*** *seront plus nettes (disons* ***moins filées****) puisque le temps de pose est notoirement raccourci (10 x).*
La profondeur de champ sera divisée par 3,1 *(ou multipliée par 0,32 ce qui revient au même), en effet la profondeur de champ est proportionnelle à l'ouverture ou la fermeture du diaphragme (ici 1,8/5,6= 0,32).*

B-4] L'une des caméras est équipée d'un objectif zoom à doubleur de focale escamotable (en service sur la position X2 et escamoté sur la position X1). Dans quel sens doit-on corriger la bague de diaphragme pour conserver la même exposition quand on passe de la position X1 à la position X2 avec des conditions d'éclairage identiques ? Pourquoi ?

Réponse :

Le doubleur fait perdre 2 diaphragmes dû au fait de l'éloignement du plan principal image de l'objectif.

En effet pour une même pupille d'entrée, on a $f_2 = 2 \times f_1$:

$N_1 = f_1/O$ et $N_2 = f_2/O$; $N_2 = 2 \times f_1/O$; $N_2 = 2 \times N_1$

Autrement dit, lorsque vous affichez un diaphragme de 2 sur l'optique de base le diaphragme réel sera 4 avec un doubleur de focale.

Pour compenser la perte de luminosité due à la présence du doubleur, ***l'opérateur ouvre le diaphragme en le divisant par 2, soit 2 crans sur la bague de diaphragme****.*

C] L'éclairage utilisé sur scène est constitué de sources de type HMI (T.C. 5700 °K) et tungstène (T.C. 3200 °K).

C-1] On travaille avec le filtre n°1 des caméras.

a) Quels sont les avantages des lampes HMI par rapport aux lampes à filament de tungstène ?

Réponse :

Le gros avantage est dans le rendement lumineux (environ 4 à 5 fois celui des projecteurs munis de lampes à filament de tungstène) ;

Un autre avantage des lampes HMI est de chauffer beaucoup moins.

Les projecteurs HMI sont équilibrés à 5700 Kelvins ce qui est pratique quand on travaille en extérieur (absence de gélatine de correction).

b) Quelles sources doivent être ici corrigées en température de couleur ?

Réponse :

Le filtre n°1 correspond à un travail à 3200 Kelvins. ***Il faut donc filtrer les projecteurs HMI*** *qui produisent une lumière du jour à 5700 Kelvins.*

Calculer l'écart en Mired de la correction à apporter.

Réponse :

On veut obtenir une lumière équilibrée en température de couleur T_2 égale à 3200 K à partir d'une source T_1 = 5700K.

$10^6 (1/T_2 - 1/T_1) = 312,5 – 175,5$

l'écart à apporter est de +137 Mired.

c) En déduire le type de gélatine à placer devant les sources à corriger.

Réponse :

La valeur positive indique une dominante « saumon », cette gélatine sera ***un CTO plein****.*

C-2] La perte de lumière due à la gélatine de correction correspond à une chute d'environ 0,66 IL ou EV (indice de lumination ou valeur d'exposition).

Déterminer le coefficient correcteur à appliquer pour obtenir les valeurs d'éclairement avec gélatine de correction, à partir des valeurs (théoriques) données par les abaques des projecteurs sans gélatine.

Réponse :

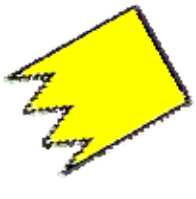
0,66 indique 2/3 de diaphragme. La présence d'un CTO provoque une perte de luminosité équivalente à 2/3 de diaphragme. ***Le coefficient correcteur sera égal***

à $2^{0,66}$ soit 1,58*. Il faut augmenter de 1,58 fois l'éclairement pour compenser la présence du CTO.*

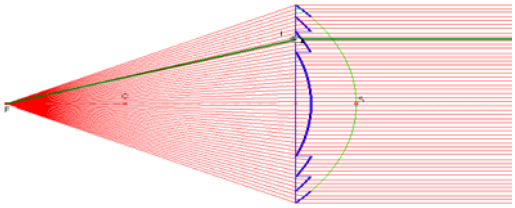
C-3] L'éclairage met en œuvre des projecteurs "Fresnel" et des "Ambiances". Caractériser la lumière obtenue par ces deux types de sources en vous appuyant sur leurs principes technologiques.

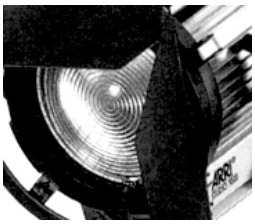
Réponse :

Les projecteurs dit de Fresnel sont à classer dans la catégorie des projecteurs directionnels. Ils sont équipés de lentille de Fresnel qui est une lentille convergente (donc concentration plus ou moins large du faisceau) extra plate. Les ombres formées par ce type d'éclairage, dit aussi ponctuel, sont marquées.



En coupe, voici une lentille de Fresnel et en jaune son symbole pour les plans lumière. A droite, la face avant d'un projecteur muni de lentille de Fresnel. Ci-dessous le principe :



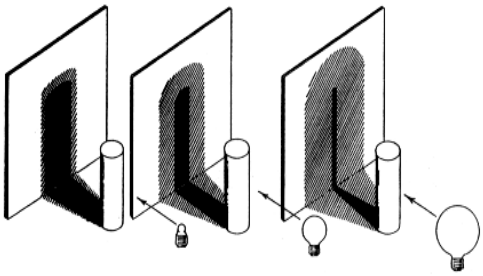


L'avantage des Fresnels sur les « Open Faces » (blonde ou mandarine) réside dans la précision des réglages possibles.

Les Ambiances sont des projecteurs « doux », c'est-à-dire que les ombres ne sont pas marquées puisque la source est étendue. Certaines ambiances exploitent la lumière réfléchie mais on peut aussi classer les projecteurs équipés de tubes fluo dans cette catégorie.

Ici le symbole utilisé dans les plans lumière pour les ambiances.

La taille de la source (ponctuelle ou étendue) et la distance source-sujet vont influer directement la forme de l'ombre portée.



A gauche, la peluche est éclairée avec une ambiance,
à droite elle est éclairée avec une source de type Fresnel.

BTS Image 1998

PHYSIQUE APPLIQUÉE

1 - ETUDE DE LA PROJECTION CINÉMATOGRAPHIQUE

1-1 Optique géométrique

On doit projeter un film 35 mm sur un écran de 3m sur 5m situé à 20 mètres environ du projecteur. Les dimensions de la pellicule sont données figure 1.

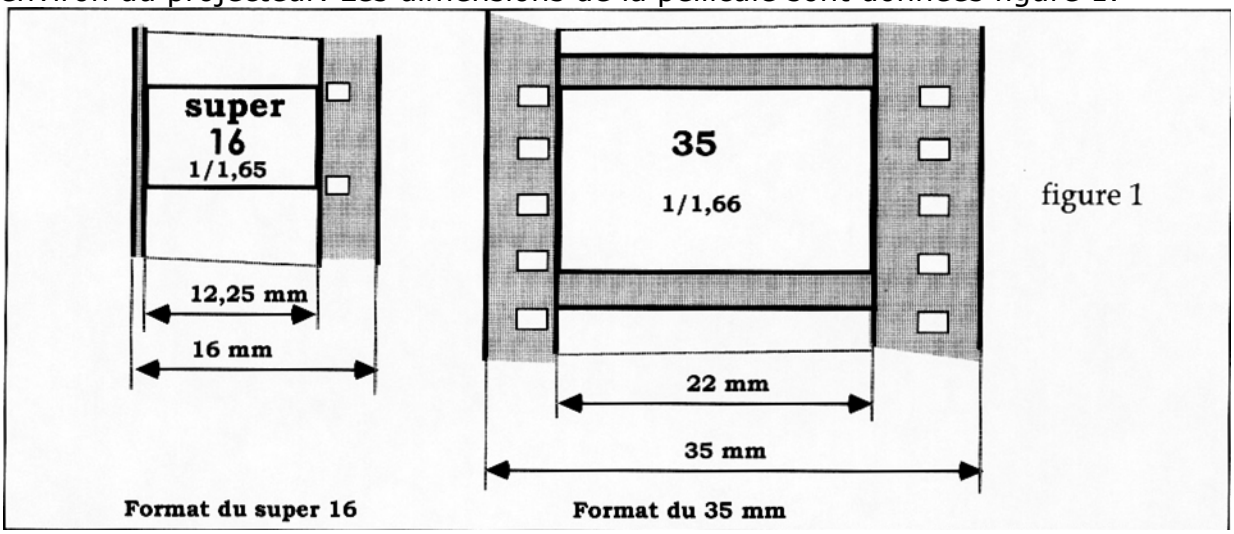


figure 1

1-1-1 On admettra que le film se trouve dans le plan focal du système optique assimilable à une lentille mince située à 20m de l'écran.

Déterminer d'après la figure 1 la distance focale de l'objectif et le champ angulaire horizontal correspondant au cadrage le plus large sur l'écran.

Réponse :

Comme souvent en optique, appliquons la règle des triangles semblables. La distance 20 mètres étant importante, nous négligeons l'augmentation du tirage pour faire le point.

22/f' = 5/20. ***f'=88mm***

Sin α = 2,5/20 = 0,125

Champ angulaire horizontal (2α)= 14°36

Quelle serait la focale nécessaire pour obtenir le même champ angulaire horizontal avec un film Super 16 mm ? Le champ angulaire vertical serait-il modifié ?

Réponse :

en 16 mm, le champ angulaire est identique, sin α = 0,125 = (0,01225/2)/f'

f' = 49mm

Le format 1,66 du 35mm est très proche du format 1,65 du 16mm, les proportions de l'image sont donc identiques. Le champ angulaire vertical n'est pas modifié.

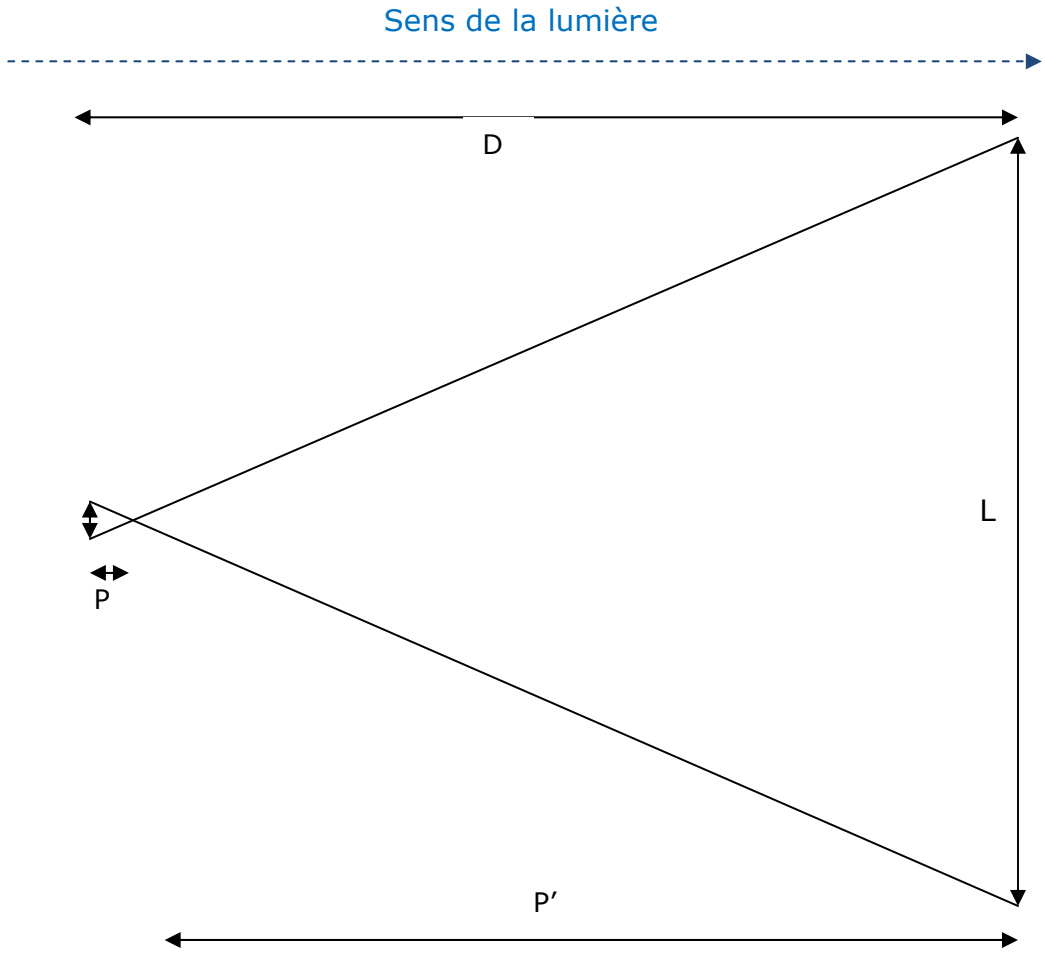
1-1-2 On admettra que l'objectif est assimilable à une lentille mince de distance focale f. La distance D entre le plan de la pellicule et l'écran est constante.

Exprimer la distance lentille-écran en fonction de f et de D lorsqu'on obtient une image nette de la pellicule sur l'écran.

Application numérique : f=90mm et D= 20m

Réponse :

Faisons un schéma :



L'objet est à une distance –p et son image à une distance p'. Nous avons D = p'-p.
La relation de Descartes nous permettant de calculer la position des points conjugués nous indique : 1/p' – 1/p = 1/f'
1/p = 1/p' – 1/f' = (f'-p')/p'f' => p = (p'f'/(f'-p')

D = p' – [p'f'/(f'-p')] = [p' (f'-p') – p'f']/(f'-p') = (p'f' – p'² - p'f') / (f'-p')
D = -p'²/(f'-p')

Nous obtenons la relation demandée :
p'² - Dp' + Df' = 0

Application numérique :
p'² - 20p' + (20 x 0,09) =0 => p'² - 20p' + 1,8 =0
C'est un équation du second degré du type ax² + bx +c =0 admettant pour solutions :
x = [-b ±√(b²-4ac)]/2a (le système est réversible)

1. *[–(-20) + √(400 - 7,2)]/2 = 19,9096*
2. *[–(-20) - √(400 – 7,2)]/2 = 0,0904*

Dans le cas présent nous aurons ***p' = 19,91 m (distance lentille-écran)****.*

En déduire les dimensions exactes de l'image projetée sur l'écran pour un film 35mm.
Réponse :
Une fois de plus, utilisons la propriété des triangles semblables.
L = (0,022 x 19,9096) / 0,0904
L = 4,85 m

1- 2 Optique photométrique

La lampe utilisée est une lampe à arc au xénon Tungsram de 2000 W.

1-2-1 ***L'efficacité lumineuse de la lampe étant de 40 lumens par watt, calculer le flux lumineux émis par la lampe lors de son fonctionnement.***

Réponse :

L'efficacité lumineuse étant de 40 lumens par Watt, le flux lumineux émis par la lampe sera de 80 000 lumens

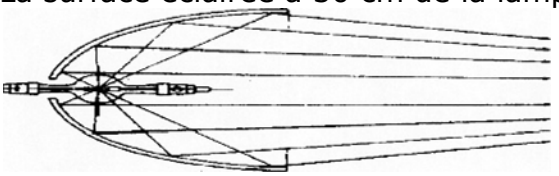
En déduire l'intensité lumineuse moyenne de la lampe supposée source ponctuelle lorsqu'elle rayonne dans tout l'espace, puis l'éclairement reçu par une surface perpendiculaire à l'un des rayons et située à 30 cm de la lampe

Réponse :

1. *Nous savons que Φ = I x Ω, Ω étant l'angle solide, or cette source rayonne dans tout l'espace. L'angle solide (d'une sphère) vaut donc 4π.*
   I= 80 000 / 4π => ***I = 6369 cd***
2. *E = I /d² avec d = 0,3m*
   E = 6369 / 0,09 => ***E = 70 766 lux***

1-2-2 En réalité le faisceau est concentré par un miroir parabolique et produit un faisceau convergent (figure 2).

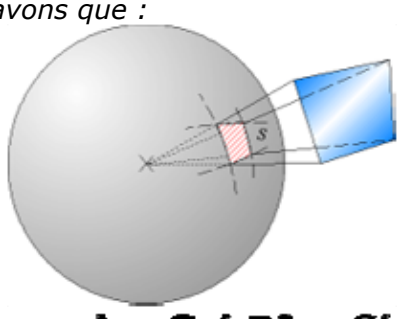
La surface éclairée à 30 cm de la lampe est un cercle de 30mm de diamètre.



Calculer le nouvel éclairement sachant que le dispositif parabolique et les filtres anticaloriques ne transmettent que 95% du flux lumineux. Quel est l'avantage de ce dispositif ?

Réponse :

Nous savons que :



Ω (en sr) = S / R² = S' / R'² *avec R pour le rayon de la sphère et que la surface d'un cercle : S = π xr² avec r pour le rayon du cercle (ici 15mm).*

Ω = S / R² = (π x r²)/R² = 3,14 x 0,000225 / 0,3² = 0,00785 sr

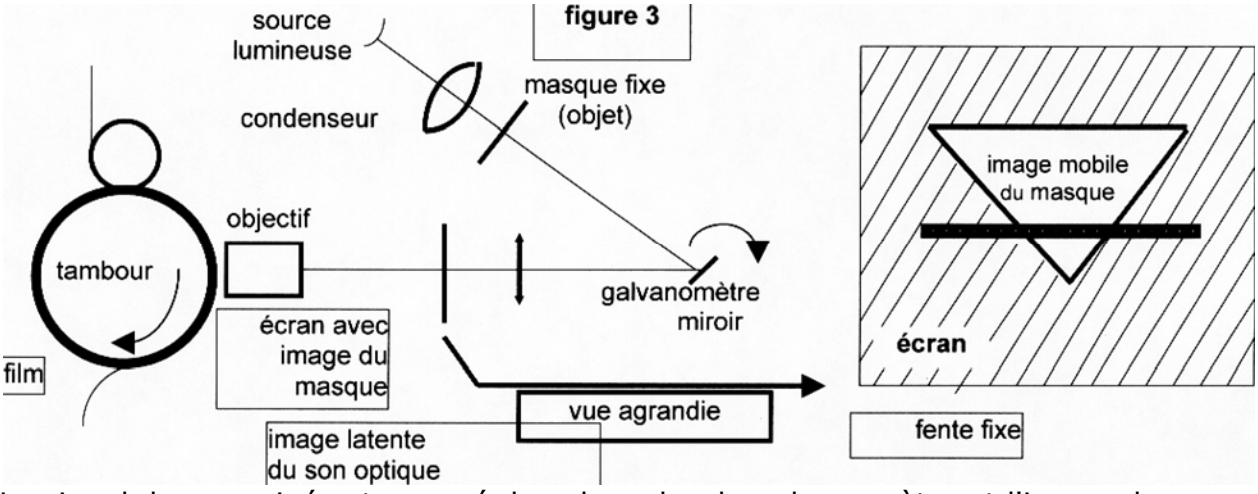
I= (80 000 / 0,00785) x 0,95 => I = 9 681 528 cd

E = I / R² = 9 681 528 / 0,3² = 107 000 000 lux

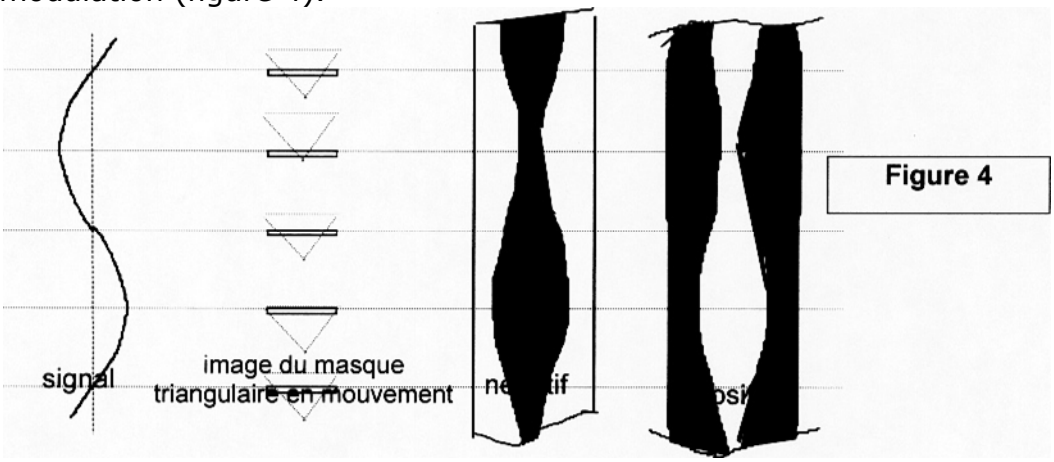
L'avantage de ce dispositif est de « récupérer » le flux lumineux rayonnant sur 360° et de le concentrer dans une direction donnée. Dans le cas présent l'éclairement d'un objet situé à 30 cm du dispositif passe de 70 000 lux à 107 000 000 lux

2 - ENREGISTREMENT OPTIQUE DU SON EN CINEMA.

Le son mixé final est transféré sur une émulsion photographique spécifiquement conçue pour le tirage optique. Une caméra spéciale transforme en modulations lumineuses le signal électrique provenant du mixage son. Cette caméra se compose d'un magasin, d'un système d'entraînement continu de la pellicule, d'une source de lumière et d'un modulateur de lumière utilisant un galvanomètre à cadre mobile et un masque à ouverture triangulaire fixe (figure 3).



Le signal de son mixé est envoyé dans le cadre du galvanomètre et l'image du masque se déplace verticalement sur un écran, éclairant une partie plus ou moins large d'une fente pratiquée sur celui-ci. L'objectif de la caméra forme sur la pellicule une image d'un trait lumineux de largeur variable représentant le signal de modulation (figure 4).



2-1 Etude du dispositif optique.

2-1-1 ***Représenter sur le document-réponse n°1 l'image A' du point A dans le miroir M. Effectuer le tracé des rayons lumineux.***
Le miroir tourne d'un angle α. Montrer que le rayon réfléchi tourne d'un angle 2 α
Représenter la nouvelle image A'_1 de A

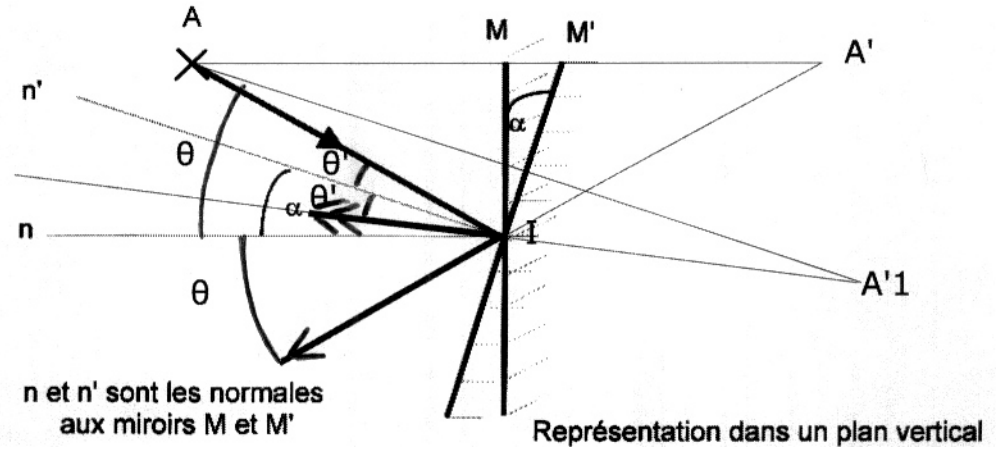
Réponse :
Calculons l'angle que font les rayons réfléchis avant et après la rotation du miroir :

Avant la rotation du miroir, le rayon réfléchi fait un angle θ avec la normale au miroir en I et le rayon réfléchi fait un angle 2θ avec le rayon incident.
Avec la rotation du miroir, l'angle θ' entre la rayon incident et la normale M' devient

θ′ = θ - α . Le rayon réfléchi fait donc un angle 2(θ-α) avec le rayon incident :
La différence est donc 2θ -2θ + 2α soit 2α.
Le rayon réfléchi a tourné de 2α quand le miroir a tourné de α.

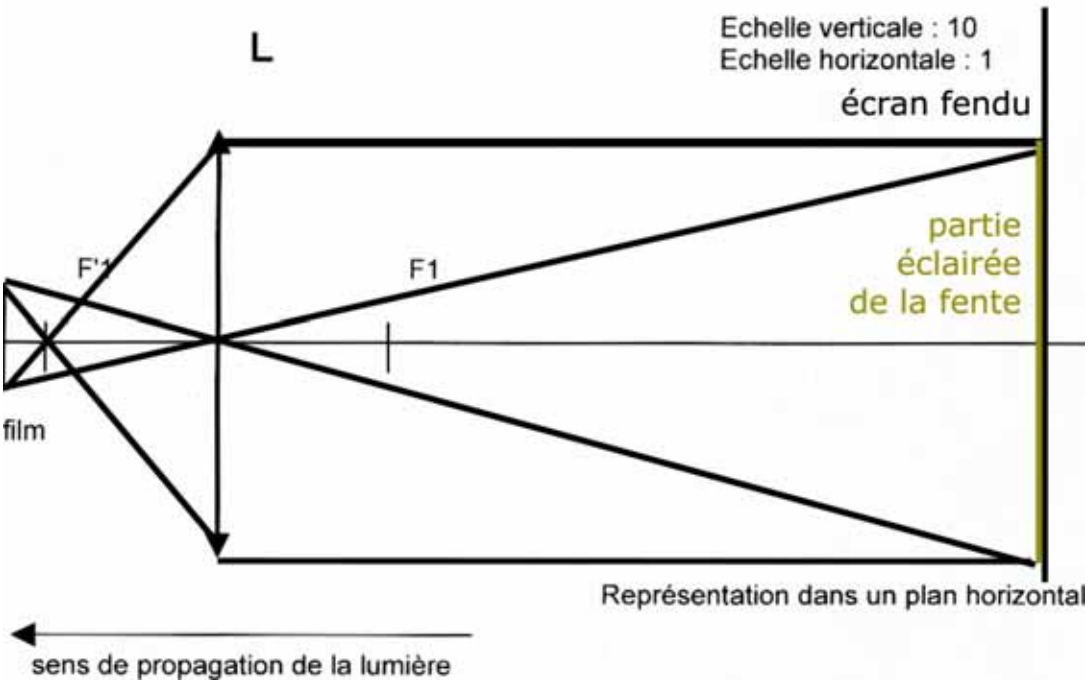
DOCUMENT-REPONSE N°1 (à rendre avec la copie)

QUESTION 2.1.1



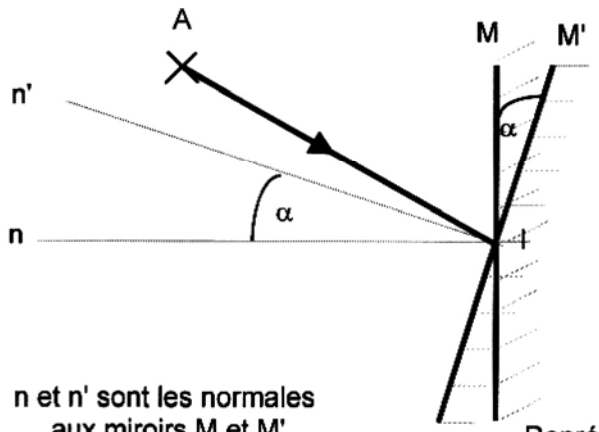
2-1-2 Une modulation de 100% représente une occupation de 1,9mm sur la piste optique enregistrée (image latente du son optique) située entre l'image et les perforations.
La distance focale de l'objectif assimilé à une lentille mince est de 24mm, le film est situé à 30mm de la lentille.
Effectuer sur le document-réponse n°1 le tracé des rayons lumineux correspondant à la formation de cette image sur le document réponse.

QUESTION 2.1.2



DOCUMENT-REPONSE N°1 (à rendre avec la copie)

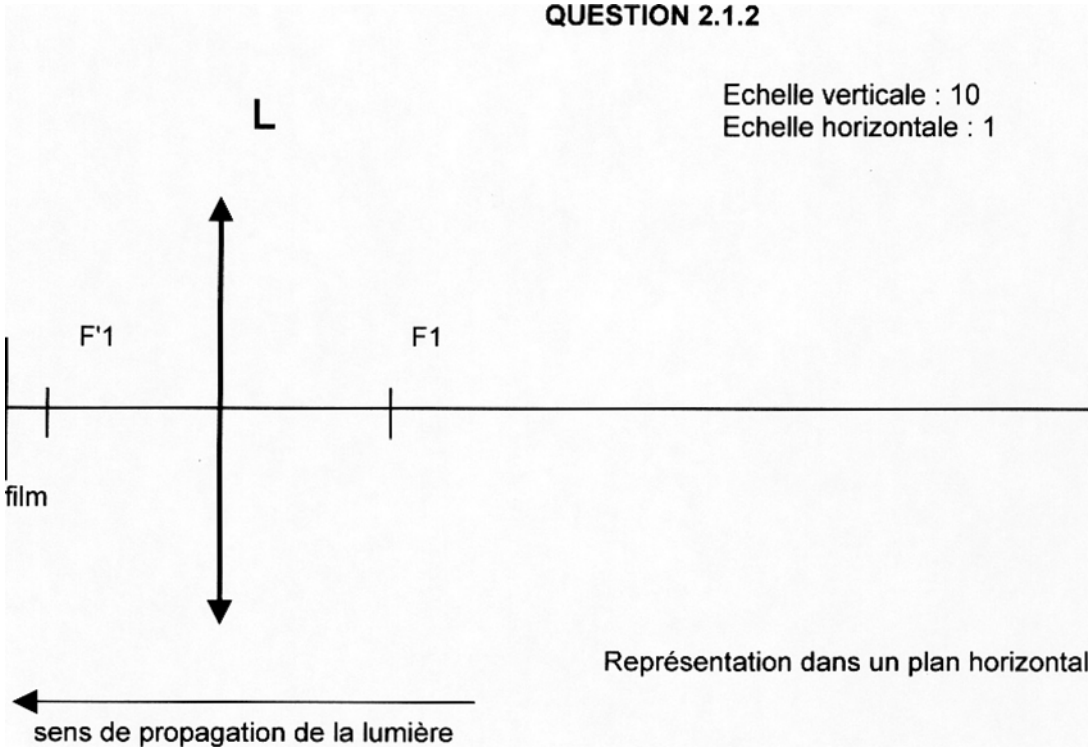
QUESTION 2.1.1



n et n' sont les normales aux miroirs M et M'

Représentation dans un plan vertical

QUESTION 2.1.2

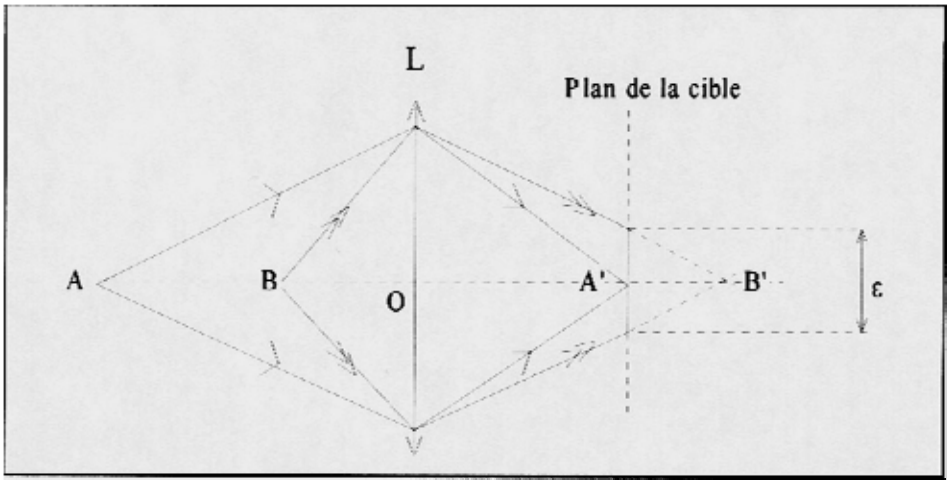


Représentation dans un plan horizontal

5 - PROFONDEUR DE CHAMP

Nous étudions dans cette partie la profondeur de champ d'un objectif de caméra.
Cette caméra n'ayant aucun lien avec l'installation étudiée précédemment.
On supposera que l'objectif est assimilable à une lentille mince convergente à focale variable.

Attention: les échelles ne sont pas respectées



La mise au point est faite en position "télé" sur un objet (A), supposé ponctuel, situé à 5 m du centre optique de l'objectif. La focale de l'objectif est réglable de 15 à 100mm. L'image d'un des points de l'objet, A, est un point A'.
On déplace alors l'objet de la position A à la position B pour laquelle l'image d'un des points de l'objet (B) est une tache de diamètre centrée sur A'.

5-1 ***Exprimer* OB' *en fonction de* OA', ε *et du diamètre d du diaphragme.***

Réponse :
OB' = OA' + A'B'
OB' = OA' / [1-(ε /d)] = OA' / [(d-ε) /d]
OB' = OA' x [d/(d-ε)]

Exprimer d en fonction n (n: nombre d'ouverture) et la focale f et le remplacer dans la relation précédente pour la mettre sous la forme:
OB' = OA' x [f/(f-n•ε)]

On sait que le nombre d'ouverture n=f/O, O étant égal au diamètre de la pupille d'entrée. Ici, dans une lentille mince, le diamètre du diaphragme est égal au diamètre de la pupille d'entrée, donc n=f/d.
d= f/n et *OB' = OA' x [d/(d-ε)]* *OB' = OA' x [(f/n)/((f/n)-ε)]*
nous avons bien OB' = OA' x [f/(f-nε)]

5-2 ***A l'aide de la relation de conjugaison, calculer OB lorsque* n = *5,6, ε = 11 µm et f=15mm.***

Réponse :
Pour ce calcul nous allons utiliser la relation de conjugaison 1/p'-1/p =1/f ou p est égale à la distance de l'objet au centre de la lentille (p est négatif) et p' la distance de son image au centre de la lentille.

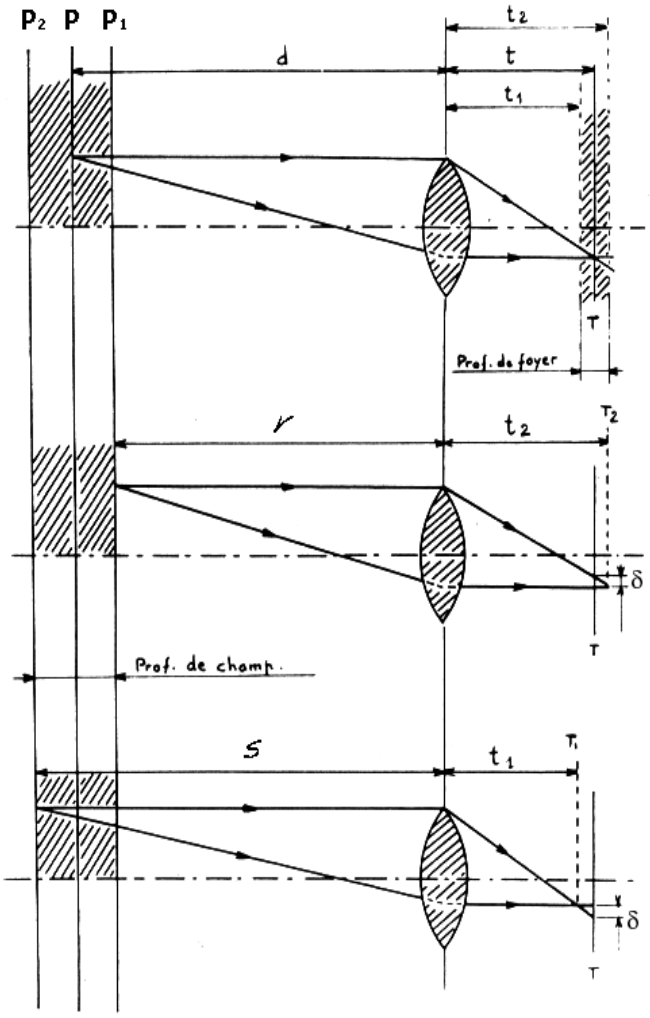
1. *Calculons la distance OA' lorsque OA= 5m.*
   1/p'-1/p =1/f => 1/p' = 1/f + 1/p => p' = fp/(p+f)
   p' = (0,015 x -5)/(-5 + 0,015) = -0,075/-4,985
   OA' = 0,015045 m
   remarque : par rapport à la position de l'image d'un objet à l'infini, l'augmentation de tirage est de 4,5 100^{e} de mm pour un objet à 5 m pour un objectif de 15mm de focale.
2. *Maintenant, nous pouvons calculer la position de OB'.*
   OB' = OA' x [f/(f-nε)]
   OB' = *0,015045 x [0,015/(0,015-(5,6x0,000011)]*
   OB' = 0,015045 x (0,015/0,0149384) = 0,015045 x 1,0041236
   OB' = 0,015107 mm
   remarque : nous avons là une des positions extrêmes de la profondeur

de foyer.

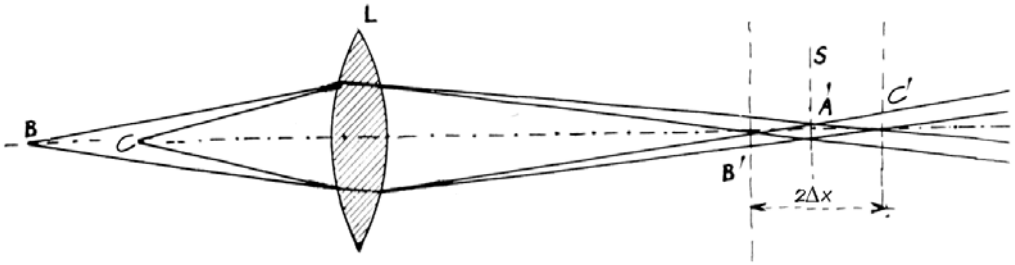
3. *Terminons l'opération en reprenant la formule de conjugaison pour trouver la distance OB avec p=p'f'/(f'-p')*
   p = (0,015107 x 0,015)/(0,015 -0,015107)
   p= 0,000226605/-0,000107
   p = -2,12 m
   remarque : la profondeur n'est autre que l'image de la profondeur de foyer à travers le système.

5-3 Définir à l'aide d'un croquis, en utilisant des couleurs, la profondeur de champ.

Réponse : Voici un schéma expliquant la profondeur de champ



En voici un autre :



BC est conjugué de B'C' dans L, la distance des plans de front B et C s'appelle la profondeur de champ.

Lorsque n=5,6 et f = 100mm, on obtient OB = 4,853m. D'après le résultat du 5-2, montrer l'influence de f sur la profondeur de champ.
Réponse :
Pour des distances de mise au point nettement supérieures à f, l'ordre de grandeur de la profondeur de champ est donné par la formule :
BC = ((2 x ε)/f') x n p²
BC= profondeur de champ
ε = cercle de confusion
f' = focale
n = ouverture relative
p = distance de mise au point
Avec cette formule, on voit que ***la profondeur de champ est inversement proportionnelle à la focale de l'objectif***.
Avec une courte focale, la profondeur de champ est importante. Dans l'exemple 5-2, la limite antérieure de la profondeur de champ est à 2,12m.
Avec une longue focale, la profondeur de champ est faible. Dans l'exemple donné, la limite antérieure de la profondeur de champ passe à 4,853 m lorsque la focale passe à 100mm

BTS Image 1999

PHYSIQUE APPLIQUÉE
I **Optique** :
Question I.1
Remarquons que le tableau a les mêmes proportions que le capteur : 1,33
En calculant avec la largeur du capteur et la largeur du tableau :

a) focale la plus large :
$f_1/8,8 = 4 / 2 \Rightarrow f_1 = 4 \times 8,8 / 2 =$ **17,6 mm**
b) focale la plus serrée :
$f_1/8,8 = 0,4 / 2 \Rightarrow f_1 = 4 \times 8,8 / 0,4 =$ **88 mm**

Question I.2
On se rapproche du tableau dans un rapport de 2, il faut donc des focales 2 fois plus larges pour conserver un cadre équivalent soit
8,8 à 44 mm

Question I.3
Les focales extrêmes du zoom Angénieux sont 10 mm et 140 mm.
Pour faire la prise de vue dans les conditions exposées à la question I.2, il faut placer une lentille « grand angle » sur le zoom.

II **Photométrie** :
Question II.1 Le théorème de Pythagore nous enseigne : $d = \sqrt{(h^2+x^2)}$
On peut écrire $d^3 = (\sqrt{(h^2+x^2)})^3$ ou $d^3 = (h^2+x^2)^{3/2}$
Par ailleurs $\cos\theta = h/d$ et $\cos\theta / d^2 = h/d^3$
donc : $\cos\theta / d^2 = h/(h^2+x^2)^{3/2}$

Nous avions $E_M = I \bullet (\cos\theta / d^2)$,
on peut alors écrire $\boxed{E_M = I \bullet h/(h^2+x^2)^{3/2}}$

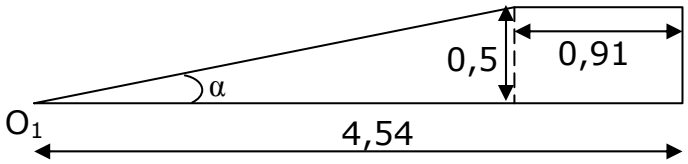
Question II.2 Le point A est éclairé par O_1 et O_2
$E_A = 10000 \times 2 / (2^2 +0,5^2)^{3/2} + 10000 \times 2 / (2^2 +2,5^2)^{3/2}$
$E_A = 20000 / 8,76 + 20000 / 32,816 = 2283 + 609,5 = 2892$ lux

$E_I = (10000 \times 2 / (2^2 +1,5^2)^{3/2}) \times 2$
$E_I = (20000 / 15,625) \times 2 = 2560$ lux

L'écart relatif entre E_A et E_I est de 13% (en plus pour E_A)
$E_A = 1,13 \bullet E_I$

Question V.1
A quelle distance D_1 devons nous être pour filmer le tableau dans son entier avec une focale de 20mm ?
$20/8,8 = D_1/2 \Rightarrow$ **$D_1 = 4,54$m**
A quelle distance D_2 devons nous être pour filmer un détail d'une largeur de 40cm dans le tableau avec une focale de 20mm ?
$20/8,8 = D_2/0,4 \Rightarrow$ **$D_2 = 0,91$m**

O_2



$O_1O_2 = \sqrt{(3,63^2+0,5^2)} = 3,66$
La longueur O_1O_2 du travelling est de 3,66m
tang(α)= 0,5 / 3,63 = 0,13774
L'angle α est de 7,84°

Question V.2.1
L'énoncé nous permet de considérer que $\overline{O_1A'_1} = \overline{O_2A'_2}$.
Donc $p'_1 = p'_2 = p'$
La relation de Descartes nous permet d'écrire
$1/p' - 1/p_1 = 1/f'_O$ (pour l'objectif)

La convergence du système [objectif + bonnette] est égal à la somme des convergences
d'où : $C = C_B + C_0$
$1/p' - 1/p_2 = 1/f'_B + 1/f'_O$ (pour le système)
$1/f'_O + 1/p_1 - 1/p_2 = 1/f'_B + 1/f'_O$
$1/p_1 - 1/p_2 = 1/f'_B$

Question V.2.2
Avec $|P_2| = 0,4$ m et $C_B = 2$ dioptries
$1/p_1 - 1/(-0,4) = 2$
$1/p_1 = 2 - 2,5 = -0,5$ ⇨ **$|p_1| = 2$m**

Question V.2.3
Avec $|P_1| = 0,8$ m (distance minimum de l'objectif) et $C_B = 2$ dioptries
$1/(-0,8) - 1/p_2 = 2$
$-1,25 - 1/p_2 = 2$ ⇨ $-1/p_2 = 2 + 1,25 = 3,25$ ⇨ $P_2 = -0,31$ ⇨ **$|p_2| = 31$ cm**

Photométrie :
Question VI
En reprenant la relation $E_M = I \bullet h/(h^2+x^2)^{3/2}$
$E_A = 10000 \bullet h/(h^2+0,5^2)^{3/2}$
$E_B = 10000 \bullet h/(h^2+2,5^2)^{3/2}$
Nous devons avoir $E_A/E_B=2$
$10000 \bullet h/(h^2+0,5^2)^{3/2} / 10000 \bullet h/(h^2+2,5^2)^{3/2}=2$
$1/(h^2+0,5^2)^{3/2} / 1/(h^2+2,5^2)^{3/2}=2$
$(h^2+2,5^2)^{3/2}/(h^2+0,5^2)^{3/2}=2$
$(h^2+6,25)^{3/2}/(h^2+0,25)^{3/2}=2$
$(h^2+6,25)^3/(h^2+0,25)^3=2^2$
$(h^2+6,25)/(h^2+0,25)= 2^{2/3} = 1,5874$ *(ou $\sqrt[3]{(2^2)} = \sqrt[3]{4} = 1,5874$)*

$(h^2+6{,}25) = 1{,}5874\ (h^2+0{,}25) = 1{,}5874\ h^2 + 0{,}39685$
$h^2 = 5{,}85315 / 0{,}5874 = 9{,}9645$
$h = 3{,}15666$
$h \approx 3{,}16$ m

Vérification :
$E_A = 10000 \bullet 3{,}15666/(3{,}15666^2+0{,}5^2)^{3/2} = 966$ lux
$E_B = 10000 \bullet 3{,}15666/(3{,}15666^2+2{,}5^2)^{3/2} = 483$ lux
L'éclairement est bien deux fois plus important en A qu'en B

Note : ce que vous devez retenir sur les exposants, puissances et racines :

a^{x+y}	=	$a^x \cdot a^y$
$(a \cdot b)^x$	=	$a^x \cdot b^x$
$a^{x \cdot y}$	=	$(a^x)^y$
$a^{x/n}$	=	$\sqrt[n]{a^x}$ *n entier positif*
A^{-x}	=	$1 / a^x$ $a \neq 0$
a^{x-y}	=	a^x / a^y $a \neq 0$
a^x / a^y	=	a^{x-y} $a > 0$

a^0	=	1
a^1	=	A

La puissance fractionnaire est une racine

Exemple de calcul

Méthode 1	*Méthode 2*
$2^{1,5} = 2^{3/2}$ $(2^{1/2})^3$ $(\sqrt{2})^3$ $(1{,}414\ldots)^3$ $2{,}828\ldots$	$2^{1,5} = 2^{3/2}$ $\sqrt{(2^3)}$ $\sqrt{8}$ $2{,}828\ldots$

Méthode 1	*Méthode 2*
$2^{1,5} \cdot 2^{2,5} = 2^{3/2} \cdot 2^{5/2}$ $(\sqrt{2})^3 \cdot (\sqrt{2})^5$ $(\sqrt{2})^{3+5}$ $(\sqrt{2})^8$ 2^4 16	$2^{1,5} \cdot 2^{2,5} = 2^{1.5+2.5}$ 2^4 16

TECHNOLOGIE DES EQUIPEMENTS ET DES SUPPORTS
2. SPECIFICATIONS CAMERA
Le document C fournit les spécifications d'une caméra numérique utilisée pour la captation.

2.2. Indiquer le rôle de chacune des roues porte-filtres équipant la caméra.
Réponse :
La Betacam numérique possède non pas un mais deux barillets de filtres, concentriques.
Le bouton de filtres intérieur est dévolu aux densités neutres.
Le bouton de filtres extérieur est dévolu à la température de couleur.

Si, pour des conditions de prise de vues données, l'ouverture relative est de F/16 avec le filtre 1 (CLEAR), déterminer les ouvertures relatives à régler en mode 1/4 ND, 1/16 ND, 1/64 ND.
Réponse :
Calculons l'écart d'indice de lumination I.L. imposé par la présence des filtres neutres :

Filtre	*Transmission*	*Opacité*	*Ecart en I.L. log_2(Opacité)*	*Densité Log_{10}(Opacité)*
¼ ND	*¼*	*4*	*2*	*0,6*
1/16 ND	*1/16*	*16*	*4*	*1,2*
1/64 ND	*1/64*	*64*	*6*	*1,8*

L'ouverture, le temps d'exposition, la densité du filtre et l'indice de lumination sont liés par la relation : $\boldsymbol{(N^2 \times 10^D)/ t = 2^{IL}}$
Avec N pour l'ouverture, t pour le temps d'exposition et D pour la densité du filtre.
On peut donc écrire :
$2^{IL} \times t = N_0^2 \times 10^0 = N_1^2 \times 10^{0,6} = N_2^2 \times 10^{1,2} = N_3^2 \times 10^{1,8}$
$N_0 = 16$; *d'où* $256 = N_1^2 \times 4 = N_2^2 \times 16 = N_3^2 \times 64$
$N_1 = \sqrt{256/4} = 8$; $N_2 = \sqrt{256/16} = 4$; $N_3 = \sqrt{256/64} = 2$
Si l'ouverture relative = 16 avec le filtre "Clear", l'ouverture sera de 8 avec le filtre ¼ ND, 4 avec le filtre 1/16 ND et 2 avec le filtre 1/64 ND
Il y a bien un écart de 2 diaphragmes entre 8 et 16, 4 diaphragmes entre 4 et 16 et 6 diaphragmes entre les valeurs 2 et 16.

Note :
Calculer les écarts de diaphragme en s'aidant des ***valeurs de densité*** *est* ***universel****. Tous les opérateurs du monde le font mentalement sachant que* $10^{0,3} \approx 2$, $10^{0,6} \approx 4$, $10^{0,9} \approx 8$ *et* $10^{1,2} \approx 16$. *Les fabricants de filtres et gélatines donnent les valeurs en densités, les loueurs de caméra louent des séries de « densités neutres », les ND. C'est la raison pour laquelle je vous invite à vous habituer très tôt à utiliser cette méthode « universelle ».*

Sony, qui n'avait pas la culture « audiovisuelle », a noté sur ses barillets les valeurs en transparence. Cela a pu paraître curieux mais il a fallu s'y habituer même si cela est moins pratique.

Il s'en suit que l'on peut retenir une autre méthode pour calculer un diaphragme lorsque l'on positionne un filtre ND sur la caméra:
En prenant N_1 pour diaphragme « nominal », le diaphragme affiché sur l'objectif N_2 sera égal à :

$$N_2 = \sqrt{(N_1^2 x\ T)}$$

T étant la transmission du filtre.

Filtre	***Transmission***	***Valeur de diaphragme N_2*** *pour une valeur nominale N_1 de 16*
1/4 ND	*1/4*	$N_2=\sqrt{(16^2/4)}= 8$
1/16 ND	*1/16*	$N_2=\sqrt{(16^2/16)}= 4$
1/64 ND	*1/64*	$N_2=\sqrt{(16^2/64)}= 2$

Les opérateurs, ne disposant pas de calculettes sur un plateau, n'utilisent pas cette méthode difficile à mettre en œuvre par le seul calcul mental. Par contre, elle est rapide lors d'une épreuve au BTS.

2.3. Calculer l'éclairement incident nécessaire pour une ouverture relative de F/5,6 si l'obturateur électronique de la caméra est réglé sur 1/250.
Réponse :
Les spécifications de la caméra indiquent pour sa sensibilité, un éclairement de 2000 lux pour un diaphragme de 8.
Calculons d'abord la sensibilité de la caméra :
La formule $S = (N^2 \times 250)/E \times t$ soit 400 Iso.
Reprenons cette même formule avec t=1/250 et N=5,6
$E = (N^2 \times 250)/(t \times 400)$ ⇨$(31 \times 250)/ 1,6 =$ ***4850 lux***

L'obturateur électronique étant maintenant réglé sur 1/2000^e, calculer l'ouverture relative pour le même éclairement et en conservant le même niveau vidéo.
Réponse :
S = 400 Iso ; E = 4850 lux ; t = 1/2000^e
$N = \sqrt{((S \times E \times t)/250)} = \sqrt{((400 \times 4850 \times 0,0005)/250)} = 1,96$
Le diaphragme aura pour valeur 2

4. ECLAIRAGE

Pour l'interview des joueurs à l'entrée du vestiaire, une caméra portable est équipée d'une torche HMI dont les caractéristiques sont fournies sur le document F.

4.1. Comparer les caractéristiques d'un éclairage HMI, par rapport à un éclairage à lampes à incandescence.
(On précisera les avantages et inconvénients).

Réponse :

La lampe HMI est une lampe à décharge avec un spectre discontinu alors que la lampe à incandescence a un spectre continu.

<u>Avantages du HMI / incandescence</u> :

- *Le rendement lumineux des lampes HMI est très supérieur à celui des lampes à incandescence.*
- *Les lampes HMI chauffent infiniment moins que les lampes à incandescence.*
- *La lumière produite par une lampe HMI est équilibrée à 5500K bien qu'il soit incorrect de parler de température de couleur pour une lampe à décharge. En effet, pour les sources qui utilisent une décharge électrique dans un gaz, comme les lampes HMI ou les tubes fluorescents, le spectre comporte des raies importantes et la corrélation avec l'émission du corps noir est presque impossible à trouver. Dans ce cas, on donne une température de couleur indicative qui correspond à une sensation équivalente pour l'œil : c'est la* ***température de couleur proximale****. Toujours est-il qu'il est commode d'utiliser une source HMI en extérieur. En extérieur, il faut corriger la Tc de la lumière produite par une lampe à incandescence par l'adjonction d'un filtre correcteur CTB.*

<u>Inconvénients du HMI/ incandescence</u>

- *L'allumage de la lampe HMI n'est pas instantané. Il faut attendre quelques minutes (2 à 3) pour que la lampe trouve son point d'équilibre et ne produise plus de dominantes.*
- *Les projecteurs munis de lampes HMI sont plus lourds puisque la lampe fonctionne avec un ballast.*
- *Avec un ballast fonctionnant à 50 Hz, il devient impossible de tourner en vidéo avec un shutter autre que le 1/50^{e} ou son multiple.*

La torche utilisée est un projecteur ouvert.

4.2. Comparer ce type de projecteur à un projecteur "Fresnel".

Réponse :

Les projecteurs ouverts dits « Open face » fonctionnent avec une lampe apparente et un réflecteur.

Ces projecteurs produisent des ombres peu précises mais ont l'avantage d'être bien refroidis et d'être légers.

Les projecteurs munis de lentille de Fresnel sont plus lourds mais beaucoup plus précis à utiliser par l'opérateur. Dans ce type de projecteur, la latitude de réglage entre la position flood et la position spot est plus importante que dans les projecteurs « Open face ».

La torche est alimentée par une batterie 30 V via un ballast. La capacité utile de la batterie est d'environ 5 Ah.
4.3. Evaluer la durée d'utilisation de l'ensemble d'éclairage portable.
Réponse :
Nous allons considérer que le facteur de puissance est 0,8, en effet, le ballast non corrigé consomme de l'énergie.
En reprenant la formule bien connue I = P / U, l'intensité fournie par la batterie sera de (200/0,8)/30 = 8,3 A.
En utilisation continue, la durée d'utilisation sera de 5/8,3 = 0,6 heure soit ***36 minutes***

4.4. Evaluer le réglage de diaphragme à effectuer sur la caméra précédente (spécifications du § 2) si le sujet filmé se trouve à 3 m, la torche étant utilisée en mode "flood".
Réponse :
Nous avions calculé pour cette caméra, une sensibilité de 400 ISO.
En position flood, le projecteur fourni un éclairement de 2450 lux sur une plage de 3,4 de diamètre sur un sujet placé à 3 mètres du projecteur.
Avec un temps d'exposition de 1/50^{e} la valeur N du diaphragme sera :
N = √ (S x E x t)/250) = √(400 x 2450 x 0,02)/250 soit ***N≈9***

16:9/4:3
WIDESCREEN

CAMERA SECTION

Camera	DVW-700P	DVW-700WSP (16:9 MODE)	DVW-700WS) (4:3 MODE)
Pickup device	3-chip 2/3-inch Hyper HAD 1000 FIT CCD	3-chip 2/3-inch Hyper HAD 1000 FIT WIDESCREEN CCD	
Picture elements	Total:1038(H) x 594(V)		
Optical system	F1.4 prism system		
Built-in filters	A: CROSS B: 3200K C: 4300K: D: 6300K 1: CLEAR 2: 1/4ND 3: 1/16ND, 4: 1/64ND		
Shutter speed	1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000 (s)		
Clear Scan	CLS: 50.2 to 9000 Hz (310 steps) ECS: 25.4 to 48.7 Hz (295 steps)		
Lens mount	Special bayonet mount		
Sensitivity	2000lx with F8.0, 89.9% reflective		
Minimum illumination	Approx. 1.9 lx (F1.4 lens, +30dB gain)		
Video S/N ratio (typical)	60dB		
Vertical resolution	(without Super EVS) 450 TV lines (with Super EVS) 530 TV lines		
Registration	0.05% (all zones, without lens)		
Geometric distortion	Below measurable level (without lens)		
Warm-up time	2s		
Modulation depth at 5MHz	70% (Typical)		55%(Typical)

Viewfinder

CRT	1.5-inch monochrome		
Controls	BRIGHT control, CONTRAST control PEAKING control, TALLY, ZEBRA/MARKER and AUDIO indicator ON/OFF switches		
Horizontal resolution	600 TV lines	450 TV lines	600 TV lines
Microphone	Ultra-directional (detachable)		

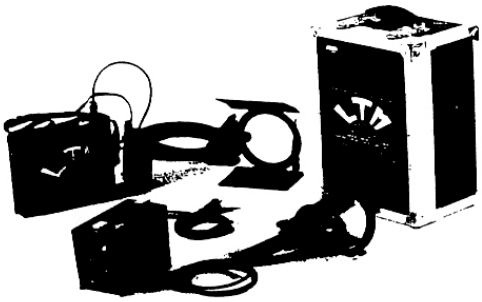
Supplied Accessories

Setup Card (BSC-1)	(1)
Microphone	(1)
Tripod Adaptor (VCT-14)	(1)
Attachment Adaptor for Wireless Microphone Receiver	(1)
Rain Cover	(1)
Shoulder Belt	(1)
Operation manual	(1)
Maintenance Manual Part 1	(1)
Carrying Case (LC-777)	(1)

DOCUMENT C

AVITES

TORCHE HMI 200 (REPORTAGE)



La torche HMI 200 W est parfaitement adaptée pour une utilisation en reportage type "news". Elle utilise une lampe HMI bi-post "lumière du jour" 5600°K évitant ainsi l'utilisation de filtres de correction qui diminuent le rendement lumineux des sources traditionnelles tungstène. Le volume compact de l'ensemble torche HMI 200 W permet de se déplacer aisément en toutes circonstances et sur tous les sites de tournages. Polyvalente, elle peut être utilisée:

- ***sur batterie 30 V LTM***
- ***avec Ballast BT 30 V,***
- ***avec Ballast électronique secteur,***
- ***avec Ballast magnétique Alimarc 200.***

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Projecteur

- Lampe type HMI 200 W "lumière du jour" code 809035 avec douille céramique bi-post permettant un changement rapide de la lampe
- Focalisation par levier arrière évitant la dissipation de la chaleur
- Réflecteur en aluminium traité Brytal
- Protection par verre anti-UV Ø 130 mm
- Accessoires de porte Ø 152 mm
- Poignée moulée ergonomique montée sur articulation
- Carrosserie gainée époxy couleur bleu et noir

Ballast électronique pour batterie 30 V

- Boîtier plastique moulé noir
- Fixation sur bretelle batterie 30 V LTM
- Réglage intensité flux lumineux par potentiomètre
- Alimentation 25 à 30 V

Ballast électronique secteur

- Alimentation 100 à 250 V AC - 50 à 60 Hz
- Commutation automatique
- Boîtier en tôle aluminium gainée en époxy noir
- Câble secteur Y 472002
- Réglage intensité flux lumineux par potentiomètre (60 à 100 :)
- Inverseur marche/arrêt
- Interrupteur général lumineux

Ballast magnétique ALIMARC 200

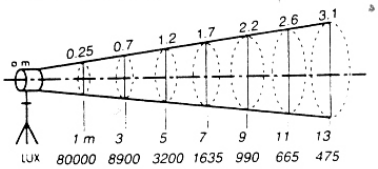
- Construction aluminium gainé époxy couleur bleu
- Commande amorçage et extinction par poussoirs
- Signalisation du fonctionnement par voyants
- Câble secteur 3 X 1,5 mm , longueur 2 m

DÉCOMPOSITION DE L'ENSEMBLE TORCHE HMI 200 W ET ACCESSOIRES

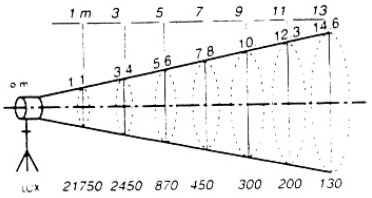
- Tête torche HMI 200 W code 293 C
- Câble montée de lampe prolongation 10 m code A 781
- Ballast électronique BT 30 V code A 776
- Batterie 30 V LTM code 512006
- Ballast magnétique ALIMARC 200 W
  - 230 V/50 Hz code A 807
  - 120 V/60 Hz code A 821
- Bretelle pour ALIMARC 200 code A 782 (0.30 m)
- Câble secteur pour ballast électronique code Y472002
- Verre diffuseur avec couronne code A 784
- Volet rotatif 4 feuilles code A 271
- Valise de transport code A 842 01

CARACTÉRISTIQUES PHOTOMÉTRIQUES

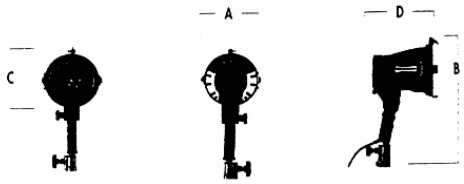
SPOT



FLOOD



INFORMATIONS TECHNIQUES



PROJECTEUR			BALLASTS	SUR BATTERIE	SUR SECTEUR
A largeur tête	(mm)	137			
B hauteur totale	(mm)	335	profondeur hors tout	(mm) 50	235
C hauteur tête	(mm)	165	largeur hors tout	(mm) 103	157
D profondeur tête	(mm)	175	hauteur hors tout	(mm) 137	105
E largeur hors tout	(mm)				
F hauteur de lyre	(mm)		poids total	(kg) 0,75	2
G base tête/axe lyre	(mm)		conso. électrique	(Amp)	
poids total	(kg)	1,2			
Code/ref		293 C	Code/ref	A 776	A 774

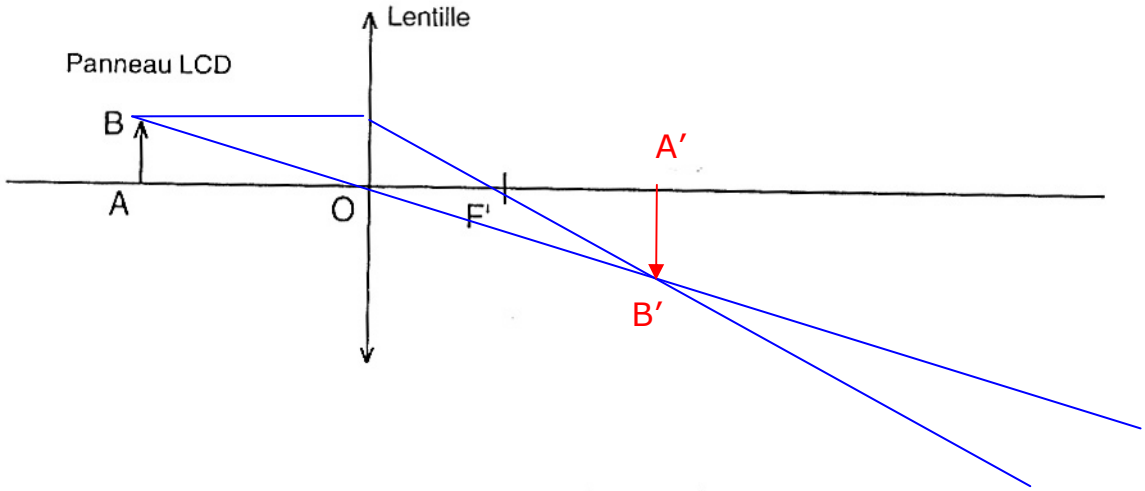
DOCUMENT F

BTS Image 2000

PHYSIQUE APPLIQUÉE

1) Optique géométrique

1-1)



Document réponse 1

L'image (A'B') est réelle.

1-2)
Le grandissement α est égal à $\overline{A'B'}/\overline{AB}$ **= $\overline{OA'}$ / $\overline{OA}$**
Il est négatif : l'image est inversée par rapport à l'objet.

1-3)
En reprenant la formule précédente et en considérant que la diagonale de l'image est l'image de la diagonale du panneau LCD à travers la lentille :
α = - 2,50 / 0,0225 **= - 111,11**

1-4)
Reprenons la formule de conjugaison $1/p' - 1/p = 1/f'$ (f' = focale)
$p'/p' - p'/p = p'/f' \Rightarrow 1 - \alpha = p'/f'$

$p' = f' (1 - \alpha) \Rightarrow$ **$\overline{OA'} = f' (1 - \alpha)$**

1-5)
$OA_1' = 0,036 \times (1 - (-111,11)) \approx$ **4,04 m pour la focale 36 mm**

$OA_2' = 0,0435 \times (1 - (-111,11)) \approx$ **4,88 m pour la focale 43,5 mm**

2) Colorimétrie – session 2000

La lumière qui traverse l'objectif du vidéo-projecteur est composée de trois lumières monochromatiques rouge, verte et bleue dont les coordonnées trichromatiques et les luminances sont les suivantes

S_1 : $x_1 = 0,63$; $y_1 = 0,34$ et de luminance $Y_1 = 30,7 cd/m^2$

S_2 : $x_2 = 0,31$; $y_2 = 0,58$ et de luminance $Y_2 = 43,5\ cd/m^2$

S_3 : $x_3 = 0,17$; $y_3 = 0,11$ et de luminance $Y_3 = 25,8\ cd/m^2$

2-1) Placer les points correspondant aux trois lumières sur le diagramme de chromaticité. Donner la longueur d'onde dominante ainsi que la teinte de chaque lumière.

Le blanc de référence étant le D_{65} de coordonnées x=0,313 y =0,329.

Réponse :

Bleu S_3 { $x_3=0,17$; $y_3=0,11$ } *Vert* S_2 { $x_2=0,31$; $y_2=0,58$ } *Rouge* S_1 { $x_1=0,63$; $y_1=0,34$ }

Sur le diagramme de la CIE on peut lire que la longueur dominante λ_D, de

S_1 est 610 nm correspondant à la teinte rouge,

S_2 est 551 nm correspondant à la teinte verte,

S_3 est 465 nm correspondant à la teinte bleue.

2-2) Déterminer par calcul ou graphiquement les coordonnées du mélange obtenu avec ces lumières.

Par calcul :

	S_3	S_2	S_1
	$x_3 = 0,17$	$x_2 = 0,31$	$x_1 = 0,63$
	$y_3 = 0,11$	$y_2 = 0,58$	$y_1 = 0,34$
$z=1-x-y$	$z_3 = 0,72$	$z_2 = 0,11$	$z_1 = 0,03$
	$Y_3 = 25,8$	$Y_2 = 43,5$	$Y_1 = 30,7$
	$Y_3/y_3 = 234$	$Y_2/y_2 = 75$	$Y_1/y_1 = 90$
$X=x\ (Y/y)$	$X_3 = 39,87$	$X_2 = 23,25$	$X_1 = 56,89$
$Z=z\ (Y/y)$	$Z_3 = 168,87$	$Z_2 = 8,25$	$Z_1 = 2,71$

S_{1+2+3}	$X_{123} = X_1+X_2+X_3 = 120,01$	$\boldsymbol{x_{123}} = X_{123}/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123}) = \mathbf{0,3}$
	$Y_{123} = Y_1+Y_2+Y_3 = 100$	$\boldsymbol{y_{123}} = Y_{123}/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123}) = \mathbf{0,25}$
	$Z_{123} = Z_1+Z_2+Z_3 = 179,83$	$z_{123} = Z_{123}/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123}) = 0,45$

Coordonnées du mélange S_{1+2+3}: x=0,3 ; y=0,25

Graphiquement :

Avec les résultats suivants :

$Y_3 = 25,8$	$Y_2 = 43,5$	$Y_1 = 30,7$
$Y_3/y_3 = 234$	$Y_2/y_2 = 75$	$Y_1/y_1 = 90$

a) On trace le segment S_1S_3.On calcule les quantités (Y_1/y_1) et (Y_3/y_3) et on les porte sur les perpendiculaires au segment S_1S_3 en S_1 et S_3, mais <u>en inversant</u> : ***Y_1/y_1 en S_3 et Y_3/y_3 en S_1.****On trace le segment PQ. Son intersection avec S_1 et S_3 détermine le point représentant (S_1+S_3)*

b) Pour trouver la luminance relative en (S_p), on calcule :

$z=1-x-y$	$z_3 = 0,72$	$z_1 = 0,03$
$X=x\,(Y/y)$	$X_3 = 39,87$	$X_1 = 56,89$
$Z=z\,(Y/y)$	$Z_3 = 168,87$	$Z_1 = 2,71$

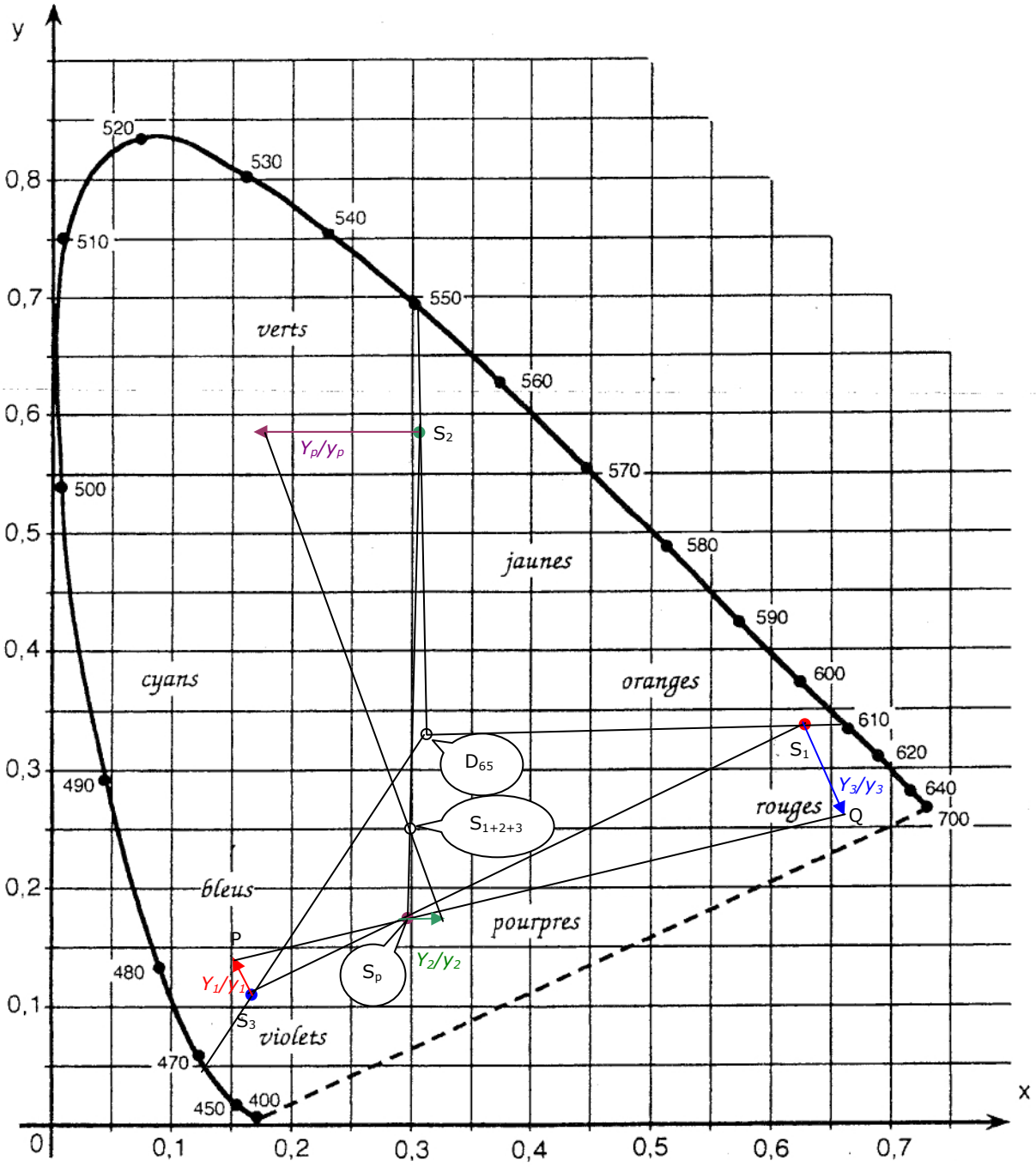
Puis

	$X_{13} = X_1+X_3 = 96,76$	$\boldsymbol{x_{13}} = X_{13}/(X_{13}+Y_{13}+Z_{13}) =$ ***0,3***
Magenta $S_p =$	$Y_{13} = Y_1+Y_3 = 56,5$	$\boldsymbol{y_{13}} = Y_{13}/(X_{13}+Y_{13}+Z_{13}) =$ ***0,17***
	$Z_{13} = Z_1+Z_3 = 171,58$	$z_{13} = Z_{13}/(X_{13}+Y_{13}+Z_{13}) = 0,53$
		$\boldsymbol{Y_p/y_p}$ ***332***

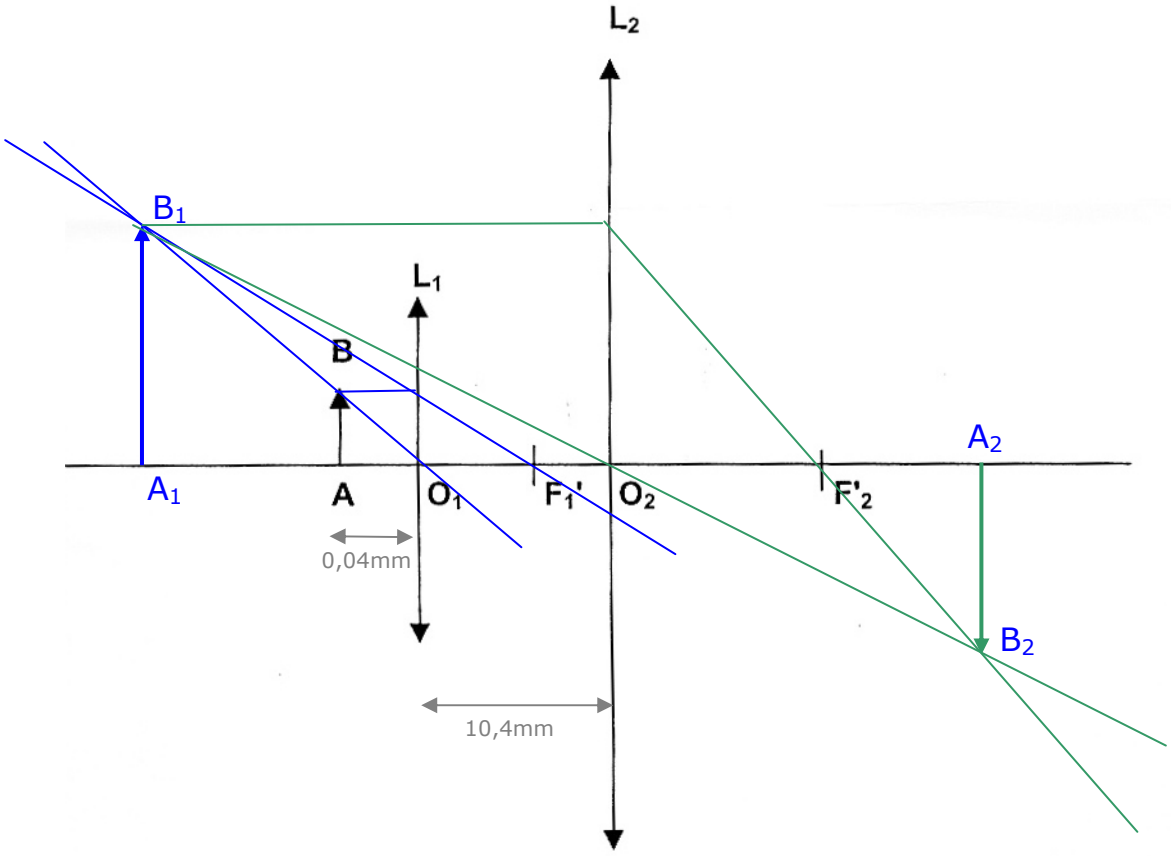
On en profite pour vérifier le tracé du point S_p (x=0,3 ; y=0,17)
On trace le segment S_pS_2. On calcule les quantités (Y_p/y_p) et (Y_2/y_2) et on les porte sur les perpendiculaires au segment S_pS_2 en S_p et S_2, mais <u>en inversant</u> : Y_p/y_p en S_2 et Y_3/y_3 en S_p. On trace le segment P'Q'.
Son intersection avec S_pS_2 détermine le point représentant (S_{1+2+3}).

Remarque : Il y a pratiquement autant de calculs à faire en utilisant la solution graphique, par contre la vérification est facile à faire.

Document réponse N°2



4-1) Suite Optique géométrique



Document réponse 1'

4-2)
Pour calculer la position de (A_2B_2), nous allons procéder de la même manière que graphiquement, c'est à dire calculer en premier lieu la position de (A_1B_1), image de (AB) dans le système L_1 puis calculer la position (A_2B_2) image de (A_1B_1) dans le système L_2.
Utilisons la formule de conjugaison $1/p' - 1/p = 1/f'$ avec $p<0$
1) On nous donne $p_1 = - 0,04$; $f' = 0,05$
$1/p_1' - 1/-0,04 = 1/0,05 = (0,04 - 0,05)/ 0,002 \Rightarrow p_1' = -0,2$ m
$\gamma_1 = \overline{OA_1}/\overline{OA} = -0,2 / -0,04 = 5$

2) On nous donne $p_2 = - (0,2 + 0,0104)$; $f_2' = 0,2$
$1/p_2' - 1/-0,2104 = 1/0,2 = (0,2104 - 0,2)/ 0,04208 \Rightarrow p_2' = 4$ m
$\gamma_2 = \overline{O_2A_2}/\overline{O_2A_1} = 4 / -0,2104 = -19$

$$\overline{O_2A_2} = 4 \text{ m} ; \gamma' = \gamma_1 \times \gamma_2 = - 95$$

4-3)
Maintenant, on veut $\overline{O_2A_2}$ = 4,88m, seule la lentille L_2 peut bouger.
Quoiqu'il en soit (A_1B_1) est toujours à la même place.
Nous avons dans le système L_2 : $1/p_2' - 1/p_2 = 1/f_2'$
$1 / 4,88 - 1/p_2 = 1/0,2 \quad \Rightarrow \quad 1/p_2 = (0,2 - 4,88) / (4,88 \times 0,2)$
$p_2 = 0,976/ - 4,68 \quad \Rightarrow \quad p_2 = - 0,2085$

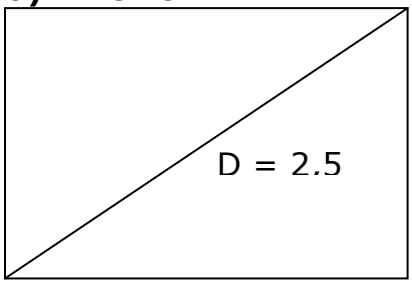
p_2 passe de – 0,2104 à – 0,2085 donc

L_2 se rapproche de L_1 de 19/100^e mm

$\gamma_2 = \overline{O_2A_2}/\overline{O_2A_1} = 4,88 / -0,2085 = 23,405$

$\gamma' = \gamma_1 \times \gamma_2 = - 117$

5) PHOTOMETRIE



L = 4u
Surface de l'écran : S = L x H
Utilisons Pythagore : $L^2 + H^2 = D^2$
$(4u)^2 + (3u)^2 = 2,5^2$
$16u^2 + 9u^2 = 6,25 \quad \Rightarrow \quad u^2 = 0,25 \quad \Rightarrow \quad u = 0,5$
L = 4 x 0,5 = 2m et H = 3 x 0,5 = 1,5m

Surface de l'écran : 3 m²

5-2) E = 200 lux ;
Or le flux émis par le projecteur dans la direction de l'écran est $\Phi = E \times S$
Φ = 600 lumen

5-3) Ω étant l'angle solide à partir duquel la lampe éclaire l'écran,
$I = \Phi/\Omega$ et $\Omega = S/x^2$; $x^2 = S \times I / \Phi$
$x^2 = 3 \times 4000 / 600 = 20$; **x = 4,47m**

Autre méthode :
La lampe est considérée source ponctuelle, son intensité I = 4000 cd
Par ailleurs, nous savons que l'éclairement est inversement proportionnel au carré de la distance $E = I \cos \alpha / x^2$; (dans l'axe α=0, $\cos \alpha$ =1)
$x^2 = 4000 / 200 = 20 \quad \Rightarrow \quad$ **x = 4,47m**

TECHNOLOGIE DES EQUIPEMENTS ET DES SUPPORTS

Une des prises de vues pour ce reportage s'effectue à l'intérieur de la cabine de pilotage d'un avion. Compte tenu de l'exiguïté de l'endroit, le cameraman utilise un objectif dont la référence est : J9ax5.2B IRS.

15) A l'aide de cette référence, précisez la distance focale f minimale et maximale pouvant obtenue avec cette objectif.

Réponse :

C'est ce que l'on appelle un zoom « grand-angle » dont les focales extrêmes sont 5,2mm et 46,8mm (9 x 5,2).

Une interview du directeur de l'aéroport est réalisée. Celui-ci est assis à son bureau et il est éclairé par des projecteurs de type Fresnel (3200K). Derrière lui, une baie vitrée permet d'avoir une vue sur le parking réservé aux avions. Afin d'obtenir une image correcte, un filtre « Full C.T.O + .6ND » (Mired shift : +159) est apposé sur la baie vitrée.

16) Que signifie « CTO » et « ND » ?

Réponse :

CTO : Correcteur de Température de couleur Orange. C'est un filtre de couleur dominante orange fabriqué pour convertir la lumière du jour en lumière artificielle.

ND : Neutral Densité. C'est un filtre gris neutre qui ne transmet qu'une fraction de la lumière reçue.

Dans les conditions de tournage, la température de couleur de la lumière du jour est de 7000 K et son éclairement de 25000 Lux.

17) Déterminez la température de couleur et l'intensité lumineuse de la lumière filtrée.

Réponse :

a) Nous utilisons la formule $(1/T_2 - 1/T_1) \times 10^6$ = correction (en mired)

Avec les valeurs de l'énoncé : $(1/T_2 - 1/7000) \times 10^6 = 159$

*$10^6/T_2 = 159 + 142 = 301$ ⇨ **$T_2 = 3322$ Kelvin***

b) L'éclairement à l'extérieur est de 25000 lux. Le filtre ND.6 a une opacité de 4 ($10^{0,6} = 4$), sa transmission est de 0,25 (1/4).

L'intensité lumineuse à travers le filtre ND.6 est de 25000 x 0,25 soit 6250 lux.

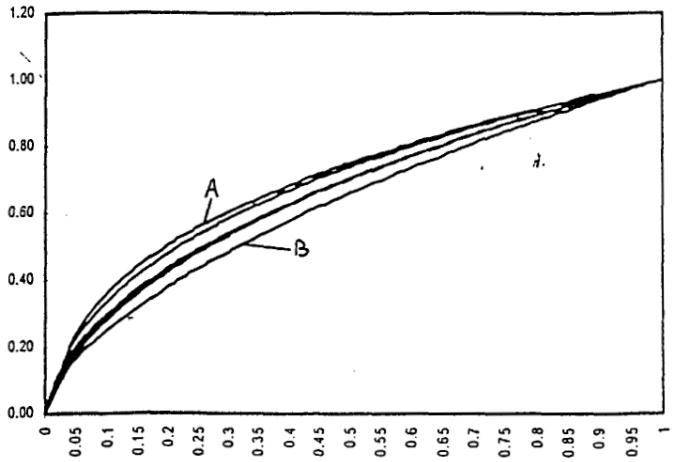
A cela il faut ajouter la densité du filtre CTO qui en règle générale prend la valeur 0,2. (opacité du CTO = $10^{0,2} \approx 1,585$; transparence = 0,63.

L'intensité lumineuse de la lumière filtrée est de 6250 x 0,63 soit 3937 lux.

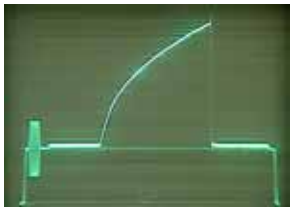
Quand le filtre est une combinaison de filtres, il est plus commode d'ajouter la densité de chacun des filtres pour obtenir la densité de la combinaison. $D_{globale} = 0,6 + 0,2 = 0,8$ (Opacité globale = $10^{0,8} = 6,31$; transparence = 0,158). 25000 x 0,158 = 3950 lux

18) Justifiez le rôle de ce filtre pour la prise de vues ?
Réponse : L'action du filtre CTO+ND0.6 est double.
La première concerne une correction de température de couleur de 159 Mired. Ce filtre est adapté pour aligner la température de couleur du jour (5500K) qui passe à travers la baie vitrée sur la température de couleur des projecteurs Fresnel munis de lampes TH (3200K) qui équipent le plateau de prise de vues et la seconde diminue le flux lumineux en provenance de l'extérieur, afin d'éviter une zone de sur-exposition dans la baie vitrée, en ne laissant passer que 1/4 de la lumière, densité 0,6 ($10^{0,6}$ =4), opacité 4, transmission ¼, ce qui correspond à corriger l'exposition de 2 I.L. en base 2 : ($log_2(4)=2$).

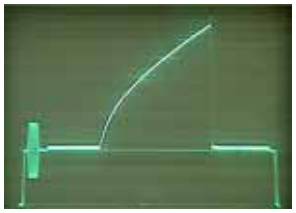
L'opérateur de prise de vues décide de modifier la correction Gamma de la caméra, et il commute de la courbe Gamma A à la courbe Gamma B (courbes gamma représentées ci-après). Remarque : l'influence de cette caractéristique est similaire sur les 3 voies RVB.



19) Quelle est l'influence de ce changement de courbe sur l'image ?
Réponse :
Actuellement, les courbes de gamma sont programmées à partir de 48 points.
La courbe A, légèrement plus creuse donne moins de contrastes dans les hautes lumières et plus de contraste dans les basses lumières.



GAMMA A
La courbe est plus raide dans les basses lumières et moins raide dans les hautes lumières



GAMMA B
La courbe est plus raide dans les moyennes et hautes lumières

D'une façon générale, il faut noter :
- *Si on aplanit la courbe on obtient plus de contraste dans les moyennes et hautes lumières mais moins de contraste dans les basses lumières.* ***Le résultat général paraît plus contrasté.***
- *Si on creuse la courbe on obtient moins de contraste dans les hautes lumières mais plus de contraste dans les basses lumières.* ***Le résultat général paraît moins contrasté.***

L'influence de cette caractéristique étant similaire sur les 3 voies RVB, il n'y aura pas de dominante particulière en agissant sur le gamma.

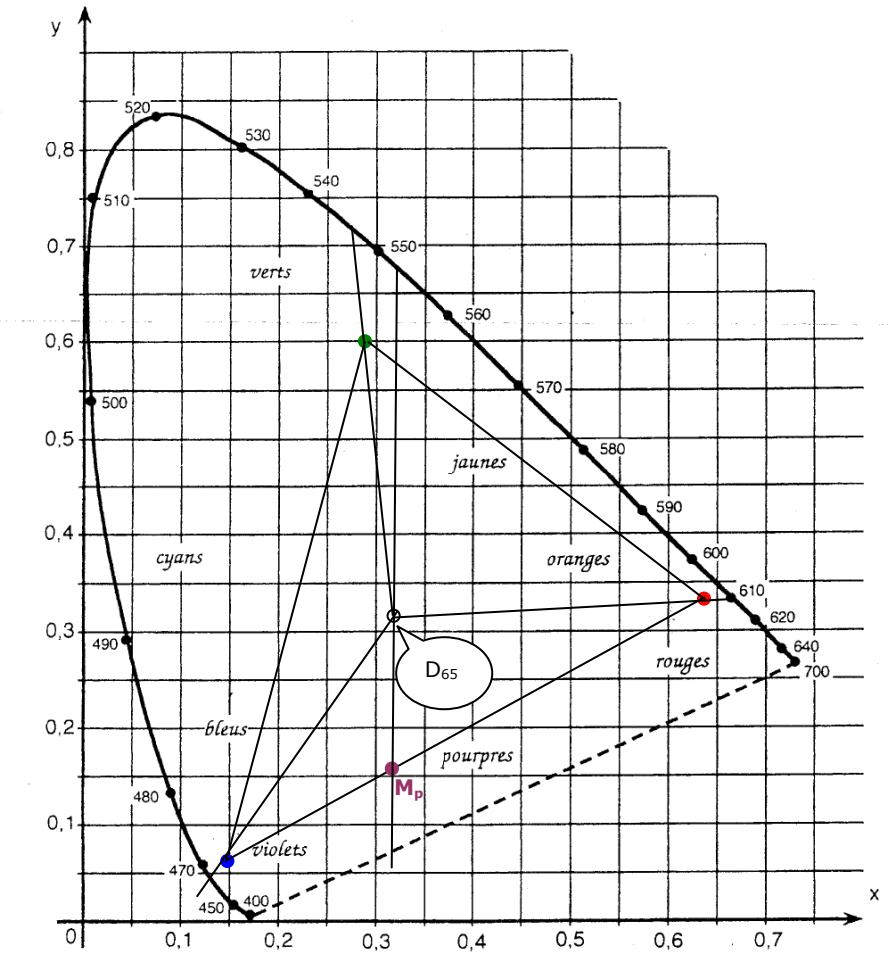
BTS Image 2001

PHYSIQUE APPLIQUÉE
Questions :
2 - <u>ASPECT COLORIMÉTRIQUE D'UNE BARRE DE LA MIRE</u>

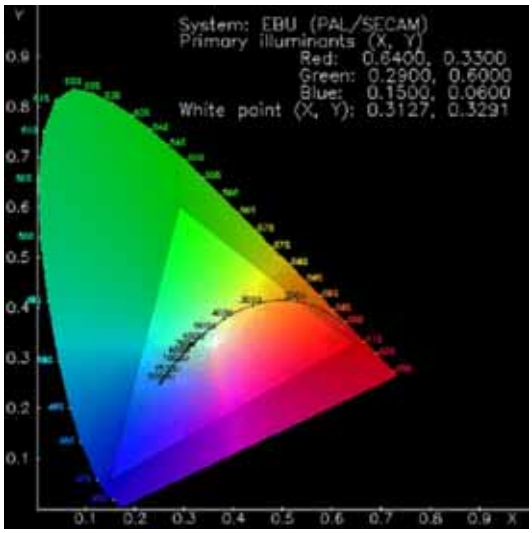
En télévision couleur PAL et SECAM, les trois couleurs primaires Rouge, Verte et Bleue utilisées ont les coordonnées suivantes dans le système de chromaticité xyz et les luminances indiquées dans le tableau ci-dessous une fois la luminosité réglée

Primaire	x	y	Luminance Y en cd /m²
R	0,64	0,33	22,5
V	0,29	0,60	45
B	0,15	0,06	7,5

2.1 - Placer les primaires sur le diagramme de chromaticité fourni (document réponse N°2). Déterminer la longueur d'onde dominante de chacune par rapport au blanc de référence D_{65} utilisé en télévision couleur de coordonnées (x = 0,312 ; y = 0,329). Faire apparaître l'ensemble des couleurs reproduites en télévision couleur.



Par rapport au blanc D_{65}, les *longueurs d'onde dominantes sont 462 nm pour le bleu, 547 nm pour le vert et 610 nm pour le rouge. Ces valeurs sont lues en prolongeant la droite reliant le point D_{65} au points R, V et B. L'ensemble des couleurs reproduites est confiné à l'intérieur du triangle BVR. A l'extérieur de ce triangle, les couleurs sont imaginaires pour le système.*

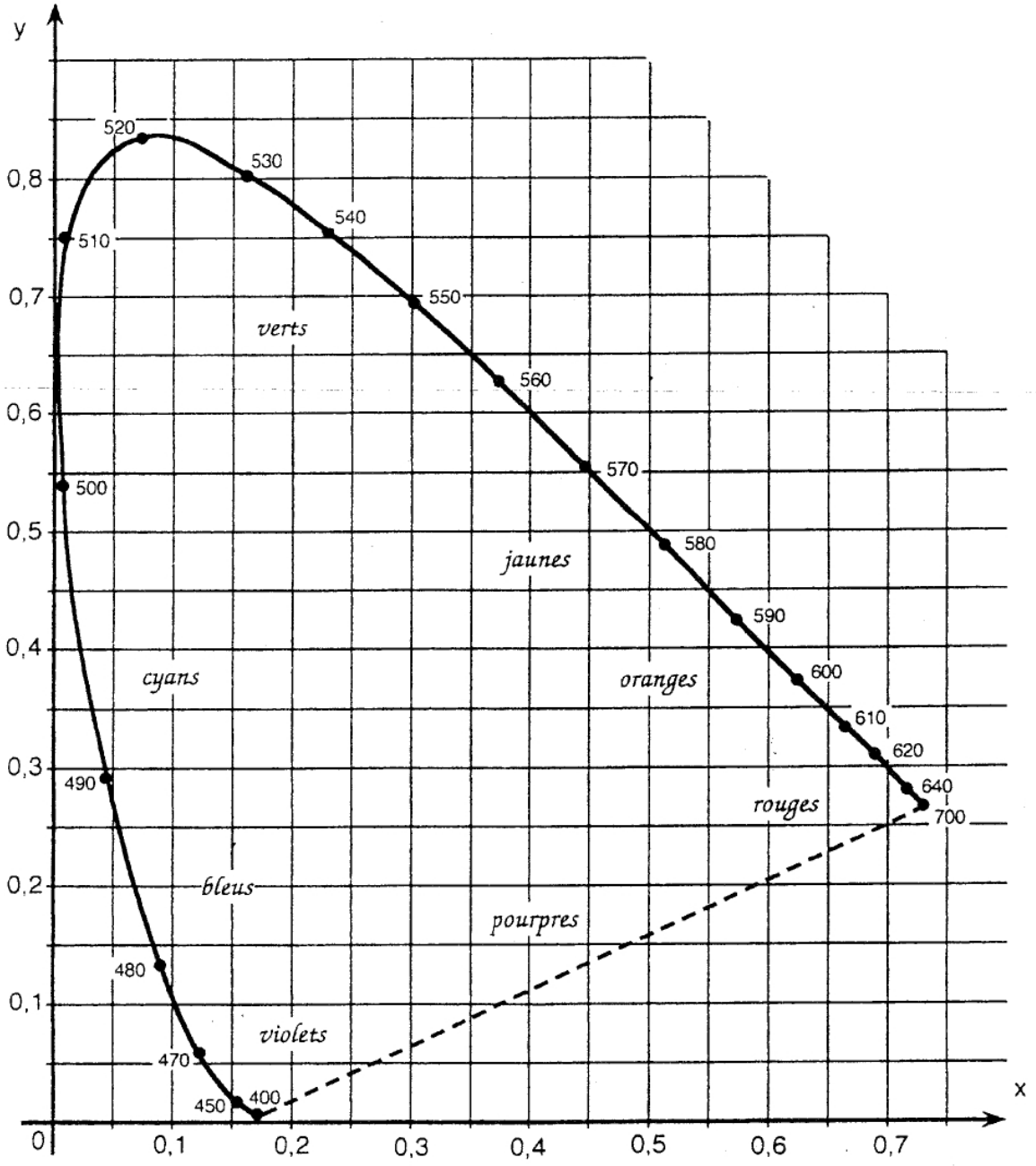


2.2 - Dans une mire de barres couleur à 100 % de saturation, nous allons nous intéresser à la barre magenta.
Préciser les couleurs primaires qui permettent de réaliser la synthèse de cette barre.
Déterminer les coordonnées de ce magenta, le positionner sur le diagramme puis préciser sa longueur d'onde dominante.
Réponse :
Le magenta est obtenu par mélange des couleurs bleu et rouge.
Calcul :

		Bleu	Vert	Rouge
		x_1=0,15 y_1=0,06	x_2=0,29 y_2=0,6	x_3=0,64 y_3=0,33
		Y_1= 7,5	Y_2= 45	Y_3= 22,5
		Y_1/y_1= 125	Y_2/y_2= 75	Y_3/y_3= 68,181818
z=1-x-y		z_1= 0,79	z_2= 0,11	z_3= 0,03
X=x (Y/y)		X_1= 18,75	X_2= 21,75	X_3= 43,64
Z=z (Y/y)		Z_1= 98,75	Z_2= 8,25	Z_3= 2,05
		$X_{13} = X_1+X_3$ = 62,39	$x_{13} = X_{13}/(X_{13}+Y_{13}+Z_{13})$= **0,32**	
Magenta	M_p	$Y_{13} = Y_1+Y_3$ = 30	$y_{13} = Y_{13}/(X_{13}+Y_{13}+Z_{13})$= **0,16**	
		$Z_{13} = Z_1+Z_3$ = 100,8	$z_{13} = Z_{13}/(X_{13}+Y_{13}+Z_{13})$= 0,52	

Ses coordonnées sont M_p ***(x = 0,32 et y = 0,16)****.*
Les couleurs situées sur la ligne des pourpres n'appartiennent pas au spectre solaire, il n'y a donc pas de longueur d'onde correspondante. Pour caractériser cette couleur, on peut le faire par l'intermédiaire de sa couleur complémentaire. On le fait en prolongeant le segment entre sa position sur le diagramme CIE, M_p (x = 0,32 et y = 0,16) et la position de l'illuminant (ici D_{65} x = 0,312 ; y = 0,329*) jusqu'à lire la longueur d'onde dominante de la couleur complémentaire (ici 553 nm). Par convention, on dira que la longueur d'onde dominante de cette couleur est -553nm.*

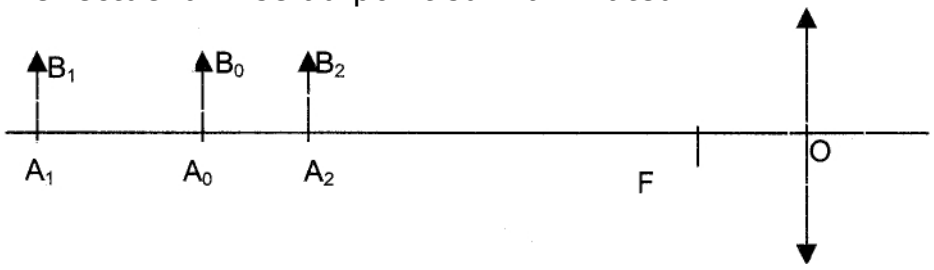
Document réponse N°2



4 - CADRAGE - REPÉRAGE - PROFONDEUR DE CHAMP

On utilise une caméra munie d'un objectif dont la focale peut varier entre 9 et 144 mm. Les dimensions de la zone sensible sont 6,6 mm x 8,8 mm. Lors du débat, un public était présent. On veut réaliser un plan sur lequel figurera à la fois l'animateur figuré par l'objet A_0B_0 sur le schéma ci-dessous, le public (objet A_1B_1) et un avant plan (objet A_2B_2). L'objectif est assimilable à une lentille mince convergente de foyer objet F.

On effectue la mise au point sur l'animateur.



4.1 - En supposant que la distance entre l'objet et l'objectif est très grande devant la focale, montrer que le grandissement δ vérifie la relation suivante : $\delta = FO/OA_o$

Réponses :

Rappel : Grandissement linéaire de l'image

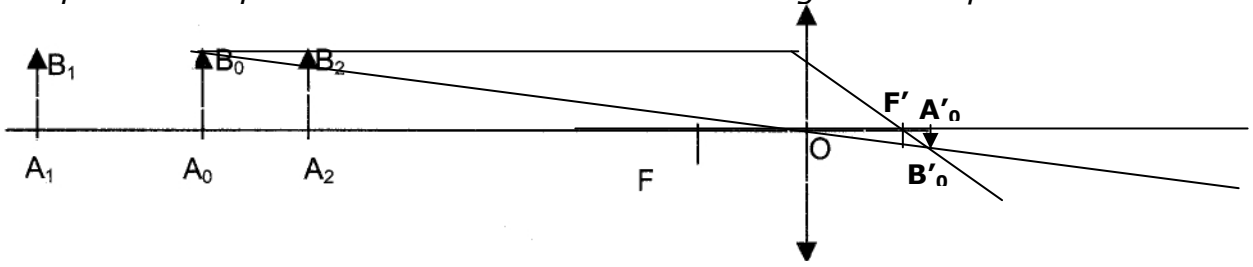
On nomme grandissement linéaire Gy de l'image le rapport I/O où la lettre O représente la dimension de l'objet A_oB_o et I sa représentation correspondante $A_o'B_o'$.

Gy = I/O = p'/p

Si ce rapport est négatif, l'image est retournée donc réelle.
S'il est positif, l'image est droite et donc virtuelle.

NB)

En confondant f' et p' (pour les distances courantes), la formule ***I/O =f'/p*** *sera mise à profit pour calculer la hauteur ou la largeur du champ dès lors que l'on connaît la hauteur et la largeur du capteur.*



Le grandissement linéaire est égal au rapport $\gamma = A'_0B'_0/A_0B_0$.
Les triangles $A'_0B'_0$ O et A_0B_0 O sont semblables donc $\gamma = OA'_0/OA_0$
En supposant que les distances sont très grandes, $F'A'_0$ devient négligeable. OF' ≈ OA'_0, F' est symétrique de F (dans l'air). OF' = FO
On peut alors écrire : $\gamma = FO/OA_0$

4.2 - Pour les focales extrêmes, déduire de la question précédente la distance de mise au point pour que l'image de l'animateur occupe les 2/3 de la hauteur de la zone sensible.
On prendra pour ce calcul A_0B_0 = 1,80 m.
Réponse :
La hauteur du capteur fait 6,6mm. $A'_0B'_0$=(2/3)x 6,6 = 4,4, image de A_0B_0
Le grandissement γ=4,4/1800 = 0,0024
Pour la focale 9 mm : D = (9/4,4) x 1,8 = 3,68m
Pour la focale 144mm : D = (144/4,4) x 1,8 = 58,9m

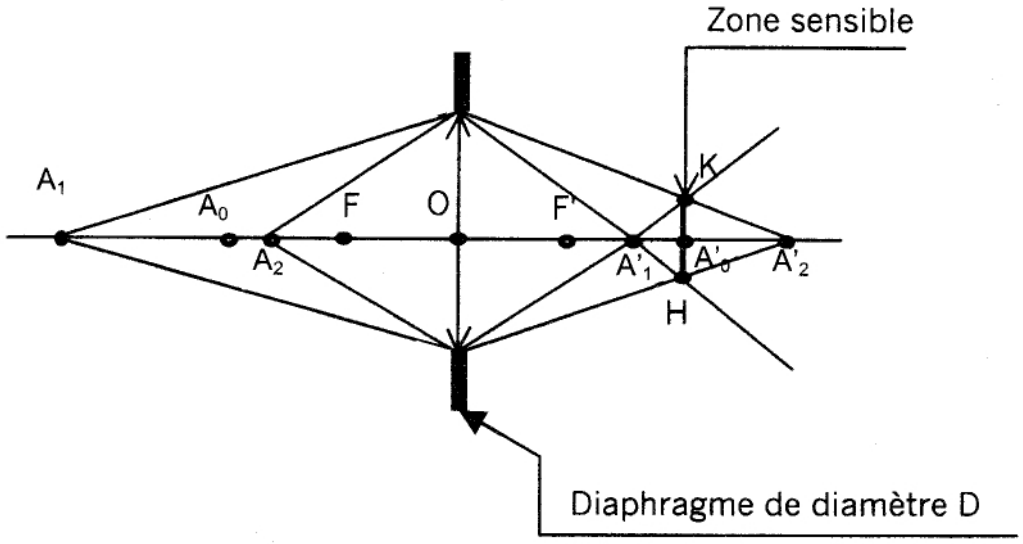
NB) Attention, si vous tenez compte du sens de la lumière, γ est négatif (image inversée) et la distance D serait elle aussi négative !

4.3 - Calculer les angles de champ vertical et horizontal pour la focale minimale.
Réponse :
Champ vertical pour le 9mm :
tg α = 3,3 / 9 = 0,366 ⇨ α = 20° ⇨ ***angle de champ vertical = 40°***

Champ horizontal pour le 9mm :
tg α = 4,4 / 9 = 0,488 ⇨ α = 26° ⇨ ***angle de champ vertical = 52°***

4.4 - Dans cette partie on se propose de calculer la profondeur de champ.

Pour cela on s'aidera du schéma ci-dessous (ce schéma n'est pas à l'échelle)



On admettra que l'objectif est constitué d'une lentille mince accolée à un diaphragme de diamètre d'ouverture D et que la distance de mise au point d = OA_0 est très grande devant la focale f = OF'.
La valeur du diamètre KH de la tache doit être inférieur à e (nombre réel positif) pour obtenir des images conformes au critère de netteté apparente. e dépend des caractéristiques de la zone sensible de la caméra.

4.4.1 - Déterminer e à 1µm près par défaut sachant que la zone sensible comporte un réseau de 786 x 581 photodiodes.
Réponse :
Largeur de e = 8,8 mm /786 = 11 µm
Hauteur de e = 6,6 mm / 581 = 11 µm
e correspond à la taille d'une photodiode.

4.4.2 - On donne les relations suivantes où A_1 et A_2 sont définis sur le schéma ci-dessus et où N désigne l'ouverture numérique (N = f'/O)

$$OA_1 \approx \frac{f^2 d}{f^2 - eNd} \text{ et } OA_2 \approx \frac{f^2 d}{f^2 + eNd}$$

Déterminer la profondeur de champ pour f = 9 mm, N = 1,4 , d = 3,7 m et e = 11 µm. Les résultats sont-ils suffisants pour voir nettement le public placé 5 m en arrière du présentateur, et l'avant plan situé à 1, 5 m de ce même présentateur ?
Réponse :
e = 0,011 mm ;
OA_1= (0,009² x 3,7) / (0,009² – (0,000011 x 1,4 x 3,7) = 12,5 m
OA_2= (0,009² x 3,7) / (0,009² + (0,000011 x 1,4 x 3,7) = 2,17 m
A_1A_2= OA_1– OA_2= 12,4 – 2,16 = 10,24 m
Avec les valeurs numériques mentionnées dans l'énoncé, la profondeur de champ est d'environ 10 m.
Le premier plan étant placé à 2,2 m et l'arrière plan à 8,7 m, la profondeur de champ est suffisante pour avoir net le public simultanément avec le premier plan tout en faisant le point sur l'intervenant.

Indiquer comment augmenter la profondeur de champ.
Réponse :
La méthode la plus facile pour augmenter la profondeur du champ est de fermer le diaphragme et d'augmenter le gain pour compenser la perte de luminosité. L'inconvénient est l'apparition du bruit dans l'image.
Plus long est d'augmenter la luminosité sur le plateau afin d'avoir un diaphragme plus fermé. L'inconvénient est l'augmentation de matériels à mettre en œuvre et l'augmentation de la chaleur sur le plateau.

4.4.3 - On souhaite démontrer les formules admises dans la question précédente.
4.4.3.1 - Déterminer $A'_0A'_2$ en fonction deOA'_2, D et e.
Réponse :
$A'_0A'_2$ / KH = OA'_2 / D ; avec KH = e, ***$A'_0A'_2 = (OA'_2 / D) \times e$***
Cette valeur correspond à l'augmentation de tirage pour conserver une image nette quand l'objet passe de la position A_0 à A_2.

Simplifier cette relation pour l'exprimer en fonction de e et de N en tenant compte que l'objet A_2 est très éloigné de la lentille.
Réponse :
Si l'objet est éloigné, f'≈p' ; OA'_2 = f'.
$A'_0A'_2 = (f' / D) \times e$** ; on sait que N = f'/D ⇨ **$A'_0A'_2 = Ne$

4.4.3.2 - Déterminer $A'_0A'_1$ en fonction de OA'_1, D et e.
Réponse :
$A'_0A'_1$ / KH = OA'_1 / D ; avec KH = e, ***$A'_0A'_1$ = (OA'_1 / D) x e***
Cette valeur correspond à la diminution de tirage pour conserver une image nette quand l'objet passe de la position A_0 à A_1.

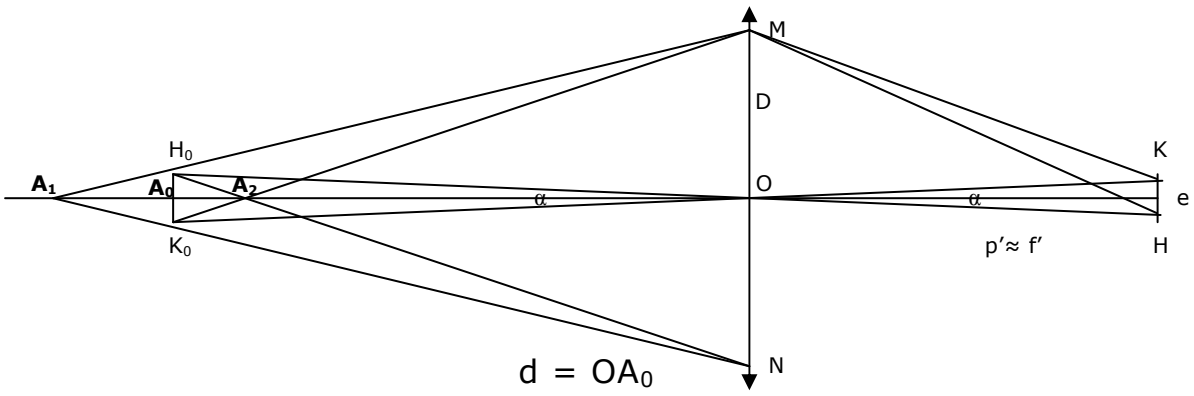
Simplifier cette relation pour l'exprimer en fonction de e et de N en tenant compte que l'objet A, est très éloigné de la lentille.
Réponse :
Si l'objet est éloigné, f'≈p' ; OA'_1 = f'.
$A'_0A'_1$ = (f' / D) x e** ; on sait que N = f'/D ⇨ **$A'_0A'_1$ = Ne

Remarque : lorsque l'objet A est éloigné, la profondeur de foyer vaut approximativement 2Ne.

4.4.3.3 - Montrer que les distances OA_1 et OA_2 vérifient les relations suivantes

$$OA_1 \approx \frac{f^2 d}{f^2 - eNd} \text{ et } OA_2 \approx \frac{f^2 d}{f^2 + eNd}$$

La tache tolérée (e) a dans l'espace objet son conjugué H_0K_0 qui est vu sous le même angle α.



Les rayons marginaux frôlant le bord de la tache virtuelle H_0K_0 située dans l'espace objet viennent s'appuyer sur le bord de la tache de diffusion, MN correspond à l'ouverture du diaphragme D.
En considérant les triangles semblables : ($A_1H_0K_0$) et (A_1MN)
$A_0A_1/H_0K_0 = OA_1/D$
avec $H_0K_0 = \alpha\ d$ (α est petit) et $D = f'/N$

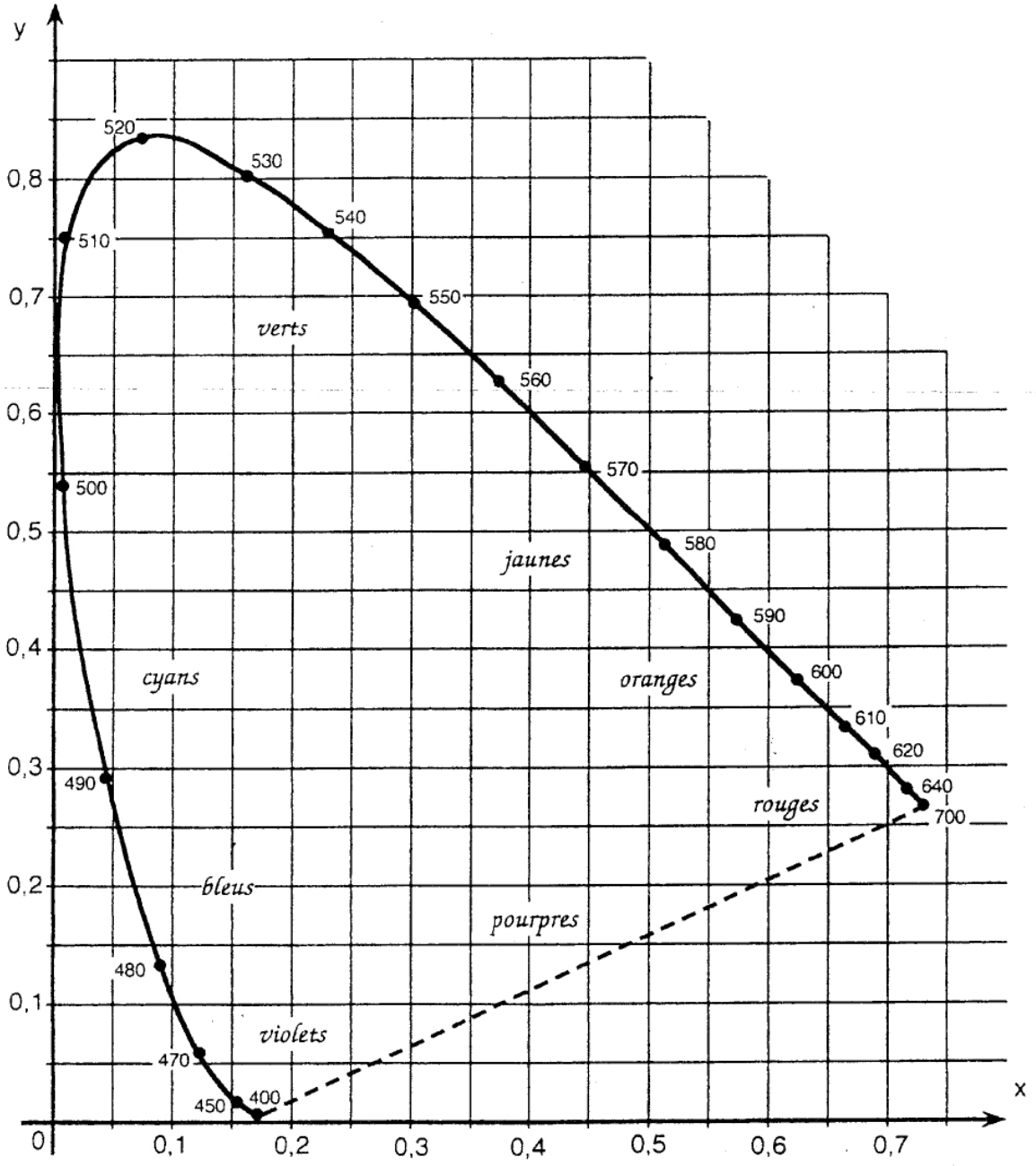
$A_0A_1/H_0K_0 = (OA_1-d) / \alpha\ d$ et $OA_1/D = OA_1/ (f'/N)$ ⇨
$(OA_1-d) / \alpha\ d = OA_1/ (f'/N)$
$(OA_1-d) / \alpha\ d = (OA_1 x\ N)/ f'$
$(OA_1-d) / (OA_1 \times d) = (N\ \alpha)/ f'$

$(1/d) - (1/ OA_1) = (N \alpha)/ f'$
$1/ OA_1 = (1/d) - (N \alpha/ f')$
$e=\alpha\ p'\ \ p' \approx f'$ (l'objet est éloigné) ⇨ $N \alpha / f' = Ne / f'^2$
$1/ OA_1 \approx (1/d) - (Ne/ f'^2)$
$1/ OA_1 \approx (f'^2 - eNd) / f'^2d$
$OA_1 \approx f'^2d / (f'^2 - eNd)$
Puisque $f'=f$
$OA_1 \approx f^2d / (f^2 - eNd)$

En considérant les triangles semblables : $(A_2\ H_0K_0)$ et (A_2MN)
$A_0A_2/H_0K_0 = OA_2/D$
$(d - OA_2) / \alpha\ d = OA_2/(f'/N)$
$(d - OA_2) / \alpha\ d = (OA_2 x\ N) /f'$
$(d - OA_2) / (OA_2 x\ d) = (N \alpha) /f'$
$(1/ OA_2) - (1/d) = (N \alpha)/ f'$
$1/ OA_2 = ((N \alpha)/ f') + (1/d)$
$1/ OA_2 \approx (Ne/ f'^2) + (1/d)$
$1/ OA_2 \approx (f'^2 + eNd) / f'^2d$
$OA_2 \approx f'^2d / (f'^2 + eNd)$
$OA_2 \approx f^2d / (f^2 + eNd)$

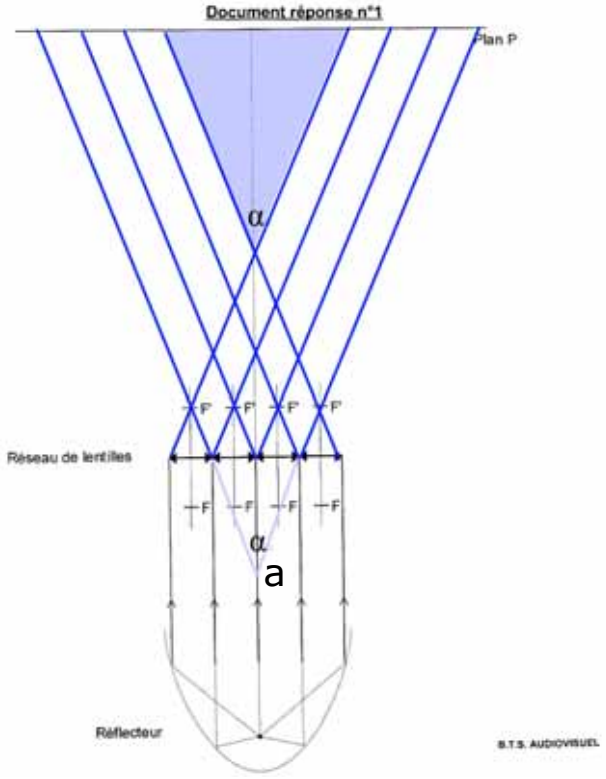
Je vous invite à consulter le livre « Optique et prises de vues » de Alain Monclin – chapitre « Profondeur de champ ».

Document réponse N°2



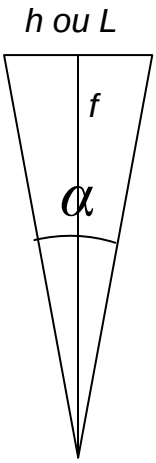
BTS Image 2002

PHYSIQUE APPLIQUÉE
Questions :
1 - ÉTUDE DU PROJECTEUR
Le projecteur étudié est constitué d'une lampe quasi ponctuelle qui peut être positionnée dans une boite à lumière ou insérée dans une carcasse avec réflecteur parabolique et lentille (voir figure 1 de l'annexe 1).
1.1 - **Étude de la configuration avec réflecteur et lentille**
Le faisceau obtenu par l'association de la lampe avec le réflecteur parabolique est supposé parallèle et uniforme. La "lentille" placée devant est en fait un réseau moulé de petites lentilles rectangulaires (appelées mini-lentilles dans la suite), identiques et juxtaposées comme indiqué à la figure 2 de l'annexe 1.
Pour simplifier, nous étudions ce système avec un réseau de 4 mini-lentilles supposées minces et de même focale. Le document réponse n°1 donne le schéma du système optique simplifié, où chaque mini-lentille a ses foyers repérés.
1.1.1 - Sur le document réponse n°1, tracer jusqu'au plan P les 2 rayons extrêmes sortant de chaque mini-lentille, issus des rayons incidents déjà tracés.
1.1.2 - Hachurer sur la même figure et jusqu'au plan P l'ouverture angulaire transportant des rayons de toutes les mini-lentilles. Repérer l'angle au sommet a du faisceau de lumière sortant.
Réponse :



Pour la "lentille" réelle, la distance focale de ses mini-lentilles vaut 15 mm, leur hauteur vaut 5 mm et leur largeur 17 mm.

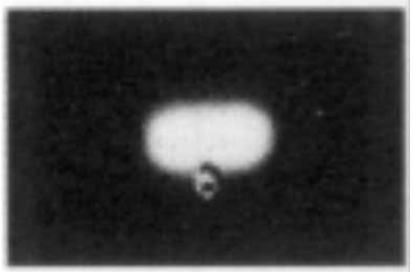
1.1.3 - Calculer les angles de faisceaux horizontal et vertical obtenus avec cette "lentille". (On pourra remarquer que ces angles sont égaux pour une mini-lentille et la "lentille").
Réponse :



(h/2) / f = tg (α/2)
avec h = 5 mm et f' = 15 mm ⇨ tg (α/2) = 2,5 / 15
α_h = 19°

(L/2) / f = tg (α/2)
avec L = 17 mm et f' = 15 mm ⇨ tg (α/2) = 8,5 / 15
α_L = 59°

1.1.4 - En supposant maintenant le projecteur quasi ponctuel et ne rayonnant qu'à l'intérieur des angles calculés à la question précédente, en déduire l'allure et les dimensions de la plage éclairée par ce projecteur sur une surface plane perpendiculaire à l'axe optique située à 3 mètres du projecteur.
Réponse :
L'allure du faisceau sera étirée horizontalement.



***Horizontalement**, à 3 mètres, **la plage éclairée est de 3,4 m** (x/3 = 0,017/0,015)*

***Verticalement**, à 3 mètres, **la plage éclairée est de : 1 m** (x/3 = 0,005/0,015)*

Le diamètre utile de la "lentille" réelle mesure 17 cm, les mini-lentilles la constituant sont supposées occuper toute la surface utile de verre.
1.1.5 - En observant le trajet des rayons lumineux arrivant sur le plan P du document réponse n°1, évaluer, pour la "lentille" réelle, la largeur de la zone de transition sur les bords de la plage éclairée (passage de la zone éclairée par toutes les mini-lentilles à la zone ne recevant aucun rayon lumineux).
Réponse :
La zone de transition est égale au diamètre de la « lentille » réelle diminué de la largeur d'une mini-lentille soit :
Pour la largeur : 17 cm – 1,7 cm soit 15,3 cm
Pour la hauteur : 17 cm – 0,5 cm soit 16,5 cm

1.2 - **Étude de la lampe**

Le rayonnement émis par la lampe résulte d'une décharge électrique dans un gaz. Nous admettrons pour simplifier que son spectre ne comporte que 3 composantes monochromatiques. La figure 1 de l'annexe 2 représente son spectre de rayonnement dans la partie visible. La figure 2 donne $F_e(a)$, la sensibilité spectrale relative de l'oeil. On rappelle qu'une puissance rayonnée de 1 Watt produit au maximum 683 lumens.

1.2.1 - Calculer les flux lumineux Φ_1, Φ_2 et Φ_3 rayonnés respectivement aux longueurs d'ondes λ_1, λ_2 et λ_3. En déduire le flux lumineux total Φ_T émis par la lampe.

Réponse :

Pour Φ_1, la puissance rayonnée est de 24 Watt
soit 683 x 24 = 16392 lm.
Pour Φ_2, la puissance rayonnée est de 36 Watt
soit 683 x 36 = 24588 lm.
Pour Φ_3, la puissance rayonnée est de 24 Watt
soit 683 x 24 = 16392 lm.

$\Phi_T = 16392 + 24588 + 16392 = 57\,372$ lm

1.2.2 - Situer sur le document réponse n°2 les points M_1, M_2 et M_3 correspondant aux 3 rayonnements, relever les coordonnées $\begin{cases} x_1 \\ y_1 \end{cases}$ de M_1, $\begin{cases} x_2 \\ y_2 \end{cases}$ de M_2 et $\begin{cases} x_3 \\ y_3 \end{cases}$ de M_3.

Réponse :
λ_1 correspond à un rayonnement de longueur d'onde 460 nm,
λ_2 correspond à un rayonnement de longueur d'onde 550 nm,
λ_3 correspond à un rayonnement de longueur d'onde 600 nm.

Sur le diagramme de la CIE, les coordonnées de ces points sont :

$M_1 \begin{cases} 0,13 \\ 0,04 \end{cases}$ $M_2 \begin{cases} 0,3 \\ 0,69 \end{cases}$ et $M_3 \begin{cases} 0,625 \\ 0,375 \end{cases}$

1.2.3 - Déterminer, graphiquement ou par le calcul, les coordonnées x_M, y_M du mélange coloré M produit par ces trois rayonnements sur une feuille blanche (la luminance produite est supposée identiquement proportionnelle au flux rayonné pour toutes les longueurs d'ondes).

Réponse :

Par calcul :

Si l'on a une source émettant un flux caractérisé par sa valeur spectrique F(λ) et un récepteur (ici l'œil) caractérisé par sa sensibilité spectrale S(λ), la réponse du détecteur sera de la forme R(λ)=F(λ) x S(λ).

La sensibilité spectrale de l'œil pour les radiations de :

R(460) = 0,04 ; R(550) = 1 ; R(600) = 0,6

La luminance sera proportionnelle à cette réponse, nous prendrons donc en valeur relative :

$Y_1=16392 \times 0,04 = 655$

$Y_2=24588 \times 1 = 24588$

$Y_3=16392 \times 0,6 = 9835$

	Bleu $x_1=0,14$	Vert $x_2=0,3$	Rouge $x_3=0,625$
	M_1	M_2	M_3
	$y_1=0,03$	$y_2=0,69$	$y_3=0,375$
	$Y_1=$ 655	$Y_2=$ 24588	$Y_3=$ 9835
	$Y_1/y_1=$ 21856	$Y_2/y_2=$ 35635	$Y_3/y_3=$ 26227
$z=1-x-y$	$z_1=$ 0,83	$z_2=$ 0,01	$z_3=$ 0
$X=x\ (Y/y)$	$X_1=$ 3059,84	$X_2=$ 10690,43	$X_3=$ 16392
$Z=z\ (Y/y)$	$Z_1=$ 18140,48	$Z_2=$ 356,35	$Z_3=$ 0

M_{1+2+3}	$X_{123} = X_1+X_2+X_3 =$ 30142,27	$x_{123} = X/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123})=$ **0,36**
	$Y_{123} = Y_1+Y_2+Y_3 =$ 35078,88	$y_{123} = Y/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123})=$ **0,42**
	$Z_{123} = Z_1+Z_2+Z_3 =$ 18496,83	$z_{123} = Z/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123})=$ 0,22

Magenta	M_1+_3	$X_{13}=$ 19451,84	$x_{13}=$ **0,4**
		$Y_{13}=$ 10490,88	$y_{13}=$ **0,22**
		$Z_{13}=$ 18140,48	$z_{13}=$ 0,38
			Y/y 47685,82

Les coordonnées x_M, y_M du mélange coloré M_{1+2+3} produit par ces trois rayonnements sont :

$$M_{1+2+3} \begin{cases} 0,36 \\ 0,42 \end{cases}$$

Graphiquement :

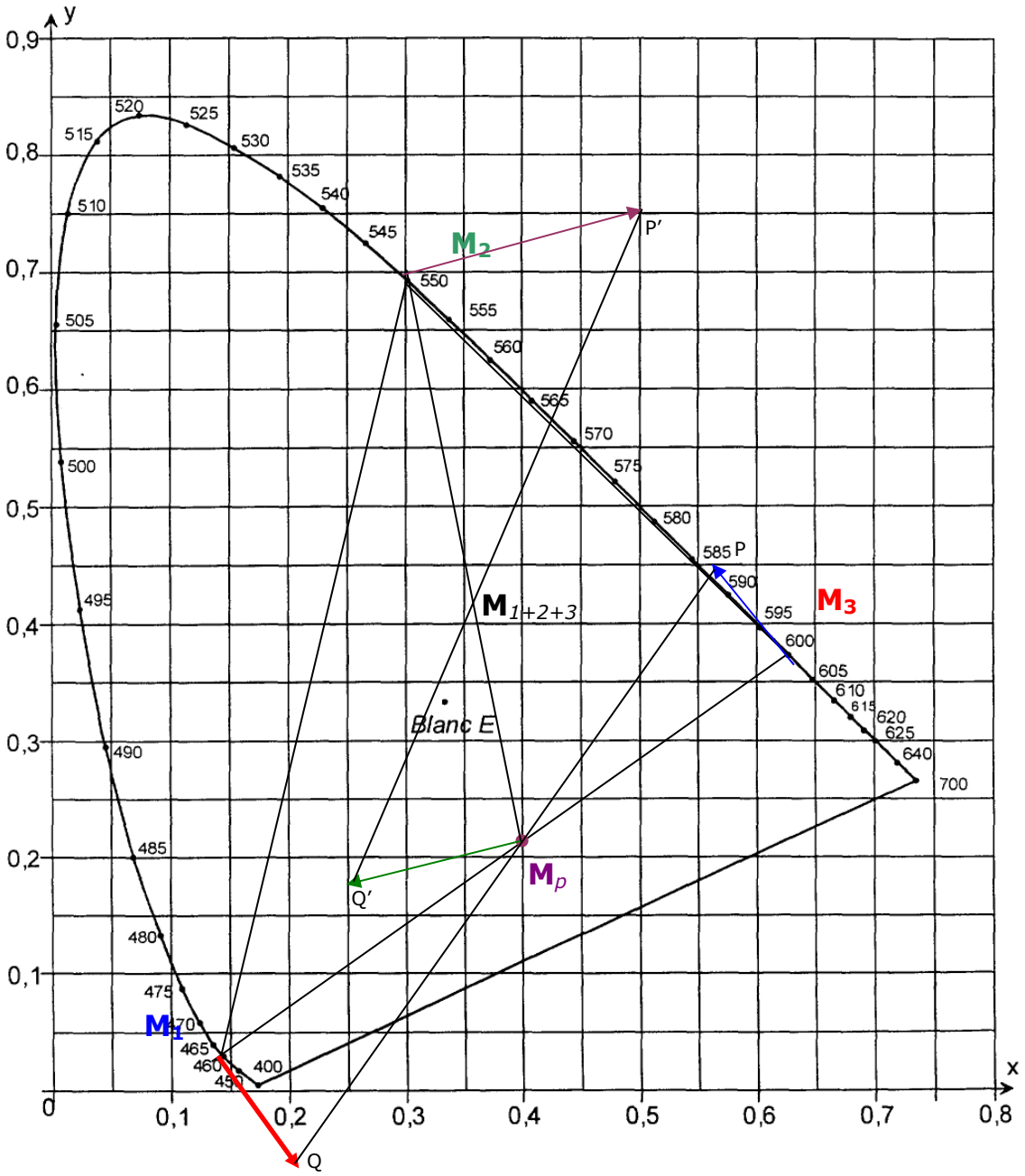
Avec les résultats suivants :

$Y_1=$ 655	$Y_2=$ 24588	$Y_3=$ 9835
$Y_1/y_1=$ 21856	$Y_2/y_2=$ 35635	$Y_3/y_3=$ 26227

a) On trace le segment M_1M_3.On calcule les quantités (Y_1/y_1) et (Y_3/y_3) et on les porte sur les perpendiculaires au segment M_1M_3 en M_1 et M_3, mais <u>en inversant</u> : ***Y_1/y_1 en M_3 et Y_3/y_3 en M_1****.On trace le segment PQ. Son intersection avec M_1 et M_3 détermine le point représentant (M_1+M_3)*

<u>Document réponse n°2</u>

Diagramme de chromaticité de la C.I.E. (1931)



B.T.S. AUDIOVISUEL

b) Pour trouver les coordonnées de M_p la luminance relative en (M_p), on calcule :

z=1-x-y	*z_1= 0,83*	*z_3= 0*
X=x (Y/y)	*X_1= 3059,84*	*X_3= 16392*
Z=z (Y/y)	*Z_1= 18140,48*	*Z_3= 0*

Puis

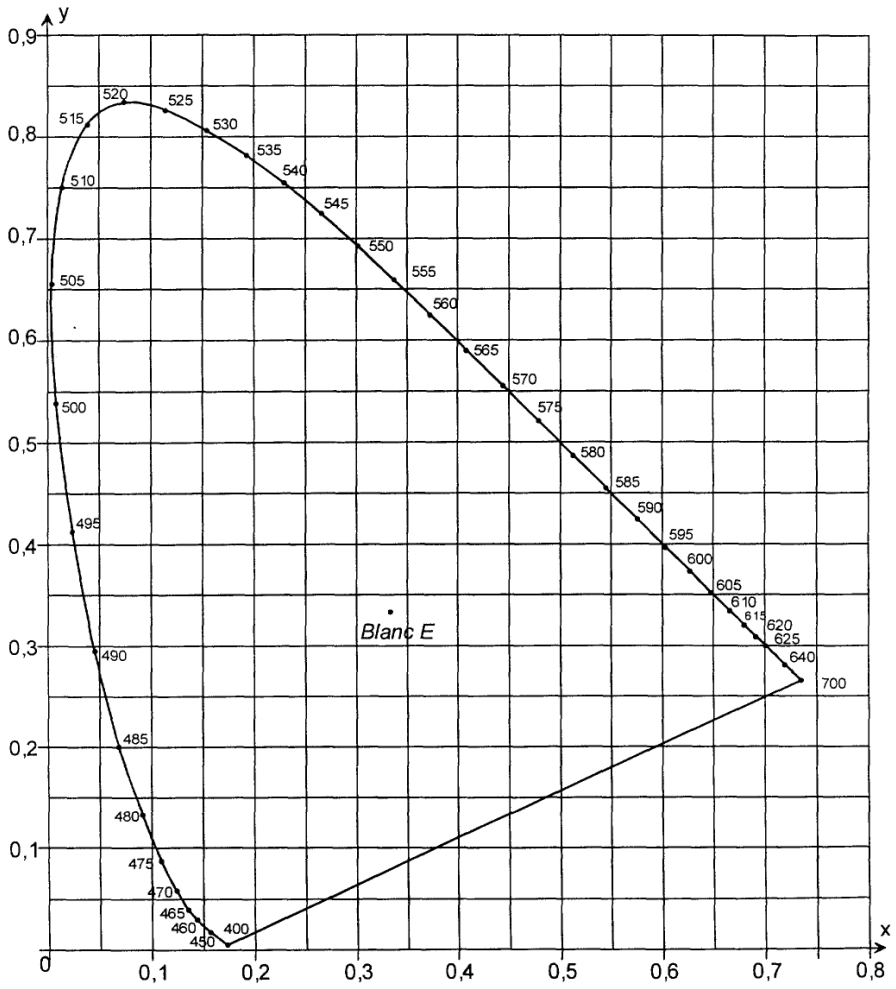
	X_{1+3}=	*19451,84*	x_{1+3}= ***0,4***
M_{1+3}	Y_{1+3}=	*10490,88*	y_{1+3}= ***0,22***
	Z_{1+3}=	*18140,48*	z_{1+3}= *0,38*
			Y_p/y_p *47685*

On en profite pour vérifier le tracé du point M_p (x=0,4 ; y=0,22)
On trace le segment M_pM_2. On calcule les quantités (Y_p/y_p) et (Y_2/y_2) et on les porte sur les perpendiculaires au segment M_pM_2 en M_p et M_2, mais <u>en inversant</u> : Y_p/y_p en M_2 et Y_3/y_3 en M_p. On trace le segment P'Q'.
Son intersection avec M_pM_2 détermine le point représentant (M).
Le tracé confirme le calcul.

1.2.4 - Sachant que la lampe consomme une puissance électrique P_a de 400 Watts, calculer son efficacité lumineuse R.
Réponse :
La puissance absorbée *(P) mesure en watts (W) la quantité d'énergie consommée par la lampe et son appareillage.*
L'efficacité lumineuse *indique le rapport en lumens-watt (lm/W) entre le flux lumineux et la puissance absorbée.*
La puissance absorbée de la lampe est de 400W. 57372/400=143 lm/W.
Son efficacité lumineuse est de 143 lm/W.

Document réponse n°2

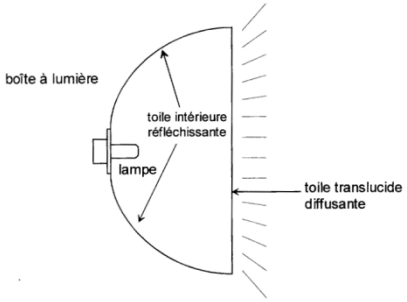
Diagramme de chromaticité de la C.I.E. (1931)



B.T.S. AUDIOVISUEL

4 - ETUDE DU PROJECTEUR AVEC BOITE A LUMIERE

Dans cette configuration, la lampe se trouve dans une chambre réfléchissante qui permet de concentrer 90% de son flux lumineux sur la face intérieure d'une toile translucide diffusante rectangulaire de dimensions utiles 60cm x 80cm. Cette toile rayonne vers l'extérieur 80% du flux reçu sur sa face intérieure. On supposera qu'elle rayonne comme un diffuseur parfait (suivant la loi de Lambert).



Pour cette partie, on supposera que la lampe émet un flux (Φ_i = 35 x 10^3 lumens.

4.1 - Calculer le flux lumineux Φ_e émis par la boîte à lumière, en déduire l'exitance M_e de la toile diffusante (vers l'extérieur) si l'on suppose qu'elle est identique en tout point de la toile.

Réponse :

Ce projecteur est du type Buglite. Le joker est un des projecteurs les plus connus de ce type. Le kit prévoit effectivement qu'il puisse être équipé d'un réflecteur muni de lentille (étudiée dans la première partie) ou d'une chiméra (étudiée dans cette partie). On n'emploie plus actuellement le terme emittance. On parle aujourd'hui d'exitance pour exprimer le flux émis par une source étendue qu'elle soit primaire ou secondaire.

Φ_i = 35 x 10^3 lm. La toile reçoit 90% de ce flux soit 31,5 x 10^3 lm.

Eclairement de la toile : E = Φ / S soit 31500 / 0,48 = 65625 lux.

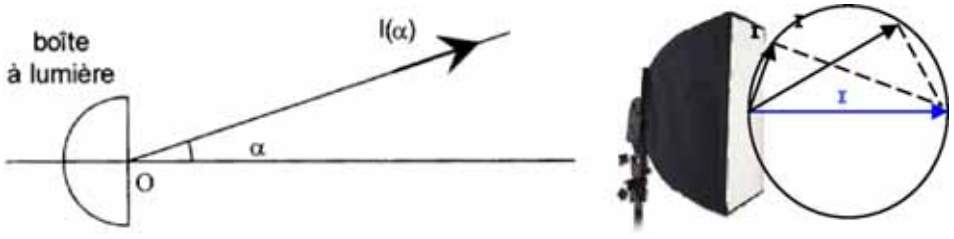
Le taux de transmission de la toile étant de 80%, l'exitance de la toile éclairée est M_e = 0,8 x E donc ***M_e = 52 500 lm/m²****.*

Plus globalement, on peut dire que le flux, Φ_e, émis par la boite à lumière est de 35 000 x 0,9 x 0,8 = 25 200 lm.

L'exitance ***M_e*** *=25 200 / 0,48 = 52 500 lm/m².*

4.2 - Calculer la luminance L_o de la toile vue de l'extérieur de la boîte.

Pour étudier le champ angulaire éclairé par cette source on note I(α) l'intensité lumineuse rayonnée à grande distance par la boîte à lumière dans la direction α.



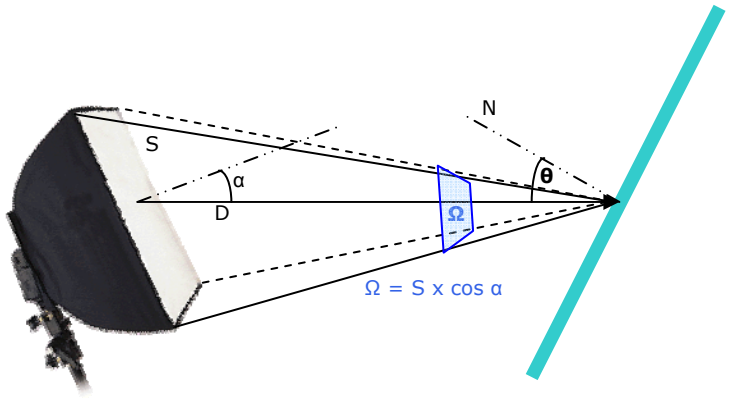
Réponse :
$L = E \times \cos\alpha \times \tau / \pi$ avec $\tau = 0{,}8$, $E = 65625$ et $\pi = 3{,}14$
Ou $L = M_e \times \cos\alpha / \pi$ avec $M_e = 52\,500$
Dans l'axe ($\alpha = 0$) $L_o = 16719$ cd/m², sinon, $L(\alpha) = 16719 \times \cos\alpha$

On prendra $L_o = 16{,}7 \times 10^3$ Cd/m² pour la suite.
4.3 - Calculer l'intensité I_o rayonnée dans l'axe ($\alpha = 0$).
Réponse :
Nous savons que $L = I_v/(S \times \cos\alpha)$
Dans l'axe, $I_o = L \times S$ soit $16700 \times 0{,}48 = 8025$ cd

4.4 - Exprimer $I(\alpha)$ en fonction de I_o et α.
Réponse : $I(\alpha) = I_o \times \cos\alpha = 8025 \times \cos\alpha$

4.5 -Calculer l'angle de faisceau θ_{50} (angle au sommet du cône de rayonnement à l'intérieur duquel l'intensité ne descend pas en dessous de 50 % de l'intensité maximale).
Réponse :
L'intensité sera égale à 50% si $\cos\theta_{50} = 0{,}5$ ce qui vrai pour $\theta_{50} = 60°$.
L'angle solide aura pour valeur $\Omega = 2\pi(1-\cos\theta_{50})$ soit 3,14 stéradians.

Avec cette source, on éclaire un mur parallèle à la toile diffusante et situé à 4 mètres de celle-ci.
4.6 - Calculer l'éclairement maximal E_o reçu sur le mur.
Réponse :



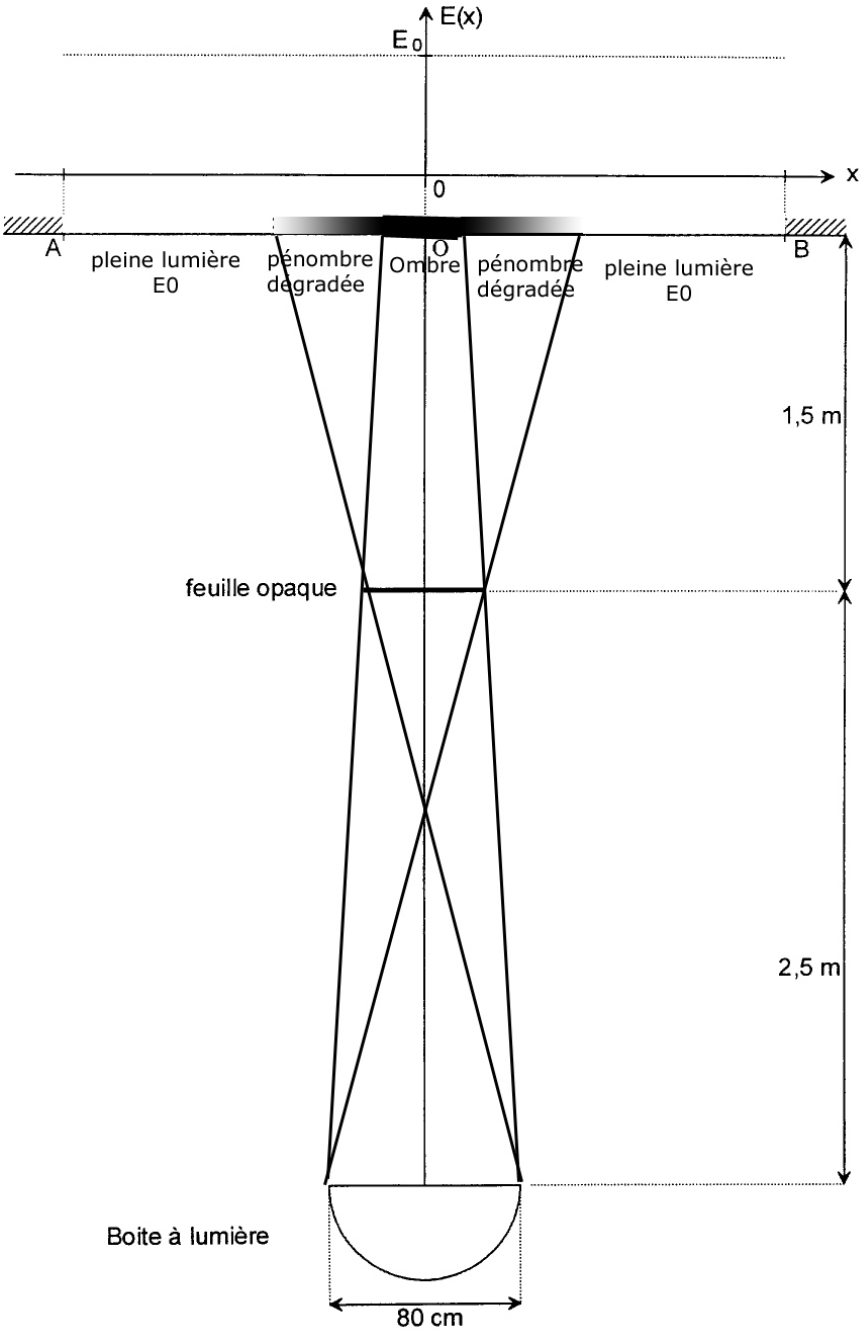
***L'éclairement d'une surface à partir d'une source étendue**, dont on connaît la luminance, satisfait la relation **$E = L \times \Omega \times \cos\alpha$**, Ω étant l'angle solide par lequel on peut observer la source à partir de la surface éclairée et **α** l'angle de la normale à la surface éclairée par rapport à l'axe surface éclairante-surface éclairée. Or $\Omega = S/D^2$; $E = L \times (S/D^2) \times \cos\alpha$.*
*Si l'on considère **$\alpha = 0$** (la source est parallèle au mur), $L = 16{,}7 \times 10^3$, $D = 4$ et $S = 0{,}48$; $E_o = 16{,}7 \times 10^3 \times 0{,}48 / 4^2$; **$E_o = 500$ lux**.*

<u>Un autre façon de trouver le résultat :</u>
*A quatre mètres, l'éclairement maximal (dans l'axe du projecteur) sera $E_o = I_o/d^2$ soit $E_o = 8025/16$; **$E_o = 500$ lux***

Pour étudier les ombres produites par cette source, on place une feuille de carton opaque (50 cm de côté) entre la boîte à lumière et le mur éclairé (à 1,5 mètres du mur). Le document réponse n°3 représente cette configuration vue de dessus à l'échelle 1/25.
On admet que, sans la feuille de carton, l'éclairement reçu par le mur est égal à E_o sur tout le segment (AB).

4.7 - Après constructions des rayons utiles, indiquer la portion du mur complètement dans l'ombre ainsi que les parties restant pleinement éclairées (sur le segment AB).

4.8 - Tracer, sur le même document, l'évolution de l'éclairement E(x) entre A et B.
Réponse :



Annexe 1

Figure 1 : présentation du projecteur

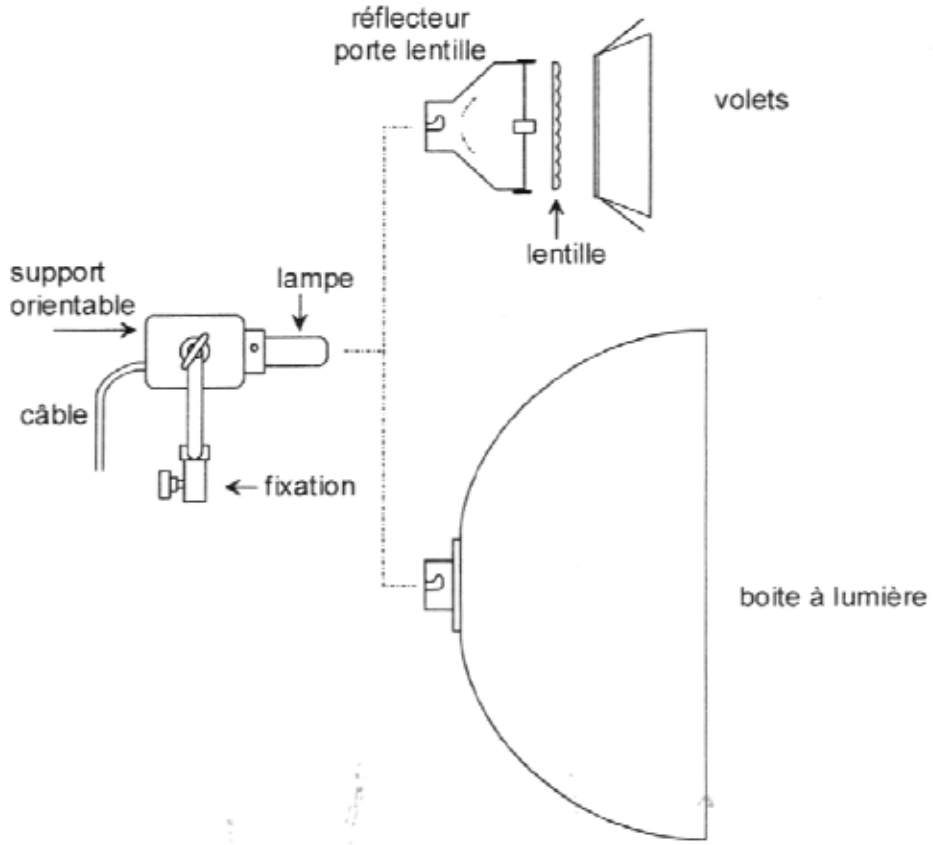
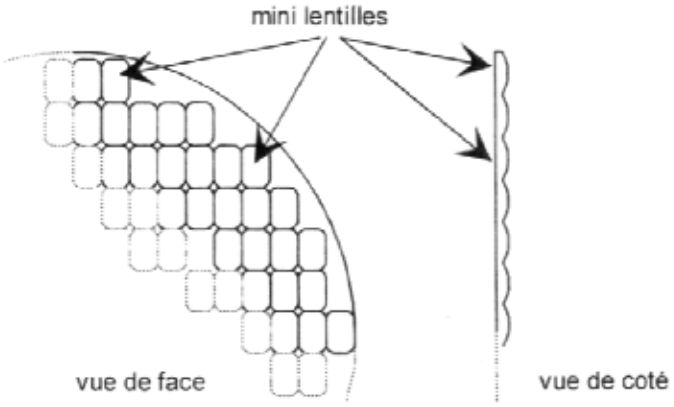


Figure 2 : Détail de la lentille



Annexe 2

Figure 1 : spectre de puissance de la lampe

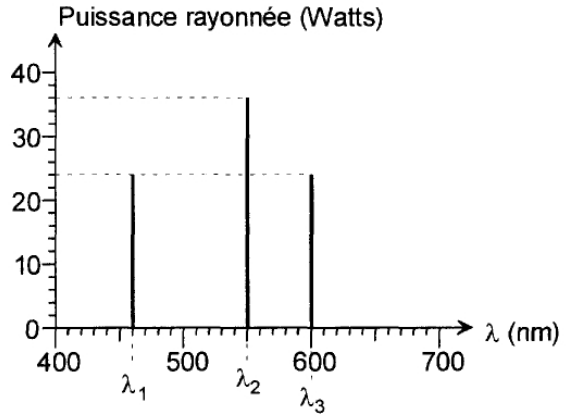
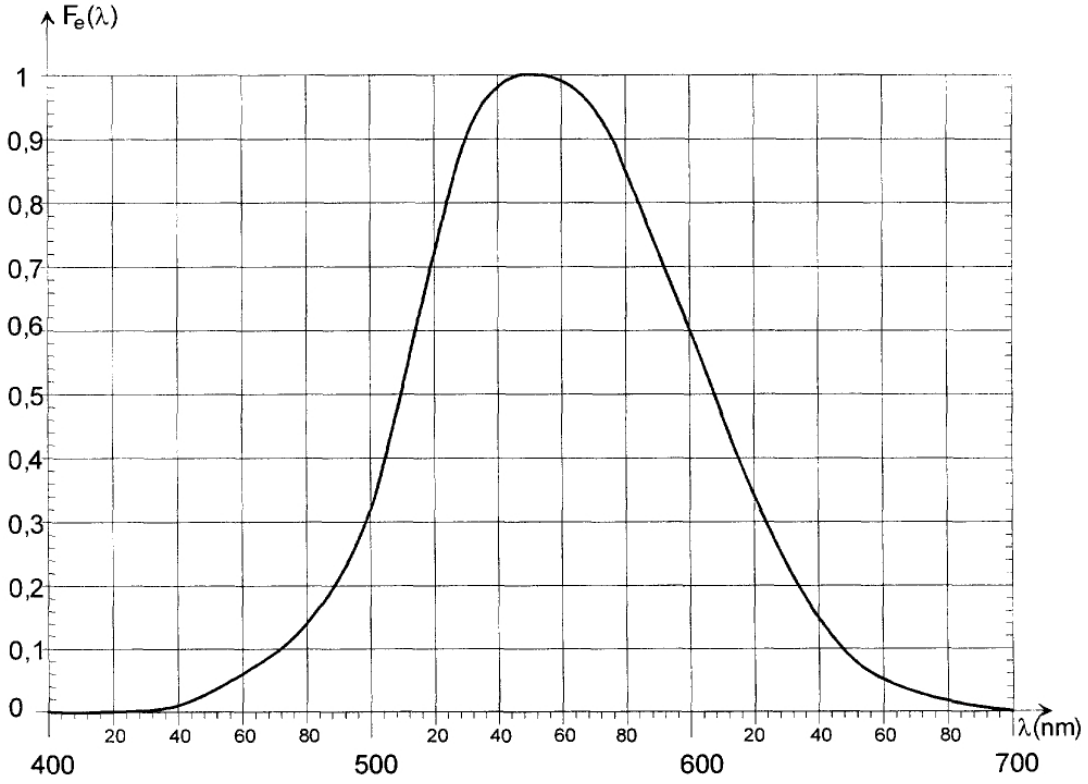


Figure 2 : sensibilité spectrale relative de l'oeil



TECHNOLOGIE DES EQUIPEMENTS ET DES SUPPORTS

L'éclairage « naturel » du plateau est mixte (lumière intérieure et extérieure). Pour obtenir un niveau d'éclairement suffisant on utilise entre autres des projecteurs de types HMI **(Document** N°5).
Un de ces projecteurs (position flood) est placé à 3 m de l'un des intervenants.

10) A l'aide du document N°5, déterminez l'éclairement reçu par cet intervenant.

Réponse :

*Le document fourni nous donne **2200 lux** à 3m pour un faisceau élargi.*

Dans le but de conserver une ambiance « intérieur », des filtres sont apposés sur ces projecteurs afin de baisser leur température de couleur d'environ 800 K.

11) Calculez la valeur de LB (Light Balancing - équilibre colorimétrique) correspondant à cette diminution de température de couleur.

Réponse :

Le projecteur est équipé d'une lampe HMI qui délivre une lumière de type « jour » dont la température de couleur est 5500K. Pour baisser la Tc de 800K c'est-à-dire l'amener à 4700K, on va placer un filtre légèrement jaune sur le projecteur.

La formule à utiliser est :

$10^6/T_2 - 10^6/T_1$ = valeur de correction (en mired)

*$(10^6/4700) - (10^6/5500) = 213 - 182 =$ **31 Mired***

12) A l'aide du **document N°6,** déterminez quel type de filtre (référence) doit être utilisé pour obtenir cette compensation colorimétrique.

Réponse :

*Ce document nous donne les références des filtres Kodak Wratten prévus pour être placés devant un objectif et en aucun cas devant un projecteur. Cela dit, le filtre qui apporte une correction de 31 Mired est le **Wratten 81C**.*

Son équivalent, dans la marque Lee qui fabrique des gélatines pour projecteurs, est le 1/4 de CTO (Full ≈135 Mired).

13) À l'aide de cette référence et du **document** N°7, déterminez l'éclairement reçu par l'intervenant après apposition de ce filtre sur le projecteur.

(On considèrera l'atténuation apportée par ce filtre pour une longueur d'onde moyenne de 500 nm).

Réponse :

Dans ce document, on se reporte sur la courbe de transmission du filtre 81C. On peut lire que sa densité (pour une lumière de longueur d'onde de 500 nm) est de 0,18.

La densité d'un filtre est le logarithme décimal de son opacité (pour connaître l'opacité à partir de la densité : Opacité = 10^D) et l'opacité est l'inverse de la transmission. Donc T = $1/10^{0,18}$= 0,66 ; ($10^{0,18}$= 1,5).

*L'éclairement sur l'intervenant sera 2200 x 0,66 soit **1450 lux**.*

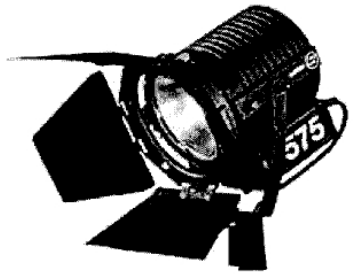
DOCUMENT ° 5

P575DSE. ST270D. ST575D.

Projecteurs lumière du jour ...

... pour éclairer les événements

P575DSE



Un corps de projecteur en aluminium moulé d'une seule pièce et une ampoule mono-culot font du Production 575DSE un appareil léger, compact et à longue durée de vie. Ses extraordinaires performances d'éclairage et sa large course de focalisation en ont fait le préféré des professionnels du monde entier. Sans lentille de Fresnel, le Production 575DSE fournit le rendement lumineux d'un projecteur d'ambiance et par-là même dépasse la puissance d'un projecteur à lentille de Fresnel. Avec son rendement lumineux et sa course de focalisation "hors pair", le Production 575DSE vous offre un maximum de possibilités. Le Production 575DSE est particulièrement silencieux tant à l'amorçage qu'en fonctionnement normal sans scintillement.

P575DSE Faisceau concentré 12° Faisceau élargi 80°							
Distance	m	2,00	3,00	4,00	5,00	7,00	10.00
Faisceau concentré	lux	81000	36000	20000	13000	6600	3300
Diamètre	m	0,42	0,63	0,84	1,05	1,47	2,1
Faisceau élargi	lux	5000	2200	1300	800	410	200
Diamètre	m	3,36	5,03	6,71	8,39	11,75	16,78

.No. de référence	
Avec raccord Schaltbau:	P575DSE
Avec raccord VEAM:	P575DSEV
Dimensions	
Diamètre:	200mm
Longueur:	300mm
Verre de protection:	170mm
Insertion du filtre:	215mm
Diamètre du volet:	215mm
Poids du volet:	0,7kg
Culot :	G22
Ampoules:	Philips MSR 575 HR Osram HMI 250 W/SE
Poids du projecteur:	5,8kg
Raccord pied:	pivot de 16/2, 16mm
Longueur de câble:	3,8m

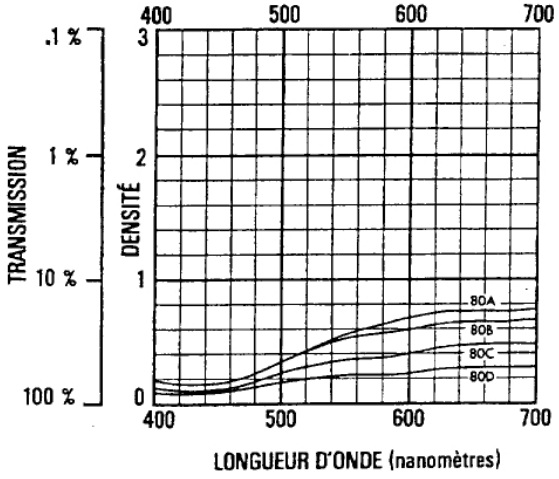
DOCUMENT N°6

Valeur LB et filtres Kodak Wratten correspondants (document Minolta)

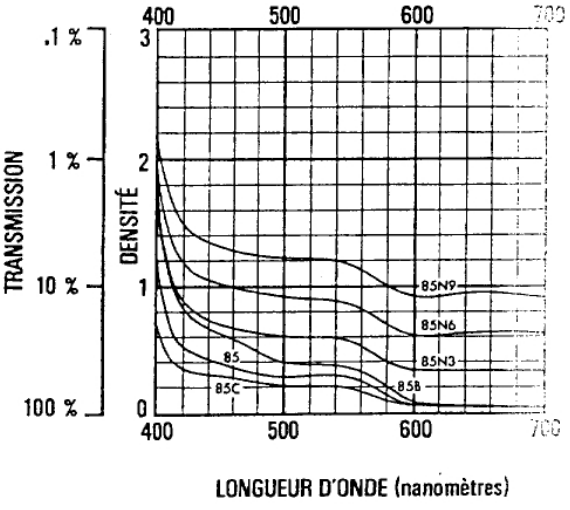
Valeur LB	Filtre	Valeur LB	Filtre
< -193	----	+14 à +22	81A
-192 à -182	80A + 80D	+23 à +30	81B
-181 à -170	80A + 82C	+31 à +38	81C
-169 à -158	80A + 82B	+39 à +46	81D
-157 à -147	80A + 82A	+47 à +56	81EF
-146 à -137	80A + 82	+57 à +65	81EF + 81
-136 à -127	80A	+66 à +75	81EF + 81A
-126 à -118	80B + 82	+76 à +85	85C
-117 à -108	80B	+86 à +94	85C + 81
-107 à -97	80C + 82A	+95 à +103	85C + 81A
-96 à -87	80C + 82	+104 à +109	85C + 81B
-86 à -80	80C	+110 à +116	85
-79 à -72	80D + 82A	+117 à +125	85 + 81
-71 à -62	80D + 82	+126 à +135	85B
-61 à -51	80D	+136 à +144	85B + 81
-50 à -39	82C	+145 à +153	85B + 81A
-38 à -27	82B	+154 à +161	85B + 81B
-26 à -16	82A	+162 à +169	85B + 81C
-15 à -6	82	+170 à +177	85B + 81D
-5 à +4	0	+178 à +188	85B + 81EF
+5 à +13	81	> +189	

DOCUMENT N°7

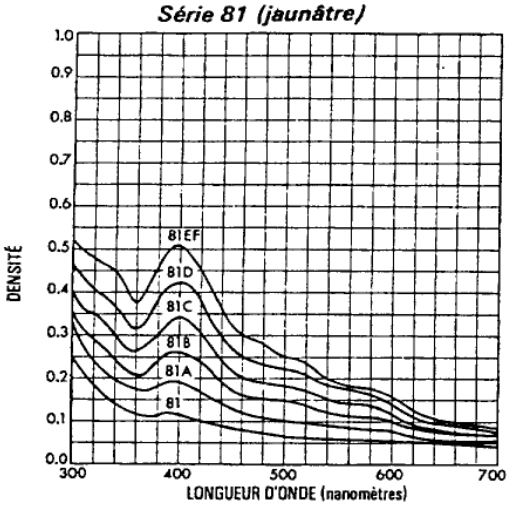
Filtres KODAK WRATTEN en gélatine
Série 80 (bleus)



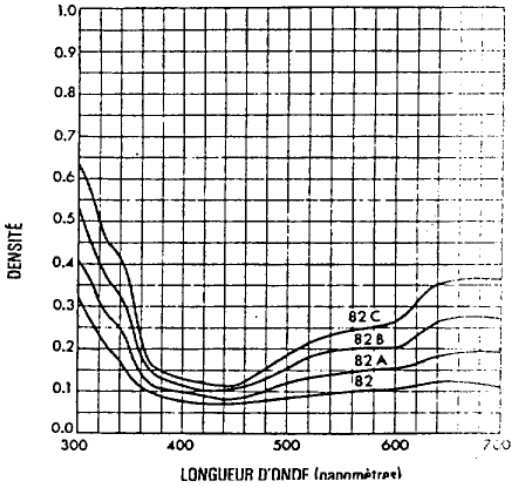
Filtres KODAK WRATTEN en gélatine
Série 85 (ambrés)



Série 81 (jaunâtre)



Série 82 (bleuâtre)



Voici un rapport de stage qui répond à de nombreuses questions posées à l'épreuve « Technologie des équipement et supports » :

Rapport de stage de Laurent Dubois, étudiant en BTS Audiovisuel 1997-1999 au lycée Saint Jean Baptiste de la Salle à REIMS :

La Caméra LDK 100 de Philips BTS

Introduction :
Avec la LDK 100 Series (version numérique) présentée au SATIS 1997, Philips BTS (Broadcast Television System) mise sur une architecture interne très logicielle. Aussi bien adaptable en configuration plateau (triax) qu'en caméra de reportage (Beta SP ou DVCPRO avec adaptateur), BTS en fait une des caméras les plus avancées du marché sur le plan technologique.

Caractéristiques techniques.
La LDK 100 est munie de trois capteurs CCD 2/3 de pouces (6.6 x 8.8 mm) FT (Frame Transfert) commutables ou non en 16/9^{e} selon la version.
La sensibilité de ces capteurs est de 2000 lux à F/9 sans microlentille (comme le Power et le Hyper HAD de Sony).
Son éclairage minimum est de 1 lux à F/1.4 avec 36 dB de gain.
Son rapport signal sur bruit est de 60 dB. Elle offre une multitude de gains allant de –6 dB à +36 dB par pas de 3 dB. La profondeur de modulation est de 70 % à 5 MHz.
Elle dispose de 3 filtres optiques : ¼ ND, 1/16 ND et 1/64 ND.
Son obturateur offre des vitesses telles que 1/100, 1/200, 1/500 et 1/1000 de secondes. Le Clear Scan (obturateur électronique) va de 51 à 103 HZ.
Enfin la numérisation s'effectue sur 12 bits.

Coté ergonomie, la LDK 100 est assez légère (moins de 5 Kg) et maniable. On pourra remarquer la protubérance située sur le coté droit du à la présence de l'obturateur mécanique inhérent au fonctionnement du capteur FT. Un lecteur de cartes à puces de type PCMCIA est également présent. Il permet à l'utilisateur de personnaliser rapidement sa caméra si elle est utilisée par plusieurs cadreurs. Une autre carte permet de restaurer les paramètres usine et d'afficher certains menus non nécessaires au cadreur tels que certains réglages (taches aux blancs, aux noirs,...). Chaque carte peut contenir quatre « scène files » ainsi que deux fichiers de configuration.
L'un des principaux inconvénients de cette caméra est que les réglages de gains ne sont pas accessibles sur le pupitre MCP (Master Control Panel) de l'ingénieur vision que par 3 leds. On n'a pas de visualisation précise du gain ajouté.
Mais elle offre une multitude d'avantages qui efface le défaut précédent comme le fait que les principaux réglages "dangereux " (mire de barre...) sont enfoncés dans la coque, nécessite une pression de plusieurs secondes ou sont inactifs lorsque la caméra est à l'antenne.
Son prix avoisine les 60 000 €.

La tête de caméra LDK 100
Nous étudierons ici le traitement du signal des CCD à la sortie des cartes Asics.
La description s'effectue de gauche à droite. Tout d'abord à gauche se trouve l'objectif. On peut y voir les différents réglages, accessibles par des bagues, nécessaires au cadreur : netteté, zoom, diaph. On trouve ensuite un filtre contre les infrarouges. Il permet d'atténuer la réponse du CCD dans les infrarouges. Il retarde l'apparition du smear et assure une parfaite compatibilité avec les caméras à tube. Puis on trouve la roue porte filtres (filterweel). Après cette roue se trouve un filtre optique passe bas. Il permet de réduire les effets de moiré.
Viennent ensuite le shutter, son moteur et un second filtre de densité. Derrière ce filtre on trouve le prisme séparateur des trois primaires rouge verte et bleue sur lequel sont collés les capteurs CCD.
Les trois signaux issus de ces capteurs entrent dans la première carte : Videoprocess 1. En sortie, ils entrent dans le DSP Video Processor qui contient les deux Asics. Les signaux y sont numérisés, traités et dénumérisés. L'ensemble des traitements est donc numérique.

Les capteurs
Tout de suite après l'objectif et les filtres se trouvent les capteurs CCD. Il existe quatre types de capteurs CCD : XY, FT, IT et FIT. Cette caméra est munie d'un capteur FT 17 dit à transfert de trame. Philips BTS est actuellement le seul constructeur à utiliser les capteurs FT dont le brevet a été racheté à RCA (pionnier dans la conception des capteurs CCD). Contrairement aux capteurs IT et FIT, ce type de capteur n'utilisa pas les registres verticaux intercalés entre chaque colonne de pixels afin d'évacuer les charges. Ce sont en fait les pixels eux-mêmes qui assurent leur déplacement vers une zone mémoire. Ce déplacement se fait pendant l'intervalle vertical. Cette technique nécessite un obturateur mécanique afin de masquer les zones des capteurs pendant le déplacement des charges dans la zone mémoire. L'avantage de cette technologie réside dans le fait que la zone image est plus importante que dans les capteurs IT ou FT. La sensibilité du capteur est ainsi assez suffisante pour ne pas avoir à recourir aux microlentilles (comme les Hyper et Power HAD de SONY). D'autre part, la surface étant plus grande, la définition sera d'autant plus importante; il n'est donc pas utile de décaler les capteurs bleu et rouge afin d'augmenter la définition de la luminance.
Le capteur FT 17 au format 4/3 est constitué de 936 colonnes continues quasiment jointives sur toute la surface. L'intérêt de disposer de 936 points par lignes n'est pas seulement d'optimiser la définition horizontale mais de réduire le phénomène d'aliasing et de repliement de spectre en élevant la fréquence d'échantillonnage à 18 MHz (936 points en 52 µs). De fines rainures sont cependant là pour éviter la diffusion des charges. 1152 lignes d'adresses sont disposées horizontalement pour délimiter les pixels dans le sens vertical. La polarisation appliquée à ces capteurs permet de définir les pixels qui ne sont en fait que "virtuels". La hauteur de ces pixels diffère selon que le capteur est commuté en 4/3 ou en 16/9. Ce système de gestion dynamique des pixels est appelé DPM (Dynamic Pixel Management). C'est actuellement l'unique solution pour conserver l'angle de champ horizontal lors d'un changement de format évitant ainsi l'utilisation d'un convertisseur optique x8.
La résolution maximum n'est plus garantie en 4/3 car il ne reste que 720 pixels.
Le FT17 assure 75 % de résolution à 5MHz dans le rouge, le vert et le bleu équivalent à 800 lignes TV, ceci en 4/3 et en 16/9.

Les défauts des capteurs et leurs corrections :
Nous l'avons vu plus haut, la LDK 100 dispose de la touche Clear Scan qui arrête automatiquement l'obturateur mécanique et met en service un obturateur électronique de fréquence variable. On utilise cette touche lors de la prise de vue avec des moniteurs exactement comme avec un capteur FIT ou IT. Il est rassurant de constater que l'image reste tout à fait exploitable dans des conditions d'éclairement normales. En revanche des défauts de smear ou de traînage apparaissent quand de fortes lumières se trouvent dans le champ.

Le smear (de l'anglais smearing):
C’est une barre blanche verticale qui apparaît à l’image quand une forte lumière se trouve dans le champ de la caméra (par exemple un projecteur). Cette barre résulte d’une saturation des pixels dont les charges viennent polluer ceux qui se trouvent en dessous d’eux. Cette pollution s'explique par deux raisons. Tout d'abord, les drains d'évacuation sont conçus pour évacuer une certaine quantité de lumière, cette quantité est assez limitée. Ainsi lors de fortes lumières, certaines charges ne pouvant être évacuées atteignent le registre à décalage vertical. Ensuite, les rayons lumineux issus de sources de lumières chaudes sont chargés de rayons infrarouges. Ces derniers pénètrent en profondeur dans la structure de la cellule et s'introduisent vers le bas dans le registre vertical.
Le smear est un phénomène inhérent à la fabrication des CCD.
Les systèmes de captation à tube n'ont pas ce défaut. Mais une exposition à de telles lumières engendre sur ce type de matériel des dégradations importantes (marquage du tube).
Le smear est totalement absent des CCD FT (grâce à l'obturateur mécanique) de par leur conception, quasiment inexistant sur les capteurs FIT et de plus en plus réduit sur les dernières générations des CCD IT.
La mire qui suit sert à vérifier ce phénomène. Elle doit être transparente et appliquée sur une cible lumineuse préalablement réglée en thermocolorimétrie.

Les tâches
Les tâches au blanc (**White Shading**) :
Ce défaut est du à la non uniformité de la distribution de la lumière par le séparateur optique. Il se manifeste, dans les hautes lumières, par l'apparition de plages colorées horizontales ou verticales généralement de couleur verte ou magenta. Il est corrigé sur chaque voie R, V, et B par des signaux de compensation en dents de scie ou parabole.
Les tâches au blanc sont mesurées au niveau maximum d'extension du niveau de blanc, dans différentes zones de l'image, quand la caméra est dirigée vers une cible lumineuse équipée d'une mire de tests.

Les tâches au noir (**Black Shading**) :
C'est un défaut causé par des variations de courant d'obscurité des CCD avec la température. Sa correction s'effectue globalement selon le même principe que les tâches au blanc.

Le traînage :
Le traînage se caractérise par le fait que quand un projecteur est dans le champ de la caméra, une traînée suivra le projecteur lors d’un mouvement. Ce défaut était très visible sur les caméras à tube et devient très rare avec les CCD. Cependant, ce défaut même s'il est très atténué de nos jours persiste quand même.

Le flare :
C'est un phénomène de diffusion au travers de l'objectif qui décolle et colore les noirs, donnant une impression d'image délavée. Ce défaut varie

quand la quantité de lumière de la scène cadrée change. Un signal de compensation est élaboré à partir de la variation moyenne du signal sur chaque voir RVB et appliqué sur les bas niveaux de l'image. Le circuit de compensation de flare peut être configuré par l'utilisateur en fonction de l'objectif installé sur la caméra (rapport de zoom, marque,...)
Dans le premier cas, le niveau de noir est bien collé au 0V. Dans le second cas, le niveau de noir est décollé du 0V. Le noir apparaît alors gris. Ce défaut est compensé électroniquement.

La correction de contour et d'ouverture :
Ces deux corrections ont pour but d'améliorer la finesse de l'image en la rendant plus flatteuse.
La correction d'ouverture consiste à rehausser le taux de modulation du signal qui, après filtrage optique antialiasing, ne dépasse pas 65% du signal nominal. Après correction, ce taux atteint 80%.
La correction de contour consiste à renforcer les transitions de l'image électroniquement tout en minimisant le bruit.

La correction de masking :
Le circuit effectue deux opérations essentielles et extrêmement délicates. D'une part, il assure le passage du système colorimétrique de la scène réelle très étendue vers le système colorimétrique de synthèse, plus restreint, en effectuant le changement de primaire adéquat. D'autre part, il reconstitue par matriçage électronique, les lobes négatifs des courbes de mélange RVB qu'une simple synthèse trichromique ne peut pas reproduire.

La compression dynamique des blancs (knee):
Traitement qui a pour rôle de restituer sur des parties dynamiques réduites les parties de l'image les plus fortement éclairées, qui dépassent le niveau nominal (les capteurs CCD délivrent une dynamique de 500 à 600%). Les circuits de compression les plus évolués permettent de conserver la saturation et la colorimétrie des zones surexposées. On peut agir en exploitation sur la position du point d'inflexion (niveau où entre en jeu la compression) ainsi que sur la valeur de la pente (efficacité de la compression).
Deux techniques permettent de mettre en œuvre cette compression. La première, le plus simple, agit directement dur les couches R,V et B du signal. Ici, seul est compressée la voie qui dépasse le niveau nominal. Cette méthode ne permet pas de garder une colorimétrie identique avant et après compression.
La seconde agit de manière identique sur les trois signaux, ce qui préserve la colorimétrie dans la zone saturée.

La correction de Gamma :
Cette correction compense, dans la caméra, la non - linéarité de la courbe de transfert lumière tension du tube cathodique qui est du type $y=x^{2.2}$.
Elle soumet pour cela les signaux des trois voies R, V et B à des fonctions de transfert inverses de type $y=x^{0.45}$.

La Liaison triaxiale

Le triax est ce qui relie la caméra à sa voie de commande. La liaison triaxiale est très répandue dans le domaine broadcast. Elle permet des distances de plus de 3000 mètres alors que les liaisons multiconducteurs ne dépassent pas 300 mètres. Elle transporte les informations pleines bandes de type Y, R-Y, B-Y ou R, V et B, les informations de retour viseur de commande, d'asservissement, le système interphonie, la vidéo du téléprompteur et l'alimentation de la caméra. Cette liaison utilise le principe du multiplexage fréquentiel des signaux.

Ce système est plus pratique que les liaisons multiconducteurs. En effet, sur le système multiconducteur, chaque information passe par un câble séparé des autres alors que la liaison triaxiale n'utilise qu'un seul câble.

BTS Image 2003

PHYSIQUE APPLIQUÉE
Questions :
Un zoom 15 x 9 est monté sur une caméra dont les dimensions utiles du capteur sont 6,6 x 8,8 mm.
1.1 - Quelles sont les focales extrêmes de ce zoom ?
1.2 - On souhaite photographier un immeuble de largeur 20 m et de hauteur 16 m en plaçant la caméra à une distance de 73 m.

1.2.1 - Quelle focale faudra-t-il employer pour obtenir une image complète et la plus grande possible de l'immeuble ?

1.2.2 - Justifier que ce zoom convient.

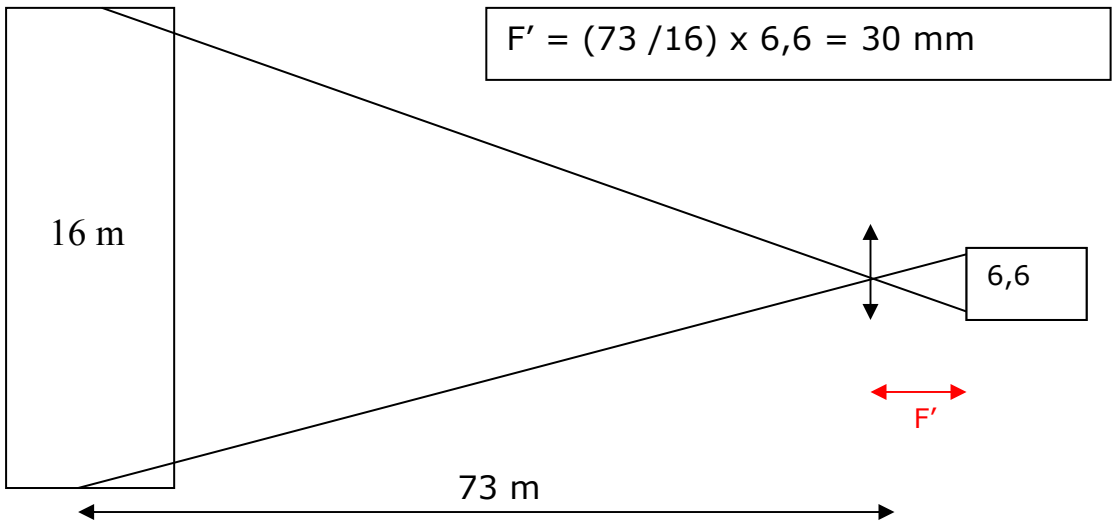
1.3 - Les constructeurs d'objectifs ont encore l'habitude d'indiquer le champ angulaire diagonal. Ainsi, peut-on lire dans la notice du zoom précédent que celui-ci offre un champ angulaire diagonal de 62,8 ° pour l'une de ses focales extrêmes.

1.3.1 - Calculer la diagonale du capteur et en déduire la focale correspondant au champ angulaire diagonal de 62,8 °.

1.3.2 - Calculer les champs angulaires "vertical" et "horizontal" pour une focale de 9 mm.

Réponse 1.1 :
Au lieu d'indiquer les focales extrêmes, en vidéo on indique l'amplitude du zoom associée à la plus courte focale. Dans le cas présent, les focales extrêmes sont 9mm et 135mm.

Réponse 1.2.1 :
Le capteur est 1,33 plus large que haut. Par contre l'immeuble est 1,25 fois plus large que haut. Nous allons donc calculer la focale en tenant compte de la hauteur de l'immeuble pour être certain de l'avoir en entier dans l'image.

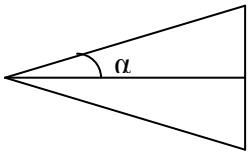


Réponse 1.2.2 :
La focale désirée (30 mm) est compatible avec les caractéristiques de ce zoom dont les focales extrêmes sont 9 et 135 mm.

Réponse 1.3.1 :
En utilisant le théorème de Pythagore, d = √ L² + H² = 11 mm
La diagonale du capteur mesure 11 mm.
Pour utiliser la tangente, calculons sur la moitié du champ angulaire diagonal en divisant par 2 la diagonale :

Tg (62,8°/2) = 0 ,61 = d/(2 x f') → **f' = 9 mm**

Réponse 1.3.2 :
Champ angulaire vertical :

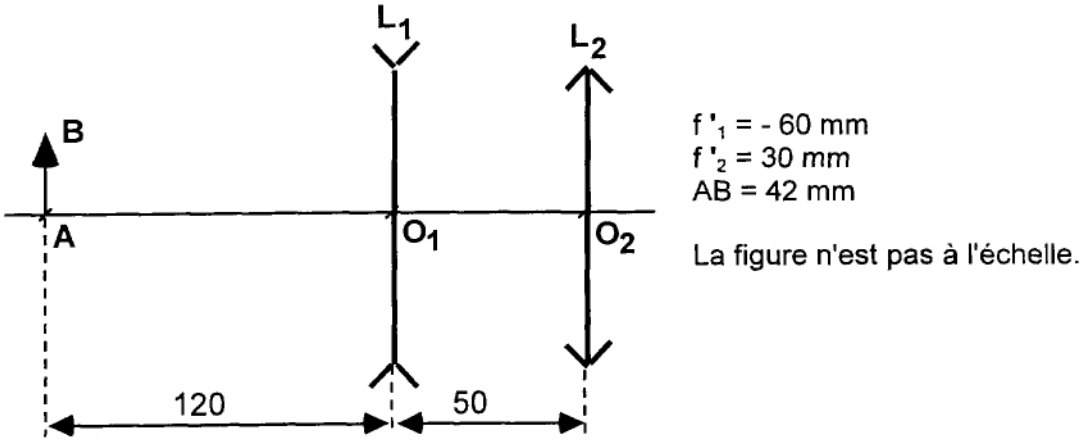


tg α = 3,3 / 9 = 0,36 → α = 20°
Champ angulaire vertical = 40°

Champ angulaire horizontal :

tg α = 4,4 / 9 = 0,488 → α = 26°
Champ angulaire horizontal = 52°

OPTIQUE
2.1 - On étudie le montage suivant qui comporte deux lentilles minces L_1 et L_2 dont les distances focales images sont respectivement notées f'_1et f'_2 .



2.1.1 - Montrer que l'image A',B', de l'objet AB à travers la lentille L_1 seule a pour position O,A, = - 40 mm et que le grandissement est de 1/3.

2.1.2 - A l'échelle 1 (en vraie grandeur), construire sur papier millimétré, l'image intermédiaire A'_1 B'_1 et l'image définitive A'B' à travers l'ensemble optique.

2.1.3 - Calculer la position et la taille de l'image finale A' B' de AB donnée par le système (L_1 + L_2)

2.1.4 - Indiquer les valeurs <u>algébriques</u> des grandissements produits par L_1 (γ_1), par L_2 (γ_2) et par (L_1 + L_2) (γ_T)

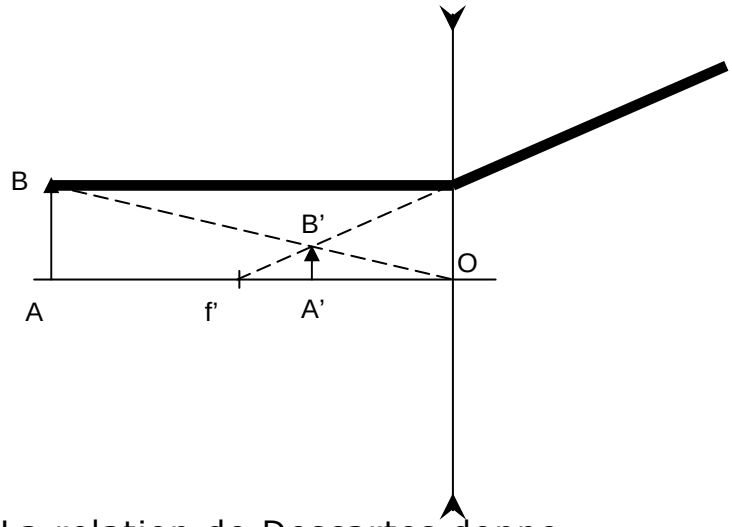
2.1.5 - En combinant les deux formules de Descartes applicables aux lentilles minces, montrez que

$$p' = f'(1 - \gamma) \quad \text{et} \quad p = f'\left(\frac{1}{\gamma} - 1\right).$$

$$\text{avec} \quad p = \overline{OA} \;;\; p' = \overline{OA'} \;;\; f' = \overline{OF'} \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}.$$

où A' est l'image de l'objet A_1 0 le centre optique de la lentille et F' son foyer image.

Réponse 2.1.1
Nous avons un système divergent :

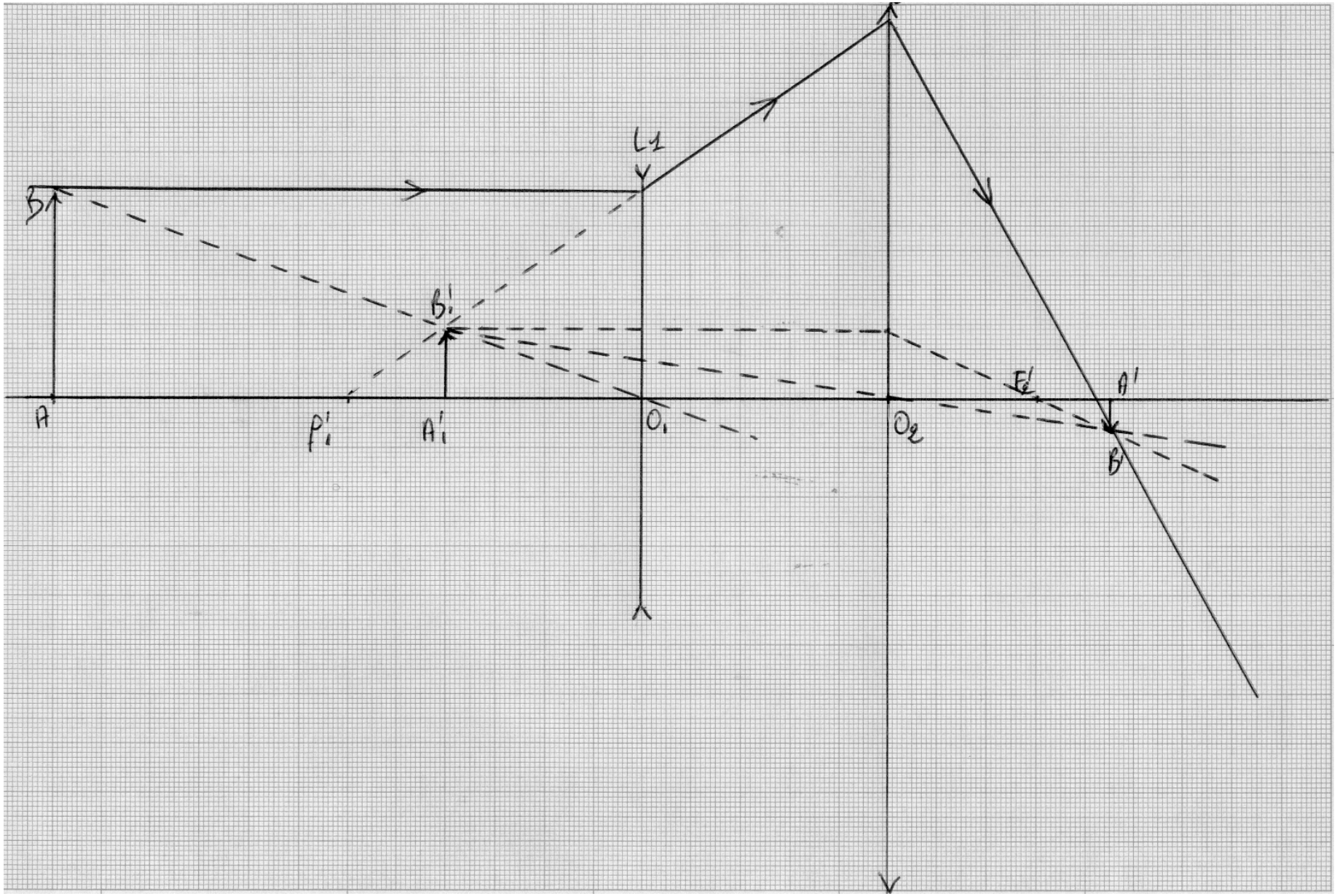


La relation de Descartes donne
1/p' – 1/p = 1/f'
avec p=-120 et f'=-60 (en mm) nous avons :
1/p' = 1/-60 – 1/120 = -3/120 → p' = -120/3 = -40 mm

Le grandissement = p'/p = -40 / -120 = 1/3

L'image est du même côté que l'objet et elle est droite (non inversée), sa taille est de 42/3 = 14 mm.

Réponse 2.1.2


L1
B
B'1
A
P'1
A'1
O1
O2
F'2
A'
B'

Réponse 2.1.3
Dans le système L_2 , $A'_1B'_1$ est objet virtuel.
$1/p' - 1/p = 1/f'$ avec $p = -90$ et $f' = 30$ (en mm)
$1/p' = 1/30 - 1/90 = 2/90 \rightarrow p' = 45$ mm

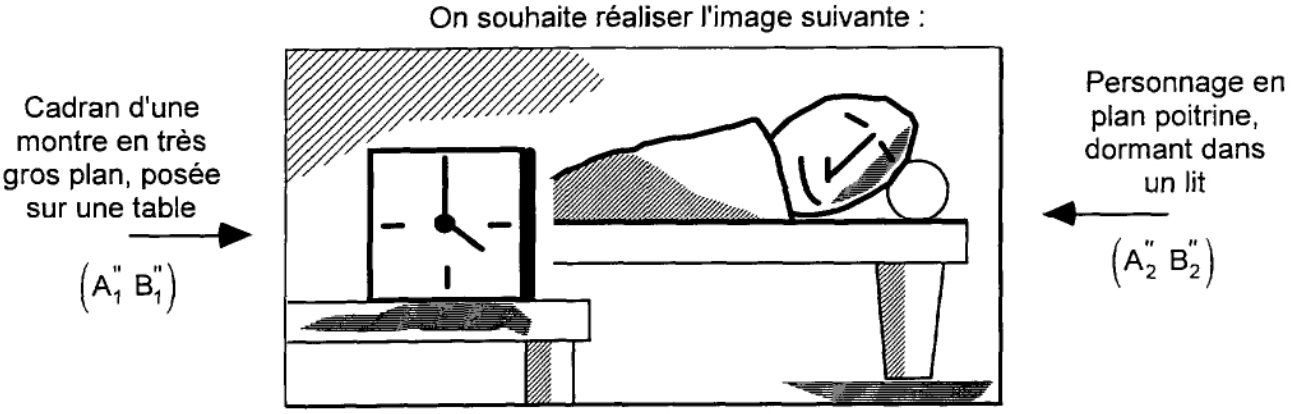
$p'/p = 45/-90 = -1/2$, la taille de l'image est de 7 mm (14/2).

Réponse 2.1.4
- Grandissement dans L_1 : 1/3
- Grandissement dans L_2 : -1/2
- Grandissement dans L_1+L_2 : -1/6 (-7/42)

Réponse 2.1.5
Les deux formules de Descartes sont $1/p'-1/p = 1/f'$ et $p'/p= \gamma$

a) Nous pouvons écrire : $\mathbf{p'}/p' - \mathbf{p'}/p = \mathbf{p'}/f'$
$1 - \gamma = p'/f' \Rightarrow$ **$p'= f' (1 - \gamma)$**
b) Nous pouvons écrire : $\mathbf{p}/p' - \mathbf{p}/p = \mathbf{p}/f'$
$1/\gamma - 1 = p/f' \Rightarrow$ **$p = f'((1/ \gamma) - 1)$**

2.2 - Henri Alekan était un spécialiste des effets spéciaux optiques réalisés à la prise de vues. Pour lui rendre hommage, la télévision décide de produire une émission sur ses trucages devenus légendaires : on a choisi d'expliquer le principe de " l'incrustation avec miroir semi-transparent ".
Ce procédé était utilisé, par exemple, pour filmer simultanément un petit objet en très gros plan et un décor normal avec personnage afin qu'ils apparaissent nets tous les deux, donnant ainsi l'illusion d'une profondeur de champ énorme.



Dimensions réelles des objets		Dimensions de l'image sur le capteur
- Cadran de la montre (A_1 B_1) 24X24 mm	_____ >	$A"_1$ $B"_1$ 3X3mm
- Personnage dormant (A_2 B_2) (Partie visible) longueur: 0,7 m	_____ >	($A"_2$ $B"_2$) 7 mm

Pour obtenir l'image souhaitée par " incrustation avec miroir semi-transparent ", on utilise le montage optique complet représenté ci-après.

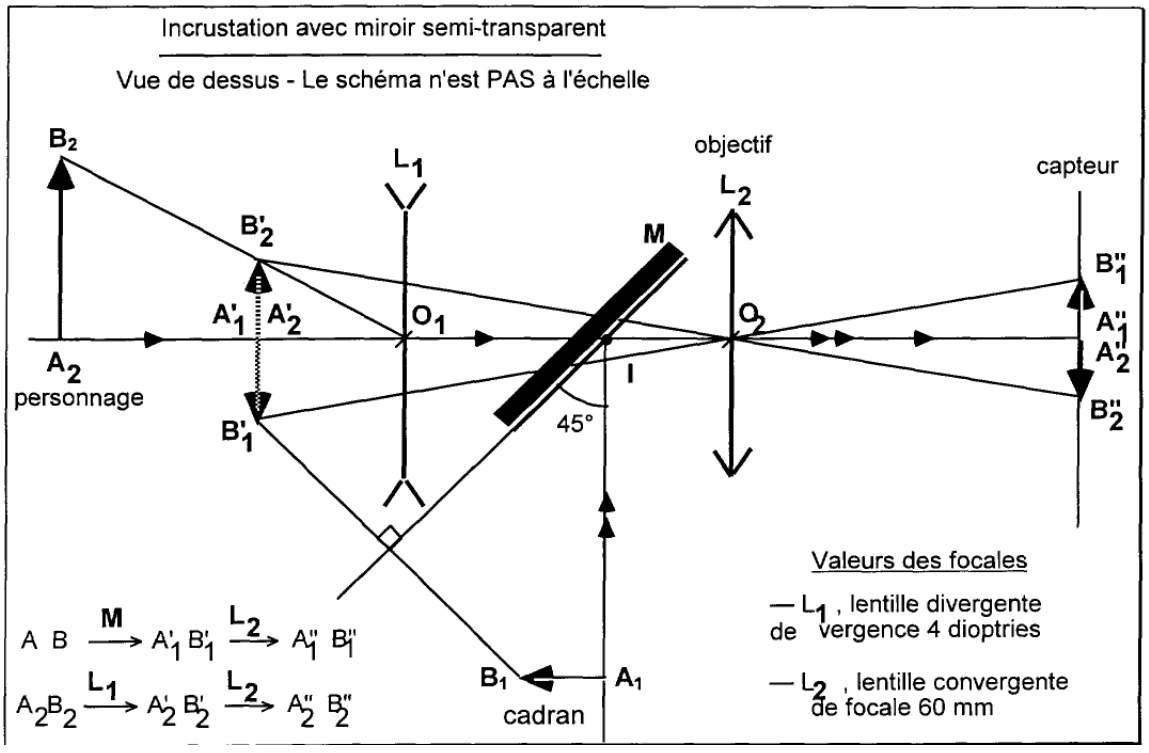
REMARQUES IMPORTANTES

- Les focales de L_1 et de L_2 ainsi que les distances 0_1A_2 et O_1O_2 ont d'autres valeurs que celles de la question 2.1.
- Le miroir semi-transparent M n'a aucune influence sur la trajectoire des rayons provenant de A_2 B_2 car son épaisseur est très faible.
- Le miroir M donne une image $A'_1B'_1$ symétrique de l'objet A_1B_1, ce qui entraîne

$$IA_1 = IA'_1 \qquad \text{et} \qquad A_1B_1 = A'_1B'_1$$

- Le rôle de la lentille L_1 est de former une image A'_2 B'_2, de l'objet A_2 B_2, dans le même plan que $A'_1B'_1$.

Ainsi, l'objectif L_2 en donnera deux images $A"_2$ $B"_2$ et $A"_1$ $B"_1$, de même grandissement γ_2, situées exactement sur le capteur, après mise au point. Elles seront donc toutes deux parfaitement nettes et il n'v aura aucun problème de profondeur de champ.



2.2.1 - Donner la valeur algébrique du grandissement γ_2 produit par L_2 pour le cadran de la montre : $A_1B_1 = A'_1B'_1 = 24$ mm -> $A"_1 B"_1 = 3$ mm. En utilisant les formules démontrées à la question 2.1.5., déterminer les valeurs de $0_2A"_1$ et de $0_2A_1 = 0_2 I + I A_1$ pour que le cadran soit parfaitement net.

2.2.2 - Donner la valeur algébrique du grandissement γ_T produit par le système ($L_1 + L_2$) pour le personnage : $A_2B_2 = 0,7$ m -> $A"_2B"_2 = 7$ mm.

En déduire celui produit par L_1, pour le personnage (γ_1).

2.2.3 - Calculer O_1O_2, distance séparant L_1 et L_2.

2.2.4 -Au moment d'effectuer la prise de vues, le cadreur demande à l'accessoiriste de remplacer la montre par une autre ayant un cadran sans chiffre. Pourquoi ?

Réponse 2.2.1

Dans le système L_2, objet et image sont inversés. Le grandissement est négatif. La taille de l'image $A"_1B"_1$ est de 3mm alors que l'objet $A'_1B'_1$ mesure -24mm. Le grandissement est de -1/8 (3/-24).

En reprenant la formule $p' = f' (1 - \gamma)$; $p'=0,06 (1-(-1/8)) = 0,06 \times (9/8)$

$P'= 0,067$m → $\mathbf{0_2A"_1 = 67mm}$

En reprenant $p = f'((1/\gamma)-1)$; $p = f'(-8-1) = 0,06 \times -9$

$P= -0,54$ m → $\mathbf{0_2A_1 = 0_2 I + I A_1 = 54 cm}$

Réponse 2.2.2

Dans le système ($L_1 + L_2$), objet et image sont inversés donc le grandissement est négatif. $A"_2B"_2 = -7$mm et $A_2B_2 = 700$ mm

$\gamma_T = -7/700$ → $\mathbf{\gamma_T = -1/100}$

Nous avons vu au 2.1.4 que $\gamma_T = \gamma_1 \times \gamma_2$

Sachant que $\gamma_2 = -1/8$ → $\gamma_1 = (-1/100) / (-1/8) = (-8/100)/-1 = 8/100$

Dans le système L_1, $\mathbf{\gamma_1 = 8/100}$ (l'image est droite)

Réponse 2.2.3

La lentille L_1 est divergente avec une vergence de -4 dioptries donc $f'_1=-0,25$m.

$\gamma_1 = 8/100$, en reprenant $p' = f' (1 - \gamma)$; $p'=-0,25 (1-(8/100)) = -0,23$ m

$O_1A'_2 = -23$ cm

La lentille L_2 est convergente avec une focale de 0,06m

Sachant que $\gamma_2 = -1/8$ et que $p = f'((1/\gamma)-1)$; $p= 0,06 ((1/-1/8)-1)$

$P= 0,06 \times (-8-1) = -0,54$ m → $O_2A'_2 = -54$ cm → $\mathbf{O_1O_2 = 31 cm}$

Réponse 2.2.4

Dans le miroir M, l'image est inversée gauche-droite (les chiffres seraient lus à l'envers).

TECHNOLOGIE DES EQUIPEMENTS ET DES SUPPORTS
Traitement vidéo du Camescope de reportage DVCPRO 25: AJ-D700
2.1- Cette caméra possède 1 roue porte filtres. Quelle est l'action du filtre 5600K+1/16ND sachant que le CCD de la caméra est équilibré à 4300K ? En déduire la teinte du filtre, calculer sa valeur en MIRED.

2.2- Initialement, l'ouverture est : N=16 avec le filtre 5600K. Rappeler la relation qui définit le nombre d'ouverture N. Déterminer la nouvelle ouverture pour obtenir le même flux lumineux sur les CCD lorsque l'on passe au filtre 5600K+1/4ND.

2.3- Le niveau moyen de lumière dans la cage du lion est de 120 lux, la TC est de 3200K. Pour obtenir une profondeur de champ acceptable, le cadreur ne veut pas descendre en dessous de l'ouverture N= 4. Déterminer le gain pour obtenir une image correctement exposée. Que devient le rapport signal sur bruit du signal vidéo ?

Réponse 2.1
L'action du filtre 5600K+1/16ND est double.
La première concerne une correction de température de couleur (filtre adapté à la température de couleur du jour en plein soleil) et la seconde diminue l'éclairement du capteur en ne laissant passer que 1/16^{e} de la lumière, opacité 16 ce qui correspond à corriger l'exposition de 4 I.L. *en base 2 : ($log_2(16)=4$)*.

Sachant que **le capteur de la DVCPRO 25 est équilibré à 4300K**, le filtre 5600K est légèrement jaune ambré.
Tc *capteur* (mired) – Tc *source* (mired) = Correction à apporter en mired
$10^6/4300 - 10^6/5600 = 232 - 178 =$ **54 Mired** (valeur positive donc filtre jaune ambré**). Ce filtre est équivalent au filtre Kodak 81EF (que l'on pourrait comparer à 1/3 de CTO).**

Réponse 2.2
Le nombre d'ouverture est égal au rapport de la focale sur l'ouverture de la pupille d'entrée de l'objectif, N=f'/O.
Ce qui nous intéresse ici est **la relation qui définit le nombre d'ouverture en fonction de l'éclairement et du temps de pose qui est $2^{IL} = N^2/t$** avec IL pour l'indice de lumination, N pour l'ouverture du diaphragme, t le temps d'exposition (1/50^{e} en vidéo).
Avec le filtre 5600K (donc sans densité neutre), l'ouverture est : N=16.
Sans filtre ND, on a $2^{IL} \times t = N_1^2$ (N_1=16 ; t=0,02 s, 2^{IL}=12800, IL=13,6)
S'il y a un filtre sur la caméra, la relation devient $\mathbf{2^{IL} = N^2 \times 10^D / t}$
avec D pour la densité du filtre.
*10^D est **le facteur d'exposition** (F_E) du filtre, sans filtre $10^0 = 1$.*
Avec le filtre ¼ND (Transmission=¼; Opacité = 4 ; $\log_{10}(4)=0,6$; D=0,6 ; $10^{0,6} = 4$; F_E=4), il faut adapter l'ouverture du diaphragme :
$2^{IL} \times t = \mathbf{N_2^2 \times 10^D = N_1^2} \Rightarrow N_2^2 \times 10^{0,6} = 16^2 \Rightarrow N_2^2 \times 4 = 256 \Rightarrow N_2 = \sqrt{64} = 8$

En présence du filtre ¼ND , l'ouverture du diaphragme sera 8.
En d'autres termes :
Pour passer du filtre 5600 au filtre 5600K + ¼ND, on place un filtre supplémentaire de transmission ¼ donc d'opacité 4.
Pour trouver la compensation en ouverture de diaphragme, il suffit de prendre $\log_2(4)$ – *log de quatre en base 2*, soit 2 valeurs de diaphragme.
Avec un diaphragme initial de 16, il faut afficher la valeur 8 (donc plus ouvert de 2 diaphragmes) pour compenser la présence du ND¼ .

En reprenant la remarque déjà faite sur le corrigé de 1999 : Calculer les écarts de diaphragme en s'aidant des ***valeurs de densité*** *est* ***universel****. Tous les opérateurs du monde le font (souvent mentalement). Les fabricants de filtres et gélatines donnent les valeurs en densités, les loueurs de caméra louent des séries de « densités neutres », les ND. C'est la raison pour laquelle il faut s'habituer très tôt à utiliser cette méthode « universelle ».*

Sony, qui n'avait pas la culture « audiovisuelle », a noté sur ses barillets les valeurs en transparence. Cela a pu paraître curieux mais il a fallu s'y habituer même si cela est moins pratique.

Il s'en suit que l'on peut retenir une autre méthode pour calculer un diaphragme lorsque l'on positionne une ND sur la caméra:
En prenant N1 pour diaphragme « nominal », le diaphragme affiché sur l'objectif N2 sera égal à :

$$N_2 = \sqrt{(N_1^2 \times T)}$$

T étant la transmission du filtre.

Filtre	***Transmission***	***Valeur de diaphragme N_2*** *pour une valeur nominale N_1 de 16*
¼ ND	*¼*	$\boldsymbol{N_2=\sqrt{(16^2/4)= 8}}$

Retenez que cette méthode, pratique pour les épreuves du BTS, n'est pas employée par les directeurs de la photo.

Réponse 2.3
La sensibilité de la caméra DVCPRO25 est donnée pour 2000 lux avec f :8
L'opérateur désire travailler à diaph 4 pour garder suffisamment de profondeur de champ.
On peut utiliser la relation $\boldsymbol{2^{IL} = N^2/t = (E \times S) / 250}$ avec E pour l'éclairement de la scène et S la sensibilité du capteur exprimée en ISO.
Les caractéristiques de la caméra nous permettent de définir sa sensibilité. $S = N^2 \times 250 / E \times t = 8^2 \times 250 / 2000 \times 0{,}02 = 400$ ISO

Pour travailler avec 4 de diaph, il suffit de
$4^2/0{,}02 = E \times 400 /250$ ⇨ $E = 500$ lux

Hors le niveau moyen de lumière dans la cage du lion est de 120 lux.

Il nous faudrait donc théoriquement une sensibilité de :
S = N² x 250 / E x t = 4² x 250 / 120 x 0,02 = 1600 ISO

Sachant que la sensibilité apparente de la caméra double lorsque l'on affiche un gain de 6dB, **il faudra régler le gain à 12 dB** pour obtenir une image correctement exposée. (passer de 400 à 1600 ISO)

Le rapport RSB passe de 60dB à 48dB
L'augmentation du gain entraîne deux défauts :
• **L'augmentation du contraste** et donc une diminution très importante de l'étendue utile avec tous les problèmes de saturation dans les hautes lumières.
• **L'apparition de "bruit",** phénomène de "neige" caractéristique très visible sur les plages uniformes, comparable au "grain" en film.

4- <u>Eclairage du spectacle de CIRQUE</u>

Le parc de lumière utilise des lampes de technologie tungstène halogène.

4.1- Que signifient les termes tungstène et halogène ? Décrire l'action de l'halogène. Quelle est la température de couleur de ces lampes ?

L'éclairage utilisé est composé de
- 6 projecteurs type Fresnel de 2kW
- 4 projecteurs de type Fresnel de 1 kW
- 8 projecteurs de type ambiance de l kW
- 20 projecteurs de type PAR de 1 kW munis de gélatines
- 10 projecteurs de type PC de 1 kW
- 2 poursuites de 2kW

Tous ces projecteurs sont alimentés en 230V -50Hz. Leur facteur de puissance est de 1.

4.2- Déterminer la puissance totale nécessaire.

4.3- On dispose d'une alimentation triphasée de 100A / phase. Calculer la puissance maximale disponible. Quelle précaution lors du câblage des projecteurs faut-il prendre pour éviter que son disjoncteur se déclenche ? Justifier par un petit calcul.

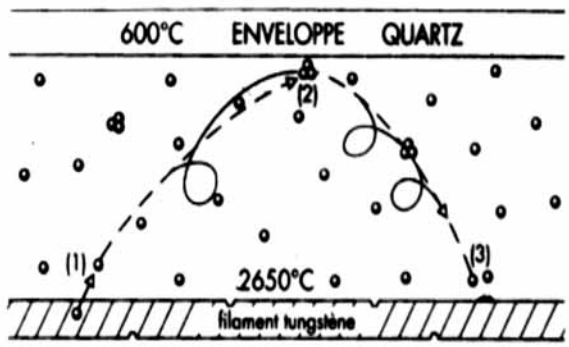
Réponse 4.1
Le filament constitue l'âme de la lampe. Il est toujours en tungstène (symbole chimique : W de Wolfram). En effet, **la température de fusion du tungstène est de 3 655 K**, ce qui permet d'atteindre des températures du filament élevées.
D'autre part, la résistance mécanique d'un filament de tungstène est très élevée, ce qui permet un étirage et un tréfilage très poussés puisqu'on peut obtenir des fils de quelques microns de diamètre.

Aux températures de l'incandescence, les métaux se volatilisent instantanément. Il faut donc soustraire les corps incandescents à l'action de l'oxygène et les placer dans une enceinte dans laquelle on fait le vide ou que l'on emplit de gaz inertes : azote, argon, krypton, xénon...
Bien entendu, cette enceinte doit transmettre la lumière, ce qui suggère immédiatement l'emploi de matériaux transparents tels que le verre ou le quartz.
L'ampoule d'une lampe TH (tungstène-halogène) contient des paillettes d'iode (corps faisant partie de la famille des halogènes) qui devient gazeux quand la lampe fonctionne.

Rôle de l'iode :
Le filament a toujours tendance à se sublimer. Un atome de tungstène quitte le filament. Au contact de l'enveloppe quartz chauffée à 600°C, cet atome se combine avec l'iode, cela donne de l'iodure de tungstène qui n'a aucune affinité pour le quartz. Ce gaz reste donc à tourner dans l'ampoule et, finalement, repassant trop près du filament, il se décompose et redonne du tungstène + iode.

Statistiquement, le filament perd autant d'atomes qu'il en récupère mais le tunsgtène ne revient pas exactement d'où il provient. Il finit par se creuser à certains endroits, de fragiliser et se rompre. Malgré tout, la durée de vie est très longue comparée aux lampes traditionnelles.

<u>Schéma du cycle Tungstène Halogéne</u> :



(1) Volatilisation d'un atome de tungstène du filament
(2) Combinaison tungstène - halogène au niveau de l'enveloppe quartz
(3) Dans la zone du filament, la molécule d'halogénure de tungstène se dissocie :

- ***En atome de tungstène qui se redépose sur le filament,***
- ***En atome d'halogène, libéré, qui peut ainsi reprendre le cycle de l'halogène***

<u>Avantage</u> :
On peut chauffer légèrement plus le filament. L'efficacité lumineuse augmente sans que la durée de vie ne diminue.
Le tungstène ne se dépose pas sur le verre et de ce fait on fabrique des lampes plus petites, comparées aux monstres qu'étaient les 5KW et 10KW classiques.
<u>Inconvénient</u> :
Pour que le système fonctionne, le quartz doit être à environ 600°C. Il y a donc un grand dégagement de chaleur. En dehors des projecteurs « Open face » qui sont naturellement refroidis, il a fallu améliorer le système de ventilation des projecteurs munis de lentilles de Fresnel.
La température de couleur de ces lampes TH varie entre 3200 et 3400 K.

Réponse 4.2
Pour déterminer la puissance totale nécessaire, il suffit d'additionner la puissance absorbée par chacun des projecteurs (facteur de puissance =1):
(6 x 2kW)+(4 x 1 kW) + (8 x 1 kW) + (20 x 1 kW) + (10 x 1 kW) + (2 x 2 kW)
soit : 58 kW

Les projecteurs sont alimentés en 230 Volts. L'intensité du courant sera d'environ 255 A et le studio dispose d'une alimentation triphasée de 100A/phase.

Dans le studio, la puissance maximale disponible sera de 300 A.
En branchant tous les projecteurs, et pour éviter que son disjoncteur se déclenche, il suffit d'équilibrer chacune des phases. Dans le cas présent, **on veillera à ce qu'intensité sur chacune des phases soit d'environ 85 A ce qui correspond à une « puissance apparente » disponible d'environ 20 VA par phase**.

On passe par l'intermédiaire d'un bloc de puissance permettant de faire varier la puissance de chaque projecteur.

Synoptique du bloc de puissance

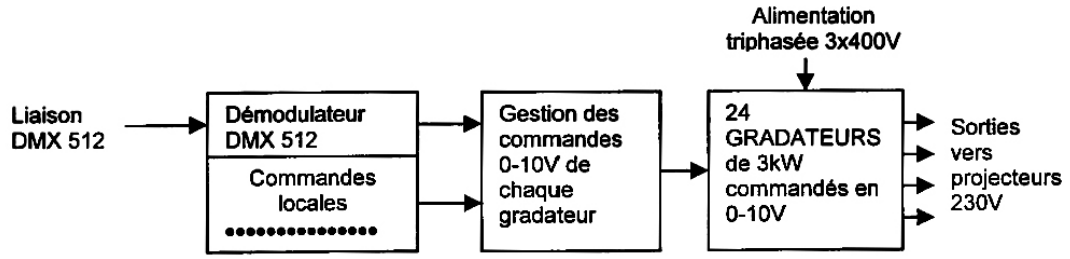
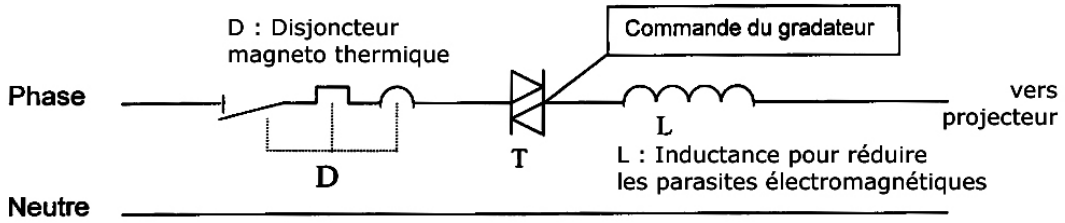


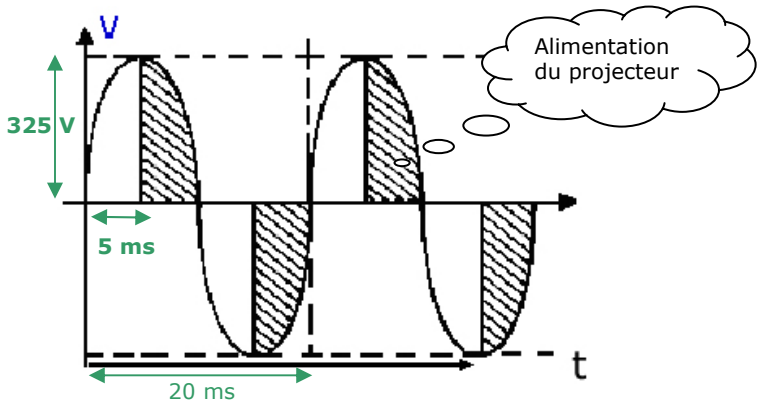
Schéma de puissance simplifié d'un gradateur



4.4- Décrire le principe de cette variation. Tracer sur une période la tension fournie pour obtenir 50% de la tension efficace du secteur.

Réponse :
Le triac est un composant d'électronique de puissance qui devient passant si une impulsion électrique est appliquée à sa gâchette et se bloque dès que l'intensité le traversant s'annule.
Le gradateur fonctionne en tout ou rien. Il hache le signal alternatif selon un rapport cyclique variable ne fournissant qu'une partie de chaque alternance aux projecteurs.

C’est en réglant le retard à l’amorçage des triacs de 0 à 10ms que l’on obtient 100 à 0% de puissance.



Pour un niveau de commande de 50%, le retard est réglé à 5ms. L'ampoule électrique n'est alimentée que la moitié du temps durant chaque demi-alternance.

Rappel du cours : Si on soumet un voltmètre pour tension continue à une tension alternative, le voltmètre indique 0V. Il mesure la valeur moyenne de la tension, elle est nulle.
Si on utilise un voltmètre pour l'alternatif, l'appareil indique une valeur qui est différente de la tension maximale. Il s'agit de la tension efficace.
La tension efficace correspond à la tension continue qui produit le même effet thermique (même échauffement d'un conducteur)
Pour une tension sinusoïdale, le rapport entre la tension maximale et la tension efficace est égal à 1,414 (racine carrée de 2)

*Remarque: ce rapport n'est valable que pour une **tension sinusoïdale**.*
Les voltmètres alternatifs sont en général adaptés aux tensions sinusoïdales et donnent des indications erronées de la valeur efficace si la tension est de forme différente (tension triangulaire ou carrée, dents de scie...)

Donc, quand nous parlons d’une tension de 230 volts, nous sous-entendons une tension efficace donc une tension maximale : **U max =** 1,414 x 230 ≈ **325 volts**.

4.5- Quel est le rôle de l'inductance L ?
Réponse :
L’inductance (L) limite la variation de courant lors de l’amorçage du triac pour réduire les harmoniques du signal qui rayonne sur tout le matériel environnant (parasites électromagnétiques).

*4.6- Donner le nom et décrire le fonctionnement du composant **D .***
Réponse :
Le disjoncteur magnéto-thermique (D) est une protection qui ouvre le circuit en cas de surcharge (déclenchement thermique) et en cas de court-circuit (déclenchement électromagnétique).

La liaison entre la console de lumière et le bloc de puissance utilise le protocole DMX512.

Il transmet 44 trains par seconde. Chaque train se compose de 512 paquets de données et 3 paquets supplémentaires pour assurer la synchronisation du train. Chaque paquet se compose d'un octet de données associé **à 3** bits de synchronisation.

4.7- Calculer le débit de cette liaison
Réponse :
Débit : 44 x (512 + 3) x (8 + 3) = 249260 bits/s

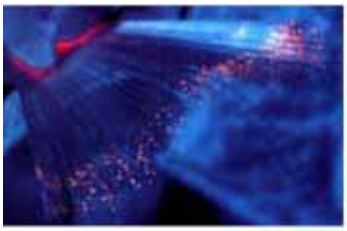
4.8- Chaque paquet commande *1 gradateur. De combien de niveaux de réglage* dispose-t-on par *gradateur ? Pourquoi* est-ce *suffisant ?*
Réponse :
Un codage sur 8 bits permet 256 niveaux différents, c'est assez précis pour régler la lumière qui ne demande jamais une telle précision.

BTS Image 2004

PHYSIQUE APPLIQUÉE

A – **LA FIBRE OPTIQUE**

Une fibre optique dite « à saut d'indice " est formée de deux milieux transparents coaxiaux d'indices n_1 et n_2. Elle est représentée, en coupe, ci-dessous



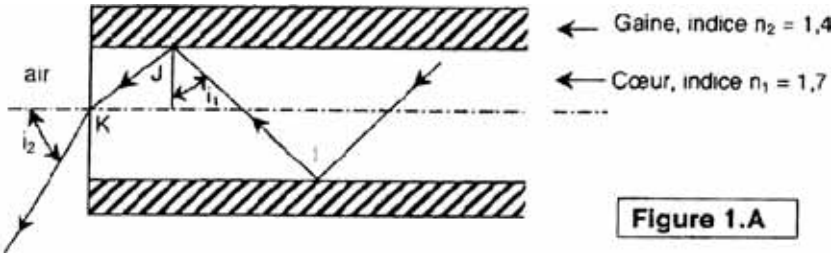
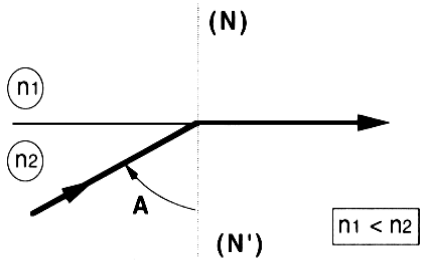


Figure 1.A

De telles fibres, réunies en faisceau, peuvent servir à éclairer de petits objets.
Un rayon arrive de la source et, par réflexions successives en I, en J, ..., ressort en K dans l'air.

1.1 Calculer la valeur de l'angle limite I_{1lim} pour laquelle il y a réflexion totale en J.

Rappel du cours :

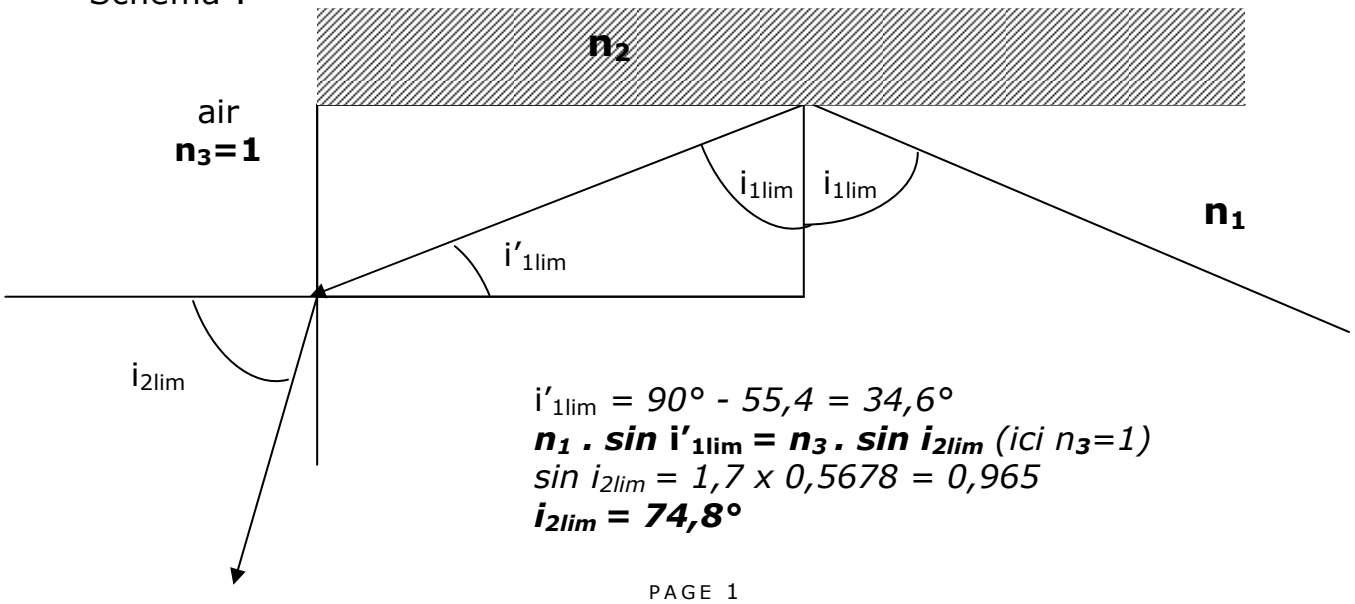


Il existe un angle A tel que le rayon lumineux en provenance du milieu n_2 soit rasant à la surface de séparation.
La relation de Descartes donne :
n_1 . sin 90° = n_2 . sin A (avec n_1 = 1)
sin A = n_1 / n_2

Dans l'exercice proposé : sin i_{1lim} = n_2 / n_1 = 1,4 / 1,7 = 0,8235
d'où i_{1lim} = 55,4°

1.2 - Calculer, dans ce cas, la valeur de i_{2lim}.

Schéma :



i'_{1lim} = 90° - 55,4 = 34,6°
n_1 . sin i'_{1lim} = n_3 . sin i_{2lim} *(ici n_3=1)*
sin i_{2lim} = 1,7 x 0,5678 = 0,965
i_{2lim} = 74,8°

B - **ETUDE PHOTOMETRIQUE D'UN PROJECTEUR**

Un projecteur est constitué d'une lampe halogène L et d'un réflecteur R. Un petit disque opaque D arrête les rayons directs envoyés L vers l'écran E. Le faisceau divergent émis par ce projecteur forme un tronc de cône d'angle au sommet α=4O° et le réflecteur a une section circulaire dont le diamètre AB vaut 10 cm (voir **figure 1.B).**

Le projecteur consomme une puissance électrique $P_{élec}$ = 300W et sa lampe L a une efficacité lumineuse e =30 $lm.W^{-1}$.

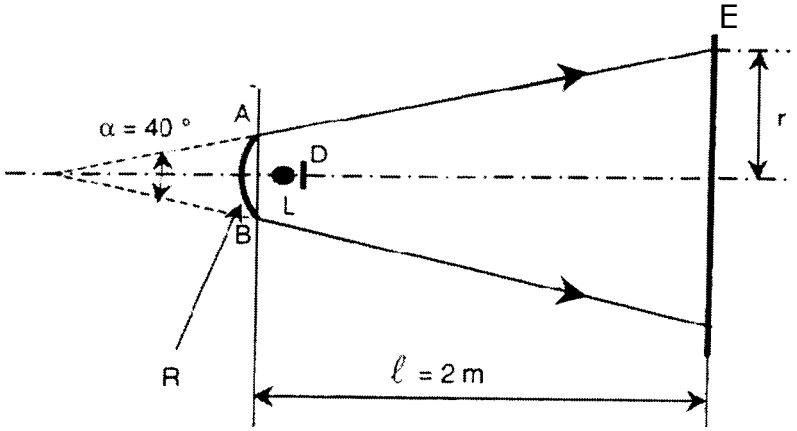


Figure 1.B

1.3 - Calculer le flux Φ émis par le projecteur, sachant que l'énergie absorbée par le disque est négligeable.

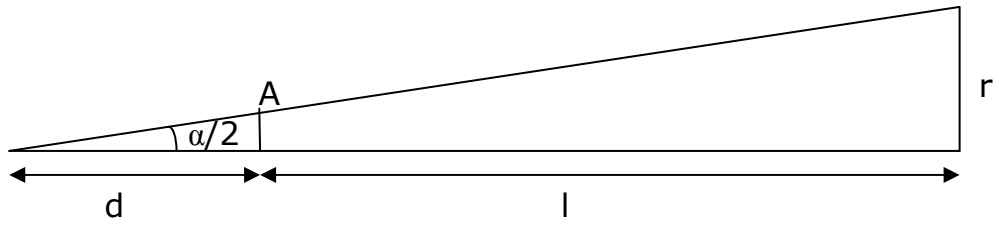
Réponse :

Φ = *$P_{élec}$ x e = 300 x 30 =* ***9 000 lm*** *(lumen)*

1.4 -

1.4.1 - Montrer que la surface éclairée de l'écran a un rayon r= AB/2 + *l.tan(α/2)*.

Réponse :



tg (α/2) = r / (d+l) ⇨ r = tg (α/2) x (d+l)
tg (α/2) = AB / 2d ⇨ d = AB / 2 tg (α/2)

r = tg (α/2) x (AB / 2 tg (α/2) +l)

r = AB/2 + (l • tg (α/2))

1.4.2 - Calculer r et en déduire la section (notée S) du faisceau sur l'écran.
Réponse :

AB = 0,1
L = 2
tg (α/2) = 0,364

r** = 0,1/2 + 2 x 0,364 = **0,778 m
S** = πr² = **1,90 m²

1.5 - Calculer la valeur de l'éclairement moyen (noté E_{m1}) sur l'écran.
Réponse :
E_{m1}** = Φ / S = 9 000 / 1,9 = **4740 lux

1.6 - La lampe L fournit une lumière de température de couleur T_1 = 3200 K. On place sur le projecteur un filtre bleu dont la notice indique les caractéristiques:

- densité optique: 0,5
- valeur **absolue** de la correction: $\Delta M = 131\ MK^{-1}$ (ou Mireds).

1.6.1 - Lorsque ce filtre est placé devant le projecteur, quelle est la température de couleur T_2 ?
On rappelle que $\Delta M = 10^6 \bullet (1/T_2 - 1/T_1)$

Réponse :
*On nous donne la valeur **absolue** en Mired du filtre, or ce filtre est bleu, donc sa valeur est négative.*
$10^6/T_2 - 10^6/T_1 = 10^6/T_2 - 10^6/3\ 200 = -131$
$10^6/T_2 = -131 + 10^6/3\ 200 = -131 + 312,5 = 181,5$
$T_2 = 10^6/181,5$
T_2 = 5 500 Kelvins

1.6.2 - Calculer la nouvelle valeur de l'éclairement (noté E_{m2}) reçu par l'écran.

Réponse :
La densité optique du filtre est égale à 0,5 ;
L'opacité de ce filtre est égale à $10^{0,5}$ = 3,16 ;
Sa transparence est égale à l'inverse de l'opacité T= 0,316
En présence du filtre, E_{m2} = 4740 x 0,316 = 1 500 lux
E_{m2} = 1 500 lux

C - LENTILLE CONVERGENTE

On considère une lentille convergente L_1 de distance focale image f' = 30mm, munie d'un diaphragme Ø de diamètre d = 15 mm, et un objet ponctuel A situé à 90 mm en avant de O (voir **figure 1.C).**

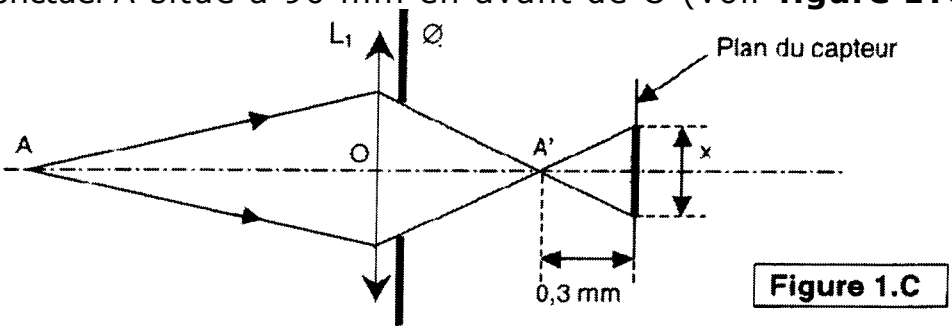


Figure 1.C

1.7 – A' étant l'image de A donnée par L_1, calculer la distance OA'.
Réponse :
Avec OA' = p', OA=p et la focale = f', Descartes nous donne :
1/p' −1/p = 1/f' (avec p<0) d'où p' = fp/(p+f')
si p= -0,09 et f' = 0,03 ⇨ p' = -0,0027/-0,06 = 0,045
OA' = 45 mm

1.8 - Par une légère imprécision dans la mise au point, le capteur ne se trouve pas exactement en A', mais légèrement en arrière à 0,3 mm. Calculer le diamètre x du disque lumineux formé sur le capteur.
Réponse :
Les propriétés des triangles semblables nous permettent d'écrire : d/45 = x/0,3 ; avec d= 15mm, ***x = 0,1mm***

1.9 - Pour que ce disque soit perçu par l'oeil (et interprété par le cerveau) comme un point, x ne doit pas dépasser 0,02 mm. Qu'en concluez-vous quant à l'aspect de l'image formée ?
Réponse :
Les détails extrêmement fins se confondent, ***l'image est floue****.*

1.10 - Calculer la valeur minimale à donner au nombre d'ouverture N pour réaliser cette condition sur x.
On rappelle que N = f'/d où d est le diamètre du diaphragme.
Justifier la valeur normalisée N = 11 choisie par l'opérateur.
Réponse :
Calculons d, de manière à obtenir x = 0,02 mm ; *d/45 = 0,02/0,3 d=3mm. d est le diamètre réel du diaphragme, le nombre d'ouverture est égal à N = f'/d. Dans les conditions de l'énoncé, cela correspond à un nombre d'ouverture de 10, donc* ***N = 10****; L'opérateur choisi une ouverture de 11, donc très légèrement inférieure (ou supérieure, selon) à 10. Ainsi, il est certain d'obtenir le résultat escompté. On peut aussi penser que l'opérateur a tenu compte du fait que les repères gravés sur l'objectif correspondent aux valeurs de diaphragme photométrique alors que la profondeur de champ se calcule avec des valeurs de diaphragme géométrique.*

D - PRINCIPE D'UN ZOOM

On se propose de montrer comment les opticiens ont eu l'idée de fabriquer des zooms. On considère le dispositif représenté sur la **figure 1.D.**

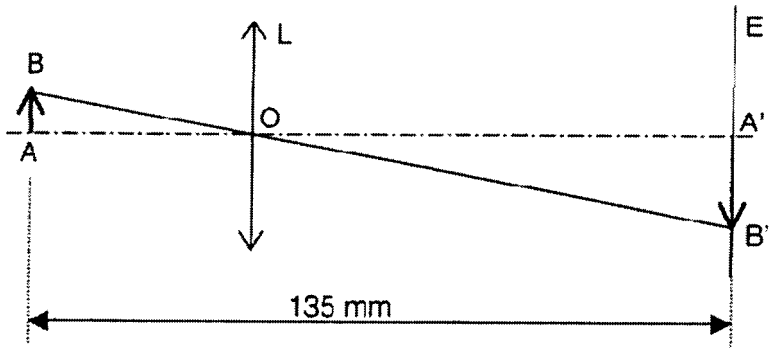


Figure 1.D

L'objet AB et l'écran E resteront fixes dans tout l'exercice et distants de 135 mm.

1.11 - En déplaçant une lentille convergente L de distance focale image f'=30 mm entre AB et E, on remarque qu'il existe deux positions p_1 et p_2 de la lentille qui donnent, sur l'écran E, une image A'B' nette de l'objet AB.

1.11.1 - Exprimer $\overline{AA'}$ en fonction de $\overline{OA}$ (noté p) et de $\overline{0A}$'(noté p').

Réponse :

$\overline{AA'}$ = $\overline{AO}$ + $\overline{OA'}$ = $\overline{OA'}$ – $\overline{OA}$ = **p' − p**

1.11.2 - On se propose de calculer les valeurs de p_1 et p'_1 d'une part, et p_2 et p'_2 d'autre part, correspondant aux deux positions de L donnant une image nette sur E.

1.11.2.1 - Montrer que p_1 et p_2 (exprimés en mm) sont solutions de l'équation $p^2 + 135\ p + 4050 = 0$.

Réponse :

Nous avons là une équation du second degré qui admet comme solutions :

p_1 = *(-135 + √(135² − (4 x 4050)))/2 = (-135+ 45) / 2 =* ***−45 mm***

p_2 = *(-135 − √(135² − (4 x 4050)))/2 = (-135− 45) / 2 =* ***−90 mm***

Vérification : 2025 + (135 x -45) + 4050 = 2025 – 6075 + 4050 = 0
et 8100 + (135 x -90) + 4050 = 8100 – 12150 + 4050 = 0

1.11.2.2 - Calculer les valeurs numériques de p_1, p'_1 , p_2 et p'_2.

Réponse :

Avec ***p_1 = -45 mm*** *; $1/p'_1-1/p_1=1/30$ ⇨* ***p'_1= 90 mm***

avec ***p_2 = -90 mm*** *; $1/p'_2-1/p_2=1/30$ ⇨* ***p'_2= 45 mm***

1.11.2.3 - Calculer les grandissements γ_1 et γ_2 dans ces deux cas.

Réponse :

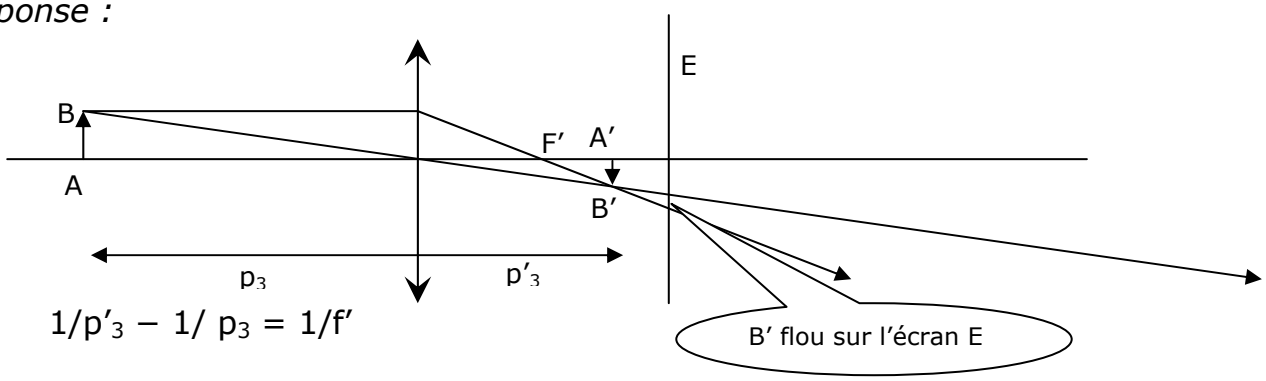
γ_1= p'_1/p_1 = 90/-45 = **-2** ; **γ_2=** p'_2/p_2 = 45/-90 = **−0,5**.

Vous venez de vérifier qu'il existe deux positions de la lentille pour lesquelles l'image est nette. Vous allez maintenant étudier le cas où cette lentille occupe une position intermédiaire.

1.12 - On place maintenant L entre ces deux positions particulières, par exemple à 70 mm de AB.

1.12.1 - Calculer la nouvelle position p'$_3$ de l'image A'B'.

Réponse :



$1/p'_3 - 1/p_3 = 1/f'$

p'_3 = (30 x 70) / (70 – 30) **= 52,5 mm**

1.12.2 - Calculer sa distance d' par rapport à l'écran.

Réponse :

L'objet AB et l'écran E sont distants de 135 mm.

d' = 135 – (70 + 52,5) = **12,5 mm**

1.12.3 - Justifier **qualitativement** le flou qui apparaît sur l'écran.

Réponse :

Au lieu d'être parfaitement définie, l'image du point B se traduit sur l'écran par une zone lumineuse. ***L'observateur considère l'image de B floue lorsque cette zone lumineuse a un diamètre supérieur au cercle de confusion acceptable****, il en sera alors de même pour l'image A'B'.*

L'apport d'une lentille supplémentaire permet de corriger le défaut mis en évidence dans la partie 1.12.

1.13 - On imagine alors d'associer une seconde lentille L_2 qui compensera l'action do la première L_1 et maintiendra l'image finale A' en permanence sur l'écran E. Les mouvements des deux lentilles L_1 et L_2 sont synchronisés : c'est le principe du zoom à compensation mécanique.

L_1 est une lentille divergente de distance focale image f'_1 = -30 mm, L_2 est convergente et de distance focale f'_2 de 30 mm et la distance O_1O_2 = 30 mm.

Le chemin suivi par le rayon venant de -∞ est représenté sur le schéma de principe ci-dessous (échelle non respectée).

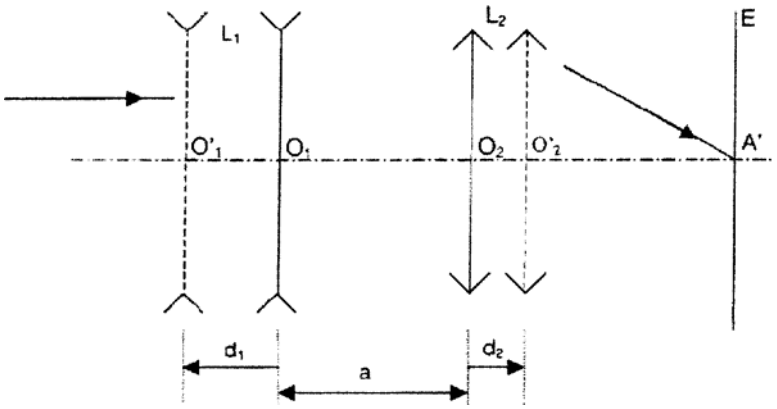
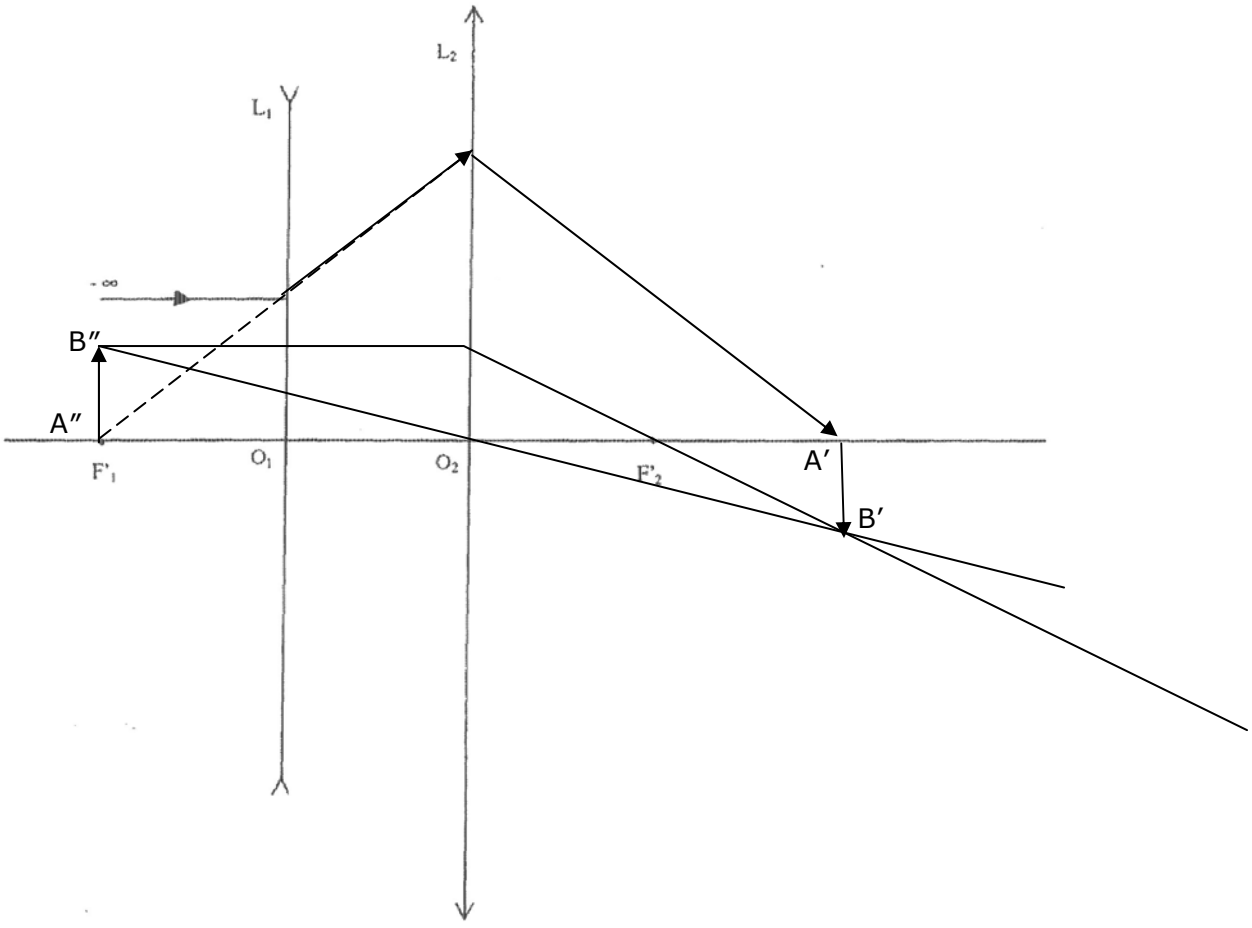


Figure 1.E

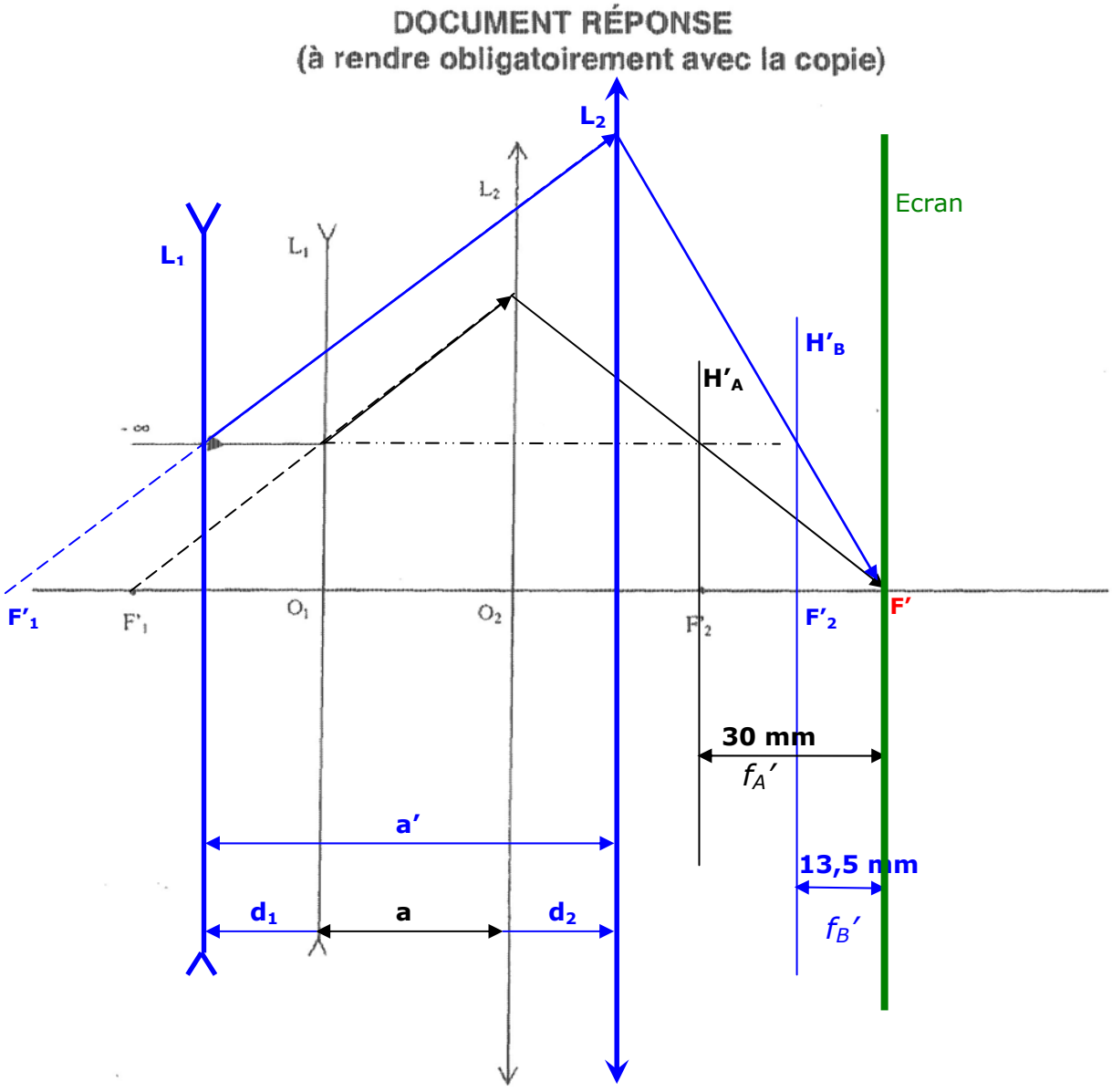
1.13.1 - Calculer la distance O_2A' et compléter le trajet du rayon sur le document réponse.
Réponse :

DOCUMENT RÉPONSE
(à rendre obligatoirement avec la copie)



Dans L_1, A″ est l'image virtuelle d'un point situé à l'infini.
Dans L_2, A″ est l'objet virtuel et se place à 60mm en avant de O_2 (f'_1 = -30mm et O_1O_2 = 30 mm) . Dans L_2, A' est l'image réelle de A″.
Avec p = -60 mm, Descartes nous donne
$1/p' - 1/p = 1/30$ (f'_2=30mm) ⇨ p' = 60 mm ; **O_2A' = 60 mm**.

1.13.2 - Avec le même rayon incident, arrivant toujours parallèle à l'axe, on avance la lentille L_1 de d_1 = 20,00 mm vers la gauche.
On montre qu'il faut alors déplacer L_2 vers la droite d'une distance d_2= 16,46 mm pour obtenir à nouveau l'image finale A' exactement sur l'écran.
Calculer la distance focale f' du système $\{L_1\text{-}L_2\}$ dans ces deux configurations.
On utilisera la formule de Gullstrand : $1/f' = 1/f'_1 + 1/f'_2 - a/(f'_1 \bullet f'_2)$
Réponse :



Utilisons la formule de Gullstrand : $1/f' = 1/f'_1 + 1/f'_2 - a/(f'_1 \bullet f'_2)$
<u>a et a' représentent la distance optique</u> entre les deux lentilles dans le système $\{L_1\text{-}L_2\}$.
En configuration A : $1/f_A' = 1/\text{-}30 + 1/30 - 30/(\text{-}30 \times 30)$
⇨ ***f_A' = 30 mm***
En configuration B : $1/f_B' = 1/\text{-}30 + 1/30 - 66{,}46/(\text{-}30 \times 30)$
⇨ ***f_B' = 13,5mm**.*

Pour trouver la focale du système, on peut aussi utiliser la formule : $\overline{f' = H'F'} = -f'_1 f'_2 / \Delta$ *ou Δ est l'intervalle optique du système,* $\Delta = \overline{F'_1 F_2}$.

- *En configuration A,* $\Delta_A = -30 + 30 + 30 = 30$ *mm*
  $f_A' = -(-30)x30 / 30 = 30$ *mm.*

- *En configuration B,* $\Delta_B = -30 + 66{,}46 + 30 = 66{,}46$ *mm*
  $f_B' = -(-30)x30 / 66{,}46 = 13{,}5$*mm.*

1.13.3 - Justifier qu'un objectif à focale variable a bien été réalisé.
Réponse :
En configuration A : $p' = 60$ *mm*
En configuration B :
$a' = a + d_1 + d_2 = 30 + 20 + 16{,}46 = 66{,}46$;
Dans L_2 $p = -96{,}46$ *mm ;* $1/p' - 1/p = 1/30 \Rightarrow p' = 43{,}5$ *mm*

En modifiant le tirage optique L_2E*, grâce à la compensation mécanique qui entraîne* L_1 *en sens contraire de* L_2*, l'image d'un point (ici à l'infini) reste nette sur l'écran à une distance* L_2E*. Par contre* ***en modifiant le système, le plan principal image du système se déplace de*** H'_1 ***à*** H'_2***, la focale du système passe de 30 mm à 13,5 mm. Nous avons bien un objectif à focale variable****.*

Ce type de zoom est utilisé en photo et dans des projecteurs de « poursuite ».

TECHNOLOGIE DES EQUIPEMENTS ET DES SUPPORTS

1 CAMERA 1707D, étude des caractéristiques générales.

Les documents Al et A2 résument les spécifications de la série de caméras 1707.

1.1 Pour la 1707 TX, dont le capteur est au format 2/3" (8,8 x 6,6 mm), le constructeur spécifie une profondeur de modulation de 65% à 5Mhz (sortie analogique).

a) Préciser les différentes causes technologiques limitant la réponse de la caméra aux fréquences élevées.

Réponse :

L'utilisation des très hautes fréquences entraîne des problèmes technologiques difficiles particulièrement au niveau du capteur et des composants électroniques de la caméra.

La bande passante désigne la différence en Hertz entre la plus haute et la plus basse des fréquences utilisables sur un support de transmission.

Plus la bande passante est importante, plus l'information transmissible sera importante, avec tous les problèmes de flux d'informations à traiter et à faire transiter et plus les circuits électroniques à mettre en œuvre devront être performants et chers.

b) Calculer la fréquence spatiale sur le capteur (en cycles /mm = périodes /mm), correspondant à la fréquence de 5 MHz en sortie analogique de la caméra.

Réponse :

En vidéo SD, le nombre maximal de lignes horizontales par millimètre – définition verticale – est limitée par le nombre de lignes utiles de l'image soit 576 (480 en NTSC), tandis que le nombre maximal de traits verticaux par millimètre – définition horizontale – est limitée par la bande passante utilisée pour transmettre le signal vidéo.

La résolution spatiale est d'autant meilleure que le nombre de paires de lignes/mm visible (ou cycle/mm) est grand.

$$\textbf{\textit{Nombre de cycles/mm}}\ \textit{(fréquence spatiale)} = \frac{\textbf{\textit{Bande passante x durée ligne utile}}}{\textbf{\textit{Largeur surface sensible}}}$$

Avec une bande passante de 5 MHz et une durée de ligne utile de 52 µs, on obtient : (5000 x 0,052)/8,8 = ***29,5 cycles/mm*** *(en informatique, on parlerait de 59 pixels).*

1.2 Cette caméra est pourvue d'un réglage appelé "Clear scan".

a) Expliquer ce qu'opère ce réglage et en quoi il diffère de celui du "Shutter", préciser dans quel cas il est utilisé et justifier l'unité en Hertz employée dans la notice.
Réponse :
Voir le chapitre consacré à ce sujet dans le Bellaïche :
4.3.10. ***L'obturateur électronique***
Dans un capteur CCD, l'analyse de l'image est indépendante de la lecture. De ce fait, il est possible de réduire dans une grande plage le temps d'intégration d'une image de manière à augmenter sa résolution dynamique.
Le principe de l'obturateur consiste en effet à réduire électroniquement le temps d'exposition de l'image, ce qui revient à déterminer, pour la durée normale d'intégration - 20msou 40 ms - une période utile et une période d'obturation. Les pixels restent continuellement soumis à la source lumineuse, mais seules les charges emmagasinées au cours de la période utile d'intégration sont transférées vers les registres de stockage. Les charges créées pendant la période d'obturation sont éliminées. L'analyse est toujours réalisée au rythme de 50 trames par seconde, mais chacune de ces trames est saisie avec un temps de pose plus court. On réalise ainsi un véritable obturateur électronique qui, en optimisant la résolution dynamique, permet une analyse fine d'objets en déplacement rapide et offre une grande qualité de ralenti : chaque image du ralenti est nette. Il est évident que plus la durée d'obturation est élevée, plus il faut de lumière pour maintenir un même niveau de luminosité d'image. La perte de sensibilité inhérente à la mise en service de l'obturateur électronique impose donc de travailler avec une ouverture de diaphragme plus élevée, au détriment de la profondeur de champ.
En mode normal, le temps d'exposition en intégration trame est de 1/50 s. Toutes les caméras possèdent aujourd'hui des vitesses d'obturation de 1/100, 1/250, 1/500, 1/1000 et 1/2000 s. Par ailleurs, la plupart des obturateurs électroniques peuvent être activés en mode continu sur une certaine plage, généralement de 50 Hz à plus de 100 Hz. Ce mode permet notamment d'éliminer la barre noire horizontale qui apparaît lors de la reprise d'un écran informatique.
L'obturateur électronique permet de réduire le temps d'intégration de l'image. Il contribue à améliorer la précision de restitution d'éléments en déplacement rapide. Il est réglable par pas (Shutter) ou de manière continue (ClearScan) sur une certaine plage de valeurs.

b) Le réglage du "clear scan" a-t-il une, influence sur le niveau d'exposition de l'image? Justifier.
Réponse :
Le Clearscan agit sur le temps d'obturation donc sur le temps de pose donc sur le niveau d'exposition de l'image. Pour certaines valeurs cette différence est à peine perceptible.

1.3 L'une des deux roues porte-filtres permet l'insertion de densités neutres.

a) Quel est le rôle de ces filtres, y voyez-vous un intérêt créatif pour l'image?
Réponse :
Le rôle des densités neutre est de diminuer la quantité de lumière transmise au capteur.
Pour compenser la présence d'un tel filtre l'opérateur doit ouvrir le diaphragme. Or en ouvrant le diaphragme, la profondeur de champ diminue. Donc si, pour des raisons esthétiques, l'opérateur désire limiter la profondeur de champ, il pourra travailler avec un filtre neutre calculé de manière à travailler « en pleine ouverture ».

b) En supposant que le niveau de lumière nous amène à régler l'ouverture de l'objectif à f :11 avec le filtre "clear" (densité nulle), déterminer l'ouverture à régler pour conserver la même exposition avec le filtre "1/16", tout autre paramètre restant inchangé.
Réponse :
La relation qui définit le nombre d'ouverture en fonction de l'éclairement et du temps de pose qui est $2^{IL} = N^2/t$ *avec IL pour l'indice de lumination, N pour l'ouverture du diaphragme, t le temps d'exposition (1/50e en vidéo).*
Avec le filtre « Clear », l'ouverture est : N=11.
Sans filtre ND, on a $2^{IL} x\ t = N_1^2$ *(*N_1*=11 ; t=0,02 s,* 2^{IL}*=6050, IL=12,6)*
S'il y a un filtre sur la caméra, la relation devient $\mathbf{2^{IL} = N^2 \times 10^D / t}$
avec D pour la densité du filtre.
10^D *est* ***le facteur d'exposition*** *(*F_E*) du filtre (sans filtre* $10^0 = 1$*).*
Avec le filtre 1/16ND (Transmission=1/16; Opacité = 16 ; $\log_{10}(16)=1,2$ *;* $D=1,2$ *;* $10^{1,2} = 16 \Rightarrow F_E=16$*), il faut adapter l'ouverture du diaphragme :*
$2^{IL} x\ t = \mathbf{N_2^2 \times 10^D = N_1^2} \Rightarrow N_2^2 \times 10^{1,2} = 11^2 \Rightarrow N_2^2 \times 16 = 121 \Rightarrow N_2 = \sqrt{7,5} = 2,8$
En présence du filtre 1/16ND , l'ouverture du diaphragme sera 2,8*.*

Note : En reprenant la remarque faite sur les corrigés de 1999 et 2003 :
Avec $N_1 = 11$ *et* $T=1/16^e$ *:* $N_2 = \sqrt{(N_1^2 x\ T)} \Rightarrow N_2 = \sqrt{(11^2/16)} \approx 2,8$

1.4 La caméra permet l'adjonction de gain vidéo supplémentaire pour compenser le manque de lumière.

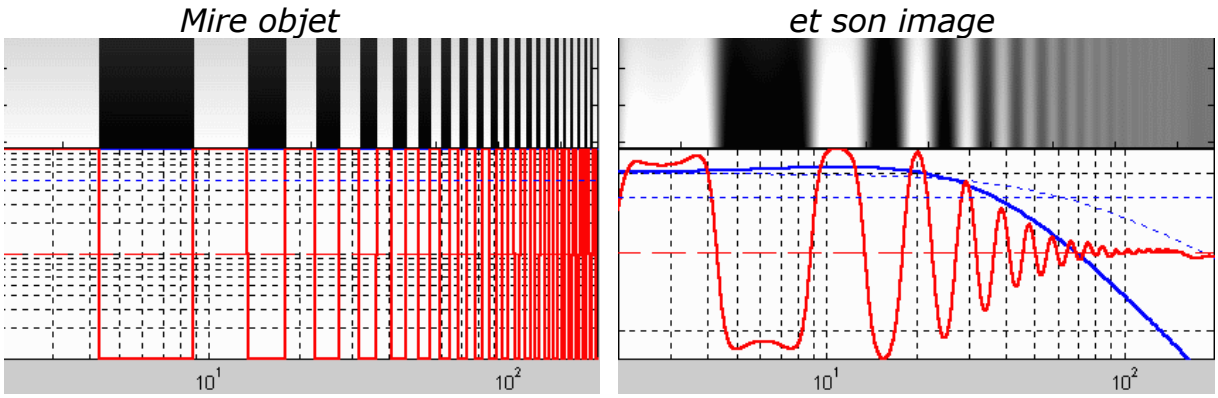
a) A l'aide des spécifications de la caméra, déterminer l'éclairement nécessaire sur le sujet filmé pour une exposition correcte avec une ouverture de f :2 et lorsque le sélecteur de gain est commuté sur +12 dB (shutter Off, filtre "clear", température de couleur de la source de lumière: 3200K).
Réponse :
La sensibilité de la **1707D** *est donnée pour 2000 lux avec f :8*
L'opérateur désire travailler à diaph 2 avec le sélecteur de gain commuté sur +12 dB.
On peut utiliser la relation $\mathbf{2^{IL} = N^2/t = (E \times S) / 250}$ *avec E pour l'éclairement de la scène et S la sensibilité du capteur exprimée en ISO.*
Les caractéristiques de la caméra nous permettent de définir sa sensibilité. $S = N^2 \times 250 / E \times t = 8^2 \times 250 / 2000 \times 0,02 = 400$ *ISO*
En tension ou courant, le dB est 20 fois le logarithme base 10 du rapport des tensions Us/Ue ou des courants Is/Ie,
$\mathbf{12 = 20 \times Log_{(10)}(4)}$ *ou avec R (rapport)=*$10^{(\mathbf{12}/20)} \Rightarrow \mathbf{R = 4}$
La sensibilité apparente de la caméra quadruple ***en réglant le gain à 12 dB*** *on peut prendre la valeur 1 600 ISO (400 x 4) pour calculer l'éclairement.*
Pour travailler avec 2 de diaph, il suffit de
$2^2/0,02 = E \times 1\ 600 /250 \Rightarrow \mathbf{E = 31\ lux}$

b) Evaluer dans ce cas le rapport signal sur bruit maximal (en dB) sur la sortie PAL de la caméra.
Réponse : Les spécifications de la caméra indiquent un RSB de 61 dB en PAL. Avec un gain réglé à 12 dB, le RSB sera de 49 dB.

3 Etude de l'ensemble Caméra + objectif.

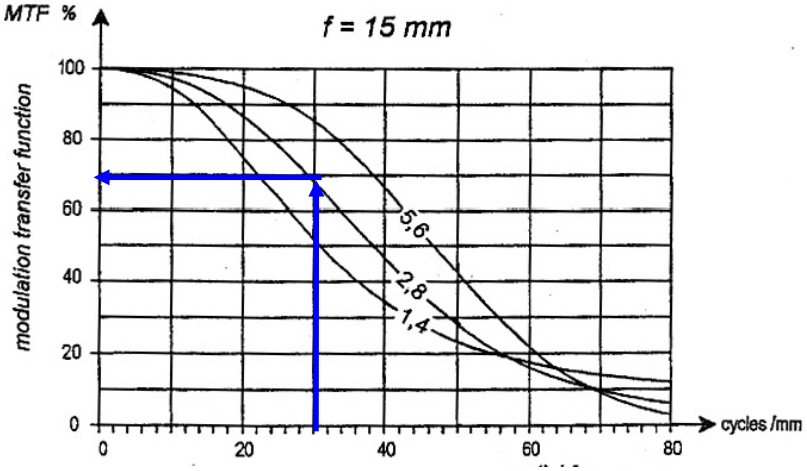
3.1 Le document C (figure 1) donne un exemple de réponse FTM d'un objectif zoom, relevée au centre de l'image pour une focale de 15 mm et pour trois valeurs d'ouvertures.

a) Que représente la fonction de transfert de modulation (FTM) d'un objectif ?
Réponse :
*La **fonction de transfert de modulation** d'un objectif établit la relation entre le contraste du sujet réel et celui effectivement transmis par l'objectif. Elle exprime en fait la bande passante de l'objectif, donnée en pourcentage pour différentes valeurs de fréquences spatiales.*

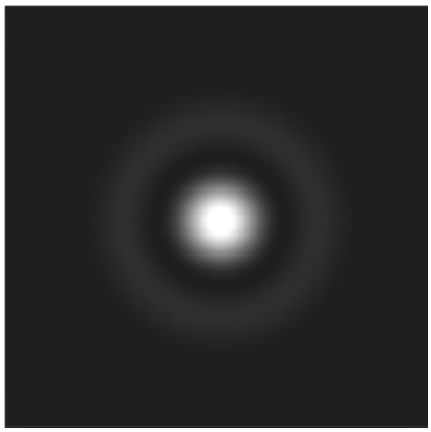


Le tracé de la courbe (en bleu) qui représente sa fonction de transfert de modulation renseigne bien mieux sur le comportement d'un objectif que la simple mesure du pouvoir séparateur.

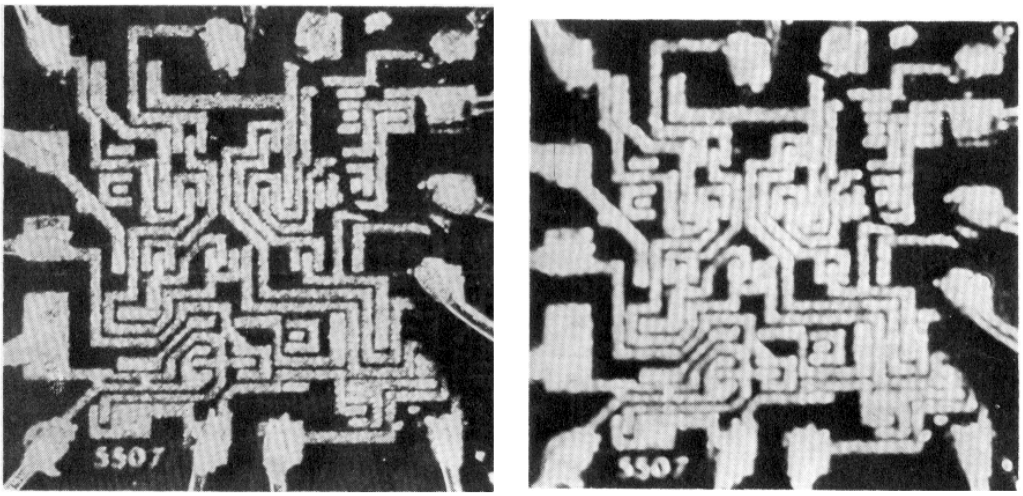
b) Déterminer la profondeur de modulation globale à 5MHz en sortie de la 1707 TX lorsqu'elle est utilisée avec cet objectif, à la focale de 15 mm et pour une ouverture de f:2,8.



Nous avons calculé à la question 1-b que sur un capteur vidéo SD 2/3", à la fréquence temporelle 5Mz correspond une fréquence spatiale de 29,5 cycles /mm.
Sur le document fournit pour l'objectif 15 mm à diaph 2,8, on constate que ***la profondeur de modulation à 29,5 cycles/mm est de 70%****.*
c) Quel phénomène dégrade la qualité de l'image aux diaphragmes très fermés?
Réponse :
La diffraction (lat. diffractus : brisé en tous sens) nous fait plonger dans le domaine de l'optique physique par la mise en évidence de l'aspect ondulatoire de la lumière.



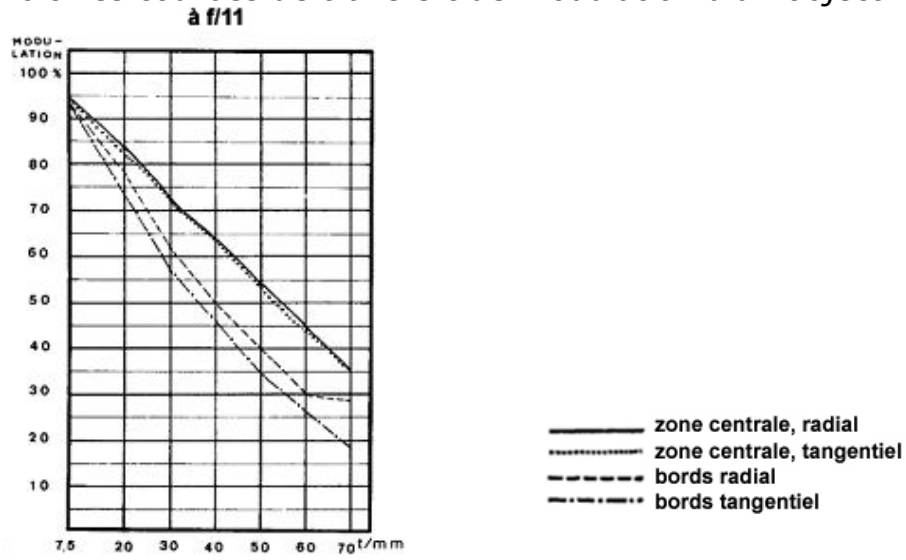
En effet, quel que soit le type d'obstacle placé sur le parcours de la lumière, comme ce peut être le cas ***d'un diaphragme****, une zone centrale très éclairée est entourée de franges alternativement sombres et claires d'intensité décroissante. L'anneau central est appelé tache d'Airy.*
Les bancs FTM permettent de constater qu'au-delà d'une certaine ouverture les fréquences spatiales élevées sont moins bien transmises en raison de la diffraction.



Voici deux photographies d'un circuit intégré. A gauche le diaphragme utilisé est f/8, à droite f/22. Dans cette dernière, la perte de définition est importante.
Fermer le diaphragme améliore sensiblement la qualité de l'image formée, car les aberrations sont atténuées. Mais il y a antagonisme avec la diffraction. ***On constate souvent que le rendu d'un objectif est meilleur lorsque celui-ci est fermé de deux diaphragmes par rapport à la plus grande ouverture.*** *Il y aura donc un diaphragme optimal d'utilisation. Cette valeur se situe vers N=4, N=5,6.*

d) En pratique, le taux de modulation obtenu avec un ensemble caméra + objectif est-il constant sur tout le champ image? Justifier.

Réponse :
Voici les courbes de transfert de modulation d'un objectif au diaph 11.



On distingue nettement une moindre qualité sur les bords de l'image. En effet, sur un objectif, les corrections d'aberrations sont plus difficiles à réaliser à la périphérie de l'image que pour la zone centrale.

3.2 Pour réaliser des plans serrés à longue distance, on monte sur une 1707 TX un télé-zoom Canon de référence J33ax15B IASD et dont les spécifications sont données sur le document C (figure 2).

Spécifications de l'objectif CANON **J33ax15B IASD** (format 2/3")

J33ax15B IASD	**NORMAL4:3**		**16:9**	
Built-in Extender	1.0X	2.0X	1.0X	2.0X
Range of Focal length	15-500mm	30-1000mm	15-500mm	30-1000mm
Zoom Ratio	33x			
Maximum Relative Aperture	1:2.7 at 15~297mm 1:4.5 at 500mm	1:5.4 at 30~594mm 1:9.0 at 1000mm	1:2.7 at 15~297mm 1:4.5 at 500mm	1:5.4 at 30~594mm 1:9.0 at 1000mm
Angular Field of View	32.7°x 24.8°at 15mm 1.01°x 0.76°at 500mm	16.7°x 12.6°at 30mm 0.50°x 0.38°at 1000mm	35.5°x 20.4°at 15mm 1.10°x 0.62°at 500mm	18.2°x 10.3°at 30mm 0.55°x 0.31°at 1000mm
Object Dimensions at M.O.D.	118.3x88.7cm at 15mm 3.6x2.7cm at 500mm	59.2x44.4cm at 30mm 1.8x4cm at 1000mm	129.2x72.7cm at 15mm 3.9x2.2cm at 500mm	64.6x36.4cm at 30mm 1.9x1cm at 1000mm
Minimum object Distance (M.O.D.)	2.2m (MACRO 55mm)			
Apporox.Size(WxHxL)	167(W)x131(H)x338(L)mm			
Apporox.Mass	4.51kg(9.94lbs)			

a) Quelle focale maximale peut-on atteindre avec cet objectif?
Réponse :
La focale maximale sera 33 x 15 soit 500 mm.

b) Expliquer pourquoi l'ouverture relative maximale varie lorsque l'on s'approche de la focale maximale.
Réponse :
C'est ce que l'on appelle le ramping.
Rappelons quelques notions sur l'ouverture relative d'un zoom.
On peut se demander ce qu'il advient de l'ouverture relative d'un zoom alors que sa focale change constamment. En effet, l'ouverture relative est proportionnelle à la focale et l'ouverture de la pupille d'entrée.
N = f'/O. Comme le diaphragme du zoom est placé entre l'objectif primaire et le variateur, le déplacement du variateur fait grossir ou diminuer cette pupille d'entrée en fonction de l'allongement ou du raccourcissement de la focale. Cela explique que l'ouverture relative de l'objectif varie peu pendant le mouvement de zoom et donc que l'exposition reste à peu près constante.

Donc, le diamètre de la pupille d'entrée s'élargit avec la focale.
Dès que ***le diamètre de la pupille d'entrée atteint celui de la lentille frontale****, il ne peut augmenter davantage.*
Pour limiter la taille des lentilles frontales donc le prix de certains zooms, les constructeurs se contentent d'indiquer l'ouverture relative maximale utilisable pour un intervalle de focales et une autre pour la plus longue focale.
Nous avons ici pour le zoom Canon J33ax15B :
f/2,7 pour les focales 15 à 297mm
puis f/4,5 pour la plus longue focale 500mm.

4 Etude du dispositif d'éclairage.

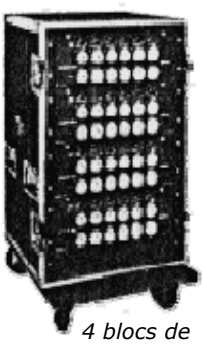
4.1 La scène est éclairée avec 50 projecteurs de types Fresnel et PC, tous équipés de lampes tungstène-halogène de 1 KW, et 20 projecteurs automatisés à corps mobiles équipés de lampes HMI. Sur ces derniers, 8 sont de type "WASH" à lentille de Fresnel ("Stage color 1200") et 12 sont de type "SPOT" à objectif zoom ("Stage zoom 1200"). Tous les projecteurs sont pilotés depuis une même console par liaison numérique DMX 512. Les documents D1, D2 et E résument les caractéristiques utiles des projecteurs automatisés.

a) Préciser comment les informations numériques circulent sur la liaison DMX 512.
Le protocole DMX fixe un standard pour la transmission d'informations entre une commande et des récepteurs déportés. Tout repose sur des trains d'impulsions numériques composés de signaux rectangulaires transmis de façon cyclique à une fréquence de 250 kHz.
La transmission est de type série : chaque unité d'information est composée de plusieurs bits qui sont transmis les uns après les autres dans un ordre défini. Le codage des informations se fait sur 8 bits par adresse soit 255 valeurs possibles. Un bit a une résolution de 100 / 255 = 0.39 % de la valeur pleine échelle.

b) Cette liaison permet-elle à la console d'être informée de la bonne réception des données par les projecteurs commandés ? Justifier.
Réponse :
La liaison est un bus de transmission unidirectionnel. Il y a un émetteur exclusif et pas de retour d'information. Aucun acquittement des récepteurs vers l'émetteur n'est possible : la transmission est asynchrone.

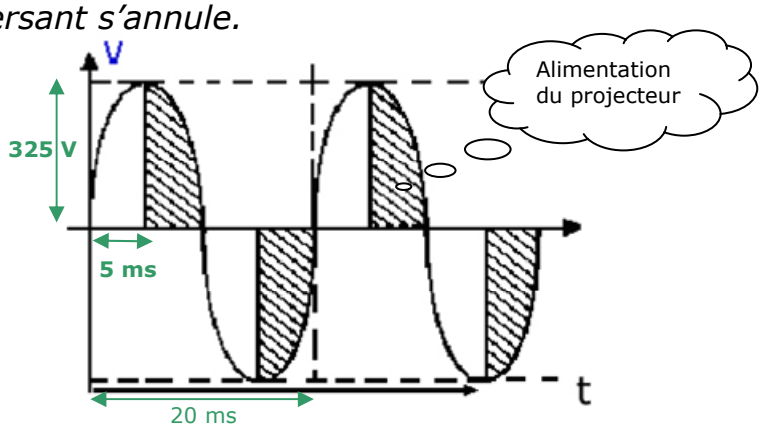
4.2 On souhaite contrôler indépendamment le flux émis par chaque projecteur.

a) Définir le nombre nécessaire de blocs gradateurs de puissance.


4 blocs de 12 gradateurs

Réponse :
Un bloc comprend couramment 6 à 12 gradateurs, chacun d'une puissance de 2 à 3 kilowatts (donc suffisante pour alimenter, à 100 %, 2 à 3 projecteurs de 1 000 Watts).
Dans ce studio, nous devons contrôler indépendamment 50 projecteurs de 1 Kw et 20 projecteurs de 1,7 KW
Il faut donc prévoir ***6 blocs de 12 gradateurs****.*

b) Tracer l'allure temporelle sur une période de la tension obtenue en sortie d'un gradateur à thyristors pour un niveau de commande de 50%. Indiquer les valeurs de temps et d'amplitudes sur les axes.
Réponse :
Le thyristor est un composant d'électronique de puissance qui devient passant si une impulsion électrique est appliquée à sa gâchette et se bloque dès que l'intensité le traversant s'annule.
Le gradateur fonctionne en tout ou rien. Il hache le signal alternatif selon un rapport cyclique variable ne fournissant qu'une partie de chaque alternance aux projecteurs. C'est en réglant le retard à l'amorçage des thyristors de 0 à 10ms que l'on obtient 100 à 0% de puissance.



Pour un niveau de commande de 50%, le retard est réglé à 5ms.
L'ampoule électrique n'est alimentée que la moitié du temps durant chaque demi-alternance. Quand nous parlons d'une tension de 230 volts, nous sous-entendons une tension efficace donc une tension maximale :
U max = *1,414 x 230 ≈* ***325 volts****.*

c) Quel pourcentage approximatif de son flux nominal rayonne une lampe halogène alimentée à la moitié de sa puissance nominale?
Réponse :
La loi des carrés
Sur tous les gradateurs et consoles du monde, le carré de la valeur de réglage du potentiomètre indique directement le pourcentage du rendement lumineux.
Cela correspond à la décroissance visuelle régulière de la pleine puissance lumineuse à l'extinction totale par le déplacement à vitesse constante de la commande du potentiomètre.

Position du curseur	***% du flux lumineux***	***Puissance (W) (%)***
10	*100*	*100*
9	*81*	*89*
8	*64*	*82*
7	*49*	*72*
6	*36*	*63*
5	***25***	***52***
4	*16*	*43*
3	*9*	*34*
2	*4*	*23*
1	*1*	*11*
0	*0*	*0*

Nous pouvons voir que le curseur gradué de 0 à 10 correspond en gros au dixième du pourcentage de la puissance nominale.
- *La position 5 du curseur correspond à la moitié de la puissance nominale de la lampe.*
- *La loi des carrés nous donne* ***un flux lumineux correspondant à (5x5) 25% du flux potentiel****. Ceci est valable pour les projecteurs à incandescence.*

4.3 Tous les automatisés utilisés ici sont des versions équipées de ballasts électromagnétiques.

a) A l'aide des documents fournis, déterminer la puissance apparente maximale absorbée par la totalité des projecteurs (halogènes + automatisés).
Réponse :
Tout appareil électrique transformant le courant consomme de l'énergie. Il en est de même pour les ballasts ;
La formule de calcul est simple : La puissance théorique divisée par le facteur de puissance (F) donne la puissance consommée.

Dans le cas des ballasts magnétiques et des ballasts électroniques non corrigés :
Le coefficient du Facteur de puissance est de 0,7 à 0,8.
Exemple : Si l'on considère un coefficient de F=0,7 on obtient 4 000 W / 0,7 = 5 714 W presque 43% de plus.
Par mesure de sécurité et pour simplifier les calculs mentaux, on multiplie par 1,5 la puissance du projecteur, notamment pour définir la puissance nécessaire pour le branchement E.D.F. ou le groupe électrogène.

Dans le cas des ballasts électroniques avec correction du facteur de puissance :
Certains ballasts sont électroniquement corrigés. Le coefficient est alors de 1. Dans ce cas, la puissance consommée est égale à la puissance délivrée.
Il est donc important afin de pouvoir calculer ses besoins en énergie de tenir compte de ce facteur de puissance.

« Puissance apparente », « Puissance réelle »

- *La « puissance réelle » est celle consommée par la lampe. Exprimée en Watts (W), elle est mesurée en sortie du ballast.*

P (W)=U (V) x I (A)

- *La « puissance apparente » est celle considérée par EDF. Elle équivaut à la puissance consommée par l'ensemble de l'électronique (ballast et lampe) Exprimée en Volts Ampère (VA) ; elle est mesurée à l'entrée du ballast.*

Ici, nous avons 20 projecteurs équipés de ballasts électromagnétiques (puissance consommée : 1,7 VA) et 50 projecteurs TH de 1 Kw.
Lorsque tous les projecteurs sont allumés, ***la puissance apparente est de 84 VA****.*

b) Quelle précaution doit-on observer lors du raccordement de l'ensemble de ce dispositif d'éclairage au réseau d'alimentation (230 Volts) triphasé fournissant 125 Ampères par phase ?
Réponse :
En branchant tous les projecteurs, et pour éviter que son disjoncteur se déclenche, il suffit d'équilibrer chacune des phases.
Dans le cas présent, ***on veillera à ce qu'intensité sur chacune des phases soit d'environ 125 A ce qui correspond à une puissance apparente disponible d'environ 28,75 VA par phase****.*

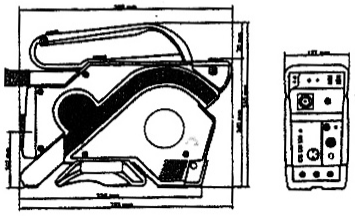
DOCUMENT A1

Caméras 1707

TECHNICAL SPECIFICATIONS

1707 Camera Head

Standard	PAL, NTSC
Sensors	**1707 TX:** 3 CCD 2/3" IT "low smear" (Interline Transfer) 813 H x 503 V pixels in NTSC, 4/3 format 813 H x 585 V pixels in PAL, 4/3 format **1707 WIDE LS:** 3 CCD 2/3" IT "low smear" (Interline Transfer) 1020 H x 505 V pixels in NTSC, 16/9-4/3 format 1008 H x 591 V pixels in PAL, 16/9-4/3 format **1707 WIDE FX:** 3 CCD 2/3" FIT (Frame Interline Transfer) 1020 H x 491 V pixels in NTSC, 16/9-4/3 format 1008 H x 585 V pixels in PAL, 16/9-4/3 format **1707 WIDE FX 1250:** 3 CCD 2/3" FIT (Frame Interline Transfer) 1270 H x 503 V pixels in NTSC, 16/9-4/3 format 1255 H x 587 V pixels in PAL, 16/9-4/3 format
Modulation depth	**1707 WIDE FX 1250:** 85% typ. at 5 MHz **1707 WIDE LS and WIDE FX:** 75% typ. at 5 MHz **1707 TX and FX:** 65 % typ. at 5 MHz
Horizontal resolution	950 TV lines in 16/9 750 TV lines in 4/3
Vertical resolution	Standard or extended (PAL: 530 lines in extended mode)
Registration	Zones 1, 2, 3: 0.05% (excluding lens errors)
Splitter	RGB splitter aperture f/1.4, with infra-red and anti-aliasing filters
Sensitivity	2,000 lux at f/8 (reflectance 89.9, color temperature 3,200°K)
Minimum light level	approx. 5.5 lux (lens aperture f/1.4, gain 21 dB)
Signal/noise ratio	63 dB typical NTSC; 61 dB typical PAL
Filter wheels	second wheel and motorisation optional
Wheel 1:	Neutral density: clear, 1/4, 1/16, 1/64, cap
Wheel 2:	special effects: clear, 4-point star, dense fog, light fog
Gain	-3, 0, +3, +6, +9, +12, +15, +18, +21 dB
Shutter	1/60, 1/120, 1/250, 1/500, 1/1000 s
Clear scan	60.3 Hz to 200 Hz in NTSC; 50.3 Hz to 200 Hz in PAL
Weight	approx. 5.5 kg with 1.5" viewfinder, excluding lens
Camera head connectors:	
Cameraman headset	Tuchel or XLR5, talkback headset connector
vf out	Chuomusen, 20 pin, composite video, Y or YCrCb
monitor out	BNC, 1 Vpp, viewfinder video (Y or composite) or composite video
mic in	XLR3 female (with +48 V phantom powering)
ret. 1 out	BNC, VBS 1 Vpp
prompter/ret. 2 out	BNC, VBS 1 Vpp
DC out	Lemo, 30-50 V DC, 70 W utility power output for optional external DC/DC converter
lens	12 pin connector for portable lens
Operating temperature	-20°C to +45° C



Microcam

Multicore cable	CCZA type cable, 26-pin
Microcam/camera body distance	0 to 100m
Dimensions	138 x 155 x 105 mm (excluding grip and viewfinder)
Fixing	2 3/8" bolts for tripod mount 4 M4 screws and 3 M3 screws for "mini-wedge"
Weight	2.5 kg with viewfinder, excluding lens
Microcam connectors:	
camera body	26-pin
video out	BNC, 1 Vp-p, 75 Ω (viewfinder video)
mic in	XLR 3 (with 12V phantom powering)
viewfinder	Chuomusen 21-pin (B/W, component or RGB, composite video, video return)
lens	Hirose 12-pin

DOCUMENT A2

Suite caméras 1707 et CCU DT500

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Sportcam

Weight	10 kg without viewfinder
Sportcam connectors:	
vf in	Hirose 12-pin (for camera head connection)
vf out	for 17 cm (7") viewfinder connection
ext on air	2-pin
lens in	Hirose 10-pin (electronic converter side)
lens	24 pin on Sportcam front panel, for lens with Thomson mount (others on request)
script light	6-pin lighting supply for script support
power in	4-pin power supply for Sportcam

Optic Extender

Max. Hybrid Optical Fiber distances	6500 ft - 2000 m in Sportcam configuration (heavy lens and 17 cm viewfinder) 10000 ft - 3000 m in portable configuration (light lens and 1.5" viewfinder)
Max. Triax distances	CCU – CCU Box : 25 m Cam Box – Camera head: 500 ft - 150 m with ext. Ø 9 mm cable 1000 ft - 300 m with ext. Ø 13 mm cable

CCU Box

Dimensions	330 x 230 x 110 mm
Mains supply	100-120V / 220-240V AC, 50 or 60Hz
CCU Box connectors:	
triax	Lemo 75 Ω, Lemo 50 Ω, Lemo 4E, Fischer, King
Hybrid cable	Lemo Hybrid connector

Camera Box

Dimensions	330 x 230 x 110 mm
Mains supply	100-120V / 220-240V AC, 50 or 60Hz
Camera box connectors:	
triax	Lemo 75 Ω, Lemo 50 Ω, Lemo 4E, Fischer, King
Hybrid cable	Lemo Hybrid connector

CCU DT 500

Max. triax distances	800 ft - 250m with ext. Ø 9 mm cable (cable attenuation 7.8 dB at 60 MHz) 1600 ft - 500m with ext. Ø 13 mm cable (cable attenuation 3.9 dB at 60 MHz)
Max. control panel-CCU distance	30 m, powered from the CCU 500 m without power (RS422 SMPTE protocol)
Mains supply	90-135 / 180-270 V AC, 47-63 Hz
Consumption	100 W max.
Weight	6.8 kg approx.
Dimensions (W x H x D mm)	approx. 225 x 135 x 385 (3U high, half 19" rack)
Operating temperature	0°C to +40°C
CCU connectors:	
Remote	control panel-OCP link (SMPTE), 9 pin sub-D
Intercom	4-wire or RTS/Clearcom talkback, 9 pin sub-D, -6 to +12 dB
Tally	on-air inputs 1 & 2, 9 pin sub-D
Mic output	analog mic output, XLR3, -6 to +12 dB
Genlock ext. ref.	analog genlock input (with loop-through), VBS, BNC 1 Vpp
Video ret. 1	analog video return with loop-through, BNC, 1 Vpp, (Max. distance 1300ft-400 m with ext. Ø 13 mm cable)
Prompter/Video ret. 2	analog video return: teleprompter or video 2, with loop-through, BNC, 1 Vpp (optional) (max. distance 150 m with 13 mm cable)
Serial digital output 1-2-3	3 digital outputs, 270 Mb/s serial 4:2:2, 10 bits, BNC
composite VBS 1-2	2 analog composite outputs, NTSC for 525/59.94/2/1 camera, or PAL - SECAM composite for 625/50/2/1 ; BNC, 1 Vpp.
Camera	Lemo 75 Ω, Lemo 50 Ω, Lemo 4E, Fischer, King triax connector

DOCUMENT C

FIGURE 1

Caractéristique FTM d'un objectif

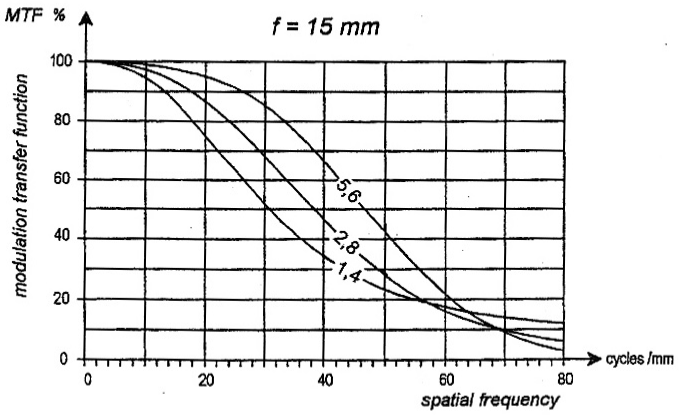


FIGURE 2

Spécifications de l'objectif CANON **J33ax15B IASD** (format 2/3")

J33ax15B IASD	**NORMAL4:3**		**16:9**	
Built-in Extender	1.0X	2.0X	1.0X	2.0X
Range of Focal length	15-500mm	30-1000mm	15-500mm	30-1000mm
Zoom Ratio	33x			
Maximum Relative Aperture	1:2.7 at 15~297mm 1:4.5 at 500mm	1:5.4 at 30~594mm 1:9.0 at 1000mm	1:2.7 at 15~297mm 1:4.5 at 500mm	1:5.4 at 30~594mm 1:9.0 at 1000mm
Angular Field of View	32.7°x 24.8°at 15mm 1.01°x 0.76°at 500mm	16.7°x 12.6°at 30mm 0.50°x 0.38°at 1000mm	35.5°x 20.4°at 15mm 1.10°x 0.62°at 500mm	18.2°x 10.3°at 30mm 0.55°x 0.31°at 1000mm
Object Dimensions at M.O.D.	118.3x88.7cm at 15mm 3.6x2.7cm at 500mm	59.2x44.4cm at 30mm 1.8x4cm at 1000mm	129.2x72.7cm at 15mm 3.9x2.2cm at 500mm	64.6x36.4cm at 30mm 1.9x1cm at 1000mm
Minimum object Distance (M.O.D.)	2.2m (MACRO 55mm)			
Apporox.Size(WxHxL)	167(W)x131(H)x338(L)mm			
Apporox.Mass	4.51kg(9.94lbs)			

DOCUMENT D1

Stage Color 1200

DONNEES TECHNIQUES

Alimentation
- Version avec ballast électronique (avec et sans PFC):
  - 200-240V 50/60 Hz - 100-120V 50/60 Hz
- Version avec ballast électromagnétique:
  - 220-240V 50 Hz - 200-220V 60 Hz

Lampe
A décharge alimentée par amorceur spécifique à l'intérieur de l'appareil.
- Type HMI 1200W/S
  - Culot SFc 10-4
  - Température de couleur 6.000 K
  - Flux 110.000 lm
  - Vie moyenne 750 h

Puissance consommée
- Version avec ballast électronique sans PFC: 2200VA à 230V 50 Hz
- Version avec ballast électronique avec PFC: 1600VA à 230V 50 Hz
- Version avec ballast électromagnétique: 1700VA a 230V 50 Hz (Compensation 140 µF Standard)

Moteurs
11 moteurs pas à pas, fonctionnant par micro pas gérés par microprocesseur.

Groupe optique
- Réflecteur elliptique haute luminosité.
- Lentille Fresnel: diamètre 200mm, focale 140mm.

Canaux
11 + 3 canaux de contrôle.

Entrées
- DMX 512 - RS232/423 (PMX)

Corps mobile
- Mouvement par 2 moteurs pas à pas, fonctionnant par micro pas contrôlé par microprocesseur.
- Repositionnement automatique de PAN et TILT après déplacement accidentel non commandé par la console.
- Excursion: - PAN = 450° - TILT = 252°
- Vitesse maximum:
  - PAN = 4.0 sec. (360°)
  - TILT = 3.2 sec. (252°)
- Résolution:
  - PAN = ± 1.76° - PAN FINE = ± 0.007°
  - TILT = ± 0.98° - TILT FINE = ± 0.004°

Dispositifs de sécurité
- Interrupteur automatique bipolaire à protection thermique.
- Interruption autom. de l'alimentation en cas de surchauffe ou de non-fonctionnement du système de refroidissement.
- Coupure automatique de l'alimentation lors de l'ouverture des couvercles.
- 4 points de fixation pour câbles de sécurité.

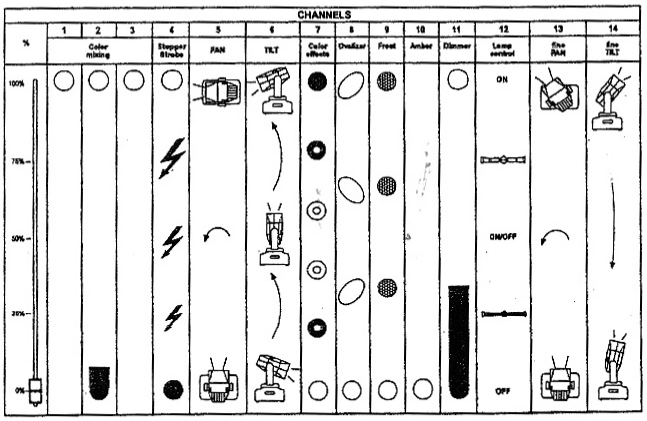
Refroidissement
A ventilation forcée par ventilateurs axiaux.

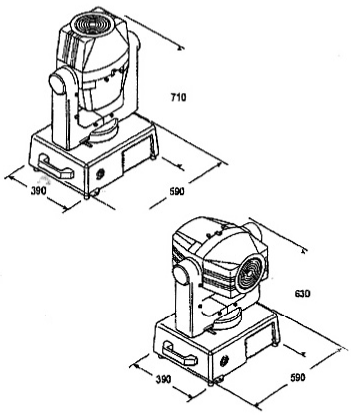
Corps
- Aluminium moulé sous pression et acier.
- Peinture aux poudres époxy.
- Deux poignées latérales pour le transport.
- Dispositif de blocage des mouvements PAN et TILT pour le transport et la maintenance.

Position de travail
Fonctionnement dans toutes les positions.

Poids
- Version avec ballast électronique: 41,5 kg.
- Version avec ballast électromagn.: 55,4 kg.

Dimensions
Voir dessin (dimensions exprimées en mm).





Sélection de l'adresse initiale du projecteur
La sélection de l'adresse de départ pour le signal numérique doit être effectuée sur chaque STAGE COLOR. Pour ce faire, il faut agir sur les trois sélecteurs rotatifs relatifs aux unités (1), dizaines (10) et centaines (100), en considérant que chaque STAGE COLOR occupe 11, 12 ou 14 canaux de contrôle. L'opération de sélection de l'adresse initiale peut également être effectuée avec le projecteur éteint.

Note: quelle que soit l'option choisie, chaque STAGE COLOR occupe au minimum les 11 premiers canaux et au maximum 14 canaux.

DOCUMENT D2

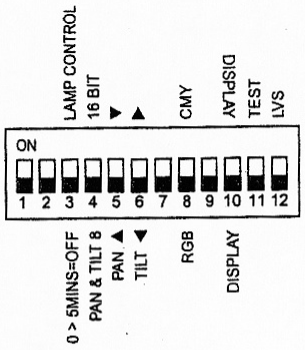
Stage Color 1200

FONCTION DES CANAUX ET OPTIONS

CHANNEL	EFFECT	
1	RED CYAN	(option 8 OFF) (option 8 ON)
2	GREEN MAGENTA	(option 8 OFF) (option 8 ON)
3	BLUE YELLOW	(option 8 OFF) (option 8 ON)
4	STOPPER / STROBE	
5	PAN	
6	TILT	
7	COLOUR EFFECTS	
8	OVALIZER	
9	FROST	
10	WARM FILTER (AMBER)	
11	DIMMER	
12	LAMP CONTROL	(only with option 3 ON)
13	PAN FINE	(only with option 4 ON)
14	TILT FINE	(only with option 4 ON)

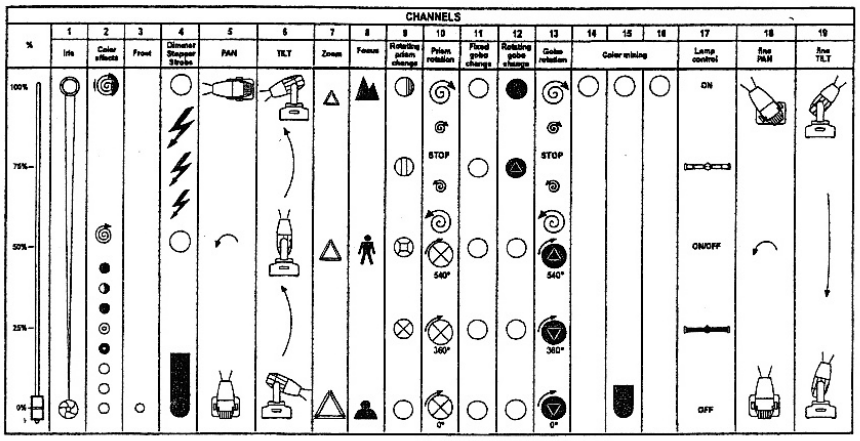
Pour choisir les options, commutez les microswitch en fonction des indications ci-dessous.

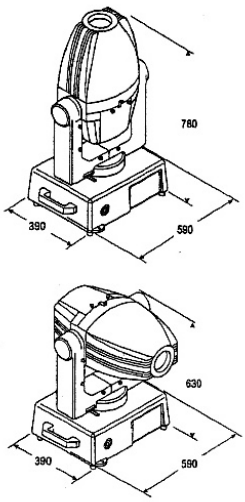
OPTION		FONCTION
1		Non utilisé
2		Non utilisé
3	ON	Contrôle de la lampe (canal 12) validé
	OFF	Arrêt de la lampe après 5 min d'interruption de l'alimentation (canal 12 invalidé)
4	ON	Activation réglage PAN Fin et TILT Fin (canaux 13-14)
	OFF	Désactivation réglage PAN Fin et TILT Fin
5	–	Inversion mouvement horizontal (PAN)
6	–	Inversion mouvement vertical (TILT)
7	–	Non utilisé
8	ON	Sélection système de mélange couleurs CMY
	OFF	Sélection système de mélange couleurs RGB
9	–	Non utilisé
10	ON	Orientation de l'afficheur pour l'installation au plafond
	OFF	Orientation de l'afficheur pour l'installation au sol
11	–	Test
12	–	Si ON, il y a une basse tension en sortie sur la broche n.5 du connecteur d'entrée du signal DMX (la LED bleue est allumée pour indiquer cette condition).



DOCUMENT E

Stage Zoom 1200





Alimentation
- Version avec ballast électronique (avec et sans PFC):- 200-240V 50/60 Hz
  - 100-120V 50/60 Hz
- Version avec ballast électromagnétique:
  - 220-240V 50 Hz
  - 200-220V 60 Hz

Lampe
A décharge alimentée par amorceur spécifique à l'intérieur de l'appareil.
- Type HMI 1200W/S
  - Culot SFc 10-4
  - Température de couleur 6.000 K
  - Flux 110.000 lm
  - Vie moyenne 750 h

Puissance consommée
- Version avec ballast électronique sans PFC: 2200VA à 230V 50 Hz
- Version avec ballast électronique: avec PFC: 1600VA à 230V 50 Hz
- Version avec ballast électromagnétique: 1700VA à 230V 50 Hz (Compensation 140µF de série)

Moteurs
22 moteurs pas à pas, fonctionnant par micro pas, gérés par microprocesseur.

Groupe optique
- Condenseur double lentille.
- Réflecteur sphérique à haut rendement.
- Objectif Zoom, Focale 114/243 (16° ÷ 24°).

Canaux
16 + 3 canaux de contrôle.

Entrées
- DMX 512 • RS232/423 (PMX)

Corps mobile
- Mouvement par 2 moteurs pas à pas, fonctionnant par micro pas, contrôlé par microprocesseur.
- Repositionnement automatique de PAN et TILT après déplacement accidentel non commandé par la console.
- Excursion:
  - PAN = 450° - TILT = 252°
- Vitesse maximum:
  - PAN = 4.0 sec (360°)
  - TILT = 3.2 sec (252°)
- Résolution:
  - PAN = ± 1.76° - PAN FINE = ± 0.007°
  - TILT = ± 0.98° - TILT FINE = ± 0.004°

Dispositifs de sécurité
- Interrupteur automatique bipolaire à protection thermique.
- Interruption automatique de l'alimentation en cas de surchauffe ou de non-fonctionnement du système de refroidissement.
- Coupure automatique de l'alimentation lors de l'ouverture des couvercles.
- 4 points de fixation pour câbles de sécurité.

Refroidissement
A ventilation forcée par ventilateurs axiaux

Corps
- Aluminium moulé sous pression et acier.
- Peinture aux poudres époxy.
- Deux poignées latérales pour le transpor
- Dispositif de blocage des mouvements PAN et TILT pour le transport et la maintenance.

Position de travail
Fonctionnement dans toutes les positions.

Poids
- Version avec ballast électronique: 45,2 kg
- Version avec ballast électromagnétique: 58,7 kg

Dimensions
Voir dessin (dimensions exprimées en mm)

Note: Selon les options choisies, le STAGE ZOOM occupe au minimum les 16 premiers canaux et au maximum 19 canaux.

BTS Image 2005

PHYSIQUE APPLIQUÉE

1- ETUDE D'UN OBJECTIF ASSIMILE A UNE LENTILLE

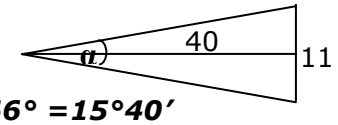
On réalise des prises vues avec un objectif que l'on modélise par une lentille convergente L de centre 0 dont la focale f varie de **10 mm** à **140 mm.** Le capteur enregistrant l'image est un capteur CCD de dimensions **8,8 mm x 6,6 mm.**

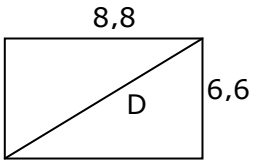
1.1 - Dans cette question, la mise au point est faite sur l'infini, avec une focale de **40 mm,** Calculer l'angle de champ en diagonale de l'objectif.

Réponse :

Calculons la diagonale du capteur (théorème de Pythagore):

D = √(8,8²+6,6²) = 11 mm





Angle de champ en diagonale :

tg(α/2)= 5,5 /40 = 0,1375 ⇨ ***α =15,66° =15°40'***

1.2 - On souhaite filmer un objet **AB** de dimensions **60** cm x **45** cm, comme décrit dans la figure 1.

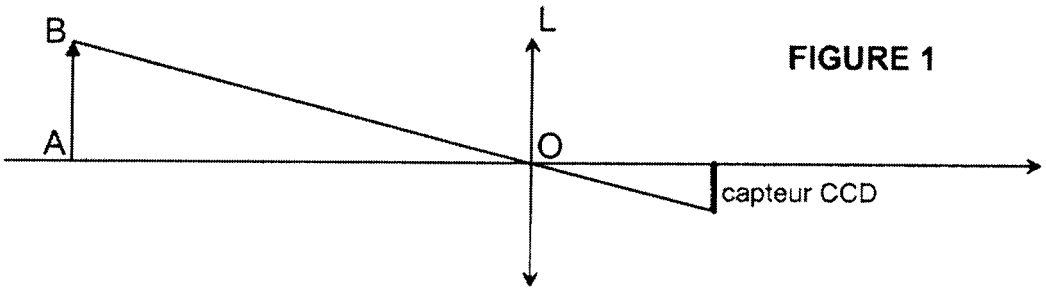


FIGURE 1

1.2.1 - Calculer le grandissement algébrique γ pour que l'image recouvre entièrement le capteur (FIGURE 1).

Réponse :

Soit A'B' l'image de AB dans le système, A'B' recouvre entièrement le capteur. Notons que les proportions de l'objet (largeur/hauteur) sont les mêmes que celles du capteur.

γ = A'B'/AB = -8,8/600 = -6,6/450 = -0,0146

Le grandissement est négatif puisque l'image est inversée par rapport à l'objet.

1.2.2 - Le point A étant situé sur l'axe optique, montrer que la mesure algébrique $|\overline{OA}|$ s'exprime par la relation : $|OA| = ((1/\gamma)-1) \times f$

Réponse :

Servons nous de la relation de Descartes qui définit l'emplacement des points conjugués : 1/p'-1/p=1/f (avec p= $\overline{OA}$,(p<0 !) et p' = $\overline{OA'}$)

Par ailleurs, nous savons que p'/p = γ

On peut écrire p/p' – p/p = p/f ⇨ (1/ γ) – 1= p/f ⇨ p = f ((1/ γ) – 1)

Nous avons bien ***|OA| = f ((1/ γ) – 1)***

1.2.3 - Calculer la distance **OA** pour les deux focales extrêmes.

Réponse :

a) ***Avec la focale 10mm*** *: f = 0,01 et γ = – 0,0146*

$|\overline{OA}|$ = – 69,18 cm ; ***OA = 69,18 cm***

b) ***Avec la focale 140 mm*** *: f = 0,14 et γ = – 0,0146*

|OA| = – 968,52 cm ; ***OA = 968,52 cm***

NB) Remarquez que la plus longue focale est 14 fois la plus courte. Et que la distance est aussi 14 fois plus grande (à grandissement constant)

2 - DÉFAUTS CHROMATIQUES D'UNE LENTILLE

On considère une lentille L convergente mince biconvexe, de rayons de courbure **R_1= 60 cm** et **R_2 = 40 cm,** constituée d'un verre dont l'indice **n** varie en fonction de la longueur d'onde λ de la lumière qui la traverse (FIGURE 2).

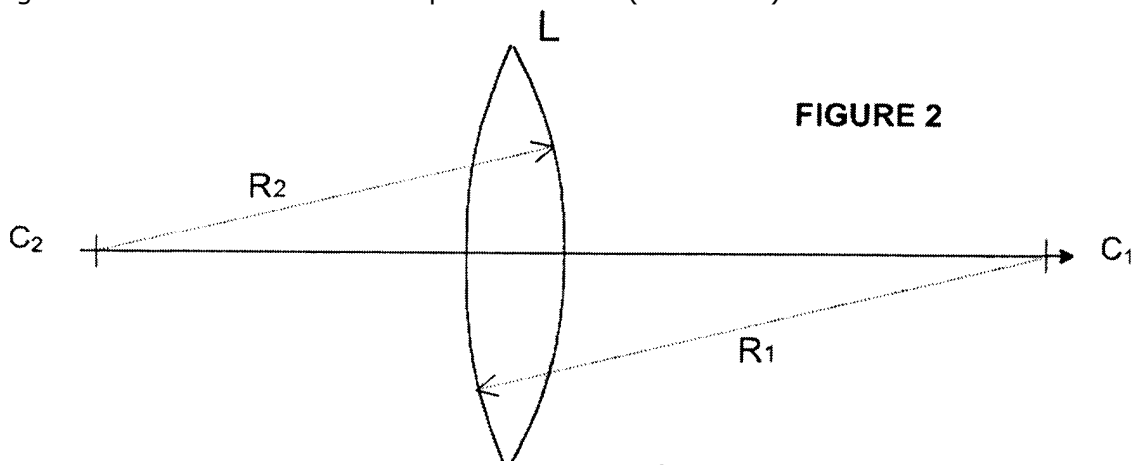


FIGURE 2

On rappelle que la distance focale f peut se calculer à partir de la relation :
$1/f = (n-1)\ ((1/R_1)+(1/R_2))$

2.1 - Calculer la distance focale $\mathbf{f_B}$ de **L** lorsqu'elle est traversée par une lumière monochromatique bleue pour laquelle $\mathbf{n = n_B = 1,53}$.

Réponse :

$1/f_B = (1,53 - 1)\ ((1/0,6) + (1/0,4)) = 2,21$

$\mathbf{f_B = 0,45}$

2.2 - Calculer la distance focale $\mathbf{f_R}$ de **L** lorsqu'elle est traversée par une lumière monochromatique rouge pour laquelle $\mathbf{n = n_B = 1,48}$.

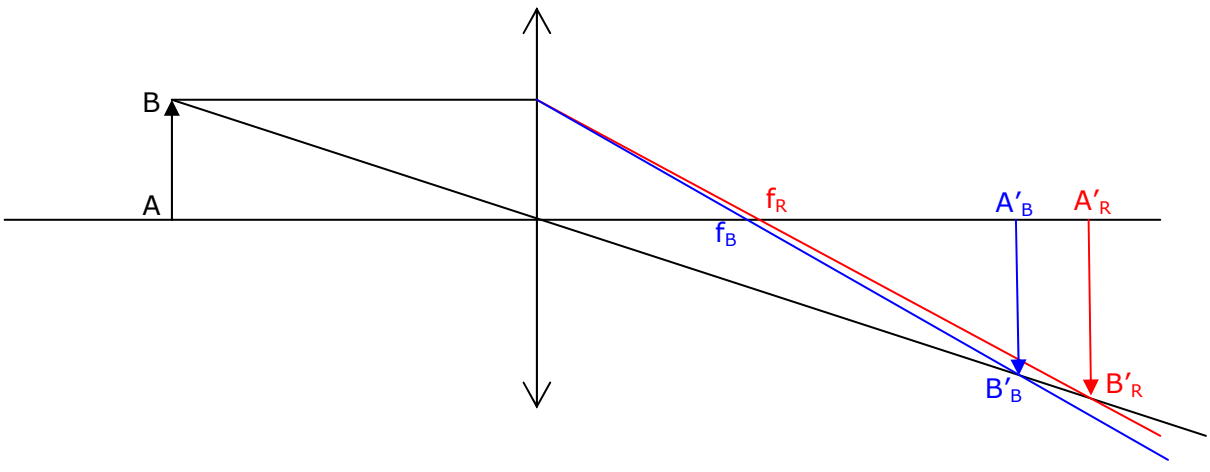
Réponse :

$1/f_R = (1,48 - 1)\ ((1/0,6) + (1/0,4)) = 2$

$\mathbf{f_R = 0,5}$

2.3 - Construire sur la FIGURE A du document réponse (qui n'est pas à l'échelle) l'image $\mathbf{A'_B B'_B}$ de l'objet **AB** lorsqu'il est éclairé par la lumière bleue, ainsi que son image $\mathbf{A'_R B'_R}$ obtenue lorsqu'il est éclairé par la lumière rouge.

Réponse :



2.4 - On éclaire à présent simultanément **AB** avec les deux lumières précédentes. On observe une image bleue irisée de rouge sur un écran placé en $\mathbf{A'_BB'_B}$.
Qu'observe t-on sur un écran placé en $\mathbf{A'_RB'_R}$?
Réponse :
De la même manière, on observera une image rouge irisée de bleu.

(Remarque : Ce défaut, appelé aberrations chromatiques, est corrigé dans les appareils professionnels).

3 - **PROFONDEUR DE CHAMP**
Un objectif est modélisé par une lentille convergente L de centre O, de distance focale **f = 50 mm**, associée à un diaphragme de diamètre **D**.
La mise au point est faite sur un objet **A**, situé à **5,0 m** de **O** : le capteur enregistrant l'image se trouve donc en **A'**, image de **A** à travers **L**.
On ne s'intéresse qu'à la partie de la profondeur de champ située entre **A** et l'objectif : la profondeur de champ s'étend donc du point **A** au point **B** dont l'image par **L** est **B'**.

Le faisceau issu de **B** et convergent en **B'** forme sur le capteur un disque de diamètre **ε**, dont le contour est appelé cercle de netteté toléré (FIGURE 3).

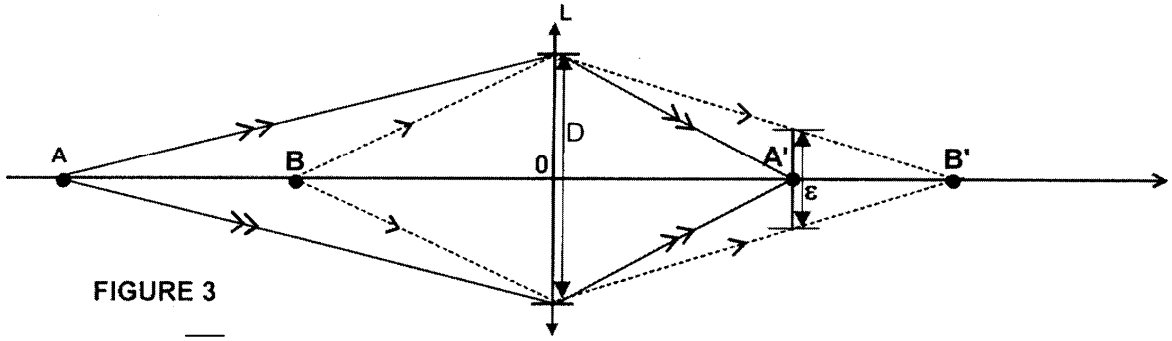


FIGURE 3

3.1 - Calculer $\overline{OA'}$
Réponse :
Nous allons utiliser la relation de Descartes : $1/p' - 1/p = 1/f$ avec $p' = \overline{OA'}$ et $p=\overline{OA}$ $(p<0)$
$1/p' = 1/f + 1/p = (p+f)/fp$ ⇨ ***$p' = fp / (f + p)$***
$p' = 0,05 \times (-5)/(0,05 - 5) = -0,25 / -4,95 = 0,0505$ m
$\overline{OA'} = 50,505$ mm

3.2 - Etablir la relation liant $\overline{OB'}$, $\overline{A'B'}$, le diamètre **ε**, et le diamètre D.
Réponse :
Les propriétés particulières des triangles semblables nous permettent d'écrire :
D / ε = $\overline{OB'}/\overline{A'B'}$ ou $\mathbf{\overline{A'B'} = (\overline{OB'} \times \varepsilon) / D}$

3.3 - Rappeler la relation liant D, f et N, nombre d'ouverture de l'objectif.
Réponse :
Le nombre d'ouverture d'un objectif est égal à N = f / O, O étant la pupille d'entrée de l'objectif. Ici, O = D (lentille mince). Nous pouvons écrire ***N =f / D***

3.4 - En déduire la relation : $\overline{OB'} = \overline{OA'} / (1 - (\varepsilon N / f))$
Réponse :
Nous avions (à la question 3.2) $\overline{A'B'} = (\overline{OB'} \times \varepsilon) / D$
Nous avons $\overline{OA'} = OB' - A'B' = \overline{OB'} - ((\overline{OB'} \times \varepsilon) / D) = \overline{OB'} (1 - (\varepsilon /D))$
Donc $\overline{OB'} = \overline{OA'} / (1 - (\varepsilon /D))$ or $1/D = N/f$ (question 3.3)
d'où $\mathbf{\overline{OB'} = \overline{OA'} / (1 - (\varepsilon N / f))}$

3.5 - En déduire la valeur de la distance $\overline{OB'}$, sachant que ε **= 0,05 mm et N =11**.
Réponse :
En mm : $\overline{OB'}$ *= 50,505 / (1 – (0,05 x 11) / 50) = 50,505 / 0,989 = 51,07 mm*

3.6 - Calculer la distance $\overline{OB}$.
Réponse :
Toujours la relation de Descartes : $1 / p'_B - 1 / p_B = 1 / f \Rightarrow p_B = p'_B \times f / (f - p'_B)$
$p_B = 2553,5 / - 1,07 = - 2386$ *mm*
$\overline{OB}$ ***= - 2,39 m***

4 - **PHOTOMÉTRIE**
On considère un projecteur **P** absorbant une puissance électrique $\mathbf{P_e = 1,2\ kW}$ et dont la lampe a pour efficacité $\mathbf{s = 24\ lm.W^{-1}}$. Il émet un faisceau conique de demi-angle au sommet $\boldsymbol{\alpha = 15°}$.
On rappelle que l'angle solide d'émission du cône est donné par la relation
$\Omega = 2\pi.(1 - \cos \alpha)$.

4.1 - Calculer le flux photométrique utile Φ_u émis, sachant qu'il représente **75 %** du flux total.
Réponse :
$P = 1200\ W\ ;\ \Phi_u = 1\ 200 \times 24 \times 0,75 =$ ***21 600 lm (lumen)***

4.2 - En déduire l'intensité lumineuse **I** émise.
Réponse :
$\Phi_u = I \times \Omega \Rightarrow I = \Phi_u / \Omega$
$\Omega = 2\pi.(1 - \cos \alpha) = 6,283 \times (1 - 0,9659) = 0,21408$
$I = 21600 / 0,21408 = 100\ 896$ *cd*
I ≈ 100 000 cd (candela)

4.3 - Le projecteur précédent éclaire un écran perpendiculaire à son axe distant de r = 5,0 m, et interceptant tout le faisceau (FIGURE 4).

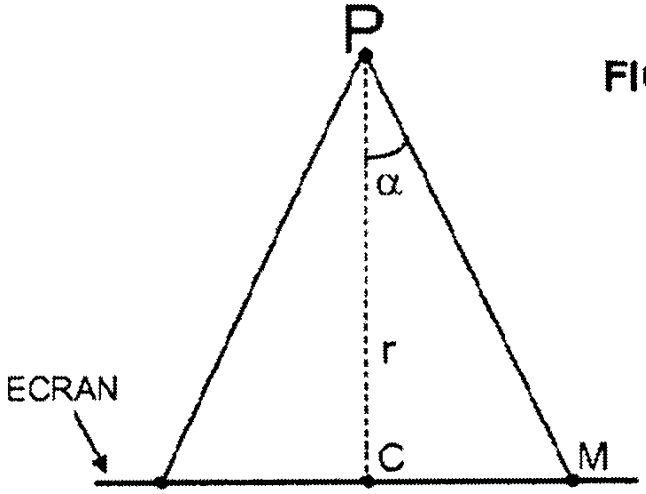
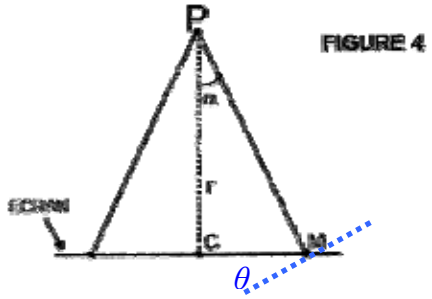


FIGURE 4

Dans la suite de l'exercice, quelle que soit la valeur trouvée en 4.2, on prendra $I = 10^5$cd

4.3.1 - Calculer l'éclairement E_c au centre C de la zone éclairée.
Réponse :
$\boldsymbol{E_c} = I / r^2 = 10^5 / 25 =$ ***4 000 lux***

4.3.2 - Calculer l'éclairement E_M en un point M situé à la périphérie de la zone éclairée.

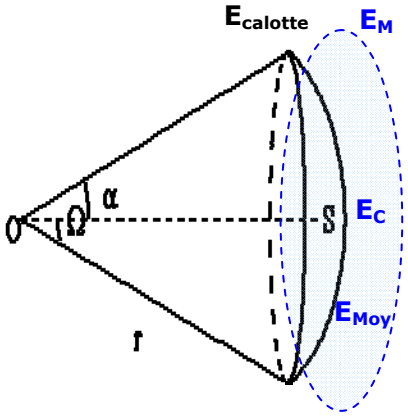


Calculons la distance r_M = PM ; r_M = r / cos α = 5 / 0,9659 = 5,1765 m
E_M** = I x cos θ / r_M^2 (en M, la surface éclairée n'est pas perpendiculaire aux rayons lumineux) ; Avec θ = α,* ***E_M** = 10^5 x 0,9659 / 26,796 ≈ **3 600 lux

4.4 - Déterminer la surface S de la zone éclairée.
Réponse :
La surface d'un cercle S =π x rayon²
Le rayon du cercle CM = r x tg α = 5 x tg (15°) = 5 x 0,26795 = 1,34 m
S =** 3,14159 x 1,34² = **5,64 m²

4.5 Calculer l'éclairement moyen E_{Moy} obtenu en supposant que le flux reçu se répartit uniformément sur toute la surface éclairée.
Réponse :
E_{Moy} = Φ_u / S = 21 600 / 5,64 **= 3 830 lux**

4.6 Comparer ***E_c*** ***E_M*** et **E_{Moy}** . Quelle erreur pratique commet-on si on ne calcule que **E_{Moy}.**
Réponse :
La principale erreur en pratiquant de la sorte provient du fait qu'en photométrie, le calcul d'un éclairement (E = Φ / S) se fait dans une sphère (la surface éclairée est alors une calotte) et l'éclairement est constant sur toute la surface de la calotte.



Sachant que Ω = S / r² ⇨ S = Ω x r² = 0,21408 x 25 = 5,35 m²
La surface de la calotte à 5 m sera de 5,35 m² (avec α = 15°).
$E_{calotte}$ = Φ_u / S = 21 600 / 5,35 = 4037 lux
Dans l'exercice, nous calculons l'éclairement d'une surface plane (avec S=5,64 m²). Plus on s'éloigne du centre C plus l'éclairement diminue (jusqu'à E_M).
*En périphérie, la différence constatée entre E_{MOY} et E_M est de 3830 – 3600 = 230 lux soit une erreur de **6%**, au centre la différence entre E_c et E_{MOY} de 4000 – 3830 = 170 lux soit une erreur 4,2% ou $E_{calotte}$ et E_{MOY} de 4037 – 3830 = 207 lux soit **5 %**.*

TECHNOLOGIE DES EQUIPEMENTS ET DES SUPPORTS

PRESENTATION DU THEME D'ETUDE

Lors d'une compétition d'athlétisme, un enregistrement des épreuves est réalisé en direct à partir de plusieurs sites de captation, Un site principal (fixe) met en œuvre plusieurs caméras de plateau reliées par câbles à un mélangeur numérique. Deux unités de tournage mobiles évoluent sur des sites distants en extérieur pour enregistrer des images qu'elles transmettent simultanément au mélangeur par liaison numérique hertzienne. L'enregistrement final s'effectue sur format digital Bétacam. Les moyens disponibles pour cette captation ont obligé la production à utiliser des caméras et camescopes différents. La captation est enregistrée en format 4/3 (CCIR 601).

Matériel utilisé (liste simplifiée):
- 3 caméras Thomson 1707 TX avec voies CCU DT 500 (liaisons Triax)
- 2 caméras Sony DXC D30 P avec voies analogiques CCU M7 (liaisons multiconducteur)
- 2 Camescopes Sony: DSR 570 WSP et DSR 390 P avec adaptateurs pour liaison hertzienne
- 1 mélangeur numérique « Grass Valley » KAYAK DD
- 1 enregistreur digital Bétacam DVW A500
- 2 valises d'éclairage léger

3 - Etude des unités de tournage mobiles

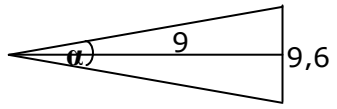
L'unité 1 utilise un camescope DSR 570 WSP (document D) équipée d'un objectif Canon **YJ 19x9B KRS** (document E).
L'unité 2 utilise un camescope DSR 390 P (document D) équipée d'un objectif Canon **YH 19x6.7 IRS** (document F).

3.1 Quelle est la principale différence entre ces deux camescopes ?
Réponse :
La principale différence est dans la taille du capteur qui est de 2/3" pour la DSR 570 et de 1/2" pour la DSR 390.

Ces camescopes possèdent chacun un connecteur « DV out » (IEEE 1394).

3.2 Le signal disponible sur ce connecteur peut-t-il être relié à l'entrée du mélangeur ? Justifier.
Réponse :
Les entrées du mélangeur sont de type SDI (Serial Digital Interface). La sortie sur la camescope est de type IEEE 1394 (Firewire). Il faut donc un convertisseur IEEE/SDI pour récupérer sur le mélangeur le signal vidéo et les signaux audios. Pour avoir de la qualité, un convertisseur de ce type est relativement cher.

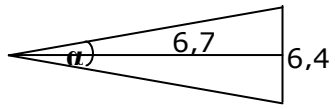
3.3 Déterminer, à l'aide des données fournies, les angles de champ horizontaux mini et maxi obtenus avec les deux unités de tournage dans les conditions de production envisagées (justifier). En déduire l'unité de tournage qui enregistre le plus grand champ angulaire.
Réponse :
***Unité 1** :*
Angle de champ horizontal maxi avec la DSR 570 équipée du zoom **YJ 19x9 BKRS** :
D'après le document fourni (D), la largeur du capteur de la DSR 570 est de 9,6 mm. La focale la plus courte du zoom est 9 mm.



$tg(\alpha/2)= 4,8 /9 = 0,5333 \Rightarrow \alpha = 56°$

Angle de champ horizontal maxi = 56°
De même pour la focale la plus longue (19 x 9 = 171 mm) :
tg(α/2)= 4,8 /171 = 0,028 ⇨ α =3,2°
Angle de champ horizontal mini = 3,2°

***<u>Unité 2</u>** :*
Angle de champ horizontal maxi avec la DSR 390 équipée du zoom **YJ 19x6,7B KRS** :
D'après le document fourni (D), la largeur du capteur de la DSR 390 est de 6,4 mm. La focale la plus courte du zoom est 6,7 mm.



tg(α/2)= 3,2 / 6,7 = 0,4776 ⇨ α =51°
Angle de champ horizontal maxi = 51°

De même pour la focale la plus longue (19 x 6,7 = 127 mm) :
tg(α/2)= 3,2 /127 = 0,025 ⇨ α =2,86°
Angle de champ horizontal mini = 2,9°

Bien que la focale de l'unité 1 ne soit pas la plus courte, c'est cette unité qui enregistre le plus grand champ angulaire.

Pour permettre des échelles de plans suffisamment serrées avec les distances de prises de vues possibles sur certains sites, on décide de monter un complément optique devant l'objectif de la DSR 570. On choisit d'utiliser le complément téléobjectif « T 15-11 » dont les caractéristiques sont résumées sur le document G.

3.4 Quels sont les avantages et inconvénients d'un tel complément optique par rapport à un doubleur de focale escamotable intégré au corps de l'objectif?
Réponse :
***L'avantage d'un tel complément optique est de ne pas modifier l'ouverture relative** du diaphragme (contrairement au doubleur de focale avec lequel on perd 2 valeurs de diaphragme).*
Explication :
Ce complément optique est un système afocal (il n'y a pas modification du point) et la formule qui donne le nombre d'ouverture est N = f / O avec O pour la pupille d'entrée. En plaçant ce complément optique, l'ouverture de la pupille d'entrée augmente dans le même rapport que la focale.
***Les inconvénients sont** :*
- *Sa mise en œuvre est plus longue que la mise en place du doubleur intégré.*
- *L'utilisation de toute la latitude des focales du zoom devient impossible à cause du vignetage en courte et moyenne focale (contrairement au doubleur)*
- *La mise au point minimum est multipliée par 2,25 (contrairement au doubleur)*

3.5 Déterminer la plage des focales utilisables lorsque ce complément est monté sur l'objectif.
Réponse :
La focale la plus longue devient : 19 x 9 x 1,5 = 256 mm
Théoriquement, la plus courte focale devrait être de 13,5 mm. A cause de l'effet de vignetage, le document (G) nous renseigne que le zoom est utilisable à partir de la focale 80 mm. La plage de focales utilisables devient 80 – 256 mm

3.6 Déterminer l'ouverture relative maximale de l'ensemble objectif + complément pour une focale résultante de 200 mm.
Réponse :
L'ouverture relative du zoom n'est pas affectée par l'apport du complément optique.

L'ouverture maximale est donc celle du zoom. Mais le document E nous renseigne qu'il y a un phénomène de ramping sur ce zoom (dans les longues focales, la pupille d'entrée est limitée par la monture de l'objectif). Pour en tenir compte, le document nous indique que l'ouverture relative est de 2,7 à partir de la focale 171 mm
L'ouverture relative maximale 1/N de l'ensemble objectif + complément pour une focale résultante de 200 mm est de 1 :2,7.

3.7 Ce complément optique permet-il d'atteindre, avec l'unité 1, l'angle de champ horizontal minimal que permet l'unité 2 ? Justifier.
Réponse :
Nous avons vu que l'angle de champ horizontal mini de l'unité 2 est de 2,9°.
Avec ce complément optique, l'angle de champ minimal de l'unité 1 devient 3,2 /1,5 = 2,13°
(On peut aussi refaire le calcul avec tg(α/2)= 4,8 /256 = 0,0187 ⇨ α =2,14°)
L'angle de champ horizontal mini va au-delà de ce que permet l'unité 2.

Ces camescopes permettent un réglage (par menus) de la température de couleur correspondant au blanc d'équilibre pour la position « preset » du sélecteur de balances. Celle-ci peut s'ajuster numériquement entre 2200 K et 4300 K par pas de 100 K. Ces valeurs font référence à la température de couleur du blanc pour la position « filtre 1 » et ne tiennent pas compte du filtre réellement sélectionné. Sur ces caméras, on admet que le filtre 1 ne corrige pas la température de couleur de la lumière transmise aux capteurs par l'objectif.

3.8 A partir des spécifications techniques des camescopes, calculer la valeur (en mireds) de la correction de température de couleur apportée par le filtre 3.
Réponse :
Nous savons que :

Tc capteur (mired) – Tc source (mired) = Correction à apporter en mired
ou
Tc désirée (mired) – Tc source (mired) = Correction à apporter en mired

La documentation nous renseigne que le filtre 3 convertit la Tc de 5 600 K en 3 200 K
Nous pouvons donc poser :
10^6 / 3200 – 10^6 / 5 600 = 312,5 – 178,5 = + 134 Mired
Le filtre 3 a donc pour valeur + 134 mired ce qui correspond au filtre Wratten Kodak 85B qui est orangé.

3.9 Déterminer alors la plage de réglage du blanc d'équilibre obtenue avec le filtre 3 sur la caméra (températures de couleur mini et maxi).
Réponse :
En prenant pour référence le filtre 1 (3 200 K), le réglage par menu permet d'ajuster électroniquement cette valeur entre 2 200 K et 4 300 K.
Les écarts en Mired de ces deux extrêmes sont :
10^6 / 3 200 – 10^6 / 2 200 = 312,5 – 454,5 = - 142 Mired (filtrage « électronique » bleu)
et
10^6 / 3 200 – 10^6 / 4 300 = 312,5 – 232,5 = + 80 Mired (filtrage « électronique » orangé)

Avec le filtre 3 la température désirée est 5 600 K, on vient de voir que le réglage par menu à 2 200 K apporte une correction de -142 mired. On peut donc poser :
10^6 / 5 600 – 10^6 / X_1 = - 142 Mired ⇨ 178,5 + 142 = 320,5 ⇨ X_1 = 3 120 Kelvins
De même, le réglage par menu à 4 300 K apporte une correction de + 80 mired.
10^6 / 5 600 – 10^6 / X_2 = + 80 Mired ⇨ 178,5 - 80 = 98,5 ⇨ X_2 = 10 152 Kelvins

La plage du blanc d'équilibre obtenue avec le filtre 3 par le réglage du menu va de 3 120 à 10 152 Kelvins.

L'opérateur ne dispose pas de gélatines de correction et souhaite utiliser ce réglage manuel pour donner à certaines de ses images une dominante colorée identique à l'effet qu'apporterait un filtre de type Kodak n° 81 EF (voir document H) que l'on placerait devant l'objectif de la caméra.
A ce moment, le tournage s'effectue en extérieur et l'opérateur travaille avec le filtre 2. Le thermocolorimètre affiche 5300 K.

3.10 Quelle est la dominante colorée souhaitée par l'opérateur ?
Réponse :
Le filtre 81EF est légèrement jaune *(+53 Mired, document H) et apporte à l'image une dominante chaude (légèrement dorée) qui* ***correspond environ à un 1/3 de CTO****.*

3.11 Calculer quelle doit être la température de couleur d'équilibre du blanc de la caméra pour obtenir l'effet recherché.
Réponse :
Le thermocolorimètre indique 5 300 K et l'opérateur travaille avec le filtre 2 qui corrige la Tc de 5 600 en 3 200 K

Placer un filtre 81EF sur la caméra revient à corriger la température de couleur de +53 Mired, or l'opérateur ne dispose pas de ce filtre et le thermocolorimètre indique que la source est à 5 300 K. L'opérateur va donc devoir tricher en indiquant à la caméra un blanc de référence T_1 de :

On peut écrire $10^6 / 5\,300 - 10^6 / T_1 = +53$ ⇨ 188,5 - 53 = 135,5 ⇨ $T_1 \approx 7\,400$ Kelvins

Pour obtenir l'effet recherché (une image légèrement dorée), la température d'équilibre de la caméra doit être de 7 400 K. Le blanc d'équilibre étant plus froid, la caméra cherchera à compenser en réchauffant l'image.

Par contre, il faut savoir que le réglage sur la caméra se fait à partir de la référence 3 200 K du filtre 1.

3.12 En déduire la valeur (en Kelvin) à régler dans le menu de la caméra pour cet effet.
Réponse :
Cherchons la valeur correspondante par réglage par menu (la référence est alors 3 200 K) :
$10^6 / 3\,200 - 10^6 / T_1 = +53$ Mired ⇨ 312,5 - 53 = 259,5 ⇨ $T_1 = 3\,850$ Kelvins

Pour obtenir <u>le même effet qu'en plaçant un filtre 81EF devant l'objectif</u>, l'opérateur doit régler dans le menu le blanc d'équilibre à la valeur 3 800 K, c'est ce que l'on appelle faire une fausse balance ! *En effet, si l'on indique à la caméra une température de couleur ambiante est de 3 800 K (excès de bleu par rapport à 3 200K), la caméra va chercher à corriger cet excès en réchauffant l'image dans la même proportion qu'entre 7 400 et 5 300 K.*

Remarque : une fois de plus Sony se distingue en compliquant les choses. Il aurait été plus simple, en tout cas moins ambigu, d'utiliser l'échelle en Mired pour le réglage de ce « filtre électronique ». On se retrouve un peu dans la situation où Kodak nous indiquerait que le filtre 81EF est un filtre 3 850K (celui qui convertit une lumière de 3 850K en 3 200K) mais que ce même 81EF peut prendre la valeur 8 000K (puisqu'il convertit aussi la lumière de 8 000K en 5 600K) si l'on prend comme référence la lumière du jour.
Cet exercice a le mérite de montrer tout l'intérêt de l'utilisation de l'échelle des Mireds pour mesurer l'écart de température de couleur produit par un filtre correcteur.

Certaines images filmées dans des conditions de forts contrastes manquent de lisibilité dans les zones sombres. L'opérateur décide alors d'améliorer ses images en adaptant le traitement de la caméra aux conditions de lumière. Dans les menus, il dispose de trois réglages manuels : « Master black », « Black stretch » et « Master gamma ».

3.13 Décrire les actions de ces trois réglages sur l'image enregistrée.
Réponse :
Le Master Black
Le fait de décoller légèrement le niveau des noirs (entre 0 et 35 mV) permet d'atténuer légèrement les contrastes de l'image. Le fait de coller les noirs donne une impression de contraste et d'image « dure ».

Le Black Strech *(ou Black Gamma) permet d'améliorer la dynamique dans les basses lumières, particulièrement dans les contre-jours.*

Réglage du Master Gamma
De la forme particulière de la courbe vidéo il faut noter que :

- *Si on aplanit la courbe on obtient plus de contraste dans les moyennes et hautes lumières mais moins de contraste dans les basses lumières. On diminue la précorrection de gamma. Le résultat général paraît plus contrasté.*

- *Si on creuse la courbe on obtient moins de contraste dans les hautes lumières mais plus de contraste dans les basses lumières. On surcompense la précorrection de gamma. Le résultat général paraît moins contrasté.*

Vous trouverez d'autres éléments de réponse dans le Bellaïche au chapitre « Les réglages d'exploitation »

3.14 Sachant que notre opérateur ne souhaite pas modifier l'exposition dans les valeurs moyennes et claires, quel réglage peut-il retoucher ?
Réponse :
L'opérateur ne souhaite pas modifier l'exposition dans les valeurs moyennes et claires. Pour améliorer la lisibilité dans les zones sombres de l'image, il agira sur le Black Strech.
Extrait du Bellaïche :
• Le black press/stretch
En agissant sur la pente initiale de la courbe de gamma, cette correction modifie le contraste dans les basses lumières, sans affecter le reste de l'image. Elle permet d'estomper les zones peu éclairées pour notamment réduire le bruit lors d'un tournage avec un gain élevé (press), ou, au contraire, accroître la dynamique sur les zones sombres en y faisant apparaître davantage de détails (stretch).

Chaque unité de tournage mobile est alimentée par une ceinture de batterie de type PAGBELT lC2 n° 9297 dont les caractéristiques figurent sur le document I.

3.15 À l'aide des documents fournis, évaluer l'autonomie de l'unité 1 (DSR 570) dans la configuration de tournage prévue.
Réponse :
La puissance consommée par la caméra (avec Viewfinder) est de 26,1 W et la tension est de 12 V (document D – Power requirements et Power consumption).
L'intensité est alors de 2,18 A. Or la batterie a une capacité de 10 Ah (document I).
L'autonomie est donc de *10 / 2,18 ≈* ***4,5 heures****.*

En fin de journée, le manque de lumière oblige l'opérateur de l'unité 1 à installer un éclairage d'appoint pour une interview. Il s'agit d'une mini torche HMI qui se fixe sur la poignée du camescope et dont les caractéristiques sont données sur le document J. Pour adoucir la lumière, il utilise le verre dépoli disponible sur la torche. La caméra se situe à environ 2 mètres de la personne filmée.

3.16 En considérant que la sensibilité pratique de le DSR 570 en « filtre 3 » vaut environ la moitié de celle donnée pour le filtre 1 (3200K), déterminer l'ouverture relative à régler sur son objectif pour exposer correctement la personne interviewée.
Réponse :
L'éclairement à 2 mètres fourni par la torche munie d'un verre dépoli est de 250 lux (document J – caractéristiques photométriques) ;
Le document D nous indique aussi (à la ligne Sensitivity) qu'il faut afficher un diaphragme de 11 quand l'éclairement est de 2000 lux.
On peut en déduire la sensibilité de la caméra en ISO avec la formule suivante :
$S = (N^2 \times 250) / (E \times t)$ avec t pour le temps d'exposition ($1/50^e$ s).
$S = 11^2 \times 250 / 2000 \times 0,02 \approx 750$ ISO.
L'énoncé nous dit qu'il faut prendre la moitié de cette valeur en présence du filtre 3. En effet, la torche est munie d'une lampe HMI équilibrée à 5 600 K, il faut donc travailler avec le filtre 5 600K; Nous prendrons donc pour les calculs la valeur de 375 ISO.
En reprenant la même formule mais avec E =250 pour l'éclairement et S= 375, nous posons : $N = \sqrt{((S \times E \times t)/250)} = \sqrt{(375 \times 250 \times 0,02)/250)} = \sqrt{(375 \times 0,02)} = \sqrt{7,5}$
Le nombre d'ouverture à afficher sur l'objectif est 2,8.

BTS Image 2006

PHYSIQUE APPLIQUÉE

A - COLORIMETRIE

On s'intéresse ici à la chaîne d'acquisition d'une image jusqu'à l'obtention des trois tensions caractéristiques des luminances rouge, verte et bleue.

Pour étudier la chaîne colorimétrique, on suppose que l'objet filmé est une surface uniformément éclairée par trois rayonnements monochromatiques (couleurs pures) de longueurs d'onde λ_1= 465 nm, λ_2= 545 nm, λ_3= 625 nm.

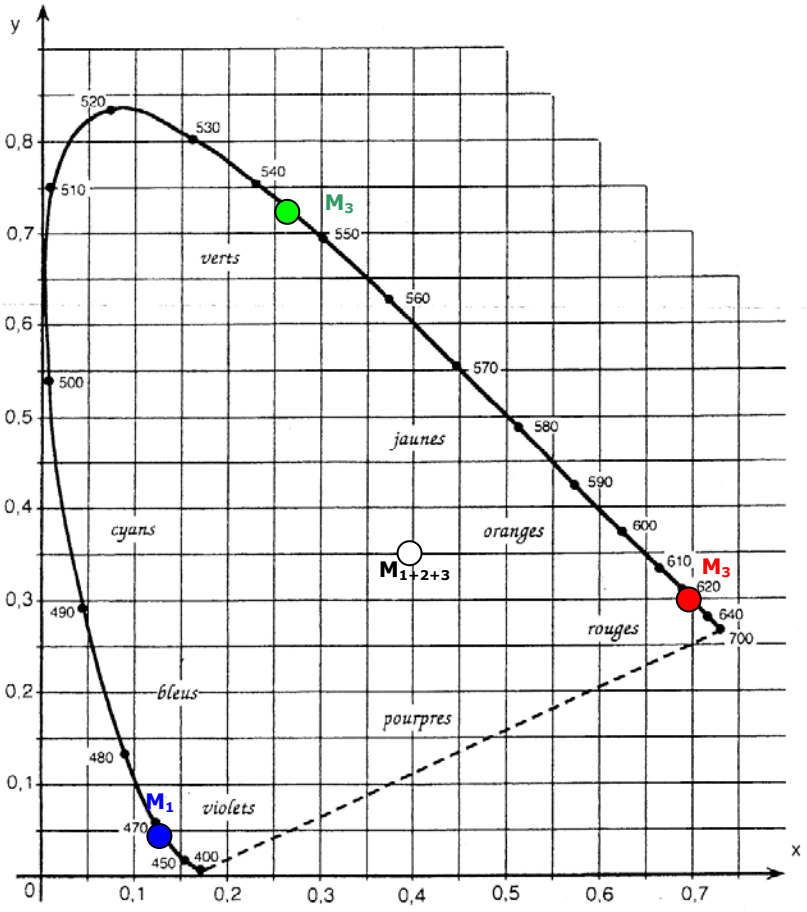
Les luminances produites par la diffusion de ces rayonnements par l'objet sont respectivement, et dans l'axe de prise de vue : L_1 = 5,5 Cd.m^{-2}, L_2 = 100 Cd.m^{-2} et L_3 = 55 Cd.rn^{-2}.

1.1 - Détermination des coordonnées de l'impression colorée de l'objet perçue par l' œil

1.1.1 - Placer sur le diagramme de chromaticité du **document réponse N° 1** les points M_1, M_2, et M_3 correspondant aux trois rayonnements éclairant l'objet. Relever leurs coordonnées.

1.1.2 - Calculer la luminance totale de l'objet filmé dans l'axe de prise de vue.

1.1.3 - Déterminer les coordonnées Xm et Ym du point M correspondant à l'impression colorée de l'objet perçue par l'oeil puis placer M dans le diagramme du **document réponse N° 1**.



Réponses :

- *Les couleurs sont pures. Nous pouvons donc placer ces trois rayonnements sur le Spectrum Locus du diagramme de chromaticité (x, y, Y) de la CIE de 1931.*

Sur le diagramme de la CIE, les coordonnées de ces points sont :

$M_1 \begin{cases} x_1=0,13 \\ y_1=0,04 \end{cases}$ $M_2 \begin{cases} x_2=0,27 \\ y_2=0,725 \end{cases}$ et $M_3 \begin{cases} x_3=0,7 \\ y_3=0,3 \end{cases}$

- *La luminance totale est égale à la somme des luminances* $L_1 + L_2 + L_3 = 160,5$ Cd.m-²

- *Nous allons déterminer les coordonnées du mélange* M_{1+2+3} *par calcul :*

z=1-x-y	$z_1=$ 0,83	$z_2=$ 0,005	$z_3=$ 0
	$Y_1=$ 5,5	$Y_2=$ 100	$Y_3=$ 55
	$Y_1/y_1=$ 137,5	$Y_2/y_2=$ 137,93	$Y_3/y_3=$ 183,33
X=x (Y/y)	$X_1=$ 17,875	$X_2=$ 37,24	$X_3=$ 128,33
Z=z (Y/y)	$Z_1=$ 114,125	$Z_2=$ 0,69	$Z_3=$ 0

S_{1+2+3} : $X_{123} = X_1+X_2+X_3 = 183,45$; $Y_{123} = Y_1+Y_2+Y_3 = \mathbf{160,5}$; $Z_{123} = Z_1+Z_2+Z_3 = 114,765$ } 458,765

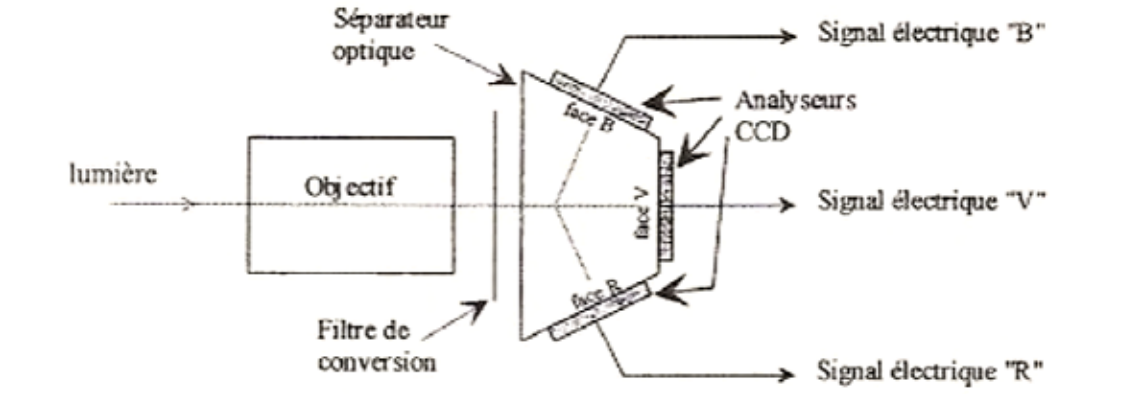
$\mathbf{x_{123}} = X_{123}/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123}) = \mathbf{0,4}$; $\mathbf{y_{123}} = Y_{123}/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123}) = \mathbf{0,35}$; $z_{123} = Z_{123}/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123}) = 0,25$

Vérification : Nous avons bien $x_{123} + y_{123} + z_{123} = 1$

Coordonnées du point M_{123} :

$\mathbf{M_{123}} \begin{cases} \mathbf{x_{123}=0,4} \\ \mathbf{y_{123}=0,35} \end{cases}$

1.2 - Détermination de l'amplitude des tensions électriques caractéristiques de l'objet filmé par la caméra

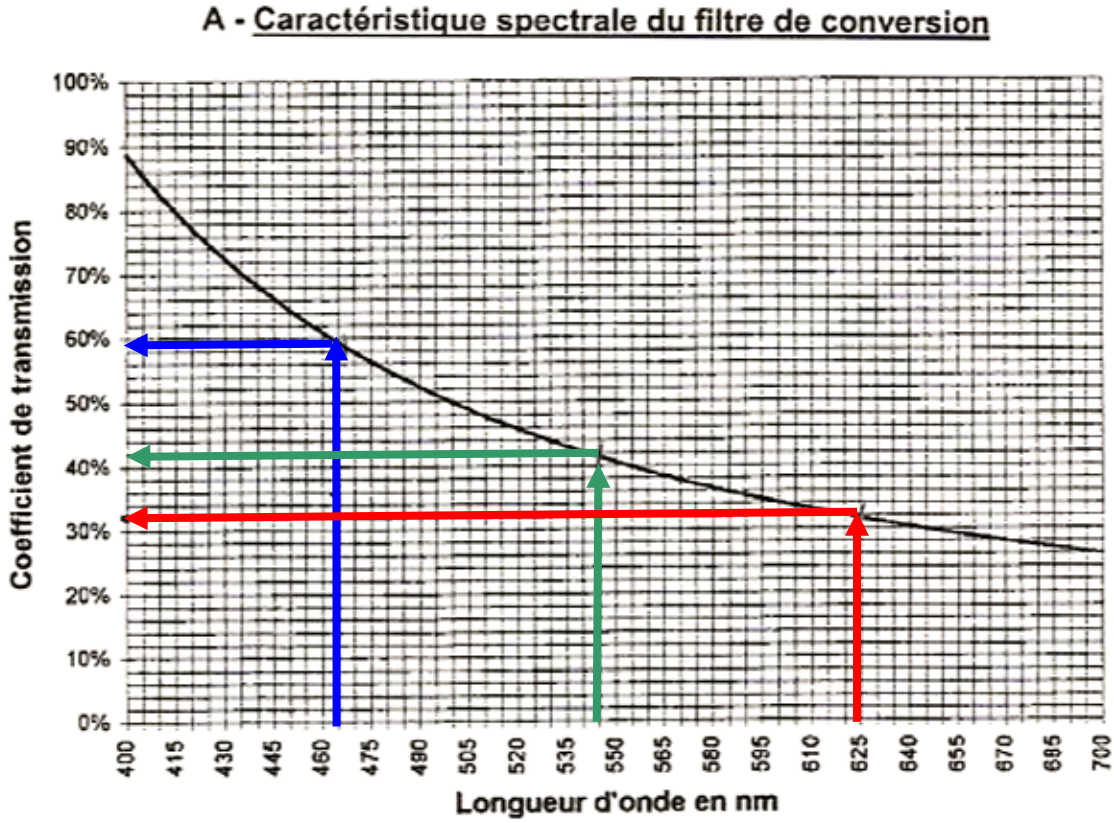


Considéré isolément, l'objectif de la caméra produit au plan où se forme l'image un éclairement E lié à la luminance L de l'objet filmé par la relation : **E = K .L**

Dans les conditions du test effectué (ouverture relative de diaphragme réglée à 1/2,8), on a: **K = 0,7 sr** pour toutes les composantes spectrales de la lumière captée. Les caractéristiques spectrales du filtre de conversion et du séparateur optique sont données en **annexe N° 1.A.**

1.2.1 - Déterminer les éclairements lumineux reçus en sortie du filtre de conversion pour les trois rayonnements monochromatiques. On appellera E_1, E_2, E_3 ces éclairements.

Réponse :
Lire sur la courbe aux longueurs d'onde λ_1= 465 nm, λ_2= 545 nm, λ_3= 625 nm



Pour chacune des longueurs d'onde, nous avons respectivement une transmission de 59%, 42% et 32 %
En sortie de filtre de conversion :

E_1** = K . L_1 . T_1= 0,7 x 5,5 x 0,59 = **2,2715 lux
E_2** = K . L_2 . T_2= 0,7 x 100 x 0,42 **= 29,4 lux
E_3** = K . L_3 . T_3= 0,7 x 55 x 0,32 **= 12,32 lux

1.2.2 - On cherche à déterminer les éclairements lumineux reçus par chacun des capteurs CCD. Le tableau sur le **document réponse n°2** donne les éclairements E_{1R}, E_{2R}, E_{3R}, et E_{1B}, E_{2B}, E_{3B} reçus sur la face R et la face B du prisme séparateur pour les trois longueurs d'ondes composant la lumière diffusée par l'objet.

En utilisant la caractéristique spectrale du séparateur optique **(document annexe N° 1.B**), compléter le tableau du **document réponse n°2** avec les valeurs des éclairements E_{1V}, E_{2V}, E_{3V} reçus par la face V.

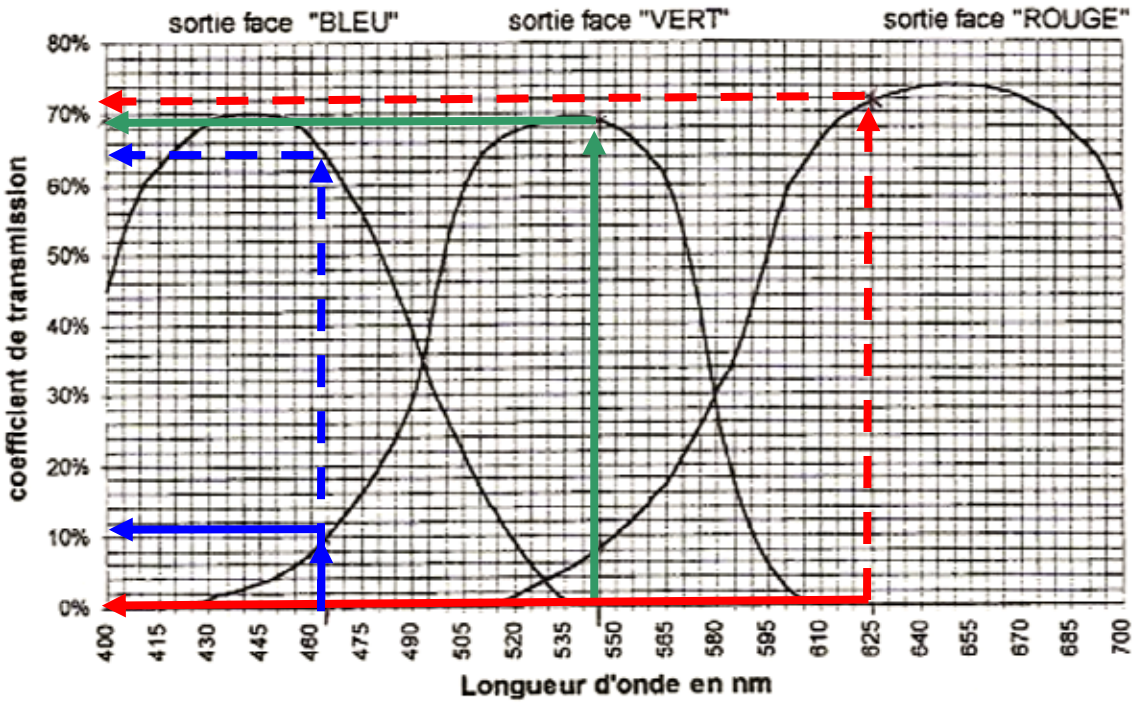
Réponse :

En l'absence de document réponse donc des valeurs d'éclairement E_{1R}, E_{2R}, E_{3R}, et E_{1B}, E_{2B}, E_{3B}, *analysons la courbe donnant la caractéristique spectrale du séparateur optique :*
Pour la sortie face « vert », la transmission est de
12 % pour la longueur d'onde λ_1*(465 nm),*
68% pour la longueur d'onde λ_2*(545 nm) et*
0 % pour la longueur d'onde λ_3*(625 nm).*

Il en résulte que les éclairements E_{1V}, E_{2V}, E_{3V} *sont :*

E_{1V} = *2,2715 x 0,12* **= *0,273 lux***
E_{2V} = 29,4 x 0,68 **= 20 lux**
E_{3V} = 12,32 x 0 **= 0 lux**

B - Caractéristique spectrale du séparateur optique



1.2.3 - La sensibilité des capteurs CCD étant totalement indépendante de la vision humaine, on se propose de calculer les éclairements énergétiques correspondant aux éclairements lumineux calculés précédemment.

On rappelle que $E = k \cdot E' \cdot Fe(\lambda_1)$.

Avec E': éclairement énergétique.

E : éclairement lumineux.

$k = 683$ lm W^{-1}

$Fe(\lambda_1)$: coefficient caractéristique de la sensibilité de l'oeil humain pour une longueur d'onde monochromatique λ_1 **(annexe N° 2.A)**.

Compléter le tableau du **document réponse N° 2** en calculant les éclairements énergétiques E'_{1B}, E'_{2B}, E'_{3B} reçus par le CCD correspondant aux éclairements lumineux E_{1B}, E_{2B}, E_{3B}.

Réponse :

A défaut de document réponse donc des valeurs E_{1B}, E_{2B}, E_{3B}., nous allons calculer E'_{1B} sachant E_{2B} et E_{3B} = 0 puisque le coefficient de transmission du séparateur optique (sortie face « bleu ») est nul pour ces longueurs d'onde.

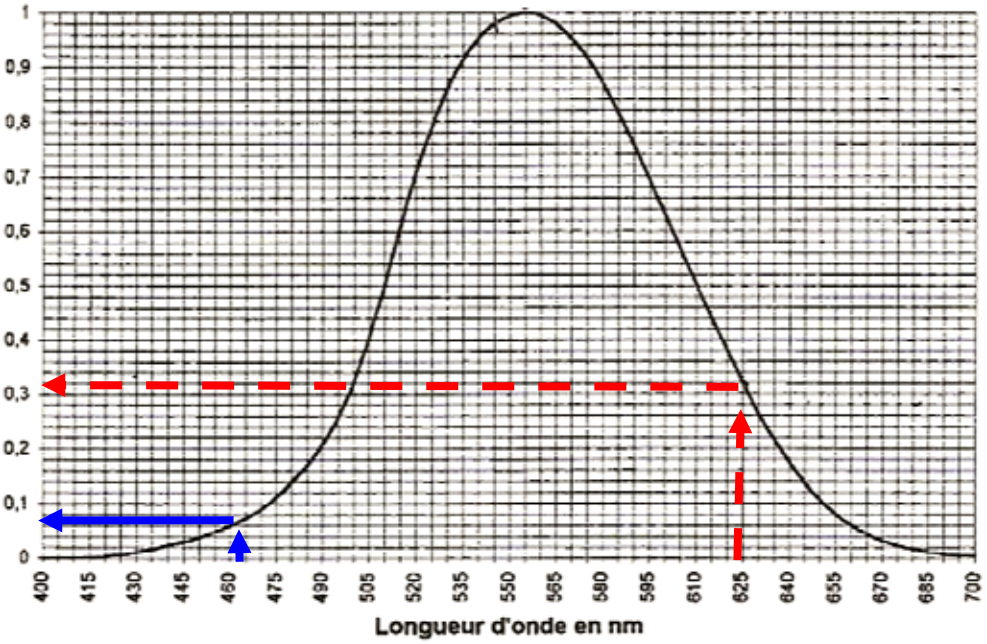
***E_{1B} =** 2,2715 x 0,64 **=** 1,45 lux*

E'_{1B} =** 1,45 / (683 x 0,075) = **0,028 lux

0,075 correspond à la lecture de la courbe caractéristique donnant le coefficient de la sensibilité de l'oeil humain pour la longueur d'onde 465 nm.

E'_{2B} = 0
E'_{3B} = 0

A - Courbe de sensibilité de l'œil Fe (λ)

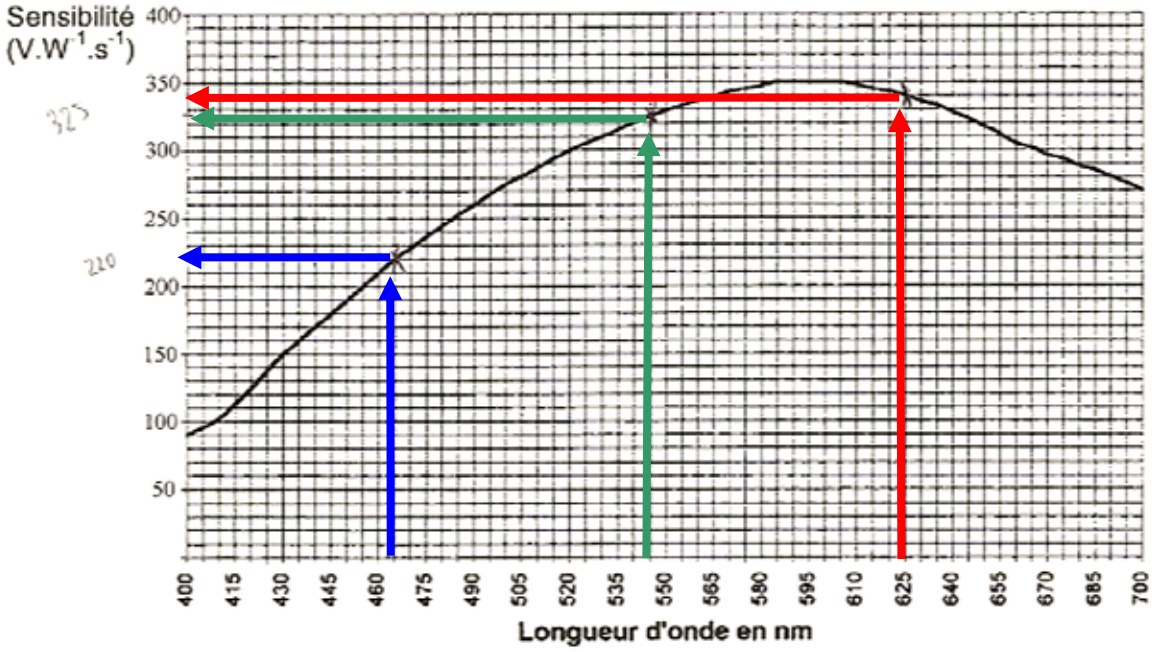


1:2.4 - Relever les sensibilités spectrales des capteurs CCD pour les trois longueurs d'onde reçues. On notera $A(\lambda_1)$, $A(\lambda_2)$ et $A(\lambda_3)$ ces sensibilités.

Réponse :

B - Sensibilité spectrale des analyseur CCD

(Rapport de la tension de sortie sur l'énergie surfacique reçue au bout de la durée d'intégration)



$A(\lambda_1) = 220\ V.W^{-1}.s^{-1}$
$A(\lambda_2) = 325\ V.W^{-1}.s^{-1}$
$A(\lambda_3) = 340\ V.W^{-1}.s^{-1}$

1.2.5 - La durée d'intégration étant fixée à T = 1/50 seconde, calculer la tension V, en sortie du capteur CCD de la face R.
Placer ce résultat dans le tableau du **document réponse N° 2.**

On rappelle que pour un faisceau incident monochromatique on a :

V = A(λ) . T . E'(λ)

Avec V : tension en sortie du capteur CCD.

A(λ) : sensibilité spectrale du capteur.
T: durée d'intégration.
E' (λ) : éclairement énergétique pour la longueur d'onde λ.

Réponse :

A défaut de document réponse donc des valeurs E_{1R}, E_{2R}, E_{3R}., nous allons calculer E'_{3R} sachant E_{1R} et E_{2R} = 0 puisque le coefficient de transmission du séparateur optique (sortie face « rouge ») est nul pour ces longueurs d'onde.

E_{3R} = *12,32 x 0,72* **=** *8,87 lux*

E'_{3R} = *8,87 / (683 x 0,32) =* ***0,04 lux***

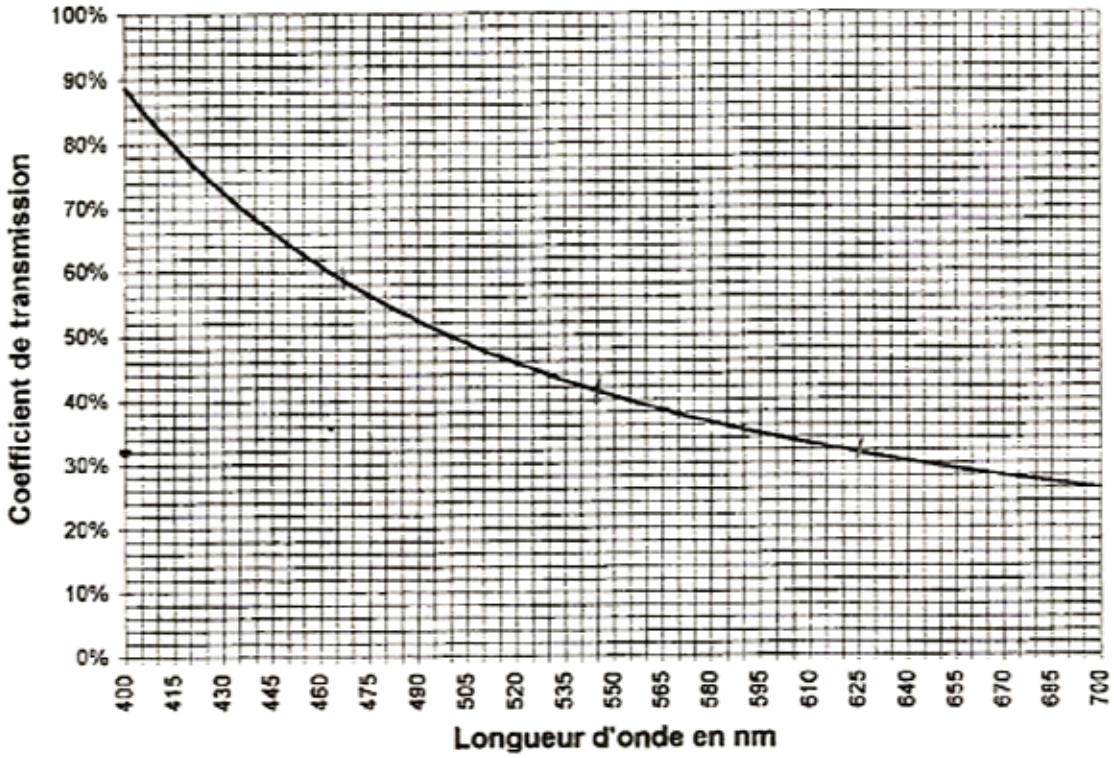
0,32 correspond à la lecture de la courbe caractéristique donnant le coefficient de la sensibilité de l'oeil humain pour la longueur d'onde 625 nm.

Donc V_R = 340 x 0,02 x 0,04

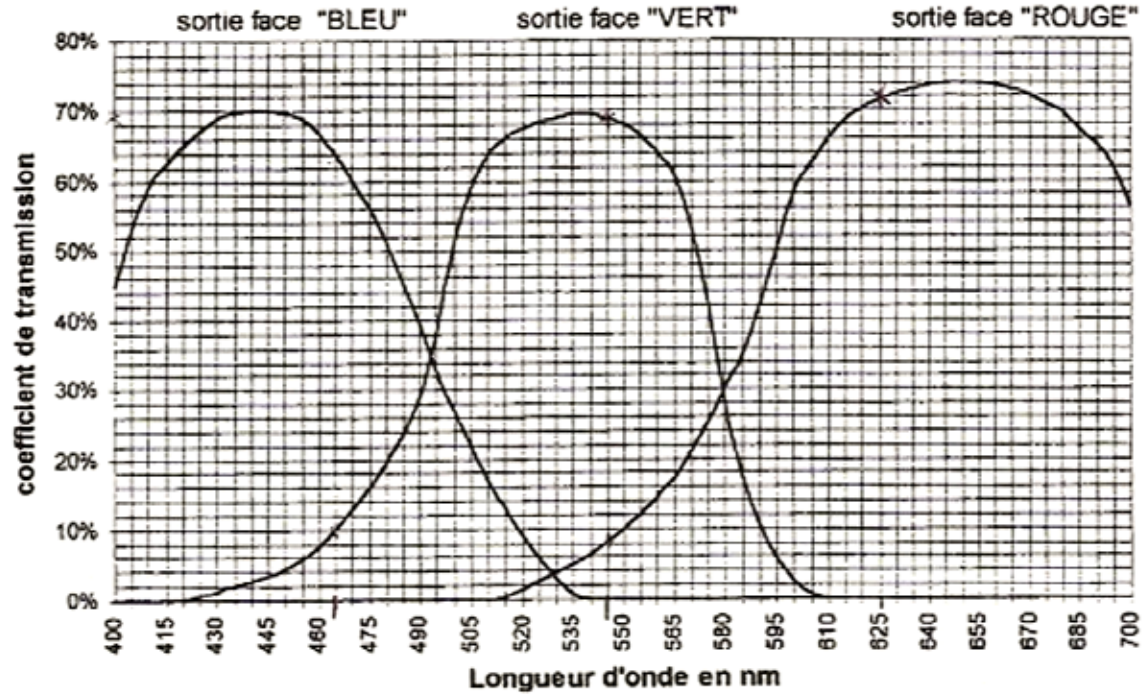
V_R = 0,272 Volt

DOCUMENT ANNEXE N° 1

A - Caractéristique spectrale du filtre de conversion

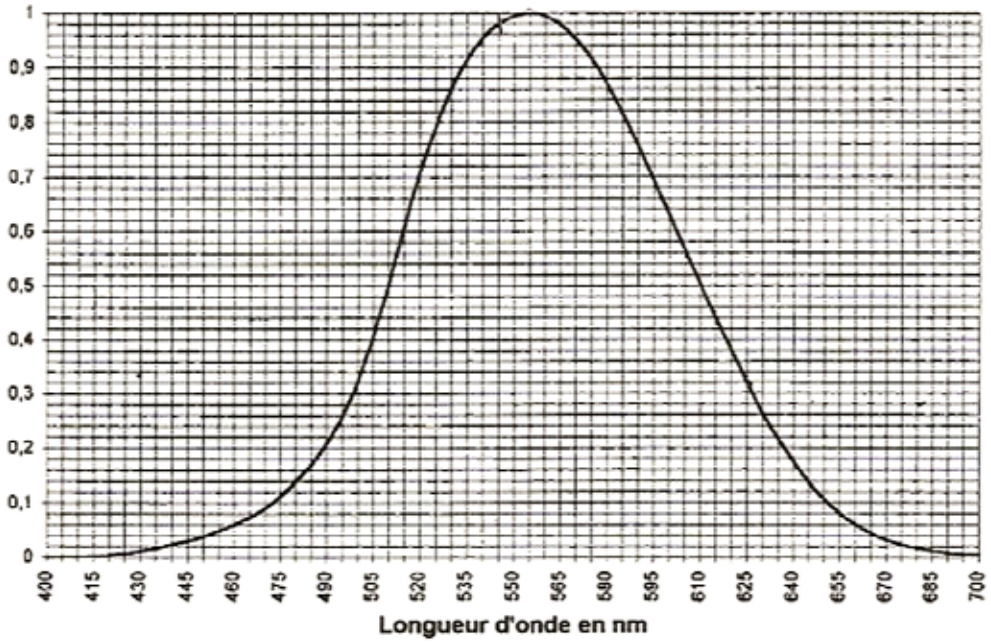


B - Caractéristique spectrale du séparateur optique



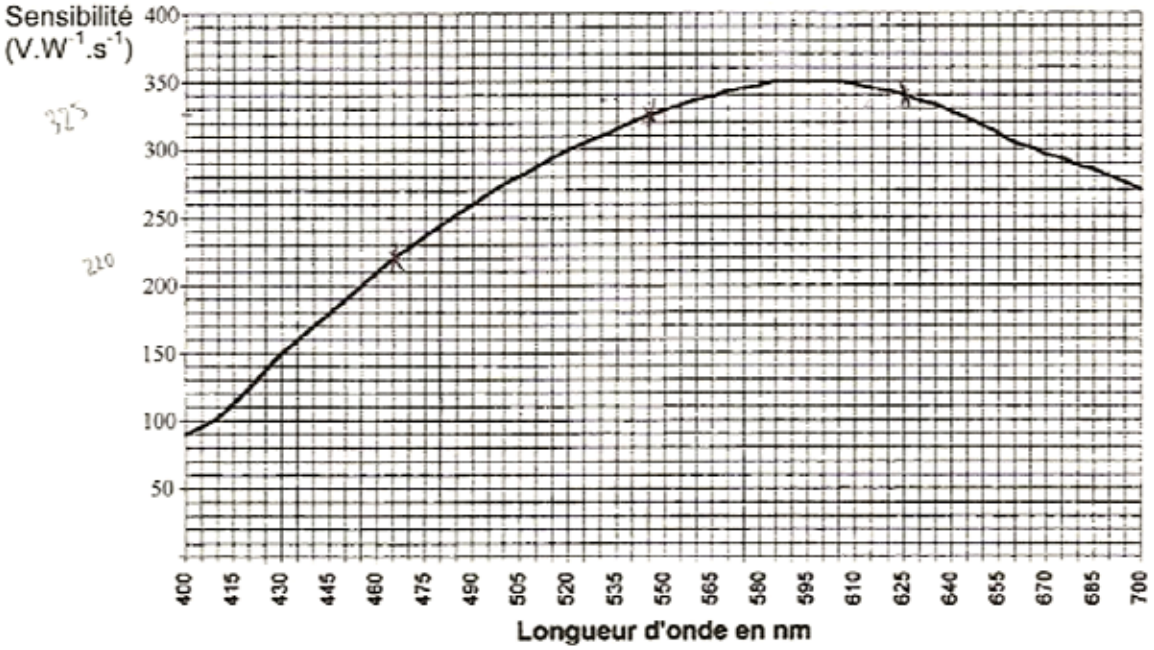
DOCUMENT ANNEXE N° 2

A - Courbe de sensibilité de l'œil Fe (λ)



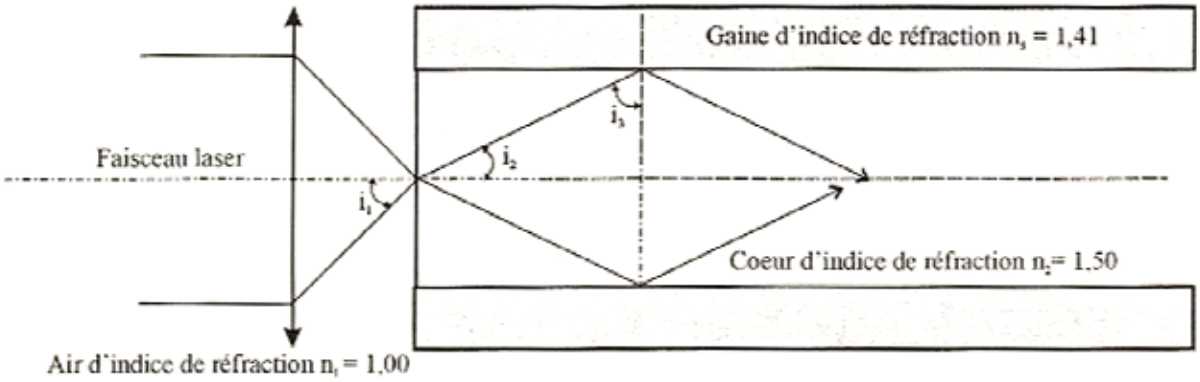
B - Sensibilité spectrale des analyseur CCD

(Rapport de la tension de sortie sur l'énergie surfacique reçue au bout de la durée d'intégration)



B - TRANSMISSION PAR FIBRE OPTIQUE

On souhaite propager un faisceau laser dans une fibre optique.
On propose le schéma ci-dessous (La figure n'est pas à l'échelle).



1.3 - On donne i_1=30.8°

1.3.1 - Calculer la distance focale image f' de la lentille convergente sachant que le diamètre du faisceau est de 1,0 mm.

Réponse :

Le demi-diamètre de la lentille est de 0,5mm.
Donc $tg(i_1)=0,5/f'$, $f=0,5/tgi_1$. = 0,5/0,596 = 0,84 *Excel : TAN(RADIANS(30,8))*
f' = 0,84mm

1.3.2 - Calculer l'angle de réfraction i_2.

Réponse :
La loi de Snell nous indique : $n_1 \times \sin(i_1) = n_2 \times \sin(i_2)$
$\sin(30,8°) = 0,512$ *Excel : SIN(RADIANS(30,8))*
$\sin(i_2)= 0,512 / 1,5 = 0,3413$
$i_2 \approx 20°$

1.3.3 - En déduire i_3 et montrer qu'il correspond à l'angle limite de réfraction dans la fibre.

Réponse :
Dans le triangle rectangle, nous avons $i_3 = 90 - 20 = 70$
$i_3 = 70°$
Puisque $n_3 < n_2$, nous avons n_2 x sin (angle limite) = n_3 x sin (90°)
sin (angle limite) = $n_3 / n_2 = 0,94$
angle limite = 70° *Excel : DEGRES(ASIN(0,94))*
Nous avons bien i_3 = angle limite.

C - ETUDE DU TELEOBJECTIF

1.4 - On dispose de deux lentilles, une convergente L_1 et une divergente L_2 dont les distances focales sont respectivement $f'_1 = 12,0$ cm et $f'_2 = -5,0$ cm. Ces deux lentilles sont espacées de 9,2 cm.
Un objet AB est situé à la distance $p_1 = -2,0$ m de la lentille convergente **(voir document réponse N° 3).**

Remarque Vous apporterez un soin particulier à la construction graphique, la précision des mesures en dépend.

1.4.1 -Calculer la position p'_1 de l'image réelle A'B' de l'objet AB donnée par la lentille convergente seule.

Réponse :
La relation de Descartes nous indique $1/p'_1 - 1/p_1 = 1/f'_1$ *(avec* p_1 *négatif)*
$1/p'_1 + 1/2 = 1/0,12 \Rightarrow 1/p'_1 = (2-0,12)/0,24 = 1,88/0,24$
$p'_1 = 0,12766$ m

1.4.2 -

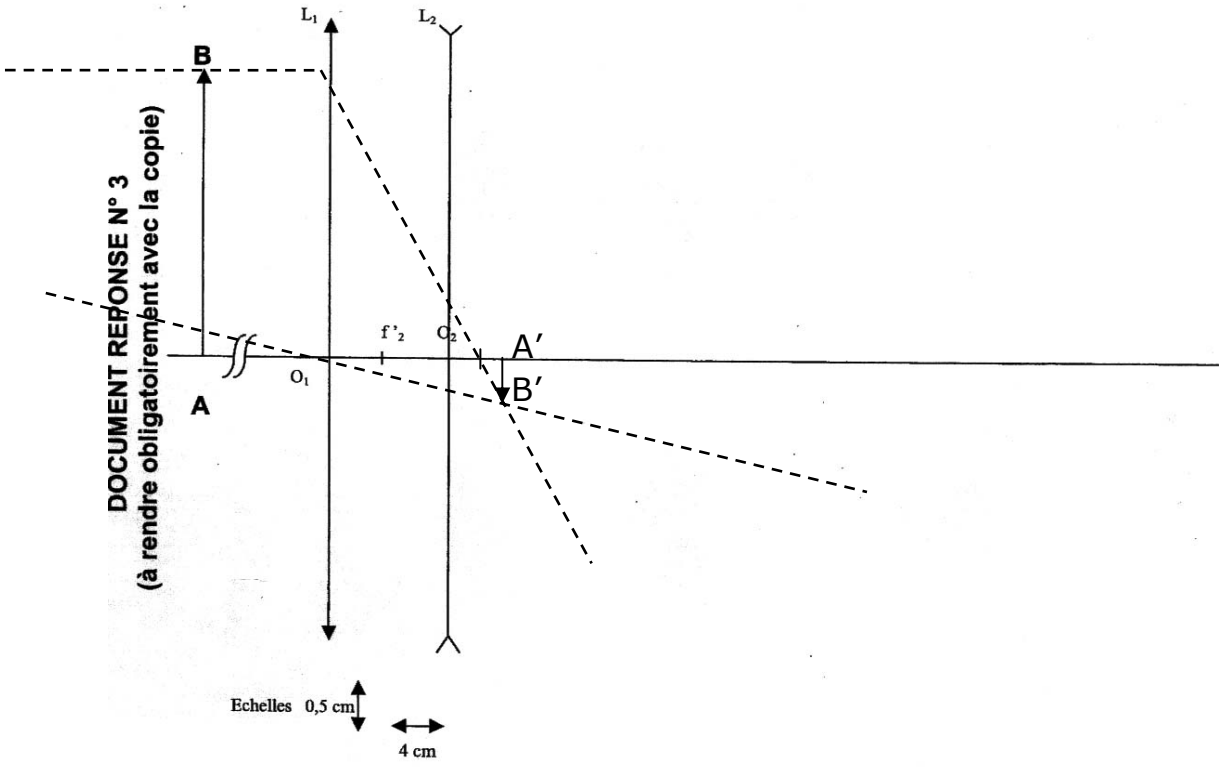
1.4.2.1 - Calculer le grossissement γ_1 obtenu par la lentille L_1.

Réponse :
$\gamma_1 = p'_1/p_1$
$\gamma_1 = -0,06383$ *(signe négatif = image inversée)*

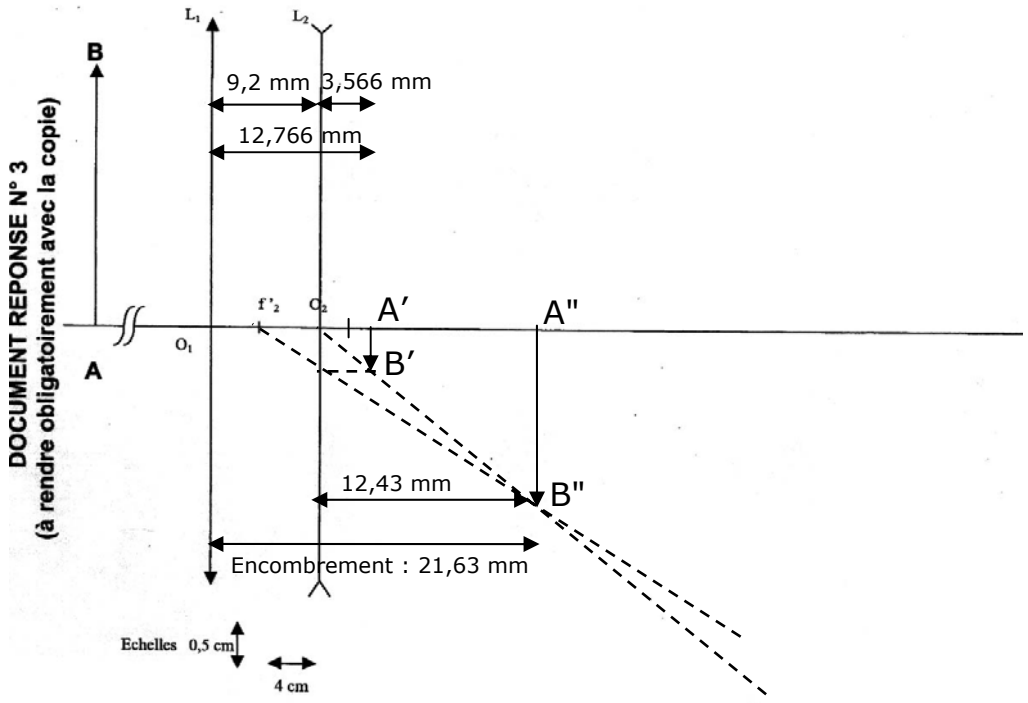
1.4.2.2 - Calculer la dimension de l'image A'B' sachant que l'objet AB mesure 5,5 cm.

Réponse :
$A'B' = AB \times |\gamma_1| = 55 \times 0,06383$
A'B' = 3,51 mm

1.4.2.3 - Placer cette image sur le **document réponse N° 3.**



1.4.3 - Construire l'image A"B" de l'objet AB donné par le système de lentilles.



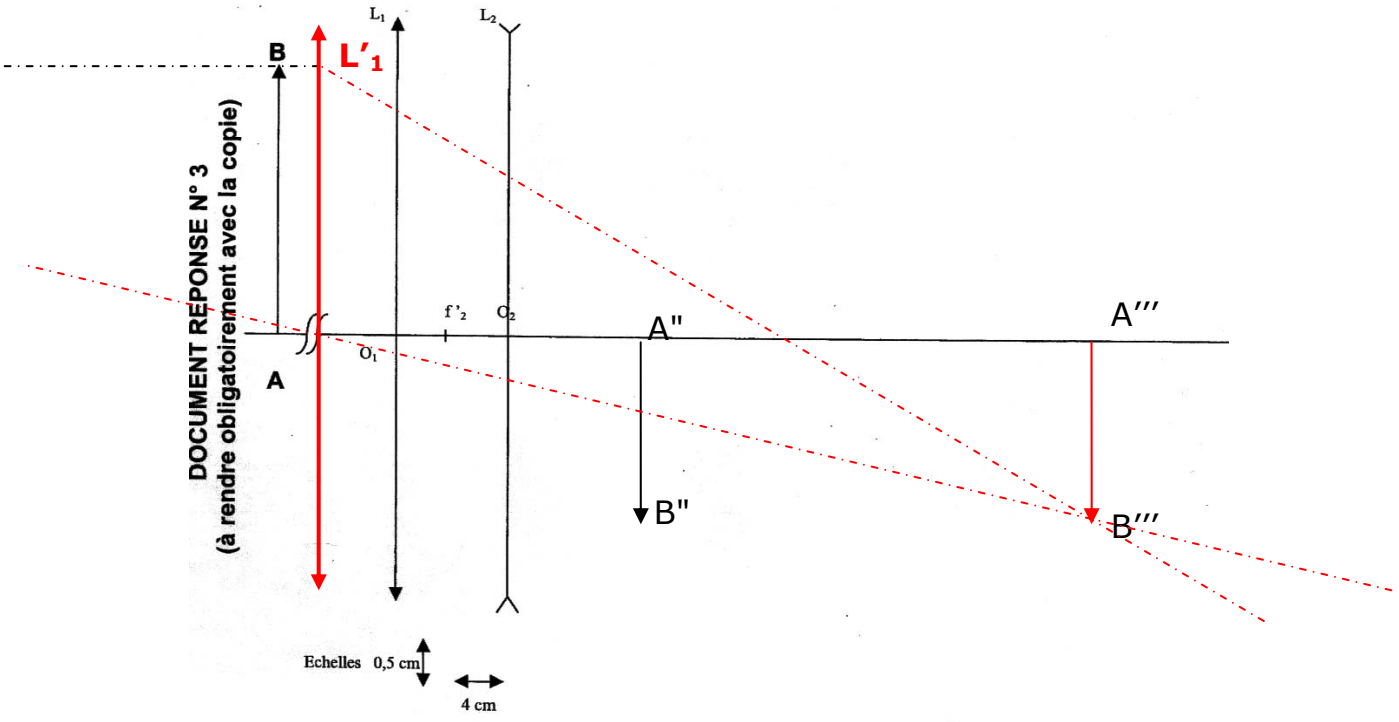
Calculs :
$1/p"_2 - 1/p'_2 = 1/f'_2$
Cette fois, p'_2 est positif (sens de la lumière) mais f'2 est négatif (lentille divergente)
$1/p"_2 - 1/3{,}566 = 1/-5$ (en cm)
$1/p"_2 = 1/3{,}566 - 1/5$
$1/p"_2 = (5-3{,}566)/17{,}83 = 1{,}434 / 17{,}83$

$p"_2 = 12{,}43$

$p"/p' = 12{,}43 / 3{,}566 = 3{,}4857 = \gamma_2$
$A"B" = \gamma_2 \times A'B' = 3{,}4857 \times -3{,}51 = -12{,}23$ mm

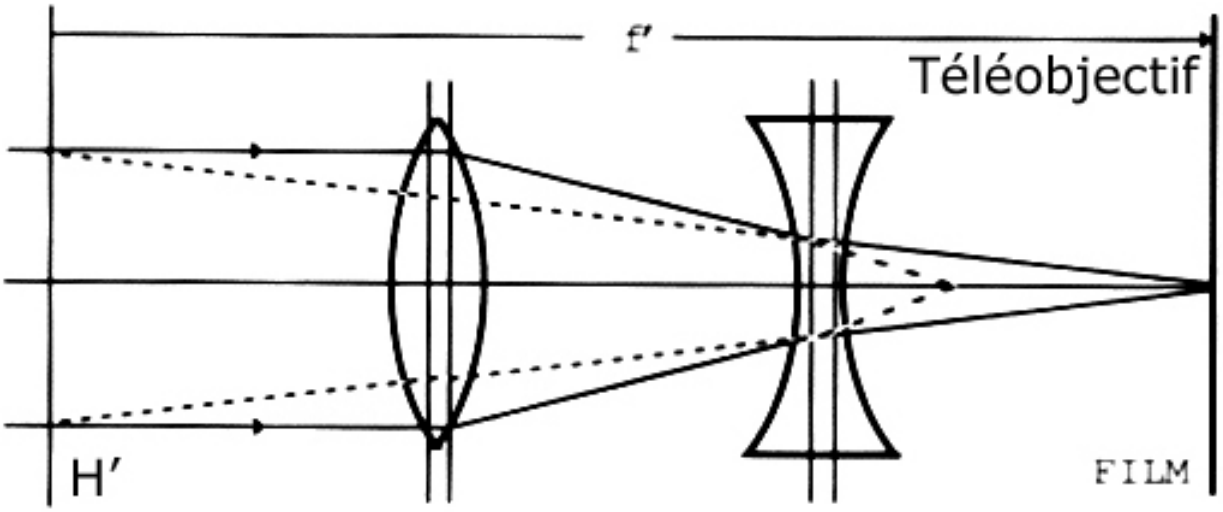
1.4.4 - Relever l'encombrement (distance entre la lentille frontale et le plan image) du téléobjectif ainsi obtenu.
Réponse :
L'encombrement de l'objectif sera sensiblement de 12,43 + 9,2 = 21,63 cm

1.4.5 - On souhaite remplacer ce groupement de lentilles par une seule lentille convergente L'_1 de centre optique O'_1 confondu avec O_1. Cette lentille donnerait une image réelle A'''B''' de l'objet AB de même dimension que A"B".
Construire graphiquement A'''B''' et en déduire la distance focale de L'_1
Réponse :



1.4.6 - Relever alors l'encombrement de l'objectif ainsi constitué.
Réponse :
L'objet AB mesure 5,5 cm, calculons le grossissement du système :
γ *= -12,2348/55 = -0,22245 = OA''' /OA*
Or nous savons que OA = -2 et que OA''' représente l'encombrement de l'objectif
OA''' = γ *x -2 = -0,22245 x -2*
OA''' = 0,445 m soit 44,5 cm

1.4.7 - Conclure sur l'intérêt du téléobjectif.
Réponse :
L'association d'une lentille convergente avec une lentille convergente convenablement placée permet d'obtenir une combinaison optique appelée téléobjectif qui remplace une lentille unique de longueur focale importante. Le principal intérêt de cette combinaison est de permettre un encombrement réduit de l'objectif.



La combinaison ci-dessus permet de remplacer une lentille unique qui serait placée sur le plan principal du système (en H').

TECHNOLOGIE DES EQUIPEMENTS ET DES SUPPORTS

1. L'objectif de la caméra

Avant le tournage, différents objectifs sont testés avec la caméra HDW-F900 (CCD 2/3" – 9.6 mm x 5.4 mm). Un objectif Angénieux « Optimo 12 x 9.7 HD 2/3" » et différents objectifs « film 35 mm » à focale fixe avec l'adaptateur Pro35 (P+S Technik)

Les principales caractéristiques de l'objectif « optimo » sont fournies au **document N°1**.

1.1) Indiquez à l'aide de ce document la plage focale disponible.

Réponse : Au lieu d'indiquer les focales extrêmes, en vidéo on indique l'amplitude du zoom associée à la plus courte focale.
Par exemple un 10 x 4,8 est équivalent à un 4,8 – 48 en cinéma.
Ici ***les focales disponibles vont du 9,7mm au 116,4mm***

1.2) Précisez la différence entre les spécifications « geometric aperture » et « photometric aperture »

Réponse : ***L'ouverture géométrique ou relative*** *(N dans les calculs) dont la valeur est obtenue par le rapport de la focale sur le diamètre de l'ouverture de la pupille d'entrée. Ce diaphragme sert pour les* ***calculs de profondeur de champ****.*
*L'****ouverture photométrique*** *(T) tient compte de l'absorption des lentilles. Pour compenser cette absorption, l'ouverture réelle est légèrement augmentée.*
C'est cette dernière qui compte pour ***l'exposition du film****.*
Sur les objectifs actuels, seule subsiste l'ouverture photométrique

1.3) Expliquez les termes présents dans le document N°1.

a) ***« no ramping »***
Réponse :
Sur un zoom, le diamètre de la pupille d'entrée s'élargit avec la focale. Dès que le diamètre de la pupille d'entrée atteint celui de la lentille frontale, il ne peut augmenter davantage.

Pour limiter la taille des lentilles frontales donc le prix de certains zooms, les constructeurs se contentent d'indiquer l'ouverture relative maximale utilisable pour un intervalle de focales et une autre pour la plus longue focale.

Exemple :
f/1,8 pour les focales 8 à 100mm
puis f/2 pour la plus longue focale 120mm.

« No ramping » signifie que par construction, la taille de la lentille frontale est suffisante pour ne pas limiter la pupille d'entrée en longue focale.

b) ***« no breathing »***
Réponse :
Sur un zoom à mise au point frontale, le changement de point entraîne un effet de pompage ou de zoom (breathing en anglais) dû à une variation de focale lors du changement du point. C'est un défaut typique des zooms TV.
Avec une mise au point interne, ce défaut disparaît. On peut alors affirmer dans les performances : nobreathing.

c) **« Inner focus »?**

Réponse :

Pour éviter l'effet de breathing, on préfère aujourd'hui les zooms à mise au point interne (inner focus). En contrepartie, ces zooms ne gardent pas aussi bien le point sur l'ensemble des focales. Le Inner focus permet de faire le point sans rotation de la lentille avant, ce qui facilite l'installation de parasoleil et l'utilisation d'un filtre polarisant.

Lors d'une prise de vues l'objectif « Optimo » est réglé sur les valeurs suivantes :

Diaphragme N	f/2.0
Focale f	30 mm
Distance de mise au point P	5 m

Pour certaines prises de vues, un objectif « film 35 mm » est associé à la camera par l'intermédiaire d'un adaptateur « Pro35 » dont les spécifications sont données au **document N°2**.

1.4) ***Expliquez de manière simple le principe utilisé ici.***

Réponse :

La profondeur de champ est inversement proportionnelle à la taille du capteur. Plus le capteur est grand moins importante sera la profondeur de champ. Comparée à la taille d'une image cinématographique, en vidéo, les capteurs sont petits, et les profondeurs de champ sont importantes. Du coup les vidéastes réclament une image « cinématographique » avec une faible profondeur de champ pour jouer sur les flous de l'image.

En attendant que la taille des capteurs soit comparable à celle d'une image 35mm, un ingénieur a pensé filmer l'image produite par un objectif prévu pour le 35mm sur un dépoli de la taille d'une image 35mm. Pour que le grain du dépoli ne soit pas perceptible, ce dépoli est en mouvement circulaire permanent (disque tournant).

1.5) Quel est le principal intérêt d'utiliser un objectif « film 35 mm » associé à l'adaptateur « Pro35 » avec une caméra numérique ?

Réponse :

La réponse a été donnée précédemment, c'est pour diminuer la profondeur de champ de l'image « vidéo ».

2. Les capteurs CCD

Les capteurs CCD de la caméra HDW-F900 sont de types FIT 2/3 de pouce.

2.1) Représenter la structure d'un capteur FIT.

Réponse :

Je vous renvoie au chapitre correspondant sur les secrets de l'image vidéo de Bellaïche :

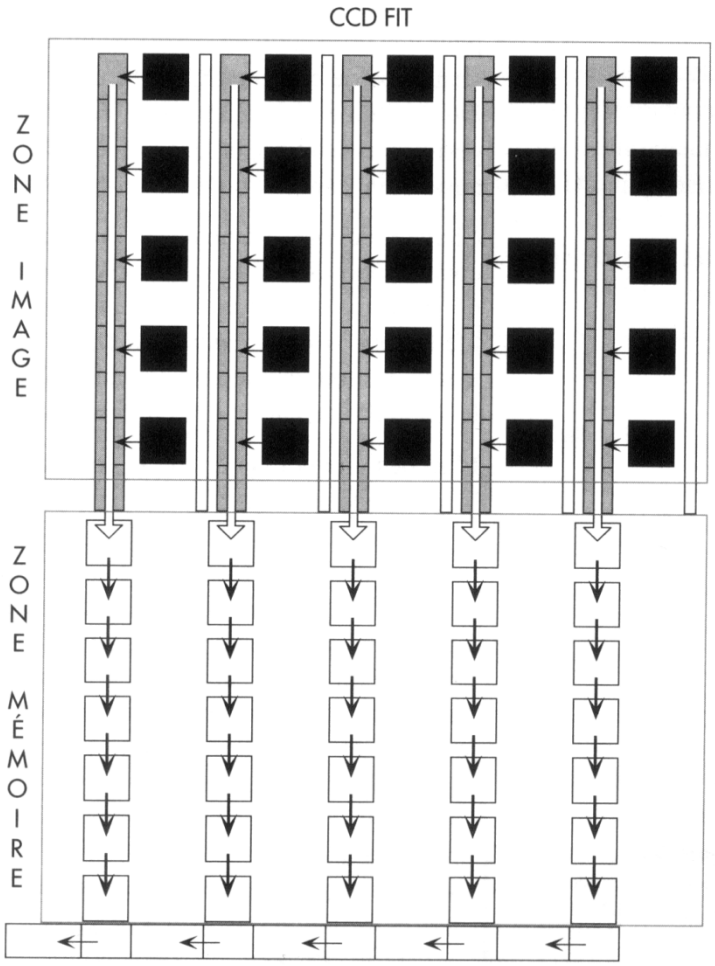
La structure à transfert d'image interligne (CCD FIT)

La structure FIT *(Frame Interline Transfert)* résulte d'une combinaison astucieuse des deux structures FT et IT : elle associe les registres verticaux du capteur IT à la zone mémoire tampon du capteur FT (fig. 4.17).

Les charges accumulées dans chaque photocapteur pendant le temps d'intégration sont transférées,

durant la suppression trame, vers les registres verticaux, qui les acheminent immédiatement vers la zone mémoire de capacité une trame. Les charges sont alors transmises ligne par ligne, à chaque intervalle de suppression horizontal, vers le registre à décalage de sortie. Les cellules photosensibles assurent uniquement la fonction de conversion optoélectronique, puisque le transfert dans la zone de stockage s'effectue *via* les registres verticaux, occultés de toute lumière. L'obturateur mécanique du capteur FT n'est donc plus utile. Quant au smear, rappelons que, dans la structure IT, il était essentiellement causé par la lenteur de déplacement des charges dans stockage durant la suppression verticale. Ainsi, les registres verticaux ne sont pas pollués longtemps par les électrons en excès qu'engendre une forte illumination. Le phénomène de *smear* est donc absent sur une structure FIT.

Figure 4.17 Structure d'un CCD à transfert d'image interligne (FIT)



Dans un capteur de type FIT, les charges accumulées sont d'abord transférées durant la suppression trame dans des registres verticaux (comme dans la structure IT). Puis elles sont toutes envoyées simultanément dans une zone mémoire (comme dans la structure FT).

Le capteur FIT a entre autre pour avantage l'absence du phénomène de « smear ».

2.2) Expliquez le phénomène de smear.
Réponse : (Bellaïche) :

Le *smear*

Le défaut de *smear* est caractéristique d'un capteur IT (surtout sur les premières générations). Il se traduit à l'image par une raie verticale blanche, ou plus rarement rouge, traversant une zone très lumineuse, tel un projecteur ou un phare de voiture. Il est dû à la pollution du registre vertical par des électrons parasites générés par un excès de lumière, qui viennent s'ajouter aux données utiles au cours de leur transfert. Deux raisons expliquent cette diffusion de charges. La première est que la capacité du canal d'évacuation OFD, certes prévue pour drainer un excédent d'électrons en cas de forte lumière, est assez limitée. Ainsi, dans les cas extrêmes, c'est-à-dire pour des niveaux d'illumination supérieurs à dix fois le niveau nominal, certaines charges ne peuvent être canalisées par ce conduit et atteignent le registre à décalage vertical, malgré les blindages par les barrières de potentiel qui le protègent. Là, elles s'écoulent lentement, puisque le déplacement dans ces registres s'effectue par décalage d'une ligne vers le bas à chaque suppression horizontale. D'autre part, les électrons générés par des rayons lumineux de longueur d'onde élevée – proche de l'infrarouge –, issus de sources chaudes, peuvent pénétrer en profondeur dans la structure de la cellule et s'introduire par le bas dans le registre vertical dont elles modifient le contenu. C'est la seconde explication du *smear*.

2.3) Justifiez l'absence de ce défaut avec ce type de capteur.
Réponse :
Les charges sont transférées directement des photosites aux colonnes de registres verticaux (masqués donc plus de nécessité d'avoir un obturateur mécanique) puis toutes envoyées simultanément vers la zone mémoire.

3. La tête de caméra

Le synoptique de la tête de caméra est fourni aux **documents N°3a,3b et 3C**.

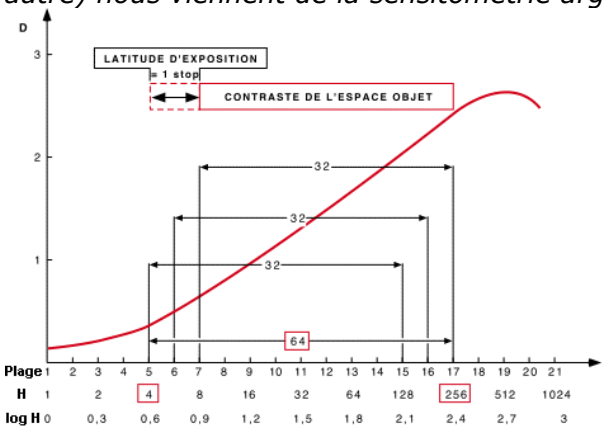
3.1) *Expliquez le rôle des fonctions repérées B,* C et *D*

Le mode d'acquisition des images s'effectue selon le standard « 1080 - 24P ».

3.2) *Que signifie le terme « 1080 - 24P » ?*
Réponse :
Format d'image TV de 1 080 par 1 920 lignes, avec balayage progressif à 24 Hz qui est la fréquence d'aquisition d'une image cinématographique.

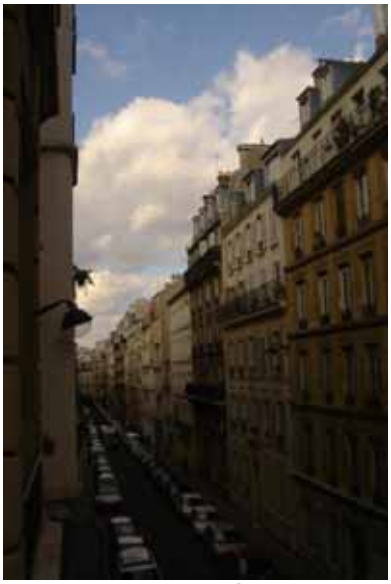
Le constructeur donne une latitude d'exposition (ou étendue utile) de 6 diaphragmes.

3.3) Que représente cette caractéristique ?
Réponse :
Ces notions de latitude de pose (ou d'exposition) et d'étendue utile (notions qui n'ont rien à voir l'une avec l'autre) nous viennent de la sensitométrie argentique.

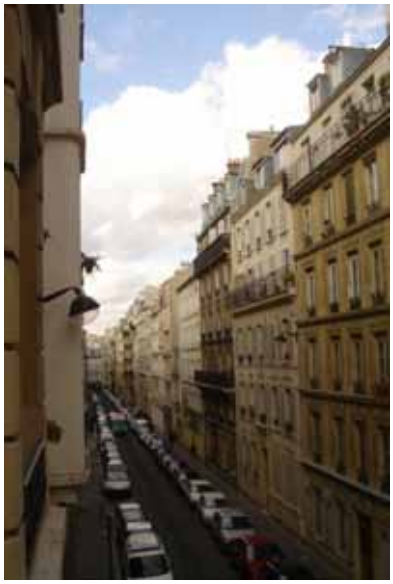


Par étendue utile, on peut comprendre contraste de l'espace objet fidèlement reproduit.

Sur ces photos, le contraste de l'objet est très grand (6 EV, intervalle de luminosité de 1 à 64). La latitude d'exposition est nulle, l'opérateur doit trouver l'exposition juste pour obtenir le rendu le plus harmonieux (avoir du détail dans les parties claires et foncées en gardant des nuages très clairs et la rue, qui est étroite, relativement sombre).



sous-exposée



exposition correcte, latitude de pose nulle

sur-exposée.

Latitude de pose (ou d'exposition)

Trois cas peuvent se présenter :

1. *Le plus fréquemment, l'écart des brillances extrêmes du sujet est inférieur à l'intervalle de pose correcte.*
    - *La latitude de pose est d'autant plus grande que le sujet est moins contrasté, en vidéo, l'exposition doit être choisie en tenant compte des hautes lumières.*
2. *L'écart des brillances extrêmes est égal à l'intervalle de pose correcte. Il n'y a aucune latitude de pose, la durée d'exposition doit être déterminée avec précision.*
3. *L'écart des brillances extrêmes est plus grand que l'intervalle de pose correcte. Dans ce cas, il devient impossible d'enregistrer convenablement à la fois les hautes lumières et les ombres. On se trouve dans la nécessité de sacrifier une partie des valeurs extrêmes en conservant celles estimées les plus intéressantes, éclairer les parties sombres ou filtrer les parties claires.*

Nous voyons là que parler de latitude d'exposition de 6 diaphragmes ne peut qu'engendrer la confusion dans les esprits.

Le constructeur indique une étendue utile de 6 diaphragmes, on peut dire que pour cette caméra, l'écart des brillances extrêmes, fidèlement reproduites, sera de 6 diaphragmes soit un écart de luminance de 1:64 ou un écart de densité de 1,8.

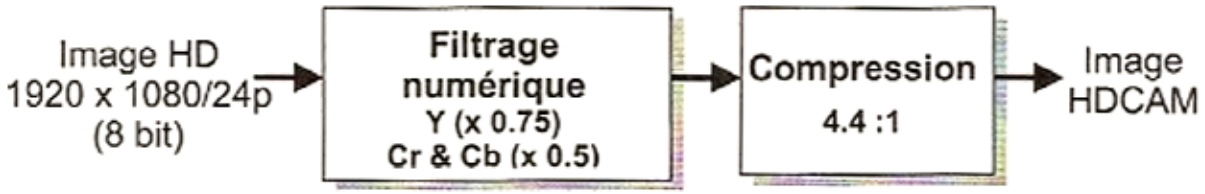
Note : Avec cette caméra, si l'objet présente un contraste de 1:64 en luminance, la latitude de pose sera nulle. Avec une exposition correcte, l'image sera fidèle à l'objet.

Pour certaines prises de vues des paramètres internes à la caméra sont ajustés par l'intermédiaire d'une télécommande RM-B750.
Le **document N°4** présente la « page 1/8» des réglages disponibles (telles qu'elles apparaissent avec la télécommande RM-B750).

3.4) ***Précisez le rôle des 5 réglages repérés par une flèche sur le document N°4****.*
Réponse (voir le fichier hdwf900.pdf
Detail :
Crispening *: Sets the level for suppressing the noise components contained in the detail signal.*
Level Dep *: Sets the level for suppressing the detail amont in the dark part.*
Skin detail :
Width *: Sets the width of color hue in which the skin detail function works.*
Gamma / Knee *:*
Knee point *: Sets the knee point level when the settings of the auto knee function of the R, G, B and master are OFF.*
Knee slope *: Sets the knee slope level when the settings of the auto knee function of the R, G, B and master are OFF.*

4. L'enregistreur HDCAM

Le synoptique ci-dessous représente les 2 principaux traitements réalisés sur l'image HD pour obtenir son enregistrement au format HDCAM.



4.1) Calculez les résolutions en luminance et en chrominance de l'image après le filtrage numérique.
Réponse :
La résolution horizontale sera Y = 1440 pixels
C = 960 pixels

4.2) Calculez en Mo le poids d'une image HDCAM.
Après filtrage :
(1440 x 1080 x 8) + [2 x (960 x 1080 x 8)] = 29 Mbits
Après compression : 29 030 400 / 4,4 = 6,59 Mbits soit ***0,825 Mo***

4.3) Calculez le taux de compression total (filtrage + compression).
Avant filtrage : (1920 x 1080 x 8 x 3) = 49,77 Mbits soit 6,22 Mo
Le taux de compression total est de 7.5

5. Eclairage

Un plan-séquence est tourné en décor réel (intérieur : salle de séjour couloir- bureau).
Les sources de lumière prévues sont :

- salle de séjour : 2 bug-lite avec chimera (HMI 400 W - ballast cos φ= 0.95)
  3 projecteurs Arri Daylight (HMI 575 W - ballast cos φ = 0.90)
- couloir : 2 projecteurs « Black Jack » (600W)
- bureau : 2 kinoflo (chacun : 2 x 55W cos φ = 0.85)
  2 projecteurs TH 800 W.

- L'appartement est équipé d'un compteur 63 A.
- Le circuit prise de la salle de séjour est protégé en 16 A (5 prises)
- Le circuit prise du bureau et couloir en 10 A (5 prises).

Avant tout branchement, vous devez vérifier si la puissance demandée par les sources de lumière est compatible avec la puissance pouvant être délivrée par la ligne « salle de séjour » et la ligne « bureau – couloir).

- ***5.1) Calculez la puissance active appelée sur chacune des lignes (salle de séjour, bureau + couloir) ; Si on néglige l'influence du cos φ, peut elle être supportée par chacune des lignes et l'ensemble de l'installation électrique de l'appartement ?***

  Réponse :
  Le circuit salle de séjour est protégé en 16A. Nous disposons donc dans cette salle une puissance active de 16 x 220 soit 3,5 Kw
  En négligeant le cos φ, nous pourrons brancher les 2 bug-lite (HMI 400 W) et les 3 projecteurs Arri Daylight (HMI 575 W) soit
  2 x 400 + 3 x 575 = 2,5 KW

  Le circuit bureau et couloir est protégé en 10A. Nous disposons donc dans cette partie de l'appartement d'une puissance active de 2,2 Kw.
  En négligeant le cos φ, nous ne pourrons pas brancher l'ensemble des projecteurs souhaités soit 2 projecteurs « Black Jack » (600W) +
  2 kinoflo (chacun : 2 x 55W) + 2 projecteurs TH 800 W
  soit 2 x 600 + 2 x 2 x 55 + 2 x 800 = 3 KW
  Il faudra brancher un des projecteurs TH 800 du couloir dans le salon.

5.2) Quelle est l'influence du cosφ sur l'intensité électrique consommée ? Justifiez.

Réponse :
Tous les appareils fonctionnant en courant alternatif et comprenant un circuit magnétique absorbent deux formes d'énergie :

- *une énergie dite active, qui se manifeste par un travail sur l'arbre d'un moteur par exemple.*
- *une énergie dite réactive, qui ne sert qu'à aimanter le fer du circuit magnétique (ici les ballasts).*

A chacune de ces énergies correspond un courant actif, en phase avec la tension du réseau et un courant réactif, appelé aussi courant magnétisant. Celui-ci étant déphasé de 90° en arrière par rapport au courant actif. Les deux courants actif et réactif se composent vectoriellement pour former le courant apparent, déphasé d'un angle Phi par rapport au courant actif. Ce courant dit apparent est cependant bien réel, puisque c'est celui qui parcourt les divers conducteurs du circuit, depuis la source jusqu'au récepteur inclus, et qui provoque entre autre l'échauffement de ces conducteurs, donc les pertes d'énergie par effet joule.
Pour une même puissance utile fournie par un appareil électrique, il faut transporter dans tous les circuits électriques une intensité d'autant plus grande que le Cos Phi est faible, cela entraîne :

- *Une augmentation du montant de la facture EDF.*
- *Une surcharge ou un surdimensionnement de l'installation.*

Note :
LE FACTEUR DE PUISSANCE EST LA PROPORTION DE PUISSANCE ACTIVE DANS LA PUISSANCE APPARENTE. Nous pouvons donc dire, et puisque le facteur de puissance est égal au rapport de la puissance active par la puissance apparente que ***le facteur de puissance est égal au Cosinus Phi****.*

Un des ballasts comporte un défaut qui peut entraîner un risque électrique par contact indirect.

5.3) ***Qu'est-ce qu'un contact indirect ?***

Réponse :

Lorsqu'une masse est mise accidentellement sous tension.

5.4) Quel dispositif doit être présent au niveau de l'installation électrique de l'appartement pour protéger de ce risque électrique ?

Réponse :

Mise à la terre de ces masses et dispositif différentiel à courant résiduel

Un filtre « ¼ CTO » (Mired Shift : +64) est apposé sur les projecteurs HMI «ARRI Daylight».

5.5) Calculez la température de couleur après apposition de ce filtre sur le projecteur.

Réponse :

Soit T_1 la température de couleur du projecteur exprimée en kelvin soit 5500 et T_2 la température de couleur de la lumière filtrée avec le ¼ CTO. Appliquons la formule $10^6(1/T_2-1/T_1) = +64$ Mired

$10^6(1/T_2-1/5500) = +64$

$T_2 = 1000000/(64+182)$

$T_2 = 4065$ Kelvin

7. Caméra HDR-HC1

Un making-off de ce long métrage est réalisé avec un caméscope HDR-HC1. Les principales spécifications de ce caméscope sont fournies au document N°6.

Ce caméscope utilise un capteur C-MOS.

7.1) Donnez les principales différences structurelles entre les technologies CCD et C-MOS.

Les CCD (Charge coupled devices) sont avant tout des composants intégrés qui permettent le transfert individuel de paquets de charges électriques sur une certaine distance physique, tout en conservant l'intégrité de chaque paquet. Dans le processus de construction du signal vidéo, ils collectent les charges photoélectriques et organisent leur succession dans un ordre simulant un balayage de la surface photosensible.

Les capteurs CCD nécessitent la mise en œuvre d'un process de fabrication particulier et imposent un adressage séquentiel de l'ensemble des points de l'image. La conversion charge -> tension et l'amplification du photosignal se fait juste avant la sortie.

Au contraire, les capteurs Cmos utilisent une méthode de traitement décentralisé au niveau de chaque photosite, mettent en œuvre un process standard et autorisent l'accès aléatoire à chaque point de l'image, ainsi que l'intégration de fonctions de haut niveau. Le concept de base est celui de « pixel actif » (ou APS pour active-pixel sensor), qui associe au sein de chaque photosite au minimum un capteur de lumière (photodiode ou condensateur Mos photosensible) et un amplificateur. Une matrice de commutation répartie sur l'ensemble de la puce permet d'accéder à chaque point. Des fonctions plus avancées peuvent aussi être intégrées soit localement (obturateur électronique constitué par un échantillonneur-

bloqueur au niveau de chaque site), soit ailleurs sur la puce (convertisseur A/N, générateur de synchronisation vidéo, DSP...).

Les capteurs Cmos ont des avantages déterminants : ils ont un coût très favorable et des résolutions potentiellement très élevées. Néanmoins, leur gros inconvénient est d'avoir un ***facteur de remplissage*** *d'emblée inférieur à celui des CCD. Il en résulte qu'à taille équivalente, le capteur CMOS est moins adapté que le capteur CCD pour les applications scientifiques et industrielles délicates en faible lumière.*

- *le « fill factor » ou facteur de remplissage est le rapport de la surface sensible à la surface totale du circuit intégré.*

La compression des données vidéo s'effectue selon l'algorithme MPEG-2 MP@H-14 avec un GOP de 6.

7.2) A quoi correspond un « GOP de 6 » ?

Réponse :
Le HDV utilise l'encodage MPEG-2. Ce qui signifie que la caméra n'enregistre pas chaque image vidéo comme une image complète. Elle enregistre des images clés (key frames ou Intra) espacées dans le temps et juste assez d'informations supplémentaires pour permettre de recréer le reste. La vidéo décrite depuis une image clé jusqu'à la suivante s'appelle « Group of Pictures » (ou GoP). Elle est composée de trois types d'images : Iframe, P-frame et B-frame (intra, prédite et bi-directionnelle).
Un GoP HDV type de 6 images donnera donc ceci :
I B B P B B, où seule l'image I contient les informations de toute l'image. L'image P (prédite) ne possède que les éléments de l'image différents de l'image I (Intra), elle est donc partielle et construite par comparaison. Les images B (bi-directionnelle) sont calculées à partir des images qui l'encadrent donc entre intra et prédite.

Ce caméscope peut lire des cassettes comportant des informations au format HDV 1080i (HD2) ou HDV 720p (HD1).

7.3) Quelles sont les principales différences **entre** *les structures 1080i et 720p*

Réponse :
La structure 1080i (i pour interlaced soit entrelacée) est une image réalisée à partir de deux trames entrelacée de 540 lignes.
La structure 720p (p pour progressive) est une image de 720 lignes en affichage progressif. Cette dernière méthode issue de l'informatique impose un rafraichissement plus élevé afin d'éviter le scintillement.

Document N°1 : *Optimo* 12x9.7 HD

THE **REFERENCE :**

- Todav's digital fiimmakers have required the same lenses that are also available in film. Corning from the outstanding OPTIMO 24-290 35mm lens, the OPTIMO HD 12 x 9.7 is the inevitable lens for HDTV productions.

•

35mm FILM DESIGN :

- The OPTIMO 12 x 9.7 HD lens features a new optical design that propels its performance above and beyond virtually any lens, based on its outstanding original 35mm Film design.

•

HUGE RESOLUTION :

- The resolution of the lens is far superior of the quality of any HD Camera available on the market: the performance of this lens is only limited by the capabilities of the cameras they will use with.

OUTSTANDING PERFORMANCES:

The OPTIMO 12 x 9.7 HD lens rivals the highest performing HD prime lenses, with :

- An extremely fast aperture speed F1.4 (T1.6)
- An impressive contrast and colour reproduction
- A constant superior level of optical performance all across its entire zoom range. at any position
- **No ramping. no breathing.**
- **Inner focus**

SUPERIOR FILM MECHANICS :

- The OPTIMO is further distinguished by its superior film mechanics, designed for both precision and durability - another Angenieux exclusive.

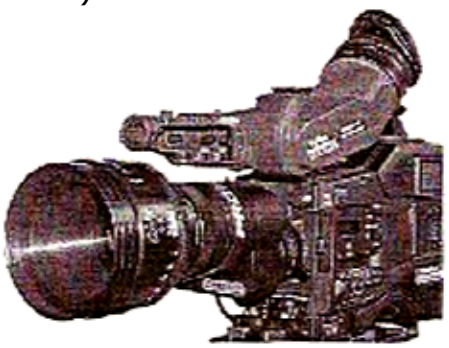
PRECISION:

- Lame and precise calibrated locus engraving arc available in meters or fret.

SPECIFICATIONS:

REFFERENCE	12 x 9.7 HD
FORMAT	HD 16/9
GEO/v1ETRIC APERTURE	f/1.4
PHOTOMETRIC APERTURE	T1.6
HORIZONTAL FIELD ANGLE	52.7° _4.7°
MINIMUM OBJECT DISTANCE	0.8 m (2.62')
WEIGHT	11 kg (24_25 lbs)

Document N°2 : PR035 Digital (P+S Technik)



Digital Image Converter for 2/3" Cameras
The Pro35Digital Image Converter allows broadcast videographers and digital filrnmakers to attach any Arri PL mounted prime 35mm film lens to their high definition (HD) or standard definition (SD) 2/3" video camera to obtain the three-dimensional quality of a 35mm film camera on videotape.

Benefits:

With this convergent device, a 2/3” video camera can capture the same depth of field, focal length and angle of view as 35mm film. No longer restricted by a limited number of video lens options, a 2/3" video camera operator can now get creative with hundreds of lens choices that up to now were the exclusive realm of 35mm filmmakers. By offering the three-dimensional quality of film, the Pro35Digital Adapter dramatically expands the look, definition and potential use of both HD and SD 2/3" format video.

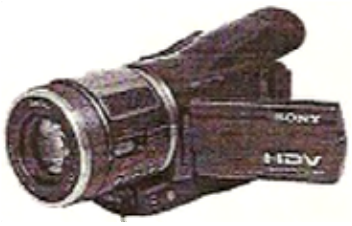
How It Works:

The Pro35Digital projects the 16 x 22 mm image produced by a 35mm lens onto an specially designed, eccentrically moving ground glass. This image is then relayed to the 2/3 inch sensor of the electronic camera on a reduced scale while maintaining depth-of-focus and angle-of-view. Contrast is improved and colors have a more natural appearance.

Document N°4 : Page « 1/8 » des réglages disponibles avec la télécommande Rm-B750

Page	Menu	Control Item	Fonction
Paint 1/8	Detail	Level	Adjusts the HD detail level
		Limiter	Adjusts the HD detail limiter
		⇨ **Crispening**	----------
		⇨ **Level Dep**	----------
		Detail OFF	Turns the HD detail ON / OFF
	Skin Detail	Level	Adjusts the skin detail level
		Phase	Adjusts the skin detail phase
		⇨ **Width**	----------
		Saturation	Adjusts the skin detail saturation
		DTL Gate #	Turns the skin detail gate ON / OFF (each chanel)
		Auto Hue #	Execute the skin detail auto hue setup (each chanel)
		Skin DTL #	Turns the skin detail ON / OFF (each chanel)
	Flare	R/G/B	Adjusts the flare balance
		Flare OFF	Turns the flare ON / OFF
	Gamma / Knee	Gamma	Adjusts the master gamma
		Blk gamma	Adjusts the master black gamma
		⇨ **Knee Point**	----------
		⇨ **Knee Slope**	----------
		Gamma Off	Turns the gamma ON / OFF
		Knee Off	Turns the knee ON / OFF
Paint 2/8	White	R/G/B	Adjusts the white balance
		ATW	Executes the auto-trace white balance adjustement
	Black	R/G/B master	Adjusts the black balance
	Gamma	R/G/B master	Adjusts the gamma
		Gamma OFF	Turns the gamma ON / OFF

Document N°6 : Caméscope HDR-HC1



Sensor	
C-Mos Super HAD	
Media	
Same as DV format (DV and Mini-DV tape)	
Video	
Video signal	1080 / 50i
Resolution	1440 x 1080
Aspect ratio	16/9
Compression	MPEG-2 Video (MP@H-14)— GOP : 6
Sampling format	4.2.0
Quantization	8 bits
Bit rate	25 Mbps
Audio	
Compression	MPEG-1 (Layer II)
Sampling Frequency	48 KHz
Quantization	16 bit
Bit rate	384 Kbps
Audio Mode	Stereo (2 channels)
Interface	
Stream Interface	IEEE-1394 (MPEG-2 TS)
Playback	
1080i or 720p	

BTS Image 2007

PHYSIQUE APPLIQUÉE

PARTIE 1 - OPTIQUE

A - ÉTUDE DU SÉPARATEUR OPTIQUE D'UNE CAMÉRA

Le séparateur optique d'une caméra analyse une couleur. Dans la suite, on limitera l'étude à la décomposition uniquement des primaires rouge et verte. Le passage des deux rayons lumineux à travers le séparateur optique est donné à la **figure 1** suivante

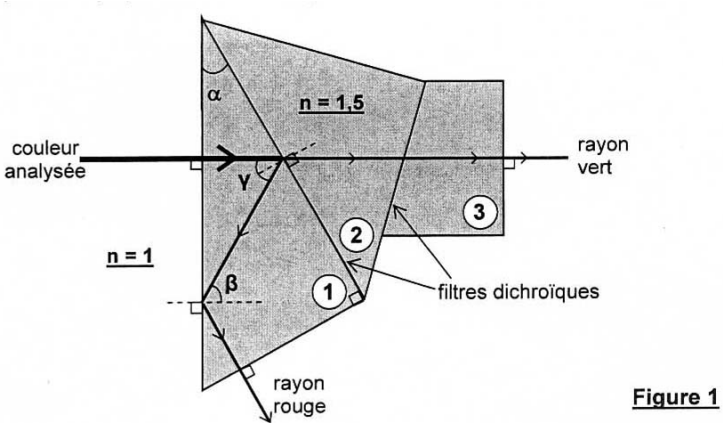


Figure 1

Les 3 parties constituant le séparateur sont en verre d'indice n = 1,5 et sont repérées 1, 2, 3.
Avertissement : la figure n'est pas à l'échelle.

1.1 **-** Quel est rôle d'un filtre dichroïque ?

Réponse :

Le filtre interférentiel dichroïque est un filtre en verre avec un traitement multicouche qui laisse passer quelques longueurs d'ondes absorbe ou réfléchit les autres. Par exemple, un filtre dichroïque peut réfléchir le bleu et laisser passer le reste du spectre. Un autre réfléchit le rouge et laisse passer le reste. Si l'on met l'un derrière l'autre ces deux filtres, il ne passe plus que le vert. Ces filtres sont très précis. Les longueurs d'onde de coupure de la télévision sont :

445 nm pour le bleu, 610 nm pour le rouge, 535 nm pour le vert.

Ici, le prisme utilise des couches dichroïques sur ses faces séparatrices, c'est-à-dire des revêtements interférentiels qui, à l'instar des traitements antireflets des objectifs, laissent passer certaines longueurs d'ondes et réfléchissent les autres. La première couche rencontrée réfléchit les radiations rouges du spectre lumineux, la seconde les radiations bleues. Les radiations vertes du spectre traversent toutes les épaisseurs du verre en ligne droite pour aboutir au capteur vert. L'action de ces revêtements dichroïques est complétée aux trois sorties du séparateur par des filtres classiques qui améliorent la sélectivité.

Plusieurs défauts typiques apparaissent au moment des réflexions sur les filtres dichroïques. Le premier est dû à l'incidence trop forte ou trop faible des rayons marginaux du faisceau sur chacun de ceux-ci. Car ce sont

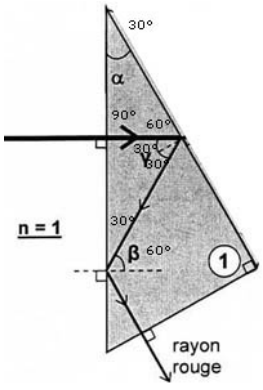
notamment les épaisseurs des 10 à 20 couches par filtre, qui assurent la sélection des longueurs d'onde. Une radiation trop inclinée sera ainsi réfléchie ou transmise de façon différente qu'un rayon arrivant dans l'axe. Ce défaut, dit de "white shading" ,produit en haut en en bas de l'image résultante deux bandes horizontales verte et magenta aux grandes ouvertures de l'objectif et doit être corrigé électroniquement. Il peut toutefois réapparaître dans certaines conditions : utilisation d'un type de zoom différent ou d'une bague d'extension notamment. Une autre conséquence de l'emploi de filtres dichroïques est l'apparition de franges colorées verte et magenta dans les parties floues de l'image. De même que pour le "white shading" l'angle d'incidence des rayons en est la cause. Le rayon supérieur du faisceau et le rayon inférieur convergent au même point à la surface du capteur pour former une image chromatiquement neutre (du blanc par exemple). Si le plan de mise au point est reculé ou avancé chacun des deux rayons va contribuer à former un cercle flou dont les parties inférieure et supérieure présenteront la dominante correspondante. Les objets flous du fond de l'image forment ainsi des points lumineux dont les parties supérieure et inférieure seront respectivement magenta et verte. Les objets flous placés au premier plan donnent à l'inverse des cercle-images magenta en bas et vert en haut. La correction d'un tel défaut est très difficile à obtenir.

On veut montrer qu'en choisissant un angle α = 30° (voir **figure 1),** le trajet du rayon rouge subit une réflexion totale à la surface de séparation entre le verre et l'air.

1.2 **-** Déterminer la valeur de l'angle γ puis la valeur de l'angle β.

Réponse :

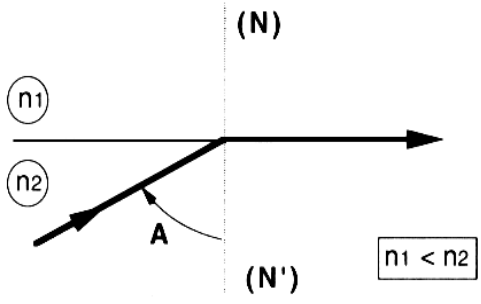
Reprenons le schéma du prisme 1 :



Il est facile de calculer les angles des triangles rectangles sachant que l'addition des trois angles fait 180°.

γ = 2 x 30 = 60°
β = 60°

1.3 - Calculer l'angle limite i_L de réflexion totale à la surface de séparation entre le verre et l'air. Justifier la réflexion totale



Réponse :
La relation de Descartes donne :
n_1 • sin 90° = n_2 • sin A (avec n_1 = 1)
sin A = n_1 / n_2 = 1 / $n_{2,1}$

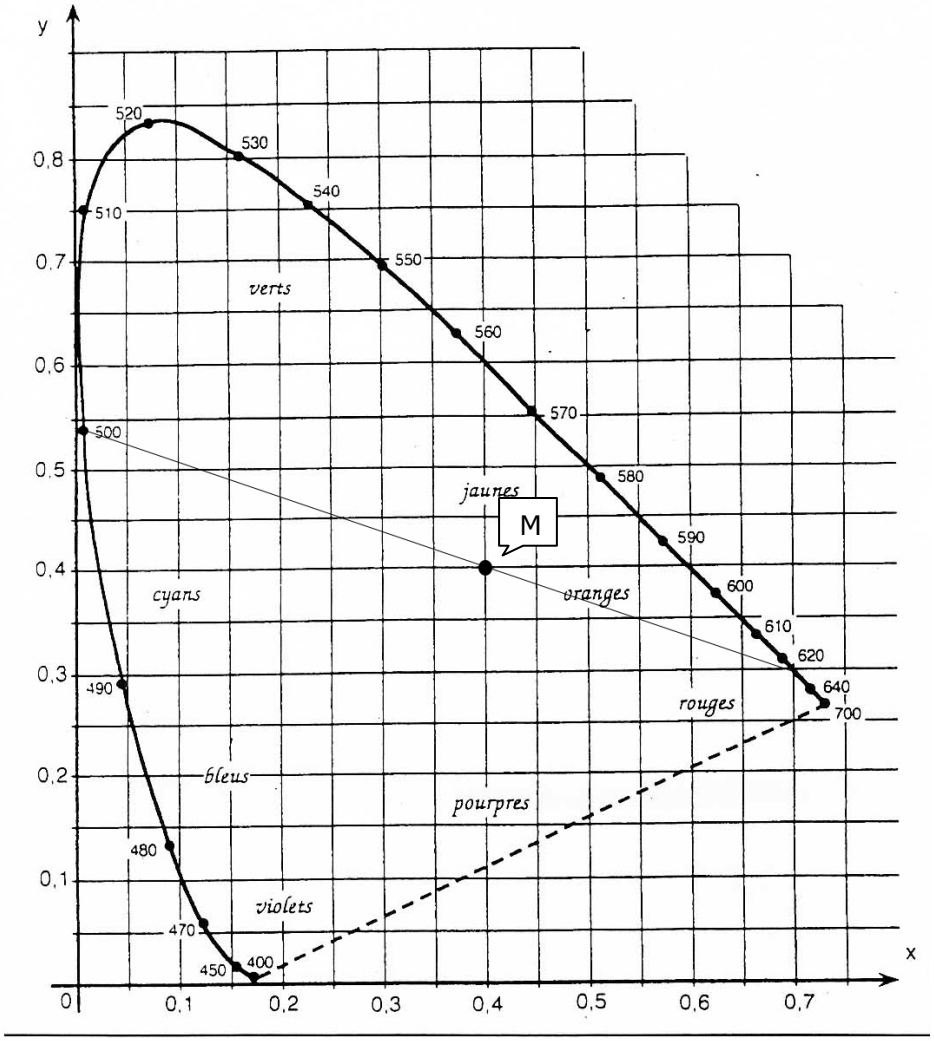
sin A = 1 / 1,5
A = 41,8°
β = 60° > A
il y a réflexion totale

B - ÉTUDE COLORIMÉTRIQUE D'UNE LAMPE À DÉCHARGE

Une source lumineuse S_1 émet deux raies monochromatiques et fournit un flux lumineux total de 2000 lm avec une température de couleur équivalente de 3200 K.
On rappelle que la température de couleur de 3200 K pour un corps noir correspond sensiblement au point M de coordonnées (x_M = 0,4 ; y_M = 0,4) dans un diagramme de chromaticité fourni en **annexe 1** - **page 7/8.**

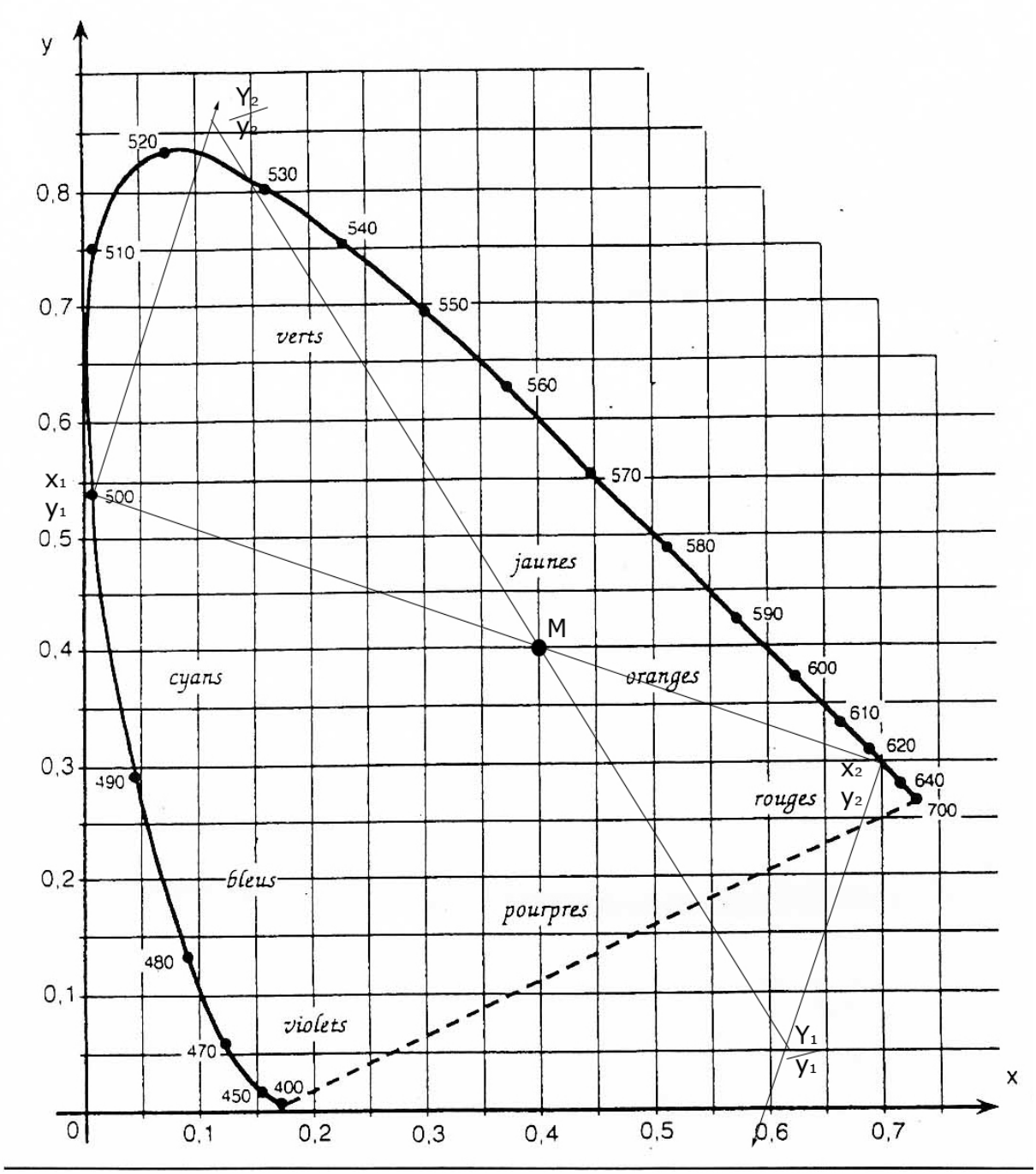
1.4 - Sachant que l'une des deux raies possède une longueur d'onde monochromatique λ_1 = 500 nm de coordonnées :
(x_1 = 0,01 ; y_1= 0,53), déduire d'après le diagramme de chromaticité fourni, la longueur d'onde λ_2 permettant d'obtenir par mélange le point M.
Déterminer ses coordonnées (x_2 ; y_2).

Réponse :



Il suffit de tracé la droite passant par les coordonnées (x_1=0,01 ;y_1=0,53) et (x_M=0,4 ;y_M=0,4). Son prolongement croise la courbe du diagramme de chromaticité aux coordonnées ***(x_2=0,7 ; y_2=0,3)*** *correspondant à la longueur d'onde* ***λ_2 = 625 nm*** *pour la deuxième raie.*

1.5 On considère les luminances L_1 et L_2 des couleurs correspondant aux longueurs d'onde λ_1 et λ_2. Montrer, à l'aide d'une méthode graphique, que le rapport L_1/L_2 vaut environ **1 6**.
Réponse :



Faisons la construction « barycentrique » avec les luminances relatives Y/y passant par le point M. Nous trouvons $(Y_2/y_2) / (Y_1/y_1) = 1,33$.
Avec $y_1 = 0,53$ et $y_2 = 0,3$, nous obtenons $(Y_2/0,3) / (Y_1/0,53) = 1,33$ ce qui nous donne $Y_1/Y_2 = 0,53 / (0,3 \times 1,33) = 1,325$.
Sachant que les luminances L_1 et L_2 correspondent à Y_1 et Y_2, on peut dire que contrairement à l'énoncé ***L_1/L_2 vaut environ 1,325.***

Les flux lumineux Φ_1 et Φ_2 émis étant proportionnels à L_1 et L_2, on peut écrire : $\Phi_1 / \Phi_2 = L_1/L_2 = 1,6$.

1.6 - Sachant que le flux lumineux total $\Phi = (\Phi_1 + \Phi_2)$ émis par les deux raies est de 2000 lm, calculer les valeurs des flux Φ_1 et Φ_2.

Réponse :
En prenant pour valeur $\Phi_1 / \Phi_2 = L_1/L_2 = 1,325$ avec $\Phi_1 + \Phi_2 = 2000$ lm
*$\Phi_1 = 1,325 \times \Phi_2$ $2,325 \times \Phi_2 = 2000$ **$\Phi_2 = 860$ lm et $\Phi_1 = 1140$ lm***

Vérification par calcul :

Pour L_1
$x_1 = 0,01$ $X_1 = 21,5$
$y_1 = 0,53$ $Y_1 = 1140$
$z_1 = 0,46$ $Z_1 = 989,5$

Pour L_2
$x_2 = 0,7$ $X_2 = 2006,5$
$y_2 = 0,3$ $Y_2 = 860$
$z_2 = 0$ $Z_2 = 0$

Pour M
*$X_M = 2028$ **$x_M = X_M / X_M+Y_M+Z_M \approx 0,4$***
*$Y_M = 2000$ **$y_M = Y_M / X_M+Y_M+Z_M \approx 0,4$***
$Z_M = 989,5$
On retrouve bien les coordonnées du point M (0,4 ;0,4)

Remarque :
Avec la valeur $L_1/L_2 = 1,6$ indiquée dans l'énoncé, les coordonnées de L_2 (x_2 ;y_2) sont en dehors du Spectrum Locus, ce qui est physiquement impossible.

1.7 - Calculer la puissance électrique P_{1e} consommée par la source S_1, sachant que son efficacité lumineuse a pour valeur $e_1 = 90$ lm.W^{-1}.

Réponse :
*2000 / 90 = **22,2 Watt***

C - ÉTUDE D'UN ZOOM 4 x 35

On s'intéresse dans cette partie à un objectif à focale variable (zoom).
Il est modélisé, sur la **figure 2** suivante, à l'aide de 3 lentilles L, L_1, L_2 de distances focales dont les valeurs algébriques respectives sont notées f, f_1 et f_2
Le réglage du zoom se fait par déplacement de L entre L_1 et L_2

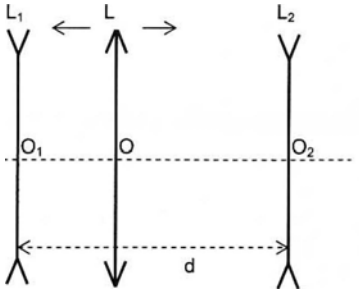


Figure 2

On donne f=19,4mm ; f_1=-25,4mm ; f_2=-30mm ; d=O_1O_2=69,7 mm.
Pour chacune des positions extrêmes, la lentille mobile L est accolée à L_1 ou à L_2

On rappelle que la vergence C équivalente à 2 lentilles L' et L" de vergences C' et C" distantes d'une longueur e peut s'exprimer par la relation suivante

C = C' + C" - e x C' x C" (formule de Gullstrand)

1.8 - Cas N°1 : La lentille L est accolée à L_1.
Calculer la distance focale f_{a1} équivalente au système accolé (L, L_1), donner la nature de cette lentille équivalente.
Réponse :
Calcul de C' : C' = -1/0,0254 + 1/0,0194 = -39,37 + 51,55 = +12,18 dioptries
f_{a1}= *1/12,18 = 82,10 mm, cette lentille est convergente*

Cas N°2 : La lentille L est accolée à L_2.
Calculer la distance focale f_{a2} équivalente au système accolé (L, L_2), donner la nature de cette lentille équivalente.
Réponse :
Calcul de C" : C" = +1/0,0194 - 1/0,03 = 51,55 – 33,33 = +18,22 dioptries
f_{a2}= *1/18,22 = 54,9 mm, cette lentille est convergente*

1.9 - On se place dans le **cas N°1**.
Sur le document réponse de l'**annexe 2 page 8/8,** tracer les rayons lumineux permettant d'obtenir l'image A"B" de l'objet AB à travers le groupe de lentille.
Avertissement le document réponse n'est pas à l'échelle.
On trace tout d'abord A'B' image de AB dans le système L'$_1$
A'B' devient objet virtuel pour L_2. A"B" est l'image de A'B' dans L_2.. Tracez une parallèle à l'axe optique passant par B'. Joindre l'intersection de cette droite avec F'_2 et la prolonger. Les rayons passant par le centre optique ne sont pas déviés, donc tracez et prolongez la droite passant par O_2 et B'. L'intersection des deux dernières droites indique la position de B". Abaissez B" sur l'axe optique pour trouver A".

1.10 - Calculer les focales extrêmes f_{min} et f_{max} correspondant aux **cas N° 1 et N° 2**
Réponse :
Cas n°1 : C = 12,18 – 33,33 – 0,0697 (12,18 x -33,33)
= 12,18 – 33,33 +28,295 = 7,145 dioptries
f_{max} = 1/7,145 = 140mm
Cas n°2 : C = - 39,37 + 18,22 – 0,0697 (-39,37 x 18,22)
= - 39,37 + 18,22 + 50 = 28,85 dioptries
f_{min} = 1/28,85 = 35mm

D - ÉTUDE THERMOCOLORIMÉTRIQUE D'UNE LAMPE À INCANDESCENCE

Une source lumineuse S_2 à incandescence est constituée d'un filament de tungstène. En première approximation, on suppose que la résistivité ρ de ce métal dépend de la température T suivant la loi

$$\rho = a.T^2 + b.T$$

avec a = $2,5.10^{-14}$ Ω.m.K^{-2} et b = $2,3.10^{-10}$ Ω.m.K^{-1}.

Le filament de cette source est modélisé par un cylindre de rayon r = 0,15 mm et de longueur L. Les dilatations linéaires du filament dues à l'élévation de température sont négligées.

On rappelle que la résistance R d'un conducteur s'exprime par la relation R = ρ . L/S ou L représente la longueur du conducteur et S sa section.

1.11 - Calculer la valeur numérique de la résistivité ρ_A à la température ambiante T_A = 300 K.

Réponse :

ρ_A = *(2,5.10^{-14} x 300^2) + (2,3.10^{-10} x 300) =* ***6,675 x 10^{-8} Ω m***

1.12 - Calculer la valeur numérique de L, sachant que la résistance du filament à cette température ambiante vaut R_A = 0,1 Ω.

Réponse :

R = ρ . L/S donc L = RS/ ρ

L = 0,1 x π r^2/ 6,675 x 10^{-8}

L = 0,105 m ***L = 10 ,5 cm***

Dans toute la suite du problème, on prendra la valeur L = 10 cm.

On suppose que le filament se comporte comme un corps noir et que la loi de Stephan rappelée ci-dessous, peut s'appliquer.

$$P_r / S_f = \sigma . T^4$$

P_r : puissance énergétique rayonnée en *W.*

S_f = 2.π. r. L : surface du filament en m^2.

T : température de couleur du corps noir en K.

Σ : constante de Stephan de valeur : σ = 1.10^{-8} dans le système international d'unité.

1.13 - Quelle est l'unité de σ ?

Réponse :

Elle est exprimée en W m^2 K^{-4}

1.14 - Établir l'expression de la température T du filament en fonction de la puissance rayonnée P_r, de la constante de Stephan σ, du rayon r et de la longueur L du filament.

Réponse :

$$T = \sqrt[4]{(P_r/(2.\pi . r. L \times 10^{-8})}$$

Un bilan énergétique fait apparaître que la puissance électrique moyenne P_{2e} consommée par la lampe correspond sensiblement à la puissance rayonnée P_r.

Dans la suite du problème, on prendra P_{2e} = 100 W.

1.15 - Calculer la valeur de la température T du filament.
Réponse :
$T = \sqrt[4]{(P_r/(2.\pi.\ r.\ L \times 10^{-8})}$
$T = \sqrt[4]{(100/(2.\pi \times 0{,}00015 \times 0{,}1 \times 10^{-8}}$
T = 3209 Kelvin

1.16 - Calculer la résistance R_f du filament à la température considérée.
Réponse :
$R_f = \rho\ .\ L/S$
$\rho_{(3200)} = 2{,}5.10^{-14} \times 3200^2) + (2{,}3.10^{-10} \times 3200)$
$\rho_{(3200)} = 4{,}8 \times 10^{-8}\ \Omega$ m
$R_f = \rho_{(3200)}\ x\ (0{,}1\ /(\ \pi \times 0{,}00015^2)$
R_f =0,68 Ω

1.17 - Calculer la valeur efficace V de la tension électrique aux bornes de la lampe.
Réponse :
$I = V/R,\ P = V \bullet I \quad P = V^2/R \quad V = \sqrt{(P \bullet R)}$
$V = \sqrt{(100 \times 0{,}68)}$
V= 8,24 Volts

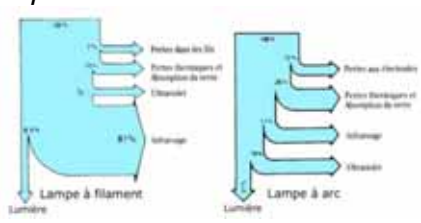
On désire maintenant comparer les caractéristiques de la source lumineuse S_1 étudiée au paragraphe B (étude de la lampe à décharge) avec la source à incandescence S_2. Les 2 sources fournissent le même flux lumineux Φ = 2000 lm pour une température de couleur T = 3200 K.

1.18 - Calculer l'efficacité lumineuse e_2 de la source S_2.
Réponse :
e_2 = 2000 / 100 = **20 lm•W^{-1}**

La loi de Wien indique que le spectre d'émission d'un corps noir de température T en fonction de la longueur d'onde présente un maximum pour une longueur d'onde λ_m tel que le produit (λ_m.T) est constant. On admet que cette relation s'applique au filament étudié.

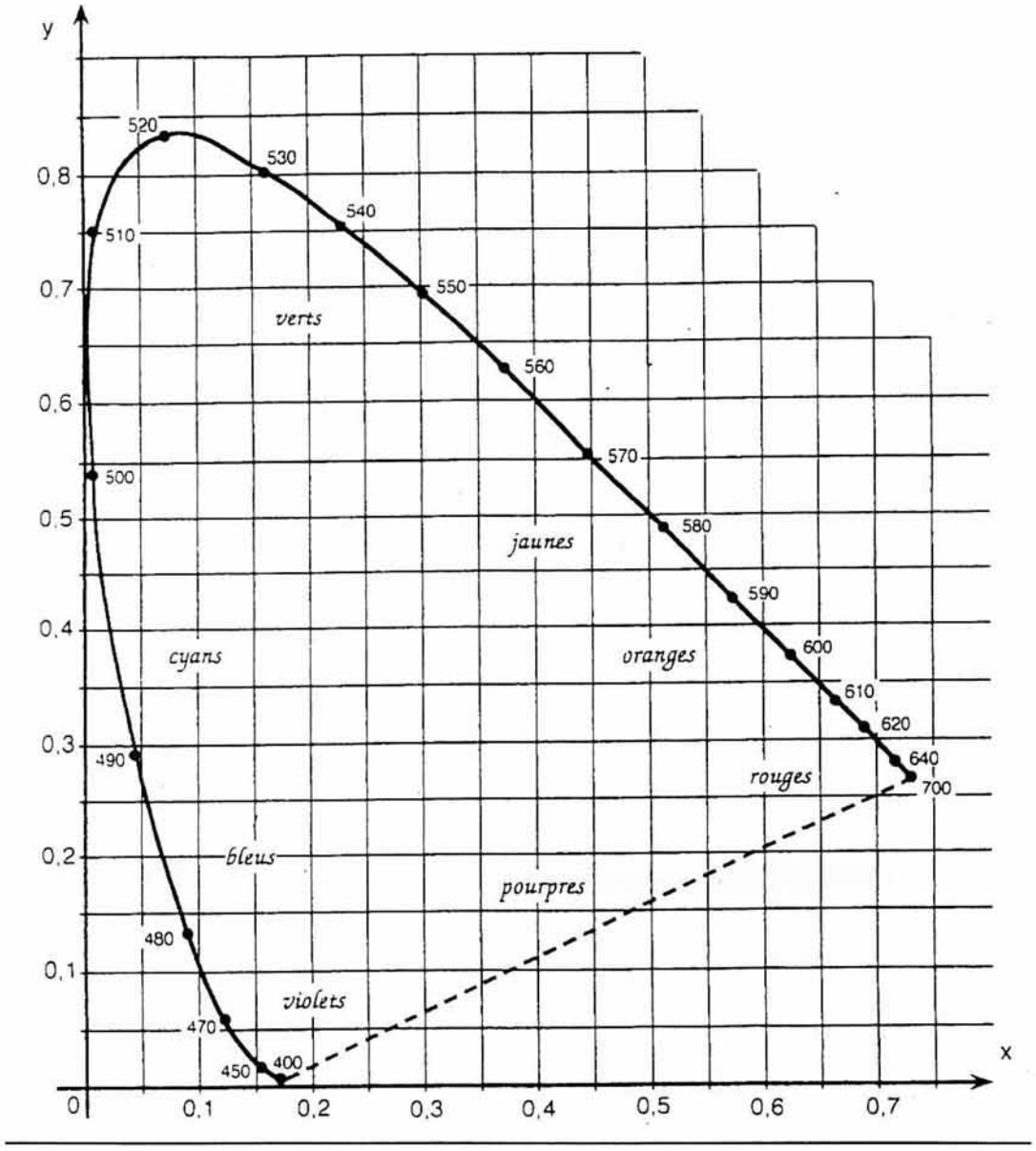
1.19 - Calculer la longueur d'onde maximum λ_m d'émission du filament pour une température de fonctionnement T = 3200 K, sachant que, pour un corps noir de température T'=5900 K, on a λ'_m = 0,474 µm
Réponse :
Pour le corps noir, 0,474 x 5900 = Constante
Pour la source S_2 chauffée à 3200K : **λ_m = 0,874 µm**

1.20 - Comment expliquer, à partir de ce résultat, la différence entre l'efficacité lumineuse e_1 = 90 lm.W^{-1} de la source S_1 et l'efficacité lumineuse e_2 de la source S_2 ?
Réponse :



La source S_2 est une source à filament (incandescence qui fournit beaucoup de chaleur) alors que la source S_1 est une source à décharge qui fournit peu de chaleur et a de ce fait un rendement lumineux bien supérieur à l'incandescence.(voir le cours sur la lumière)

ANNEXE 1


y
x
520
530
540
510
550
verts
560
570
500
580
jaunes
590
600
cyans
oranges
610
620
490
640
rouges
700
bleus
pourpres
480
violets
470
450
400
0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Académie : Session :

Examen ou Concours Série* :

Spécialité/option* : Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

Né(e) le :

N° du candidat
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

B.T.S. METIERS DE L'AUDIOVISUEL - OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE

Durée : 3 H
Coefficient : 2

Session : 2007

ANNEXE 2 - DOCUMENT-RÉPONSE

Repère : MVISP
Page : 8/8

TECHNOLOGIE DES EQUIPEMENTS ET DES SUPPORTS

PRESENTATION DU THEME D'ETUDE :

On désire réaliser un long métrage destiné à être projeté en salle, soit sur support argentique, soit en projection numérique pour les salles qui en sont équipées. Le tournage sera fait dans la mesure du possible en mode « film stream » et toutes les corrections seront effectuées en « post processing ».
Le format choisi sera le 2,37 de manière à permettre aisément l'exploitation en salle sans recadrage.

La captation est réalisée avec le matériel suivant :

- Une caméra Thomson Grassvalley LDK 7500
- Un magasin de stockage vidéo "Venon Flash Pack"
- Un magnétoscope HDCAM-SR (en mode 4 : 4 :4)
- Différents types de sources d'éclairage
- Un matériel de prise de son

1. Les objectifs utilisés pour le tournage

Les objectifs conçus pour la définition standard ne conviennent pas nécessairement pour la HD car les exigences sont différentes. Le constructeur Zeiss fabrique des objectifs conçus spécifiquement pour la HD.

1.1 Le constructeur spécifie que la valeur du MTF pour 56 lp/mm est de 90% (voir document 1),

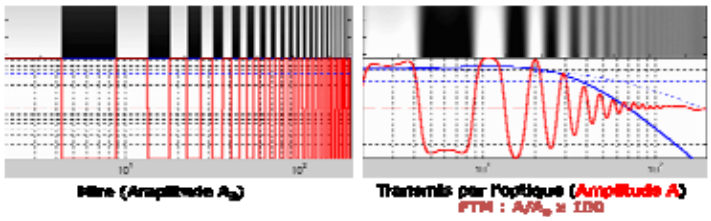
1.1.1 Rappeler la définition du MTF.

Réponse :

*MTF est un terme anglais signifiant **modulation transfer function,** sa traduction française est FTM **(Fonction de transfert de modulation).***

On peut donner comme définition :

*La **fonction de transfert de modulation** d'un objectif établit la relation entre le contraste du sujet réel et celui effectivement transmis par l'objectif. Elle exprime en fait la bande passante de l'objectif, donnée en pourcentage pour différentes valeurs de fréquences spatiales.*



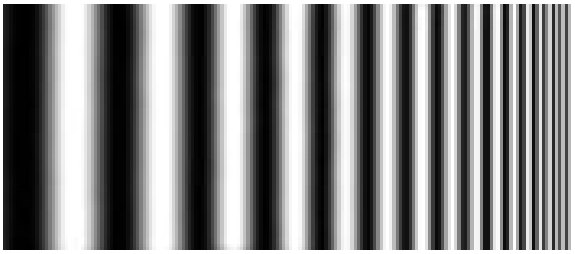
***Signification physique de la fonction de transfert de modulation :** les pertes d'amplitude des signaux sinusoïdaux d'entrée, de fréquence croissante, portées en fonction de la fréquence spatiale donnent la fonction de transfert de modulation.*

1.1.2 Que signifie le terme lp/mm ?

Réponse :

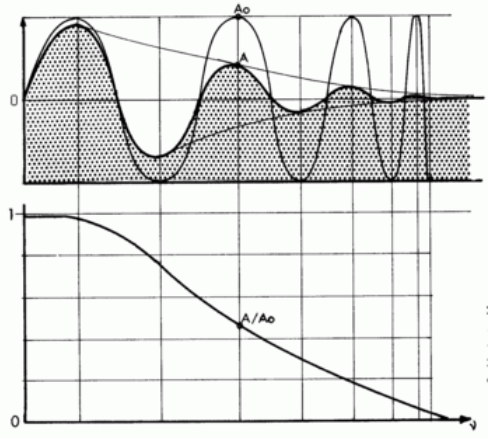
lp/mm est un terme anglais signifiant lines pairs / millimètre
*Le nombre de paires de lignes noire-blanche par millimètre – ou cycle – est appelé **fréquence spatiale**.*

1.1.3 Qu'exprime cette caractéristique ?
Réponse :

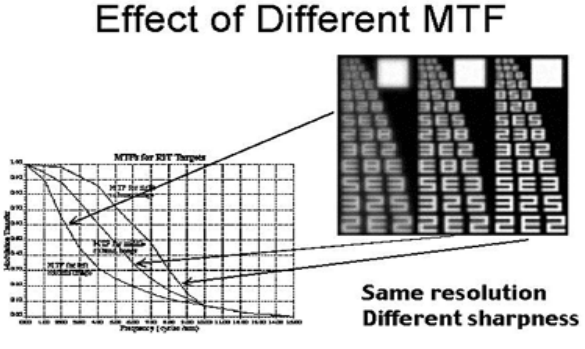


Pour tracer une fonction de transfert de modulation, on utilise une mire dont les traits de plus en plus serrés ne sont pas alternativement noirs et blancs, mais oscillent selon une loi sinusoïdale entre ce que nous appellerons arbitrairement le « noir pur » et le « blanc pur », en passant par toute la gamme des gris. Un cycle associe un noir et un blanc de la mire.

Tout ceci peut se mettre sous la forme d'un graphique semblable au suivant :



La courbe en trait fin montre que la densité de la mire oscille entre deux valeurs extrêmes, tandis que la zone grise représente la densité de l'image. On appelle A_o l'amplitude constante des variations de densité de la mire et A l'amplitude variable des densités de l'image. Le rapport A/A_o, qui diminue progressivement lorsque les traits se resserrent, caractérise la dégradation progressive du contraste de l'image et permet d'évaluer l'aptitude éventuelle de l'objectif testé à fournir des images riches en détails visibles. Il ne sert en effet à rien qu'un objectif donne des images très fouillées si elles sont trop peu contrastées pour que l'œil puisse en distinguer les éléments !
Le tracé de la courbe qui représente sa fonction de transfert de modulation renseigne bien mieux sur le comportement d'un objectif que la simple mesure du pouvoir séparateur.



1.2 Les capteurs CCD utilisés dans la caméra HD sont au format 2/3", 16/9^{e} (9,6 mm x 5,4 mm voir caractéristiques document 2).
1.2.1 De combien de pixels le capteur dispose-t-il par ligne horizontale ?
Réponse : Par ligne horizontale, le capteur dispose de 1920 pixels.

1.2.2 Comparer avec la résolution des objectifs Zeiss. Quelle est la valeur en lp/mm que l'on devrait trouver dans la caractéristique pour qu'il y ait cohérence avec le résultat précédent ?
Réponse :
En vidéo SD, les capteurs limitaient la bande passante, à environ 30lp/mm et les objectifs de qualité moyenne suffisaient.
Avec l'arrivée de la HD les objectifs conçus pour la SD ont un pouvoir de résolution limité et ne suffisent plus pour la définition HD. Les fabricants d'optiques offrent maintenant des objectifs adaptés à la HD.
Ce qui nous intéresse ici est de connaître la FTM des objectifs pour la définition maximale de la HD c'est-à-dire 1920 x 1080.
Sur cette caméra, nous disposons de 1920 pixels sur une largeur de 9,6 mm. Cela correspond à une fréquence spatiale maximale de 100 cycles/mm (ou 100 lp/mm). En effet il faut 2 pixels par paire de ligne d'où (1920/2)/9,6.
Un objectif absolument parfait aurait une FTM de 100% pour 100 lp/mm. Pour qu'il y ait cohérence, nous devrions idéalement voir indiquer la valeur 100 lp/mm pour la MTF Value dans les caractéristiques des objectifs Zeiss au lieu de la valeur 56 lp/mm.
Un résultat de 20 à 30% pour la FTM pour 100 lp/mm serait déjà assez exceptionnel.
Notons qu'il n'est pas inutile de connaitre la valeur intermédiaire pour 56 lp/mm. L'idéal serait d'avoir la courbe de transfert de modulation de l'objectif.

Le constructeur propose une série d'objectifs fixes et un objectif zoom.
1.3 Quel est l'intérêt d'utiliser un objectif fixe au lieu d'un zoom ?
Réponse :
Bien que la fabrication des zooms soit en perpétuel progrès, l'intérêt d'utiliser un objectif réside principalement dans deux domaines qui sont le poids et l'ouverture maximale du diaphragme. Le poids est essentiel surtout lorsque la caméra est portée ou montée sur un steadicam. Un grande ouverture maximale est intéressante en travail de nuit.
Secondairement on peut apprécier dans les objectifs moins de déformation et des distances minima plus intéressantes.

Lors du tournage on est amené à filmer un plan qui se trouve à 25m de la caméra, la scène faisant 16m de large.
1.4 Calculer l'angle de champ horizontal nécessaire au tournage de ce plan et choisir un objectif dans la série DigiPrime®
Réponse :
Soit x l'angle de champ pour filmer une scène de 16m de large placée à 25m de la caméra.
sin (x/2)= 8/25 = 0,32. D'où x/2 = 18,66 [excel : DEGRES(ASIN(0,32))]
x= 37°32.

*En examinant le tableau nous voyons que l'**objectif de 14 mm** couvre un champ horizontal de 38,4° en 16/9e. Il conviendra donc de l'utiliser dans ce cas.*
Remarque : L'opérateur de prise de vues dispose rarement sinon jamais d'une table de trigonométrie sur le plateau. Il existe une autre façon de faire bien plus simple dès lors que l'on connaît la taille du capteur.
Nous devons filmer une scène de 16m à 25m. La largeur du capteur est de 9,6mm. Pour déterminer la focale à utiliser, nous faisons :
16/25 = 9,6/f d'où f= (25 x 9,6) /16 = 15 mm. Nous prendrons donc l'objectif de 14mm pour être sûr de filmer la scène dans son entier.
C'est la raison pour laquelle, tous les opérateurs conservent dans un carnet les tailles des capteurs qu'ils utilisent.

2 Les capteurs CCD.

2.1 Les capteurs utilisés dans la caméra LDK 7500 sont du type FT.

2.1.1 Représenter la structure du capteur CCD et expliquer son mode de fonctionnement.

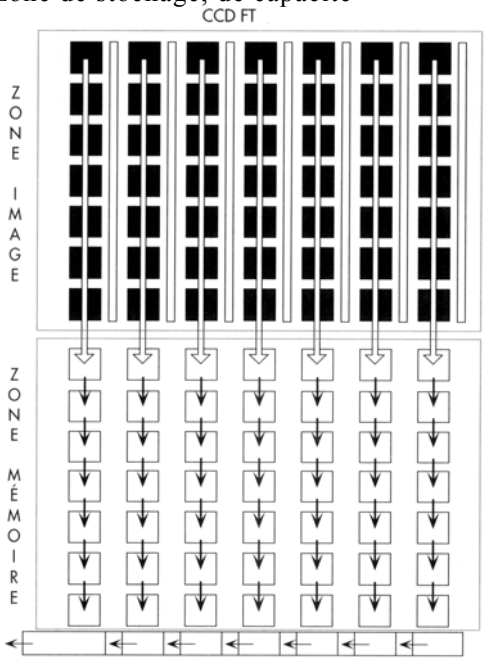
Réponse :

Un capteur HD est constitué d'un bloc de trois CCD de diagonale 2/3 de pouce et de technologie IT, FT ou FIT suivant le constructeur. Un CCD au format 1920 x 1080 comprend 2,2 millions de pixels, alors qu'un CCD au format 1280 x 720 comprend 1 million de pixels. La seule exception à la règle est le capteur des LDK 7500 qui a pour format 1920 pixels rectangulaires x 4320 lignes, conservant le format 16/9 et totalisant 9,2 millions de pixels.

(Paragraphe du Bellaïche traitant de ce sujet)

Structure d'un CCD à transfert d'image (FT) :

Un capteur à transfert d'image (FT, pour *Frame Transfert)* est caractérisé par une zone image qui n'est constituée que de photo-capteurs, sans aucun registre à décalage vertical. Au-dessous de cette surface photosensible se trouve une zone de stockage, de capacité équivalente à la zone image, à l'extrémité de laquelle prend place le registre à décalage horizontal de sortie (fig. 4.16). L'accumulation dans les photocapteurs s'effectue pendant la période trame de durée 20 ms. Quand arrive l'intervalle de suppression trame, toutes les charges descendent simultanément dans la zone de mémoire tampon, qui devient alors une copie exacte de ce qu'était la zone image à la fin du temps d'intégration. Les photo-capteurs ainsi vidés sont alors prêts à effectuer l'intégration de la trame suivante. Pendant ce temps, à chaque intervalle de suppression horizontal, les charges présentes dans la zone mémoire sont transférées ligne par ligne dans le registre horizontal. Les photo-capteurs assurent donc ici eux-mêmes le transfert vertical de leurs charges vers la zone de stockage. Cela implique de masquer cette opération par un obturateur asservi à chaque suppression trame, afin de conserver la résolution verticale. Le rendement des obturateurs optoélectroniques n'étant pas suffisant, c'est un obturateur mécanique qui est utilisé, selon un principe analogue à celui mis en place sur les caméras film ou les projecteurs de cinéma.



2.1.2 Quelle est la contrainte principale de ce type de capteur ?
Réponse :
La principale contrainte tient à la présence obligatoire d'un obturateur mécanique.

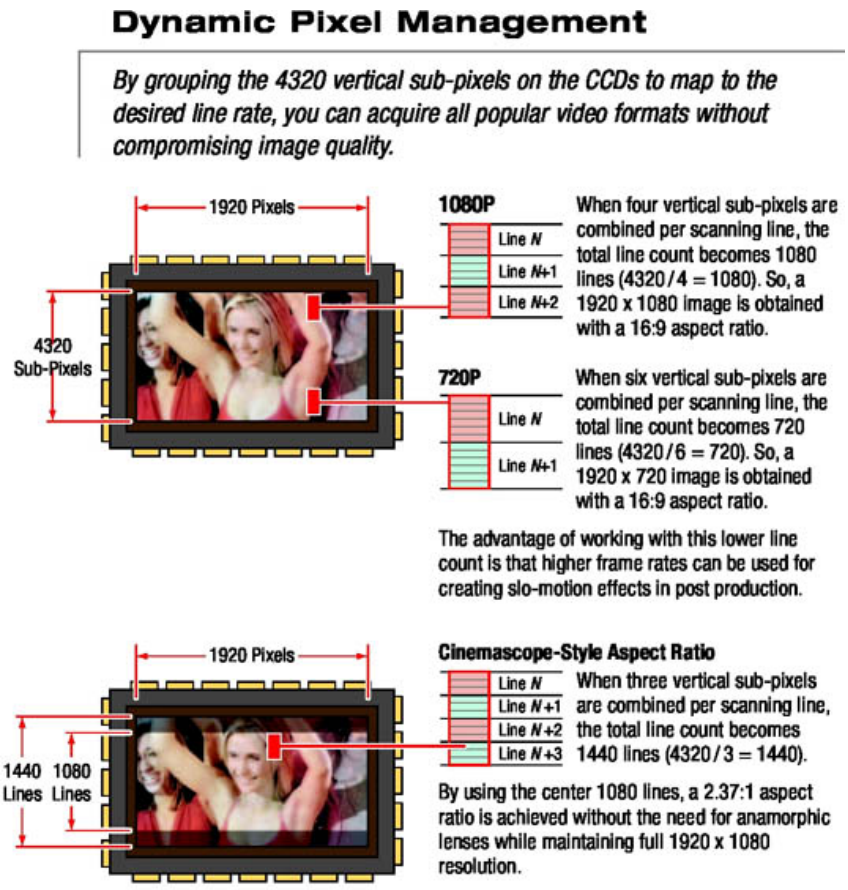
2.1.3 Pourquoi ce type de capteur est-il insensible au phénomène de « smear » ? Expliquer.
Réponse :
Le smear est caractéristique d'un capteur IT qui a un registre à décalage vertical. Lorsqu'il y a une forte zone lumineuse tel qu'un projecteur dans le champ, le défaut de smear se traduit par une raie verticale blanche. Il est dû à la pollution du registre vertical par des électrons parasites générés par un excès de lumière, qui viennent s'ajouter aux données utiles au cours de leur transfert.
Dans le CCD FT, il n'y a pas de registre à décalage vertical et l'obturateur mécanique confère au capteur FT une totale immunité au smear.

2.2 Expliquer le principe général du « dynamic pixel management ».
Réponse :
La technologie DPM est basée sur un principe de décomposition en nombres premiers. Le nombre minimum de pixels par colonne d'un format donné est déterminé par le plus petit commun multiple permettant d'obtenir, à partir du nombre de lignes du format 4320, le nombre de lignes du format inférieur. Cette approche mathématique consiste à trouver le plus petit entier positif qui soit un multiple de tous les éléments contenus à l'intérieur du groupe d'éléments du capteur. La combinaison de 3, 4 ou 6 pixels donne naissance à des « super pixels » pour les formats progressifs 1080p ou 720p. Les formats entrelacés sont obtenus par combinaison de 2 groupes de 4 pour le 1080i. Ces groupes de « super pixels » sont alors appelés « cellules image » (Image Cell).

Ce capteur par l'utilisation de trois modes différents permet de s'adapter à trois types d'images (voir document 2).

2.3 Préciser quels sont ces trois types d'images (deux en format 16/9^{e} et un en format 2,37: 1).
Réponse :
Le 1080p, le 720p, en 16/9^{e} et le mode cinémascope en format 2,37 :1

2.4 Expliquer schématiquement comment le capteur peut s'adapter à ces trois types de résolution en précisant chaque fois quel processus est utilisé.
Réponse :
La camera Viper dispose de 3 capteurs de 2/3 de pouces avec 9,2 millions de pixels chacun. L'analyse de l'image se fait sur 1920 pixels en horizontal et 4320 sous-pixels en vertical.

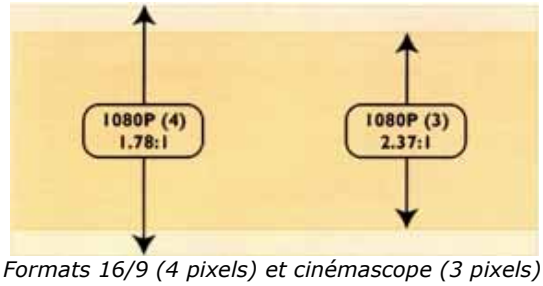


En groupant les sous-pixels verticaux, on peut ajuster la résolution verticale de l'image.

a) *1080p*
   En combinant quatre sous pixels, nous obtenons 1080 lignes actives (4320/4) et le format de l'image est de 16/9^{e} (pixels carrés)

b) *720 p*
   En combinant 6 sous-pixels verticaux, le nombre de lignes devient 720. On obtient une image en 16/9^{e} avec une définition de 1920 x 720.

c) *Cinemascope*
   En combinant trois sous pixels verticaux, nous obtenons 1440 lignes (4320/3 = 1440). En utilisant seulement les 1080 lignes centrales des 1440 lignes, on obtient le format cinemascope de 2,37 :1 sans utiliser d'objectifs anamorphiques et sans diminution de la définition de l'image.



Formats 16/9 (4 pixels) et cinémascope (3 pixels)

2.5 Sur une caméra qui ne dispose pas du système DPM, décrire les deux solutions possibles permettant d'obtenir le format cinéma 2,37.

Réponses :

La première possibilité est d'anamorphoser optiquement l'image.
La seconde est de recadrer l'image en perdant donc de la définition.

2.6 Conclure en donnant les avantages et inconvénients de chacune des solutions présentées ci dessus.
Réponses :
L'utilisation d'objectifs anamorphiques est une solution pour les caméras ne disposant pas du système DPM. L'image obtenue est alors en pleine résolution (1920 x 1080) mais anamorphosée. Ces objectifs sont chers et moins performants que les objectifs sphériques. L'image obtenue devra être désanamorphosée pour être exploitable.
Avec le système DPM, la définition est aussi pleine (1920 x 1080) et l'image en scope directement exploitable.
La seconde solution consistant à recadrer l'image présente l'inconvénient de diminuer la définition de l'image ce qui est un comble en haute définition.

2.7 La caméra peut fonctionner suivant plusieurs modes :
1080 psf, 1080 i, 720 p.
Que signifient ces termes ?
Réponses ;
1080 pour 1080 lignes, 720 pour 720 lignes
psf = « Progressive segmented Frame »
Avec le format psf, l'image progressive est divisée en deux segments avec les lignes paires dans un segment et les lignes impaires dans l'autre segment. Psf est un format vidéo Haute définition utilisé pour enregistrer et de transmettre une image progressive sur des équipements conçus pour l'entrelacé.
Le « segmented frame » assure la compatibilité et la visualisation sur un téléviseur quasi standard même si cela n'est pas parfait.
Techniquement, les segments progressifs correspondent aux trames entrelacées mais contrairement aux trames entrelacées de la vidéo il n'y a pas de décalage temporel entre les deux segments permettant de recréer les deux trames vidéo paire et impaire équivalentes. Les deux segments représentent l'image dans le même espace temps.
i = « interlaced » (deux trames paires et impaires entrelacées)
p = «progressif » C'est un balayage issu de l'informatique. Il n'y a plus qu'une seule trame de 1080 ou 720 lignes par image. Ce type de balayage est fortement recommandé pour les prise de vues destinées à être kinescopées dans le but de faire une projection sur pellicule positive argentique en salle.

3 <u>Signal numérique et interfaces SDI.</u>

La caméra LDK 7500 peut adopter deux types d'échantillonnage : 4:2:2 HD (appelé parfois 22:11:11) ou 4:4:4 HD.

3.1 Représenter la structure d'échantillonnage en 4:2:2
Réponse :

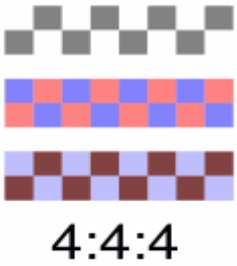
L'œil est moins sensible aux différences de couleurs qu'aux différences de luminances. En vidéo SD la luminance est échantillonnée à 13,5 MHz, les composantes de couleurs sont échantillonnées à 6,75 MHz. Le 4 :2 :2 est le niveau de codage principal de studio, utilisé dans l'ensemble des équipements numériques, ainsi que par les formats d'enregistrement

haut de gamme.
Dans les formats à haute définition, les fréquences d'échantillonnage sont typiquement plus de cinq fois supérieures à celle du 4 :2 :2, atteignant 74 MHz pour la luminance, et 37 MHz pour la chrominance.

3.2 Rappeler les fréquences d'échantillonnage utilisées en 4:2 :2 HD pour la luminance et la chrominance.

Réponse :
*Adoptée en 1995, la SMPTE-274M est la norme fondatrice de la haute définition. Elle détermine le standard, le nombre de pixels, le format d'image, la fréquence d'échantillonnage, le débit numérique commun (CDR ou Common Data Rate) de l'interface appelée HD-SDI et le nombre total de lignes de l'image haute définition, présente et à venir**. La fréquence d'échantillonnage est de 74,25 MHz en luminance et de 37,125 MHz en chrominance** pour toutes les cadences progressives et entrelacées, à l'exception des futures cadences progressives 50p et 60p qui auront une fréquence de 148,5 MHz.*

3.3 Représenter la structure d'échantillonnage 4:4:4.
Réponse :



La luminance et les composantes de couleurs sont échantillonnées à la même fréquence de 13,5 MHz en SD et 74,25 MHz en HD.
Le 4 :4 :4 est utilisé par les stations graphiques, les systèmes de traitement colorimétriques et dans certaines caméras en haute définition enregistrant le signal pleine bande (le cinéma digital).

3.4 L'interface de sortie de la caméra est normalisée en HD-SDI prévu normalement pour véhiculer un signal en 4:2:2 HD à 10 bits /échantillon. Calculer en Mo/s le débit brut d'une telle liaison.
Réponse :
Interface numérique série Haute Définition
Par analogie avec le 4:2:2, le profil HD est noté 22:11:11.
HD-SDI (Serial Digital Interface), norme SMPTE 274 M
Fréquence d'échantillonnage de la luminance : Fe = 74,25 MHz
Fréquence d'échantillonnage de la chrominance : Fe = 37,125 MHz pour Cb Fe = 37,125 MHz pour Cr
Quantification de chaque composante : 10 bits
Débit total : (74,25 + 37,125 + 37,125) x 10 = 1 485 Mbits/seconde
*Soit **186 Mo/s***

3.5 En mode « film stream » la caméra sort en 4:4:4 avec 10 bits/échantillon.

3.5.1 Calculer le débit brut dans de telles conditions
Réponse :
En RVB : (74,25 + 74,25 + 74,25)x 10 = 2 227,5 Mbits/s
*Soit **279 Mo/s***

3.5.2 Comparer au débit brut d'une liaison HD-SDI et justifier le recours à une double liaison HD-SDI entre la caméra et les équipements de stockage en 4:4:4.

Réponses :

Comment arriver aux débits requis pour le 4:4:4 avec un débit brut de 2227 Mbits/s ?

Une solution est d'employer de multiples liaisons 1,485 Gbits/s: sur la Viper en mode « Digital Cinéma », on a recours à la double liaison HD-SDI.

Les premiers équipements qui ont utilisé la double liaison sont la Caméra Thomson Viper et la caméra Sony F-950

Un moniteur permet l'affichage des signaux double liaison HD-SDI : le moniteur Sony BVM-F24U avec affichage 48/72 Hz

Dans le mode « film stream » le signal vidéo ne subit aucune correction au niveau de la caméra (ni balance des blancs, ni masking, ni gamma, ni compression des blancs)

3.6 Comparer ce mode de travail avec celui mis en œuvre dans les tournages cinéma sur pellicule argentique*.*

Réponse :

En mode « film stream », les images sont conservées en mode RAW c'est-à-dire en mode BRUT. L'image en tant que telle n'est pas exploitable mais doit être « développée ». On peut observer le même protocole en photographie numérique avec les appareils haut de gamme qui enregistrent les images en mode RAW et qui doivent être « développées » avec des logiciels comme « camera raw » ou « light room » chez Adobe.

Les fichiers RAW sont propriétaires, c'est-à-dire qu'ils sont propres au fabricant du matériel donc peu exportables vers d'autres marques.

Les données sont brutes avec beaucoup de dynamique et les possibilités de traitement immenses par contre ces fichiers sont énormes. Une fois « développés » les images sont exploitables, moins lourdes, perdent en dynamique mais gardent la même définition.

Nous avions le même protocole en film. Le négatif argentique bien exposé avait des possibilités immenses mais ne pouvait pas être projeté en salle. Les pellicules positives, tirées du négatif sont moins performantes en terme de dynamique et de définition que la pellicule négative.

Dans ce mode « film stream », les données en sortie de caméra sont codées selon une courbe logarithmique (voir document 2).

Le tableau ci dessous donne quelques points relevés sur cette courbe.

X	Niveau de quantification N	X	Niveau de quantification N
100	217	2000	867
200	367	2100	878
300	455	2200	888
400	518	2300	898

3.7 Vérifier par un calcul que l'on fera pour la valeur 200 puis pour la valeur 2000 que l'adoption d'une échelle logarithmique permet de conserver le même nombre d'échantillons de quantification pour une

même variation relative de la lumière sur toute l'étendue de l'échelle de luminance (on calculera ΔN/X dans les deux cas).

Réponse :
Lorsque l'on analyse les progression de X et de N, nous constatons que N augmente d'environ 150 quand X double. La progression de N et arithmétique, celle de X géométrique. La fonction N=f(X) est typique d'une fonction logarithmique en base 2.
Pour affiner l'analyse, faisons le tableau suivant :

	X	X/100		Log_2(X/100)	x 150	+ 217 = **N**
	100	1		0	0	217
x 2	200	2		1	150	367
x 2	400	4		2	300	517
x 2	800	8		3	450	667
x 2	1600	16		4	600	817
x 2	3200	32		5	750	967

Pour trouver N, nous prenons le logarithme (base 2) de X/100 (progression géométrique de raison 2) que nous multiplions par 150 (à chaque fois que la valeur de X double, la valeur de N augmente de 150) et auquel nous ajoutons 217 (pour X=100 ou log_2(X/100)=0, N=217).
N = log_2(X/100) x 150 + 217.
En vérification, voici ce que l'on trouve sur Excel avec ***N****=ARRONDI(LOG(****X****/100;2)*****150,5****+217;0) (indiquez la cellule à la place de X)*
La constante 150,5 donne des résultats proches de l'énoncé.

	Niveau de Quantification		Niveau de Quantification
X	**N**	**X**	**N**
100	217	2000	867
200	368	2100	878
300	456	2200	888
400	518	2300	898

Pour ΔX = +100% → ΔN ≈ 150 échantillons
Pour la valeur 200 :
200-100 → 368 – 217 = ***151***
Pour la valeur 2000 :
2000 – 1000 → 867 – [log_2(1000/100) x 150,5 + 217] = 867 – 717 = ***150***

3.8 Si le constructeur avait adopté une échelle linéaire, quel aurait été l'inconvénient en ce qui concerne la répartition des échelons de quantification pour les basses lumières ?
Justifier alors le choix fait ici.
Réponse :
Si le constructeur avait adopté une échelle linéaire, l'image aurait manqué de détail (en terme d'écarts de densité) dans les ombres (et aurait du détail superflu dans les hautes lumières).
En effet, l'œil à une réponse aux écarts de lumière qui est quasi-logarithmique. C'est-à-dire que l'œil est sensible à des écarts constants d'environ 1%. Donc plus on se situe dans les basses lumières, plus l'œil

devient sensible à des différences de lumière très faibles.
Les données en sortie de caméra sont codées avec des échelles log car elles respectent notre perception et expriment des écarts de contraste importants avec des valeurs réduites.
Le nombre d'échantillons est alors plus élevé dans les zones sombres que dans les parties surexposées.
Par ailleurs, en vidéo les zones surexposées sont particulièrement problématiques et engendrent un fort déficit d'informations, se traduisant par un très désagréable écrêtage.
C'est pourquoi des courbes de gamma spécifiques sont employées pour améliorer le comportement de la vidéo dans les hautes lumières.
L'utilisation d'une échelle logarithmique permet de mieux représenter l'importance relative des basses et hautes expositions.
***Si le constructeur avait adopté une échelle linéaire** l'opérateur dispose du réglage par le Knee et le Slope, mais ce réglage de compression des blancs n'est pas normalisé (il reste au choix de l'opérateur), il est difficile d'obtenir un transfert sur film correct (reproductible) dans les usages Cinéma. Pour cette raison, les Caméras « Digital Cinematographic Camera » comme «Viper» ou «Genesis» ont choisi une loi de transfert logarithmique parfaitement reproductible. Mais la sortie « log » n'est pas visionnable sur un CRT.*

3.9 En bas du document 2 on trouvera un schéma fonctionnel simplifié de la caméra.

3.9.1 Est-ce que la sortie film stream peut être utilisée pour un monitoring à l'aide d'un moniteur vidéo adapté au 4 :4 :4 ?
Réponse :
***Oui mais le résultat est décevant**. Le signal « FilmStream » est similaire au RGB 4 :4 :4, incluant toute la synchronisation et peut être visionné sur un moniteur acceptant des signaux double liaison HD-SDI. Mais vous observez alors une image brute sans balance des couleurs, sans ajustement du gain, sans correction de gamma ou de matriçage, et vous voyez appliqué la courbe de transfert logarithmique (cela ressemble à une correction de gamma exagérée).*
L'image a une dominante verte prononcée, manque de contraste et de saturation. Cette image a de quoi inquiéter le plus confiant des réalisateurs. Il faut se souvenir que cette image doit être travaillée en post-production et qu'elle possède une grande latitude de réglage.

3,9.2 Quel est le rôle du bloc simplified fonction processing » dans la chaîne de traitement HD- SDl viewing » ?
Réponse :
***Le rôle de ce bloc est de pouvoir appliquer quelques réglages tel que la balance des couleurs et de choisir sa température de couleur ainsi que quelques autres réglages afin d'avoir une idée approximative du résultat final**.*
Ces réglages n'ont aucune influence sur l'image enregistrée.

4 Stockage des médias.

On rappelle qu'en mode « film stream » la caméra LDK 7500 sort en 4:4:4 HD (1080 p) à 10 bits par échantillon.

4.1 Calculer le poids d'une image vidéo dans ces conditions.
Réponse :
1920 x 1080 x 3 x 10 = 62,208 Mbits soit ***7,776 Mo***

4.2 En déduire le débit net en Gbits/s nécessaire au stockage des données.
Réponse :
en mode 25 fps : 62,208 x 25 = 1,55 Gbits/s
en mode 29,97 fps : 62,208 x 30 = 1,86 Gbits/s

Quel format de magnétoscope permet-il d'enregistrer un tel débit sur cassette sans compression ?
Réponse :
Aujourd'hui, ***aucun magnétoscope ne peut enregistrer un tel débit***

Thomson propose pour le stockage de la vidéo un magasin « Venon flash pack » capable d'enregistrer quelques minutes de vidéo en 4:4:4 sans compression.(voir document 3).

4.3 Quelle est la technologie employée ici ? (on précisera sur quel type de support sontstockées les données). Quel inconvénient majeur ce choix présente-t-il par rapport à un enregistreur sur cassette ?
Réponse :
Les données sont stockées sur des ***mémoires flash****.*
Elégants (avec un look genre magasin de pellicule) ces recorders permettent d'enregistrer 10 min en 4:4:4 ou 15 min en 4:2:2 totalement non compressé.
L'inconvénient réside donc dans la ***capacité d'enregistrement limitée****. Au bout de 10 mn, vous devez transférer vos données sur un autre support ou placer une nouvelle mémoire ce qui est relativement onéreux. Cela dit les magasins de 300m en 35mm ont aussi une autonomie de 10mn et la pellicule devait être développée dans la nuit avant d'être visionnée.*

4.4 Quelle est la durée de stockage maximale en mode 4:4:4 ? En déduire par un calcul qui figurera sur la copie la capacité en Go du boîtier « flash pack ».
Réponse :
Le temps d'enregistrement en mode « Filmstream » est de 10 mn
En mode 25 fps : 1,55 Gbits/s / 8 = 194,4 Mo/s
10 mn = 600 secondes
Capacité du boitier Flash Pack : environ 120 Go

4.5 Thomson propose également l'usage possible d'un enregistreur HD-CAM SR.
Ce format permet-il d'enregistrer la vidéo en mode non compressé ?
Réponse :
Non car le HDCam SR utilise la norme ISO/IEC de compression Mpeg-4*. Cela peut paraître curieux au premier abord, car le Mpeg-4 est surtout connu pour abaisser fortement les débits de la vidéo destinée à la*

diffusion sur le Web. Comme le Mpeg-2, le Mpeg-4 est un ensemble de niveaux de compression qui comporte le Studio Profile pour la production de très haute qualité en haute résolution.
Le Studio Profile est prévu pour les tailles d'image depuis la SD (720 x 576) jusqu'au cinéma numérique, en 4:4:4 ou 4:2:2 avec quantification sur 10 ou 12 bits. La compression est uniquement intra-image et non temporelle.
Pour le HDCam SR, le circuit de compression est doublé, l'un en DPCM (Differential Pulse Code Modulation), l'autre utilisant la DCT (transformée en cosinus discrète), et agissant en parallèle. Le résultat des deux est comparé, la DPCM étant choisie chaque fois que possible car sans perte. C'est le cas par exemple des zones de l'image comportant des aplats de couleur. Dans les zones où l'image est plus complexe, c'est la DCT qui est enregistrée car plus efficace. La DCT agit sur des blocs de 8 x 8 pixels tandis que la DPCM est appliquée sur des macroblocs de 16 x 16. En progressif, la compression est intra-image, elle est intra-trame en mode entrelacé.

Le mode film stream est-il utilisable dans ce cas ?
Réponse :
***On ne peut pas exploiter le mode « film stream » avec un magnétoscope HD Cam SR**.*

5 Sensibilité et filtrage.

5.1 Quelle est la sensibilité annoncée en mode vidéo ?(document 4)
Réponse :
Le document 4 nous indique qu'en mode vidéo normal « HD Video – YcrCb » le diaphragme est de 9 pour un sujet éclairé à 2000 lux.
*Avec la formule S= (270x N²)/(Ext), nous obtenons **une sensibilité de 546,75 Iso**.*

5.2 On rappelle que la sensibilité Iso équivalente d'une caméra est donnée par la formule : $S\ iso = 270 \times \sigma^2/(E \times T)$
Dans laquelle E est l'éclairement (en lux), σ le nombre d'ouverture, T le temps de pose.

5.2.1 La caméra étant utilisée sur la position « obturateur mécanique à 310° », calculer le temps de pose en mode 1080p24.
Réponse :
t = (Ouverture/360) x (1/24)
*t = (310/360) / 24 = **0,0358 s soit 1/28e s***

5.2.2 Calculer alors la sensibilité lso équivalente en 1080p24.
Réponse :
Avec un obturateur réglé sur 310° (temps de pose 0,0358)
*S = (270 x 9²)/(2000 x 0,0358)= **305 Iso***

5.2.3 Comparer à la valeur donnée par le constructeur en mode film stream. (unité ASA = lso)
Réponse :
*La valeur 305 Iso est relativement proche de celle annoncée par le constructeur (320 Iso). **Nous en concluons que la sensibilité donnée par le constructeur (320 Iso) a été calculée avec un***

obturateur complètement ouvert (310°).

5.3 En rééquilibrant électroniquement les signaux numériques RVB en post production il est possible de corriger la balance des blancs. Cependant la saturation n'apparaît pas au même niveau pour les trois voies et le pied de courbe est affecté également. Il est alors préférable de corriger optiquement la lumière en apposant des filtres correcteurs sur l'objectif. Pour 3200K le constructeur préconise une combinaison de filtres CC60M + CC80C. (voir document 5)
Ces filtres entraînent une perte de 2,9 diaphragmes.

5.3.1 Préciser l'effet de chacun de ces deux filtres sur l'équilibre chromatique de l'image.
Réponse :
Ce sont des filtres compensateurs de couleur (qui n'ont rien à voir avec les filtres de correction de température de couleur).
Le filtre CC60M est un filtre de couleur magenta qui donne une dominante rouge et bleue de densité 0,6.
Le filtre CC80C est un filtre de couleur cyan qui donne une dominante verte et bleue de densité 0,8.
L'association revient à placer un filtre bleu équivalent au CC60B associé à un filtre cyan CC20C donc une dominante bleue très légèrement cyan.

5.3.2 Calculer la valeur en Mired du filtre CC80C.
Réponse :
Ceci est une question piège puisqu'elle n'a pas de sens. *Ce filtre ne corrige pas la température de couleur. Cela est d'ailleurs indiqué sur le document Rosco du document 5 puisqu'en face de Mired shift, il est indiqué «* ***Not Appplicable*** *»*

5.3.3 Calculer la nouvelle sensibilité en 3200K avec les filtres correcteurs.
Réponse :
Chaque valeur entière du diaphragme est un multiple de √2
L'énoncé nous dit que la présence des filtres entraîne une perte de 2,9 diaphragmes. Il faudra donc ouvrir le diaphragme en divisant la valeur nominale par $(\sqrt{2})^{2,9} = 2,73$
Avec un obturateur réglé sur 310° (temps de pose 0,0358)
$S = (270 \times (9/2,73)^2)/(2000 \times 0,0358)$
$S = (270 \times 3,2967^2)/(2000 \times 0,0358)$
$S = 2934,36/71,6$
S = 41 Iso

6 <u>Éclairages.</u>

Pour le tournage d'une scène en décor naturel, on désire employer un éclairage conventionnel à base de projecteurs Fresnels et ambiances.
On dispose de 2 projecteurs Fresnel « ARRI Studio 5000 », 1 projecteur Fresnel « ARRI T12 » et 1 projecteur ambiance « ARRI softlight 5000» (5000 W).

6.1 Calculer la puissance totale nécessaire.
Réponse :
2 x 5 + 1 x 12 + 1 x 5 = ***27 Kw***

6.2 L'alimentation se fait en triphasé 230/400 V.
Proposer une répartition des projecteurs sur les différentes phases sachant que l'on dispose de 60A par phase en justifiant votre raisonnement.
Réponse :
Nous allons brancher le ARRIT12 sur une des trois phases (55 A donc inférieur à 60A).
Nous allons grouper deux projecteurs de 5 Kw sur une deuxième phase (46A) et brancher le dernier projecteur de 5 Kw sur la troisième phase (23A).

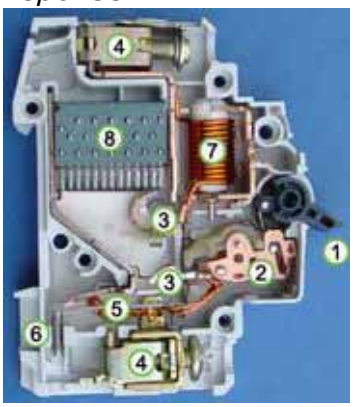
6.3 Un des projecteurs « ARRI Studio 5000 » est placé à 9m du sujet, le projecteur étant réglé en mode flood. (on négligera l'influence des autres projecteurs)
Calculer l'ouverture du diaphragme de la caméra.
(pour simplifier on considérera que l'on travaille en mode vidéo normal).
Réponse :
Dans la réponse 5.1 nous avions trouvé une sensibilité de 546,75 Iso.
Sur le document 6, nous pouvons lire que le projecteur ARRI Studio 5000 donne un éclairement de 907 lux sur un sujet placé à 9m du projecteur.
Avec la formule N = √((SxExt)/270), nous pouvons en déduire que ***le diaphragme sera 6*** *avec cet éclairement.*

6.4 Certains équipements sont raccordés sur des modules d'alimentation avec disjoncteurs

6.4.1 Expliquer ce que signifient les termes « disjoncteur » « MT » et « 16A ».
Un ***disjoncteur*** *est un organe électromécanique, voire électronique, de protection, dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique.*
MT *signifie « Moyenne tension » et* ***16A*** *signifie que le disjoncteur se déclenche avec un courant d'intensité supérieure à 16 ampères.*

Quel type de protection ce disjoncteur apporte-t-il ?
Réponse :
Le disjoncteur est capable d'interrompre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation. Suivant sa conception, il peut surveiller un ou plusieurs paramètres d'une ligne électrique. Sa principale caractéristique par rapport au fusible est qu'il est réarmable (il est prévu pour ne subir aucune avarie lors de son fonctionnement).

Dans quels cas ce disjoncteur se déclenche-t-il ?
Réponse :



Un court-circuit produit une brusque augmentation de courant. Cela se produit lorsque deux éléments ayant des potentiels différents entrent en contact direct. La forte variation d'intensité passe au travers des spires d'une bobine (7 sur le schéma). Elle produit, selon les règles de l'électromagnétisme, une forte variation du champ magnétique. Le champ ainsi créé déclenche le déplacement d'un noyau de fer doux qui va mécaniquement ouvrir le circuit et ainsi supprimer le défaut.

6.4.2 Le boîtier est également muni de deux disjoncteurs différentiels 30mA.
Que signifie ici le terme « différentiel » ?
Si une installation monophasée ou triphasée, présente un défaut d'isolement, par exemple un récepteur dont la masse est reliée à la terre, ***le courant qui entre dans le récepteur est différent du courant qui en ressort*** *(Il y a un courant de fuite à la terre). Par exemple, en monophasé, il compare l'intensité circulant dans le conducteur de phase, et celle du conducteur de neutre.*

A quoi correspond le seuil de 30 mA ?
*La différence d'intensité du courant à laquelle réagit un disjoncteur est appelée la "****sensibilité différentielle du disjoncteur****" (obligatoirement 30 mA sur les circuits terminaux domestiques), notée IΔn ("i delta n").*

Quelle protection supplémentaire ce disjoncteur apporte-t-il ?
Si, du fait de la résistance de contact, le défaut n'est pas franc, les systèmes de protection contre les surintensités, les surtensions, les baisses de tension ne fonctionnent pas, il y a risque d'électrocution par contact indirect.
Le dispositif différentiel détecte les courants de fuite. Il comporte un circuit magnétique en forme de tore sur lequel sont bobinés le ou les circuits des phases et du neutre. En l'absence de fuite ou de courant résiduel de défaut, les flux produits par les bobines s'annulent, il ne se passe rien. Si un défaut survient, le courant résiduel de défaut produit un déséquilibre des flux dans les bobines et un flux magnétique dans le tore apparaît. La bobine de mesure est le siège d'une force électromotrice (fem) qui alimente un petit électro-aimant provoquant le déverrouillage du disjoncteur.
C'est une protection supplémentaire des personnes et des matériels reliés à la terre.

DOCUMENT 1

www.digiprimes.com

Technical Data: Carl Zeiss DigiPrime® Lenses

DigiPrime® Lens Focal Length mm	T Stop	Type	Close Focus Limit (ref: film plane) Meters	Inches	Length mm	Front Diameter mm	Weight Grams	Pounds	Number of Elements	Number of Groups	MTF Value for 56 lp/mm for Infinity GN Channel	Image Angle 4:3 Hor.	Vert.	Dia.	Image Angle 16:9 Hor.	Vert.	Dia.	Focus Angular Rotation	Equivalent Super 35 Lens Zeiss ULTRA PRIME
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

Technical Data: Carl Zeiss DigiZoom® 6-24mm T1.9 Lens

DigiPrime® Lens Focal Length mm	T Stop	Type	Close Focus Limit (ref: film plane) Meters	Inches	Length mm	Front Diameter mm	Weight Grams	Pounds	Number of Elements	Number of Groups	MTF Value for 56 lp/mm for Infinity GN Channel	Image Angle 4:3 at 6mm Hor.	Vert.	Dia.	Image Angle 16:9 at 6mm Hor.	Vert.	Dia.	Image Angle 4:3 at 24mm Hor.	Vert.	Dia.	Image Angle 16:9 at 24mm Hor.	Vert.	Dia.	Focus Angular Rotation
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°

Specifications subject to change without notice.

Sharp Max™ Universal

Back-Focus Alignment Device

The ZEISS Sharp Max™ Universal is the most precise field instrument ever made to adjust and align back-focus on both standard definition and high definition B4 mount lenses. With Sharp Max Universal there's no need to light a chart or move the camera. First, the lens is set to its infinity mark with the iris wide open. Next, Sharp Max Universal is held up to the front of the shooting lens and the power button is pressed. Finally, the back-focus ring is adjusted for the finest focus in the center of the internal back lit Siemens star and the back-focus ring is locked. That's it! Infinity focus is set and the focus scales are accurately calibrated.

Weighing only 2.2 lbs. (1 kg), with a size of just 83.5mm in diameter by 280mm long, the Sharp Max Universal should be part of every camera package. A set of nine adapter rings ranging from 80mm to 130mm ensure that Sharp Max Universal will work with nearly all lenses available in B4 mount.

BURBANK • MUNICH • TEL AVIV

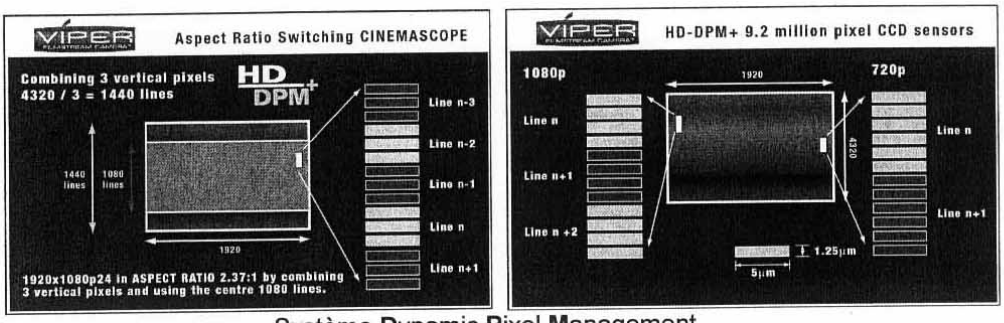
bandPRO FILM & DIGITAL INC.

POWERED BY BAND PRO™

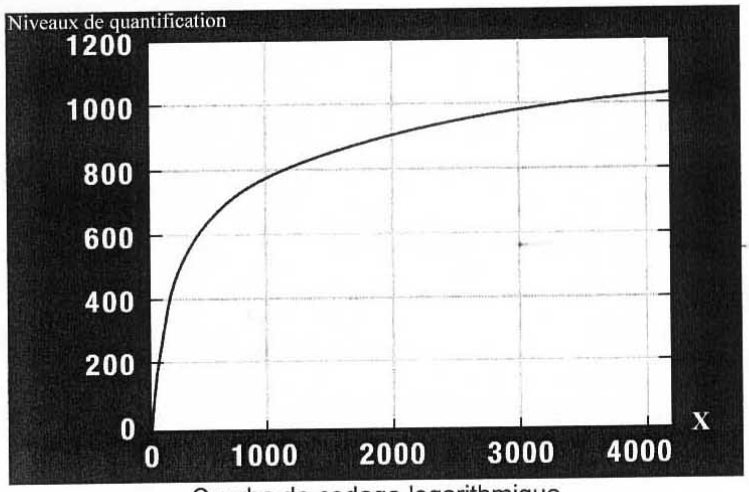
WWW.BANDPRO.COM • 818-841-9655

4.21.05.5K EC/GCA

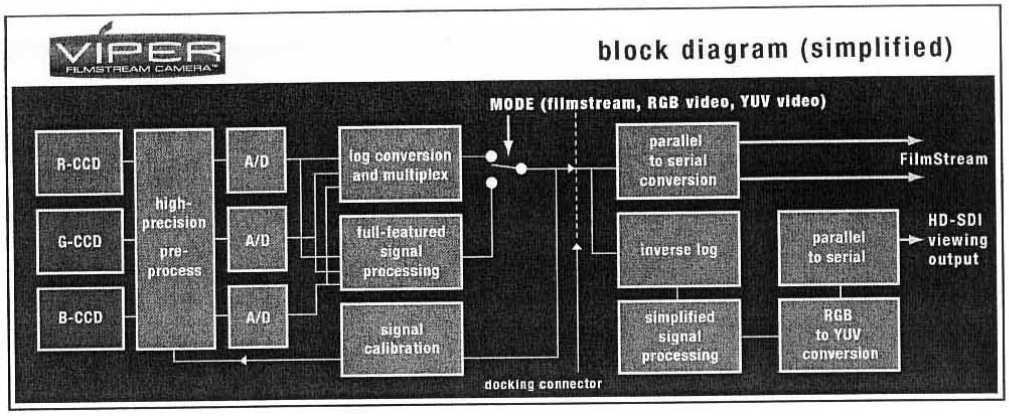
DOCUMENT 2



Système Dynamic Pixel Management

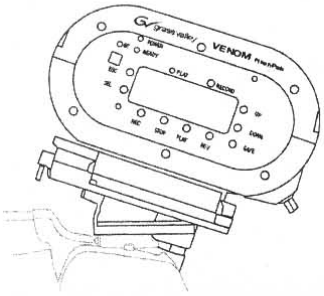


Courbe de codage logarithmique



DOCUMENT 3

DCR 4000 Venon FlashPack specifications



General	
Power requirements	battery operated: 14 Vdc or external supply: 15 Vdc, 4A max. (8A when Viper is powered from the same power supply)
Power consumption	23 W (standby), 26 W (playback), 28 W (record)
Operating temperatures	-20°C to +40°C (-4°F to +104°F)
Storage temperatures	-20°C to +60°C (-4°F to +140°F)
Weight (approx.)	2.3 kg (4.6 lbs.)
Dimensions	235 (L) x 90 (W) x 145 mm (H)
Video	
S/N ratio (Y-signal)	typical 58 dB TBC
Modulation depth	55%
Storage	
Technology	solid-state flash memory
Recorder/video format	auto-sensing to follow output from camera (all Viper modes are supported)
Quantization	10-bit
Recording time	up to 15 min (HDTV), up to 10 min (FilmStream)
Metadata	includes camera settings and user settings
Connections	
Video ouput	26-pin multicore connector
Docking connector	D-type 24 pin (7 coaxial, 23 regular)
HD-SDI output	2x BNC, SMPTE 292M, 0.8Vpp, 1.5Gb/s, 75 Ohm
Dual HD-SDI output	2x BNC, SMPTE 292M, 0.8Vpp, 1.5Gb/s, 75 Ohm
Audio monitor output	3.5mm phono jack, line level
DC input (docking plate)	XLR 4 pin male, 12Vdc
DC input (recorder)	XLR 4 pin male, 12Vdc
Reference input	1x BNC, on docking plate
Time code input	1x 5 pin LEMO input (suits Clock-It box or similar)
Bluetooth interface	provides access to metadata, transport control, clip selection and playback functions.

Repère : MVITES

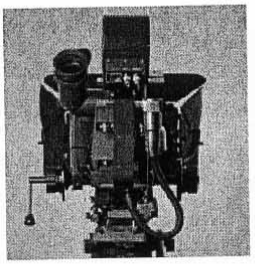
Session 2007

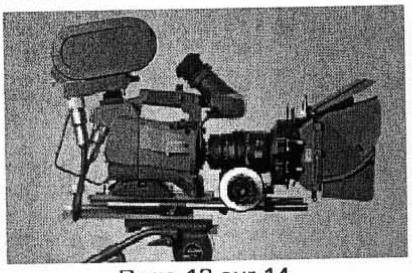
Durée : 3h
Coefficient : 2

DOCUMENT 4

Viper Specifications

FilmStream Camera Head	VIPER – Model No. LDK 7500			
General				
Power	DC 12V; 44W incl. 2" viewfinder & FilmStream/HD Compact adapter			
Temperature range	Operating: -20°C to 40°C (-4°F to 104°F); Storage: -20°C to 60°C (-4°F to 140°F)			
Weight	4.3 kg (9.6 lbs.) incl. 2" viewfinder and FilmStream/CompactHD adapter			
Dimensions	214 (H) x 125 (W) x 241 mm (L) with FilmStream/CompactHD adapter			
Camera				
Optical system	F1.4 prism			
Optical filter wheels	2x motorized wheels			
Optical filters on first wheel	Clear, 1/4 ND, 1/16 ND, 1/64 ND			
Optical filters on second wheel	Clear, four-point star, six-point star, soft focus			
Pickup device	3 x 2/3" 16:9 HD-DPM+ CCDs			
Picture elements	9.2 million pixels 1920 (H) x 4320 (V) effective			
Smear	No vertical smear			
Digital quantization	12-bit A/D			
S/N ratio in Y signal	54 dB typical (video mode, 1080i/59.94)			
Shutter	Variable shutter 90° to 310°; electronic exposure down to 1/200s			
Mode	**HD Video – YCrCb**	**HD Video – RGB**	**HD Stream**	**FilmStream**
Video outputs	Single HD SDI	Dual HD SDI	Single HD SDI	Dual HD SDI
Video sampling	4:2:2	4:4:4	4:2:2 10-bit log	4:4:4 10-bit log
Video processing	Full video processing >22 bits	Full video processing >22 bits	Limited processing (white balance only)	Not active
Color balance for video outputs	3200K, 4700K, 5600K, 7200K, auto white	3200K, 4700K, 5600K, 7200K, auto white	3200K, 5600K, native (no correction)	No correction
Color balance for viewing channel	3200K, 4700K, 5600K, 7200K, auto white	3200K, 4700K, 5600K, 7200K, auto white	3200K,5600K, native	3200K, 4700K, 5600K, 7200K, native
Aspect ratio	16:9 and 2.37:1	16:9 and 2.37:1	16:9 and 2.37:1	16:9 and 2.37:1
Sensitivity	2000 lux (186 ft. cd) at F9.0 (typical, 1080p24 video mode)	2000 lux (186 ft. cd) at F9.0 (typical, 1080p24 video mode)	Effective ASA 320 in 16:9 and ASA 400 in 2.37:1	Effective ASA 320 in 16:9 and ASA 400 in 2.37:1
Gain	-3 dB to 12 dB in 3 dB steps	-3 dB to 12 dB in 3 dB steps	-6 dB to +12 dB in 6 dB steps in the viewing channel	-6 dB to +12 dB in 6 dB steps in the viewing channel
Temporal Frequencies				
720p (with 2:3 frame repeat to give 50/59.94 Hz)	23.98 fps			
720p (with 2x frame repeat to give 50/59.94 Hz)	25/29.97 fps			
720p	50/59.94 fps			
1080p (with 3:2 pull down to give 1080i 59.94 Hz)	23.98 fps			
1080p (segmented frame output)	23.98/24/25/29.97 fps			
1080i	50/59.94 Hz			
Camera Connectors				
Front microphone input	XLR-3 female, balanced +48V selectable			
Lens connector	12-pin			
Control input	9-pin RS-232C compatible			
Viewfinder connector	20-pin			
Supplied accessories	Operator's manual			





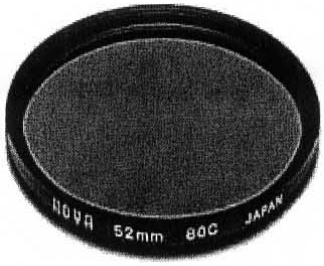
Page 12 sur 14

DOCUMENT 5

Filter 80C

These are color conversion filters for the use of daylight type color films with artificial light source.

80A increases the color temperature from 3200°K to 5500°K for the use with 3200°K lamps.
80B increases the color temperature from 3400°K to 5500°K for the use of photoflood lamps.
80C increases the color temperature from 3800°K to 5500°K for the use of clear flash bulbs.

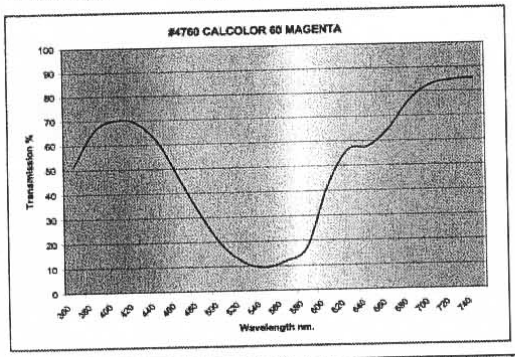


Filter 60M

ROSCO COLOR FILTER TECHNICAL DATA SHEET

COLOR FILTER: #4760 CALCOLOR 60 MAGENTA
DESCRIPTION: Color Lighting Filter. Enhances Red and Blue by Two Stops.
TRANSMISSION = 37% or -1.4 stop loss
MIRED SHIFT = Not Applicable.
CC EQUIVALENT = cc 60 Magenta

COLORIMETRIC DATA
OBSERVER: CIE 1964 10°
SOURCE: ó 'A' (tungsten)
▪ 'D65' (daylight)

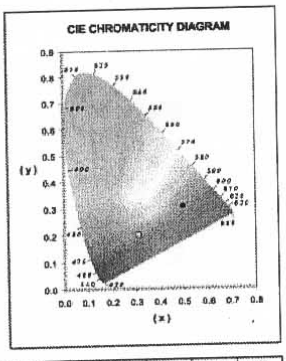


HUNTER LAB SOURCE A	
L*	68.274
A*	43.951
B*	-27.456

HUNTER LAB SOURCE D65	
L*	54.84
A*	52.795
B*	-37.233

CIE 1964 SOURCE A	
Y	26.250
(x)	0.499
(y)	0.307

CIE 1964 SOURCE D65	
Y	22.775
(x)	0.311
(y)	0.203



nm.	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740
trans %	51	66	70	69	61	46	31	19	12	10	12	17	41	56	58	65	77	83	85	85

DOCUMENT 6

ARRI Studio 5000
5000W

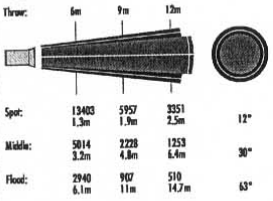
Colours:
Manual: L0.81000.B L0.81005.B
P.O.: L0.81000.I L0.81005.I

Studio 2500/5000:
Manual: L0.81000.F
P.O.: L0.81000.N

Technical Data:

Size (mm):	464H x 538W x 426L
Weight (kg):	16.1
Lamp:	CP29, 5000W, MP CP85, 5000W, BP CP32 2.5/5kW 4 PIN
Base:	G38/GX38Q
Lens size (mm):	350mm

Light Output (lux):



Accessories:
4-leaf Barndoor
L2.81200.0

8-leaf Barndoor
L2.81210.0

Diffuser Frame
L2.81220.0

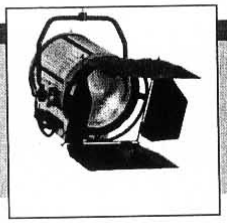
Scrim Set
L9.81230.0

Outrig Colour Frame
L2.81240.0

Snoot
L2.81225.0

Wind-up Stand with wheels
LS.6

ARRI T12
12000W

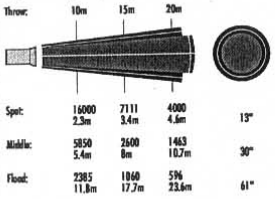


Colours:
Manual: L0.82120.SB
P.O.: L0.82120.SI

Technical Data:

Size (mm):	598H x 682W x 562L
Weight (kg):	25.5
Lamp:	KP120, MP
Base:	G38
Lens size (mm):	420mm

Light Output (lux):



Accessories:
4-leaf Barndoor
L2.82150.0

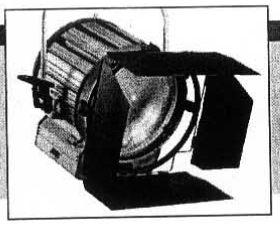
Diffuser Frame
L2.82155.0

Scrim Set
L9.82160.0

Outrig Colour Frame
L2.82165.0

Steel Super Wind-up Stand
LS.387.S

ARRI T24
24000W

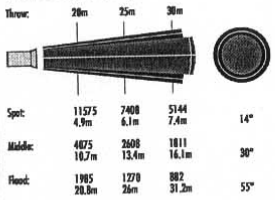


Colours:
Manual: L0.82270.B
Set with Dimmer ADM 24: L0.82270.D

Technical Data:

Size (mm):	928H x 1040W x 825L
Weight (kg):	58.5
Lamp:	KP240, MP
Base:	G38
Lens size (mm):	625mm

Light Output (lux):



Accessories:
4-leaf Barndoor
L2.71100.0

Diffuser Frame
L2.71110.0

Scrim Set
L2.71115.0

Dimmer L2.82296.0
Mains Cable L2.82297.0

15m Head to Dimmer Cable
L2.82294.0L
20m Head to Dimmer Cable
L2.82294.AL

Steel Super Wind-up Stand
LS.387.S

BTS Image 2008

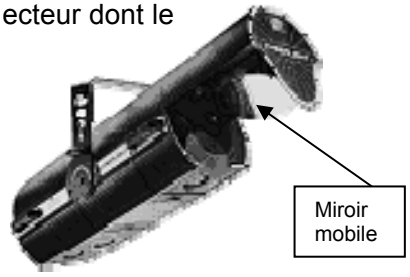
PHYSIQUE APPLIQUÉE

PARTIE 1 - OPTIQUE

Les exercices A, B et C sont indépendants

A - ÉTUDE PHOTOMÉTRIQUE

On se propose de vérifier l'une des données « constructeur » d'un projecteur dont le schéma de principe est comme ci-dessous (Fig 1A).



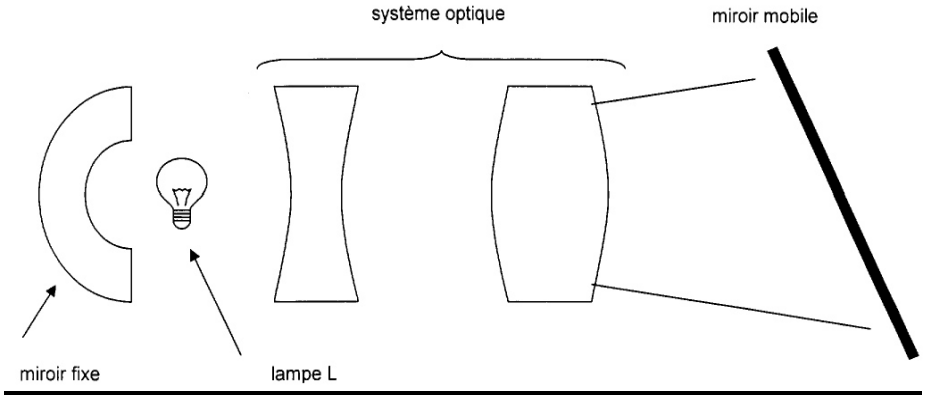


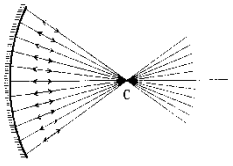
Figure 1.A : schéma de principe du projecteur

Note :
Le téléscan est un projecteur asservi à miroir inventé par la société française Caméléon en 1979. Ce type de projecteur est utilisé dans les spectacles vivants et sur les plateaux de télévision (variétés).

Le projecteur consomme une puissance électrique $P_{élec}$ = 280 W et sa lampe L a une efficacité lumineuse e = 35,5 $lm.W^{-1}$.

1.1 - Calculer le flux lumineux Φ émis par la lampe L.
Réponse : e= Φ/P Φ= 35,5 x 280 = ***9940 lumens***

1.2 - Le projecteur comporte un miroir fixe comme indiqué sur la figure 1.A. Quel est le rôle de ce miroir vis à vis du flux utile ?
Réponse : Ce miroir (sphérique) réfléchit les rayons lumineux en sa direction vers l'avant du projecteur ajoutant ainsi une bonne part du flux lumineux utile. Si la lampe est au centre de la sphère engendrée par le miroir, les rayons seront réfléchit vers le centre de l'ampoule.



1.3 - Le système optique du projecteur concentre le flux lumineux dans un cône de demi angle au sommet α = 7,5°. Ce système (miroir + lentilles) absorbe 4 % de l'énergie fournie par la lampe. Calculer l'intensité lumineuse I du projecteur.
On rappelle que Ω = 2π(1 - cos α) est appelé angle solide.
Réponse : I = 0,96 x Φ/ Ω avec cos 7,5°= 0,99144486
0,96 x 9940/ 2π(1 - 0,99144486) = ***177 523 cd***

1.4 - La figure 1.B est un extrait de la notice technique du constructeur.

OBJECTIF STANDARD LARGE

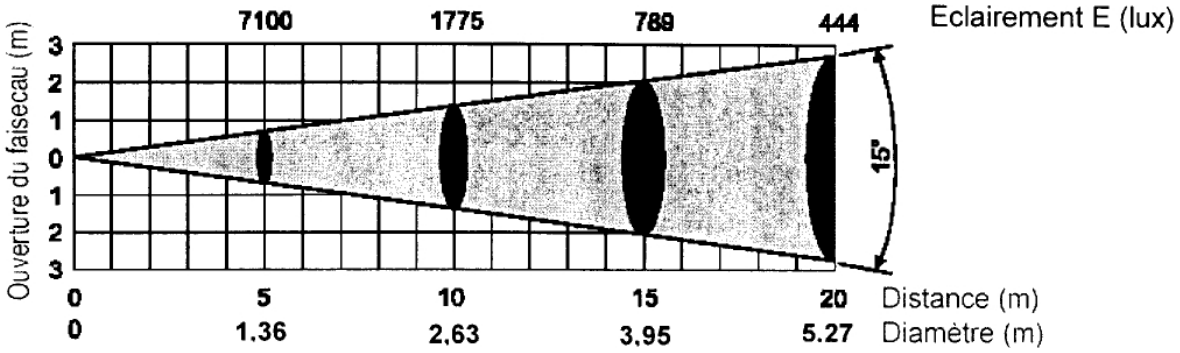


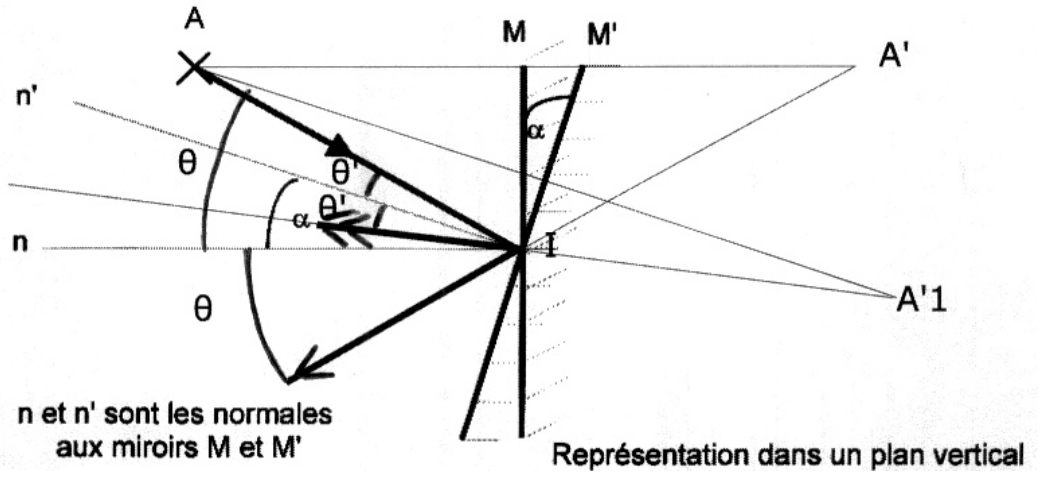
Figure 1.B

Dans le cas d'une incidence normale, vérifier par le calcul l'exactitude de la valeur de l'éclairement E pour une distance de 10 m.
Réponse : E I/d² = 177523 / 10² = ***1775 lux, la valeur indiquée sur la notice du constructeur est exacte.***

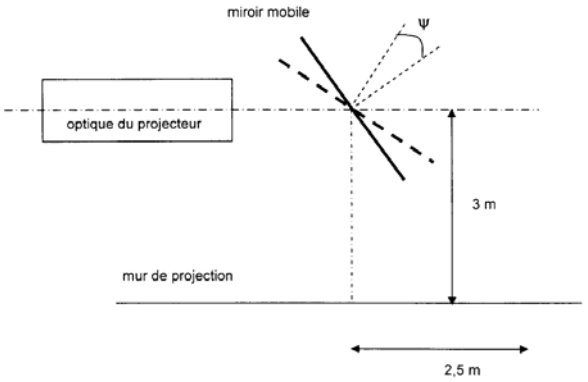
B - ÉTUDE DU MIROIR MOBILE

Afin de projeter une image mobile, le projecteur comporte un miroir mobile qui est l'objet de l'étude abordée dans cette partie.
1.5 - Compléter le document réponse DR1 afin de montrer graphiquement que la rotation d'un angle a du miroir produit une déviation du rayon lumineux d'un angle 2α.
Réponse : Cette question a déjà été traitée en 1998.
Calculons l'angle que font les rayons réfléchis avant et après la rotation du miroir :

Avant la rotation du miroir, le rayon réfléchi fait un angle θ avec la normale au miroir en I et le rayon réfléchi fait un angle 2θ avec le rayon incident.
Avec la rotation du miroir, l'angle θ' entre la rayon incident et la normale M' devient θ' = θ - α . Le rayon réfléchi fait donc un angle 2(θ-α) avec le rayon incident :
La différence est donc 2θ -2θ + 2α soit 2α.
Le rayon réfléchi a tourné de 2α quand le miroir a tourné de α.



1.6 - L'image est projetée sur un mur situé à 3 m du miroir mobile comme indiqué sur la figure 1.C. Calculer l'angle de rotation Ψ du miroir pour déplacer de 2,5 m l'image sur le mur.



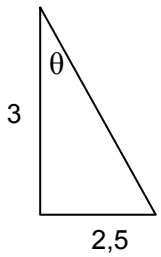
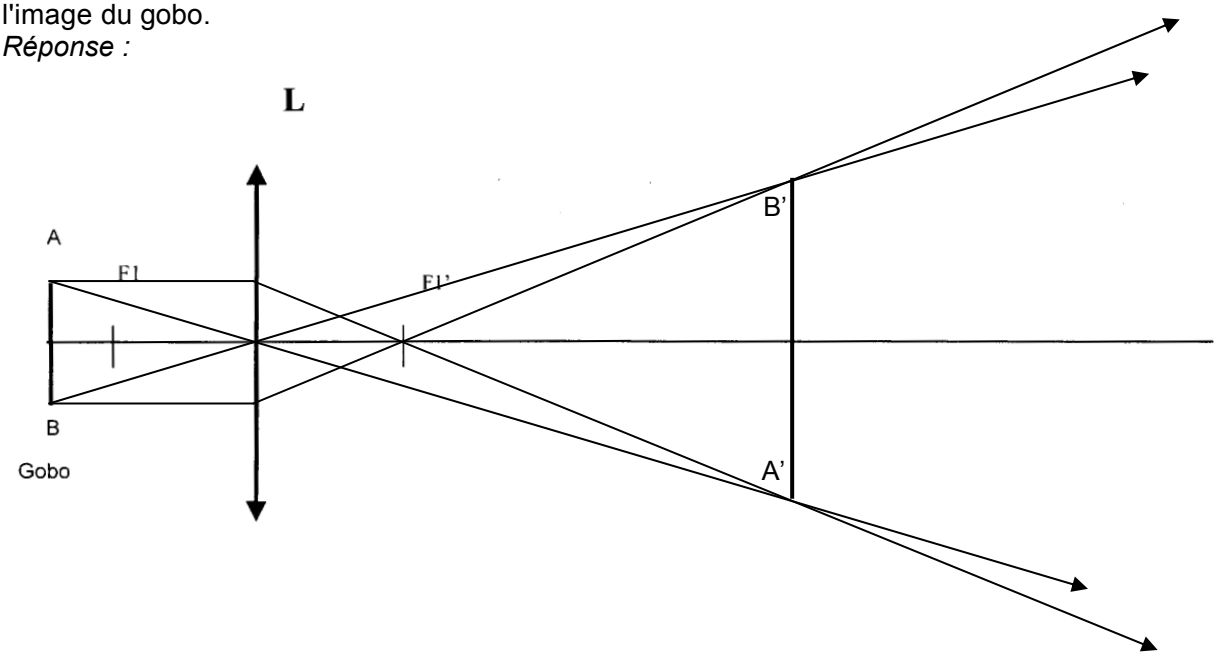


Figure 1.C

Réponse :
tg(θ) = 2,5/3 = 0,8333333 θ= 39,8° ***Ψ = 19,9°***

C - ÉTUDE DE L'OBJECTIF ASSIMILÉ À UNE LENTILLE CONVERGENTE

Le projecteur comporte un objectif qui permet de projeter l'image de disques de différentes formes appelés «gobo ».
On assimile l'objectif a une lentille mince de focale f = 235 mm.
1.7 - Sur le document réponse DR 2, tracer la marche des rayons lumineux afin de déterminer l'image du gobo.
Réponse :



1.8 - On note p' la distance de la lentille à l'écran et p la distance de l'objet à la lentille. Calculer p afin d'avoir une image nette sachant que p' = 2 m.
Réponse : La relation de Descartes nous permettant de placer les points conjugués est :
1/p'-1/p = 1/f' (avec p<0 – sens inverse de la lumière)
Ici, nous sommes dans la situation de la macro puisque l'image est beaucoup plus grande que l'objet.
p' = 2m, f'= 0,235m 1/2 - 1/p = 1/0,235 ➔ 1/p = 1/2 -1/0,235 = 0,5 – 4,255 = - 3,7555
p = - 0,266 ***p = -266 mm***
1.9 - Calculer le diamètre $\mathbf{D'_2}$ de l'image pour p'= 2 m sachant que le gobo a un diamètre de 2 cm.
Réponse : Le grandissement linéaire $G_y = p'/p = 2000/-266 = - 7,52$ (négatif = image inversée)
Pour un gobo de diamètre 2cm, le diamètre de son image à 2 mètres sera 2 x 7,52 = ***15 cm***

D - ÉTUDE DÉTAILLÉE DE L'OBJECTIF

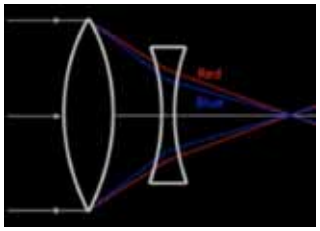
L'objectif est en réalité composé d'une lentille divergente en verre flint et d'une lentille convergente en verre crown de focales respectives **fd** = - 55 mm, **fc** = 175 mm. Les lentilles sont espacées d'une distance $\mathbf{O_1O_2}$ = 161 mm.

1.10 - Expliquer l'origine du défaut d'aberration de chromaticité.

Réponse : L'aberration chromatique est due à la variation de l'indice de réfraction de la lentille en fonction de la longueur d'onde. La lumière blanche étant composée de plusieurs longueurs d'onde, il existe plusieurs points de focalisation après passage à travers une lentille.

1.11 - Du point de vue chromatique, expliquer l'intérêt d'une telle association par rapport à une lentille simple.

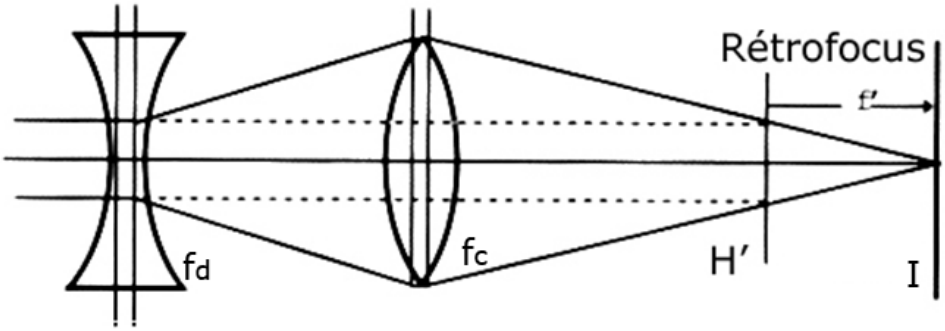
Réponse :



L'achromatisation d'un objectif s'effectue en associant des lentilles de verres différents, par exemple une convergente très réfringente et très dispersive et une divergente peu réfringente et peu dispersive, dont les défauts chromatiques s'annulent.
Lorsque les trois foyers bleus, jaunes et rouges sont confondus, on dit que le système est apochromatique. On peut réaliser cela avec un doublet.

1.12 - Calculer la valeur de p'.

Réponse :
Nous avons remplacé la lentille simple par un doublet. En toute rigueur, la distance p' est calculée à partir du plan principal image H'. La combinaison f_df_c permet de remplacer la lentille unique qui serait placée sur le plan principal image du système (en H'). Dans les deux cas, la distance H'I ne change pas, c'est-à-dire que ***p' est toujours égal à 2m****.*



Nous avons ici une formule optique du type retrofocus en position macro.

1.13 - Calculer la focale $\mathbf{f_{eq}}$ de l'objectif.

Réponse :
Pour calculer f_{eq}, nous allons utiliser la formule de Gullstrand qui permet de calculer la vergence de l'association de deux lentilles distantes. $C_{fd} + C_{fc} – eC_{fd}C_{fc}$ ave C_{fd} pour vergence de la lentille 1, C_{fc} la vergence de la seconde lentille et e l'espace entre les deux lentilles.
C_{fd} = 1 / - 0,055 = - 18,1818 C_{fc} = 1 / 0,175 = 5,7143 $eC_{fd}C_{fc}$= 0,161 x (- 103,9)
C_{eq} = 4,25 ➔ f_{eq}= 1/C_{eq} ***= 235 mm***

1.14 - Les deux lentilles sont montées sur un fût de couleur noire qui est mobile. Ainsi les deux lentilles peuvent êtres déplacés simultanément en maintenant leur écartement. Quelle est l'utilité et le nom de cette fonction ?

Réponse :
Le bloc optique contenant les lentilles de focalisation en général deux lentilles est appelé bloc de focalisation. Une manette permet de déplacer ce bloc pour obtenir un faisceau de lumière aux bordures nettes.

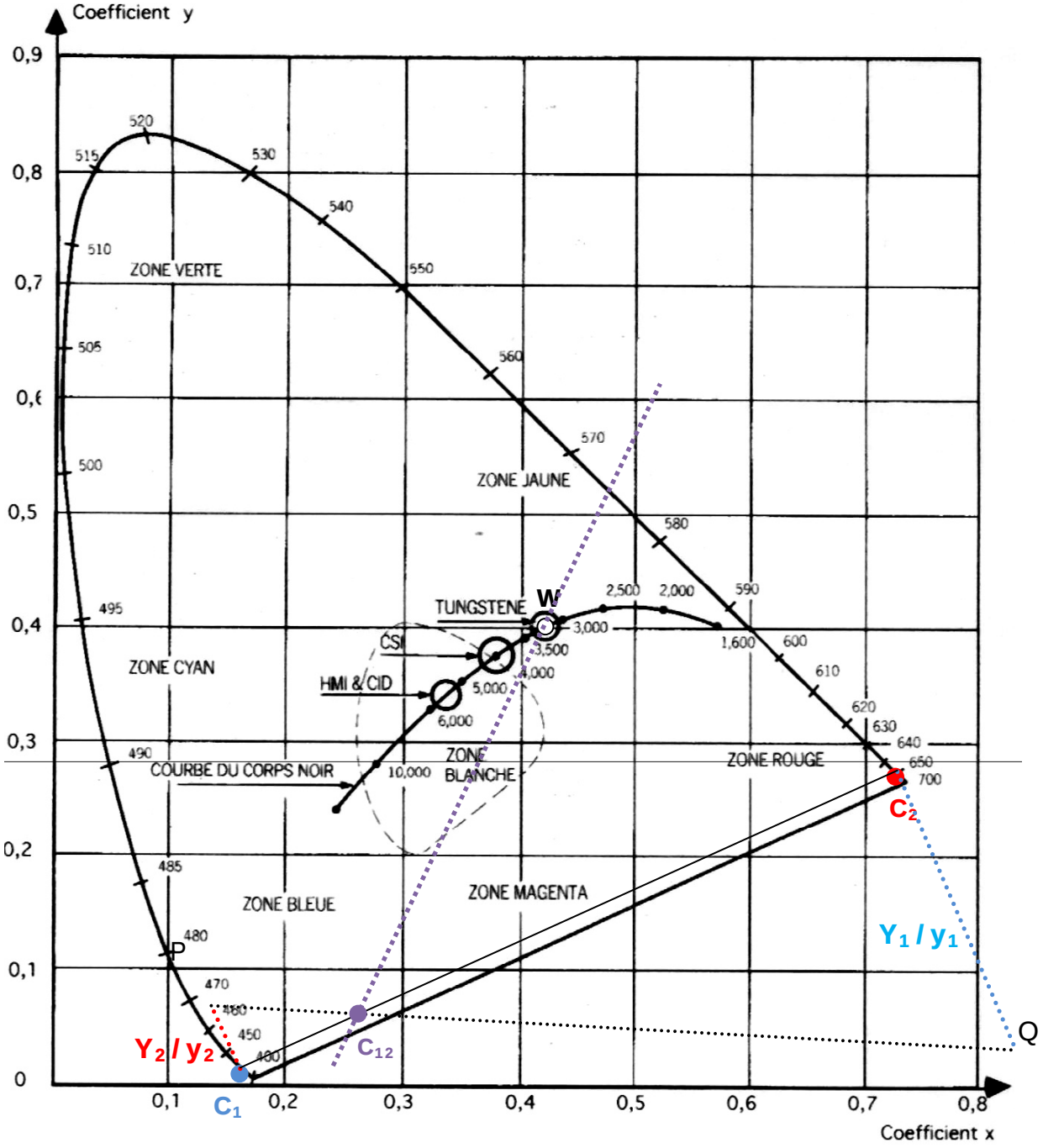
PARTIE 2 - COLORIMÉTRIE

Pour réaliser un éclairage coloré, on peut disposer une gélatine colorée devant une source de lumière blanche. Dans toute cette partie, on admettra que le blanc de référence est un blanc Tungstène W dont les coordonnées dans le diagramme de chromaticité sont : (0,42 ; 0,4).

2.1 - On suppose que la lumière transmise par la gélatine placée sur un projecteur P_1 est assimilable à l'addition de deux sources de lumières supposées ponctuelles et monochromatiques : l'une C_1 de longueur d'onde 420 nm et d'intensité lumineuse 2400 cd et l'autre C_2 de longueur d'onde 650 nm et d'intensité lumineuse 14400 cd.

2.1.1 - Placer ces lumières C_1 et C_2 ainsi que le blanc W sur le diagramme de chromaticité DR3.

Réponse :



2.1.2 - Donner la valeur des coordonnées chromatiques de C_1 (x_1 , y_1) et de C_2(x_2 , y_2) lues sur le diagramme.
Réponse :
On peut lire C_1 (0,16 ; 0,01) et C_2 (0,72 ; 0,27)

2.2 - Déterminer par la méthode de votre choix les coordonnées chromatiques C_M (x_M , y_M) de la lumière résultante.
Réponse :
Nous pouvons déterminer les coordonnées chromatiques du mélange C_M par calcul ou graphiquement.

1) *Par calcul*
C_M est obtenu par mélange des couleurs bleu et rouge.

		Bleu		Rouge	
		x_1=0,16			x_2=0,72
		y_1=0,01			y_2=0,27
	Y_1=	2 400	Y_2=	14 400
	Y_1/y_1=	240 000	Y_2/y_2=	53 333
z=1-x-y	z_1=	0,83	z_2=	0,01
X=x (Y/y)	X_1=	38 400	X_2=	38 400
Z=z (Y/y)	Z_1=	199 200	Z_2=	533
	$X_{12} = X_1+X_2$ =	76 800	$x_M = X_{12}/(X_{12}+Y_{12}+Z_{12})$=	0,26
C_M	$Y_{12} = Y_1+Y_2$ =	16 800	$y_M = Y_{12}/(X_{12}+Y_{12}+Z_{12})$=	0,06
	$Z_{12} = Z_1+Z_2$ =	199 733	$z_M = Z_{12}/(X_{12}+Y_{12}+Z_{12})$=	0,68
	Total	(293 333)	Total	(1)

Les coordonnées de C_M sont (x = 0,26 et y = 0,06).

2) *Pour déterminer graphiquement les coordonnées de C_M, on trace le segment C_1C_2.On calcule les quantités (Y_1/y_1) et (Y_2/y_2) et on les porte sur les perpendiculaires au segment C_1C_2 en C_1 et C_2, mais <u>en inversant</u> : Y_1/y_1 en C_2 et Y_2/y_2 en C_1.On trace le segment PQ avec C_2Q et C_1P respectivement proportionnels à 240 000 et 53 333 (240 000 / 53333 = 4,5 donc le segment Y_1/y_1 est 4,5 fois plus long que le segment Y_2/y_2).*
Son intersection avec C_1 et C_2 détermine le point représentant C_M.

2.3 - Quelle est la teinte dominante de la gélatine utilisée ?
Réponse : La teinte dominante est magenta tirant légèrement vers le bleu

2.4 - Déterminer la longueur d'onde λ_M dominante de la couleur complémentaire de C_M par rapport au blanc W de référence.
Réponse :
Les couleurs situées sur la ligne des pourpres n'appartiennent pas au spectre solaire, il n'y a donc pas de longueur d'onde correspondante.
*Pour caractériser cette couleur, on peut le faire par l'intermédiaire de sa couleur complémentaire. On le fait en prolongeant le segment entre sa position C_M (x = 0,26 et y = 0,06) sur le diagramme CIE, et la position de l'illuminant de référence W (0,42 ; 0,4) jusqu'à lire la longueur d'onde dominante de la couleur complémentaire (ici 574 nm). Par convention, on dira que la longueur d'onde dominante λ_M de cette couleur est **-574 nm** (valeur négative).*
C'est la raison pour laquelle, le magenta est aussi appelé « minus green ». Ce n'est pas une couleur spectrale.

2.5- Pour réaliser un effet de lumières permettant des ombres colorées sur la scène, on utilise un deuxième projecteur P_2 orienté sur le même sujet S (figure 2.A).

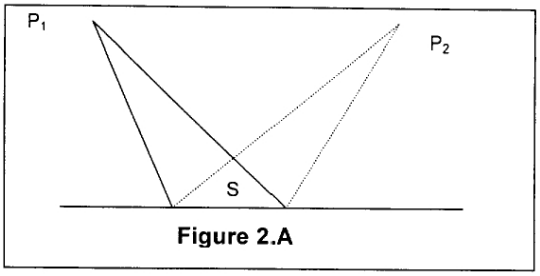


Figure 2.A

Ce deuxième projecteur est muni d'une gélatine choisie parmi celles dont on donne les caractéristiques de transmission figure 2.B
Sachant que l'œil n'est sensible qu'aux longueurs d'ondes comprises entre 400 et 700 nm, choisir la gélatine dont la longueur d'onde dominante est la mieux adaptée pour que l'addition des lumières projetées sur le même sujet puisse donner du blanc W. Justifier la réponse à partir de l'observation des caractéristiques de transmission données figure 2.B.

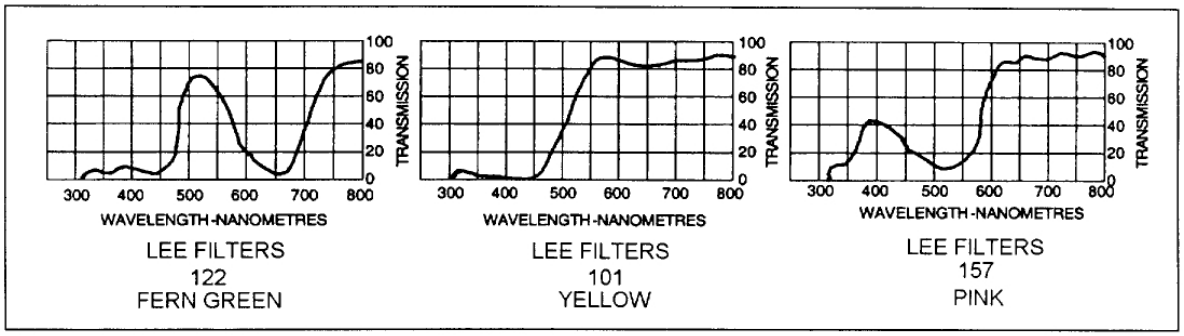


Figure 2.B

Réponse :
La gélatine 101 (Yellow) semble la plus appropriée pour donner un blanc correspondant au tungstène. En effet, nous avons vu dans la question 2.4 que la complémentaire de la couleur C_M par rapport à l'illuminant de référence W est dans la zone des jaunes sur le diagramme de chromaticité de la CIE en présentant justement un pic dans la longueur d'onde 570 nm en transmission.

TECHNOLOGIE DES EQUIPEMENTS ET DES SUPPORTS

PRESENTATION DU THEME D'ETUDE

Pour les 24 heures du Mans, on réalise une captation audiovisuelle avec une diffusion en direct en Haute Définition.
La captation de la course se fait au moyen de 15 caméras disposées le long de la piste. Des interviews sont également effectuées en direct sur les stands (ouverts sur l'extérieur) à partir de liaisons HF.
L'enregistrement du direct est réalisé en Haute Définition au format HDCAM-SR. Un montage de l'événement destiné à des télévisions locales et aux participants est également effectué et sera enregistré au format Digital Bétacam.

Matériel utilisé (liste simplifiée)
- 10 caméras Thomson Grassvalley LDK 8000
- 1 caméra Thomson Grassvalley LDK 6200 HD
- 4 caméras Thomson Grassvalley de reportage DMC 1000
- 3 caméras paluche Photofinish C55 + 3 Enregistreurs MPEG2 - 1 mélangeur Kayak
- 1 Magnétoscope Sony HD CAM SR SRW 5000
- 1 Magnétoscope Sony Digital Bétacam DV W M2000P - 1 Système de montage AVID Adrénaline - 1 Console Yamaha DM2000
- 4 Projecteurs Arrilux 400 PAR HMI par stand.

1. Electricité /Sécurité

L'ensemble des équipements audiovisuels est alimenté au moyen d'un groupe électrogène. La protection de l'installation est réalisée au moyen d'un disjoncteur.

L'ensemble des équipements relié au groupe électrogène est constitué des éléments suivants
- 3 stands avec 3 projecteurs PAR HMI 500W par stand
- 2kW pour la régie image
- 500W pour la régie son
- 500W de matériel informatique
- 500W de divers

1.1. Calculer la puissance consommée par l'ensemble des équipements.
Réponse : (3 x 3 x 500) + 2000 + 500 + 500 + 500 = ***8 Kw***

On souhaite utiliser un groupe électrogène de la marque HONDA. Le document A1 propose plusieurs références.
1.2. Choisir toutes les références de groupe électrogène pouvant répondre à notre besoin.
Réponse :
Seuls les ***modèles EX10D et EX12D*** *peuvent être utilisés leurs puissances maxi étant respectivement de 10 et 9,6 KW.*

1.3. En supposant que le groupe électrogène retenu soit le EXT12D et en tenant compte de ses caractéristiques, de quelle manière doit-on brancher les équipements sur le groupe électrogène si on ne veut pas faire disjoncter le groupe ?
Réponse :
Il faut équilibrer les phases *puisque ce modèle fournit du courant triphasé.9,6KW à partager entre les phases soit 3,2KW (ou 15A) par phase.*

1.4. Proposer une répartition des équipements électriques sur chacune des phases.
Réponse :
La répartition proposée sur chacune des phases est :

3 HMI 500 = 1500 W 6,8 A	*Régie image = 2000 W*	*3 HMI 500 = 1500 W 6,8 A*
3 HMI 500 = 1500 W 6,8 A	*Régie son : 500 W*	*Matériel informatique + divers 1000 W*
TOTAL phase 1 3000 W 13,6 A	*TOTAL phase 2 2500 W (11,4 A)*	*TOTAL phase 3 2500 W (11,4 A)*
TOTAL = 8 KW (36 A)		

1.5. Calculer le facteur de puissance des lampes HMI sachant que le courant consommé par une lampe est de 2.2A.
Réponse :
La puissance réelle ou active est celle consommée par la lampe. Exprimée en Watt (W), elle est mesurée en sortie du ballast, ici P = 220 x 2,2 = 484 W
La puissance apparente est celle considérée par EDF, elle équivaut à la puissance consommée par l'ensemble de l'électronique (ballast et lampe), ici 500 W.
***Le facteur de puissance est de 0,96** (484/500)*

1.6. Le groupe électrogène est muni d'un disjoncteur pour s'affranchir des surcharges en courant de durée courte ou longue, de quel type de disjoncteur s'agit-t-il ?
Réponse :
***Le disjoncteur est de type magnéto-thermique**. Il est capable d'interrompre un courant de surcharge (courant de longue durée) et un courant de court-circuit (courant de courte durée).*
Cas de surcharge ou d'échauffement, une bilame s'infléchit et provoque l'ouverture du disjoncteur. Le temps de réaction du disjoncteur est inversement proportionnel au courant qui le traverse.
Cas de court-circuit, un dispositif électromagnétique ouvre le disjoncteur en un temps très court, de l'ordre de quelques millièmes de secondes.

1.7. En aval du groupe électrogène, on souhaite insérer un disjoncteur pour assurer la sécurité des personnes. Sachant que l'on a opté pour un régime de neutre TT, indiquer quel type de disjoncteur on doit utiliser. Préciser ses caractéristiques.
Réponse :
*Si tous les appareils sont à la terre, un dispositif efficace pour protéger les personnes sera le **l'interrupteur ou le disjoncteur différentiel**.*
Ce dispositif mesure en permanence la différence entre la valeur du courant entrant et la valeur du courant sortant. S'il existe une perte de courant (qui passerait par le corps de l'usager et la terre) ce dispositif met automatiquement l'équipement hors tension.
On appelle sensibilité d'un dispositif différentiel la valeur du courant de défaut dit "courant résiduel de défaut" pour lequel le dispositif s'ouvrira obligatoirement.
30 mA ou 300 mA ou 500 mA sont des valeurs normalisées.
La règle veut qu'un différentiel fonctionne et déclenche l'ouverture du disjoncteur lorsque la valeur du courant de défaut est comprise entre la moitié de la grandeur et la grandeur prévue pour déclencher.
Exemple: si vous avez un disjoncteur différentiel de 30 mA sur le départ des prises de courant, il déclenchera si un défaut apparaît avec une valeur comprise entre 15 et 30 mA.
Lorsqu'il détecte un défaut, un différentiel normal ouvre le circuit dans un temps généralement inférieur à 50 ms.
L'interrupteur différentiel s'utilise lorsqu'il n'y a pas besoin d'assurer la protection surcharge et court-circuit, ces protections étant déjà assurées en amont ou en aval par fusible et/ou disjoncteur. Lorsque ces protections ne sont pas assurées, le disjoncteur différentiel s'impose.
Le différentiel c'est bien mais…

- ***Sans terre ou terre déconnectée**, le différentiel ne détectera pas de différence entre le courant entrant et le courant sortant de l'installation. La masse métallique de l'équipement sera portée au potentiel de 230 V.*
  Si une personne touche à la carcasse, cette personne sera soumise à une tension de 230 V ! Dans ce cas, le différentiel 300 mA ne sert à rien.
- ***Avec une mauvaise terre**, la résistance de terre étant trop élevée, le courant de fuite sera inférieur au courant de déclenchement du différentiel, 300 ou 500 mA. Le différentiel ne déclenche pas et ne sert donc à rien. La masse sera portée à un potentiel dangereux. Cette mauvaise terre peut aussi être due à un desserrage ou mauvais serrage des cosses de terre.*

1.8. On souhaite également protéger les PC et notamment les stations de montage des coupures de courant et des surtensions intempestives ou prolongées. Quel matériel doit-on utiliser pour assurer cette protection ?
Réponse :
*On utilisera **un onduleur**.*

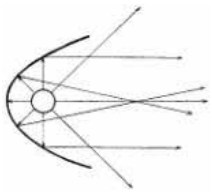
2. Eclairage

2.1. Dans les stands on utilise des projecteurs PAR64 HMI ; préciser ce qu'est un PAR et ce qu'est une lampe HMI.

Réponse :

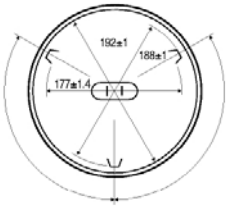
*Un projecteur **PAR est un projecteur muni d'un réflecteur parabolique** (Parabolic Aluminized Reflector). Si le centre de la lampe est au foyer de la parabole, les rayons seront cylindriques (envoyés à l'infini). C'est la raison pour laquelle on place des lentilles plus ou moins convergentes devant ce type de projecteur.*

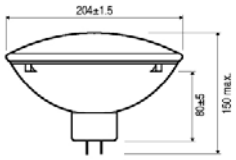
Cinepar



Symbole du PAR pour les plans lumière

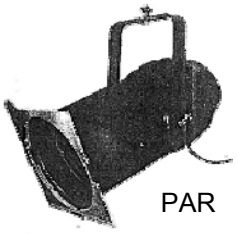
Il existe des lampes PAR64. Ces lampes sont fabriquées autour d'un réflecteur parabolique. Ce sont des <u>lampes halogènes</u> de 500W, 650W, 800 ou 1000W.





Par 64 with GX16d Base (EM EP)

Colortran
PAR 64 110V



PAR

<u>Précision importante</u> :

On ne peut pas parler de projecteur PAR64 HMI parce que la PAR64 est une <u>lampe halogène</u> qui équipe les projecteurs de type PAR (rampes Aircraft) en spectacle, les maxibruts (6 lampes de 500W) , les Dinolights (24 lampes PAR64) ou les Colortrans (500 W « CineKing » ou 1000 W « CineQueen »). Depuis peu il existe des PAR64 Leds.

Le Cinepar est un projecteur, muni d'un réflecteur parabolique, équipé d'une lampe HMI de 125W à 12KW. On place devant le Cinepar des lentilles spot, medium ou wide.

Lampe HMI.

***La lampe HMI est une lampe à décharge**. Par décharge électrique, on entend le passage d'un courant dans un gaz (argon, xénon, néon, etc.) ou dans une vapeur métallique (mercure, sodium, thallium, etc.).*
Le terme décharge provient des premières expériences où le passage du courant était provoqué par la décharge d'un condensateur.
Le passage d'un courant électrique dans un gaz, ou une vapeur métallique, contenu dans un tube (ou une ampoule) permet d'observer la naissance de phénomènes lumineux. Ces phénomènes présentent des aspects extrêmement variés suivant la nature des constituants.

On assiste dans l'arc à trois phénomènes parallèles :

- *Les électrons libres et les ions (atome ayant perdu des électrons, donc devenu positif)*

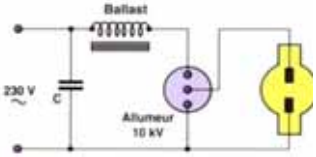
conduisent le courant électrique en se déplaçant très rapidement au sein de l'arc : leurs chocs entretiennent, voire augmentent encore la quantité d'ions et d'électrons…
C'est la transformation de l'énergie électrique extérieure en énergie utilisable pour l'émission de lumière.

- *Les électrons « excités » sont instables et reviennent à leur position naturelle en libérant l'énergie qui les avait excités sous forme d'un brin de lumière d'une longueur d'onde très précise : cela crée **des « raies »** dans le spectre de l'arc. De même pour un ion lorsqu'il récupère ses électrons manquants.*
- *Le gaz dans lequel se produit l'arc et les électrodes entre lesquelles il se produit sont fortement chauffés et émettent de la lumière avec un **spectre continu** exactement comme tout corps chauffé (dont les filaments étudiés précédemment).*

On peut modifier la couleur de la lumière émise en modifiant la pression et la nature des vapeurs. On introduit dans le même tube des gaz ou vapeurs différentes en les choisissant de telle sorte que l'addition de leur spectre donne une lumière acceptable.
Principe de la décharge :
Soit un tube vidé d'air mais rempli de gaz, ou d'une vapeur, sous une certaine pression et comportant des électrodes à chaque extrémité.
Si on applique aux bornes des électrodes une tension régulièrement croissante, pour une valeur dite tension d'amorçage, les gaz ou les vapeurs s'illuminent. L'arc qui jaillit entre les deux électrodes est à "résistance décroissante", c'est-à-dire que la résistance du milieu gazeux diminue lorsque l'intensité augmente, alors que dans la plupart des corps métalliques, au contraire, la résistance augmente lorsque la résistance est "positive".

2.2. Quel appareil est nécessaire pour faire fonctionner une lampe HMI ?
Réponse :
*Toutes les lampes à décharge fonctionnent avec **un ballast**. Les lampes HMI ne font pas exception.*

2.3. Indiquer les 2 fonctions de cet équipement.



Réponse :
Un ballast est un dispositif utilisé avec une lampe à décharge pour fournir l'amorçage (allumage) et assurer les conditions électriques de fonctionnement.
Fonction

- *Le ballast fournit la tension adéquate pour **amorcer** et faire fonctionner la lampe.*
- *Le ballast **limite le courant dans la lampe à décharge** lors du fonctionnement – la résistance d'une lampe à décharge devient négligeable une fois que l'arc a été amorcé.*
- *Le ballast empêche toute fluctuation de tension ou de courant, provoquée par la décharge en arc, d'être introduite dans le circuit d'alimentation.*
- *Le ballast permet de compenser le faible facteur de puissance qui est caractéristique de la décharge en arc.*

2.4. Indiquer les raisons pour lesquelles un éclairage des stands en HMI a été choisi.
*Réponse : Les lampes HMI ont un **bon rendement lumineux**, **chauffent moins que les lampes à incandescence** et ont une **température de couleurs proximale de 5500K** (lumière du jour).*

2.5. A l'aide du document BI, préciser l'éclairement au sol en supposant les projecteurs placés à 5m de hauteur avec des ampoules flood. On supposera que les flux des projecteurs ne se chevauchent pas.
Réponse :

<u>Précision</u>
On ne peut pas parler de lampe flood. Disons que ce projecteur est équipé d'une lentille « flood » tel qu'il est indiqué en première ligne « Photometric data for : flood 20' x 40 lens ».
Avec cette lentille le faisceau de lumière n'est pas circulaire mais ovale (20x40).

***A 5 mètres du projecteur, l'éclairement sera de 1410 lux** et cela sur une surface ovale de 3,7 x 5,3 mètres.*

3. Vidéo

Caméra LDK 8000

La captation des images est réalisée au moyen de plusieurs caméras Thomsongrassvalley LDK8000. Les spécifications de cette caméra sont données dans le document CI.

3.1. Indiquer les caractéristiques du capteur.

Réponse :

*Les caractéristiques sont **3 x CCDs, 9,2 millions pixel , 2/3", 16/9e , HD-DPM+**.*

3.2. Ce capteur est pourvu d'un dispositif DPM. Expliquer le fonctionnement de ce dispositif.

Réponse :

*Cette caméra possède un capteur très particulier de format 1920 pixels x 4320 lignes, soit 9,2 millions de pixels. Le capteur multi-format est basé sur **la technologie DPM (Decomposition in Prime Multiple ou Digital Pixel Management) fonctionnant sur le principe de décomposition en nombres premiers**.*

A partir des 4320 lignes, on obtient différents formats en les groupant par 4 ou 6. Ces groupes de pixels forment alors des "supers-pixels" ou "cellules image" (Image Cell).

Le Tri-CCD 2/3" est modulable en deux formats :

- 1080p, 1080i. Quatre pixels verticaux sont combinés, le total est de 1080 lignes (4320 / 4=1080).

- 720/50p, 720/60p. Lorsque six sous-pixels sont regroupés, on obtient une image 1920 pixels x 720 lignes (4320 / 6=720).

3.3. Quels types de filtre optique rencontre-t-on dans cette caméra ?

Réponse :

*Il y a deux barillets de filtres optiques. Le premier supporte **les filtres ND**, filtres gris neutre ne laissant passer que ¼ ou 1/16e ou 1/64e de la lumière.*

*Le second supporte **des filtres « star »** provoquant une étoile de quatre ou six branches sur un éclat de lumière dans l'image et **un filtre soft-focus** qui est un diffuseur que l'on peut employer pour adoucir les traits sur un gros plan.*

3.4. Indiquer comment est effectuée la conversion de température de couleur.

Réponse :

*Cette caméra utilise **des filtres électroniques pour effectuer la conversion de température de couleur**. Cette technique nous vient des logiciels de traitement d'image. C'est ni plus ni moins un calcul informatique.*

3.5. Cette caméra supporte les formats 720p, 1080i mais aussi 1080p50 ; que signifie l'appellation 1080p50 ?

Réponse :

*C'est le format du futur pour la HD tant le débit est important. **C'est une image de 1080 lignes en balayage progressif avec une fréquence de 50 images (pleines)/seconde**.*

3.6. Calculer le débit net du 1080p50 sachant que la structure d'échantillonnage est en 4 :2 :2 avec 10 bits de quantification.

Réponse :

*[(1920 x 1080 x 10) + 2 x (1920 x 1080 x 10 x 0,5)] x 50 ≈ **2 Gbits/s***

Soit environ 260 Mo/s. L'espace requis pour un programme d'une heure est d'environ 1 To.

Objectif

Certaines caméras LDK8000 sont munies d'un objectif Canon HJ21 ex7.5B.
Les spécifications de cet objectif sont données dans le document C3. En préambule de cette spécification, Canon précise des différences de caractéristiques entre les objectifs SD et HD (document C2).

3.10. Dans le graphe 1 du document C2 expliquer pourquoi la courbe NTSC est au dessus de la courbe HDTV.
Réponse :
La valeur 100 pour un defocus de 0 indique le meilleur de la mise au point en NTSC et en HD.
Il est beaucoup ***plus délicat de faire le point en HD qu'en SD*** *et le graphe 1 en atteste.*
Ce graphe ne dit pas que l'image est meilleure en NTSC mais indique que le flou dû au défaut de mise au point est plus perceptible en HD qu'en SD.
L'œil travaille beaucoup par comparaison. Avec l'image approximative du point de vue définition en SD, l'œil discerne moins les défauts de mise au point.

3.11. Dans le graphe 2 du document C2 expliquer la forme des courbes et expliquer pourquoi la courbe NTSC est au dessous de la courbe HDTV.
Réponse :
La ***fonction de transfert de modulation*** *d'un objectif établit la relation entre le contraste du sujet réel et celui effectivement transmis par l'objectif. Elle exprime en fait la bande passante de l'objectif, donnée en pourcentage pour différentes valeurs de fréquences spatiales.*
Le graphe 2 indique les valeurs FTM pour le centre, les coins et les bords de l'image. ***On voit que les valeurs FTM sont globalement supérieures en HD qu'en SD*** *ce qui n'étonnera personne.*

Pour ne pas dégrader l'image le convertisseur de focale n'est pas utilisé.

3.12. Donner dans cette hypothèse la plage de focales utilisables.
Réponse :
La plage de focales utilisables est 7,5 – 158 mm

3.13. En déduire par le calcul l'angle de champ horizontal minimal et maximal en considérant un capteur de 9.6 mm x 5.4 mm.
Réponse :
tg(4,8/7,5) = 0,7445 ➔ ***angle de champ horizontal maximum (7,5 mm) = 73°***
tg(4,8/158) = 0,0304 ➔ ***angle de champ horizontal minimum (158 mm) = 3,5°***

3.14. Donner l'ouverture maximale de cet objectif pour une focale de 15mm.
Réponse :
Au 15mm, l'ouverture relative maximale du diaphragme est de 1 :1,9

3.15. Quel phénomène apparaît pour une focale supérieure à 116mm ? Expliquer ce qui se passe sur l'image.
Réponse :
Un diaphragme d'ouverture limite l'éclairement. Sa taille est celle de la pupille d'entrée qui n'est autre que l'image du diaphragme dans le bloc de lentilles situées devant le diaphragme.
*La monture d'une optique peut jouer le rôle de diaphragme d'ouverture (****le ramping****). En effet, le diamètre de la pupille d'entrée s'élargit avec la focale. Dès que* ***le diamètre de la pupille d'entrée atteint celui de la lentille frontale****, il ne peut augmenter davantage.*
Pour limiter la taille des lentilles frontales donc le prix de certains zooms, les constructeurs se contentent d'indiquer l'ouverture relative maximale utilisable pour un intervalle de focales et une autre pour la plus longue focale.
Si l'opérateur a assez de lumière pour fermer le diaphragme à une valeur excédant 2,6, il ne se passera rien du point de vue de l'exposition lors d'un zoom dépassant la focale de 116 mm.
Par contre, si le diaphragme est ouvert à sa valeur maximale de 1,9 et que l'opérateur désire faire un zoom au-delà de 116 mm, il y aura alors une très légère sous-exposition de l'image pour les focales excédant 116mm.

Caméra LDK6200

Les caractéristiques de cette caméra sont indiquées dans les documents C4 et C5.

3.16. Indiquer la particularité de cette caméra. Expliquer son mode de fonctionnement. Justifier son emploi pour notre captation.

Réponse :

Il s'agit de la première caméra au monde à proposer des vrais ralentis destinés à la production en haute définition. Elle a été conçue pour l'enregistrement d'évènements sportifs donc parfaitement adaptée pour filmer certaines actions de la course automobile (par exemple créer une loupe).

3.17. Donner dans la spécification la caractéristique technique qui justifie cette particularité.

Réponse :

Les caractéristiques du capteur sont

***3 x double-speed CCDs, 9,2 millions pixel, 2/3", 16/9^{e}, HD-DPM+**.*

La fréquence est de 100 images par seconde dans les formats 1080i et 720p.

Caméscope DMC 1000

Les caractéristiques de ce caméscope sont indiquées dans le document C6.

3.18. Indiquer les caractéristiques du capteur et en particulier sa technologie.

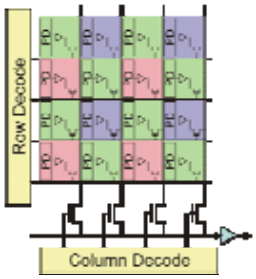
Réponses :

- *Capteurs Trois Xensium 2/3" **CMOS***
- *Formats supports : HD/SD 480i60, 576i50, 720p50/60, 1080i50/60, and 1080p24/25/30*

3.19. Rappeler les principes de fonctionnement de ce type de capteur.

Réponse :

***Les capteurs Cmos** utilisent une méthode de traitement décentralisé au niveau de chaque photosite, mettent en œuvre un process standard et autorisent l'accès aléatoire à chaque point de l'image, ainsi que l'intégration de fonctions de haut niveau. Le concept de base est celui de « pixel actif » (ou APS pour active-pixel sensor), qui **associe au sein de chaque photosite au minimum un capteur de lumière (photodiode ou condensateur Mos photosensible) et un amplificateur**. Une matrice de commutation répartie sur l'ensemble de la puce permet d'accéder à chaque point. Des fonctions plus avancées peuvent aussi être intégrées soit localement (obturateur électronique constitué par un échantillonneur-bloqueur au niveau de chaque site), soit ailleurs sur la puce (convertisseur A/N, générateur de synchronisation vidéo, DSP...).*



PD = photodiode

3.20. Donner la sensibilité de ce caméscope.

Réponse :

*La sensibilité est donnée à diaphragme 8 pour 2000 lux. Comparée à la sensibilté en argentique, on peut dire que la sensibilité exprimée en ISO est S = (250 x 8²) / (2000 x 0,02) soit **400 ISO***

3.21. Avec ce caméscope on filme de nuit sur les stands avec un éclairement maximal d'environ 1000 lux.

Avec quel diaphragme doit-on tourner pour avoir un signal vidéo optimal sans mettre de gain ?

Réponse :

*Le fabricant recommande un diaphragme de 8 pour 2000 lux. Pour 1000 lux (2 fois moins de lumière), il faudra ouvrir d'un diaphragme ce qui nous donne la valeur **5,6**.*

Par le calcul N=√((S x E x t)/250) = √((400 x 1000 x 0,02)/250) = 5,6

3.22. On décide de mettre +6dB de gain. Calculer la valeur du nouveau diaphragme qui convient. Avec cette nouvelle valeur de diaphragme, que va-t-on améliorer sur l'image ? Calculer le rapport signal bruit dans cette configuration en HD.

Réponse :

Le dB est 20 fois le logarithme base 10 du rapport des tensions U_s/U_e ou des courants I_s/I_e.

*+ 6 dB double la sensibilité apparente de la caméra ($10^{(6/20)}=2$). **Le nouveau diaphragme sera 8**.*

*Par le calcul : N = √((**800** x 1000 x 0,02)/250) = 8.*

L'étendue de la profondeur de champ sera augmentée de 1,44 fois.

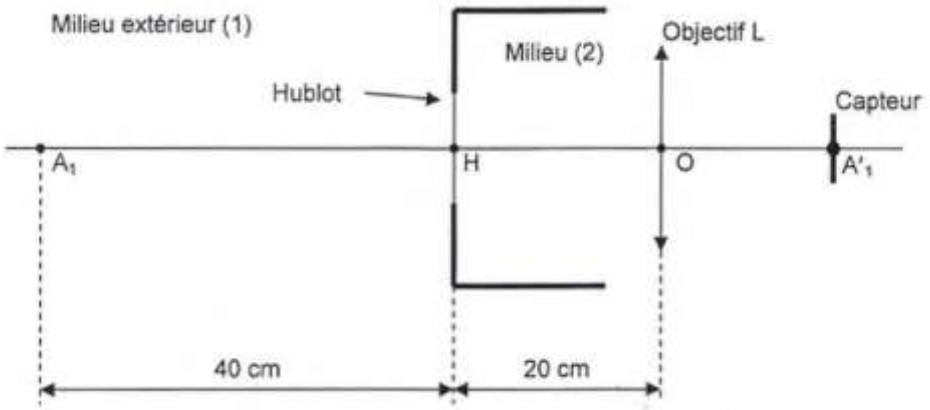
Le rapport signal bruit passe de 54 dB à 48 dB.

BTS Image 2009

PHYSIQUE APPLIQUÉE

I - PRISE DE VUE SOUS-MARINE PAR UNE CAMÉRA PLACÉE DANS UN CAISSON ÉTANCHE

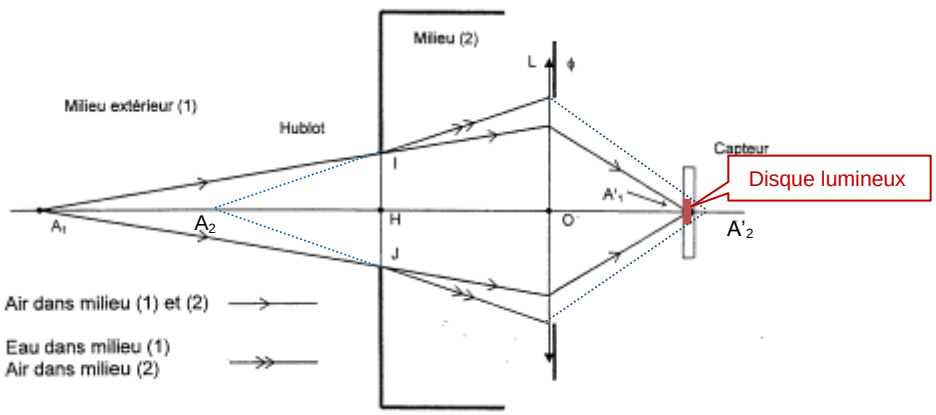
Le hublot est considéré comme une lame à faces parallèles dont on négligera l'épaisseur. Pour le calcul, on considérera seulement les deux milieux (1) et (2). Le hublot est assimilé à un dioptre plan eau / air.
L'objectif est assimilé à une lentille mince L diaphragmée de distance focale 100 mm.



1 - À terre, on essaie la caméra placée dans un camion. Le milieu extérieur (1), comme le milieu (2) (intérieur du caisson), sont de l'air.
On règle la mise au point de l'objectif sur l'objet situé en A_1, son image en A'_1 se forme exactement sur le capteur, donc elle est nette.
Calculer la distance OA'_1.
Réponse :
La relation de Descartes nous donne 1/p'-1/p=1/f' avec p=-0,6m (p est négatif) et f'=0,1m
p' = f'p/(p+f') = -(0,1 x 0,6)/ -0,6 + 0,1 = 0,12m
OA'_1= 12cm

2 - On ferme le caisson et on effectue une prise de vue en plongée, sans modifier la mise au point de L. Maintenant le milieu extérieur (1) est de l'eau d'indice de réfraction n_1 = 1,33 alors que le milieu (2) est toujours de l'air n_2 = 1.
On constate que l'image obtenue est devenue floue.

2.1 - Compléter le document réponse 1 en prolongeant les deux rayons et placer
Réponse :



- A_2 image de A_1 donnée par le dioptre plan. Quelle est sa nature ?
  Réponse :
  A_2 est une image virtuelle de l'objet A_1 par le dioptre plan.
  A_2 sera objet réel pour la lentille L.

- A'_2 : image finale donnée par l'objectif L (position approximative obtenue sans calcul).
  Réponse :
  A_2 se rapproche de L par rapport à A_1. L'image se déplace dans le même sens que l'objet, A'_2 s'éloignera de L par rapport à A'_1.

- Le disque lumineux formé sur le capteur par le faisceau se dirigeant vers A'_2.

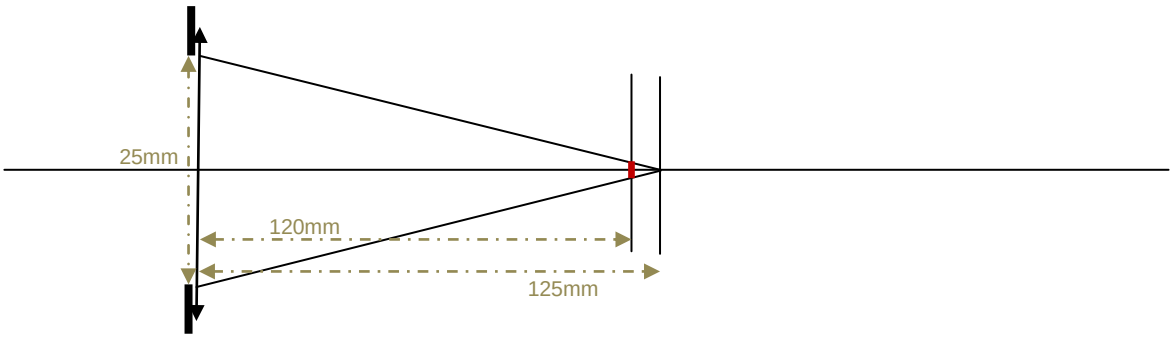
2.2 - Montrer que HA_2 = 30 cm, en utilisant la formule de la réfraction (loi de Descartes) avec l'approximation classique (sin x = tan x si x ≤ 10°). ou la relation du dioptre plan (pour les petits angles). Pour le calcul, on pourra utiliser HI = 5 cm.
Réponse :
la loi de Descartes nous donne $n_1 \cdot sini_1 = n_2 \cdot sini_2$ et l'énoncé nous donne sin(x) =tan(x) si x est petit.
Nous prendrons $n_1 \cdot tan(i_1) = n_2 \cdot tan(i_2)$ avec n_1 = 1,33 (eau) et n_2 = 1 (air)
$tan(i_1)$= 5/40 = 0,125 → $tan(i_2)$=1,33 x 0,125 = 0,16625
*$tan(i_2)$= IH/A_2H → A_2H = 5/0,16625 , **A_2H = 30cm***

2.3 - Calculer la distance OA'_2 dans ce cas.
Réponse :
Reprenons la relation de Descartes 1/p'-1/p=1/f' avec p= -50cm (20+30)
p' = f'p/p+f' = -(0,1 x 0,5)/-0,5+0,1= -0,05/-0,4 = 0,125m
OA'_2 = 12,5cm

2.4 - L'objectif est schématisé par la lentille L et le diaphragme qui lui est accolé (voir document réponse 1). L'objectif est diaphragmé à N = 4.

2.4.1 - Calculer le diamètre du diaphragme (ouverture réelle).
Réponse :
Le nombre d'ouverture du diaphragme est N = f'/O. O est égal au diamètre de la pupille d'entrée de l'objectif, ici diamètre de l'ouverture réelle de la lentille mince.
*O = f'/4 O = 100/4 = **25mm***

2.4.2 - Calculer le diamètre du disque lumineux formé sur le capteur.
Réponse :
Nous allons utiliser la propriété des triangles semblables.



*Soit e le diamètre du disque lumineux. e/(125-120) = 25/125 **e = 1mm***

2.4.3 Peut-on espérer avoir une image nette en diaphragmant davantage, sachant que l'image semble nette si le diamètre du disque lumineux est inférieur à 0,02 mm ?
Réponses :
Si l'on veut e < 0,02, il faut que O < 2,5/5 ou O < 0,5mm. On peut espérer avoir ne image nette (sans changer le point) avec N égal ou supérieur à 200 (N= f'/0,5), diaphragme tout à fait illusoire puisque le phénomène de diffraction empêcherait alors d'obtenir une définition acceptable.

Comparaison des champs angulaires α et α' pour un dioptre plan et un dioptre sphérique.
(Il n'est pas nécessaire de connaître !es formules du dioptre sphérique pour résoudre cet exercice).

3 - Le hublot est un dioptre plan de diamètre IJ = 10 cm. OH = 20 cm,

3.1 - Sur le document réponse 2 et sans calcul, tracer les rayons en amont (c'est-à-dire à gauche de I et de J) passant par O après avoir traversé le hublot. Indiquer l'angle α représentant le champ angulaire.

Réponse :

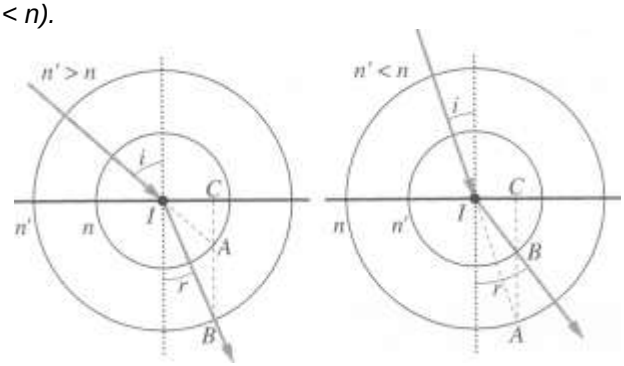
Tout d'abord, un rappel sur la construction de Huygens (voir cours d'optique)

CONSTRUCTION GÉOMÉTRIQUE DU RAYON RÉFRACTÉ
PAR LES SURFACES D'INDICES (CONSTRUCTION DE HUYGENS)

Le trajet du rayon réfracté peut être obtenu graphiquement à l'aide d'une construction due à Huygens. Elle donne la position du rayon réfracté en fonction de l'angle d'incidence i de la manière suivante :

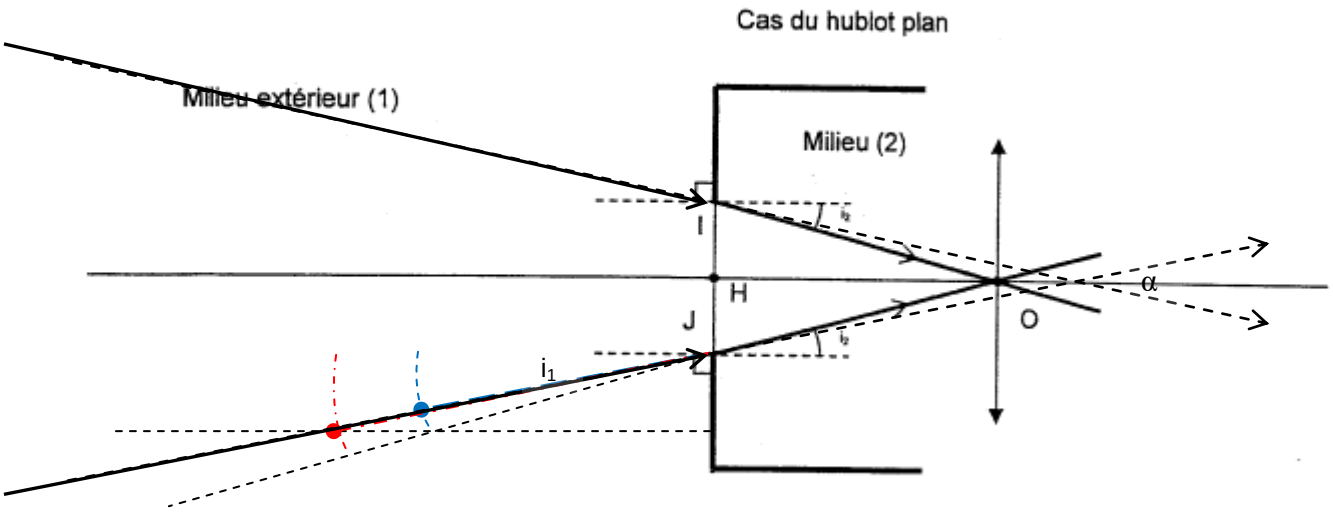
Construction du rayon réfracté. On trace deux cercles concentriques centrés au point d'incidence I, de rayons n et n'. On dessine le rayon incident qui fait un angle i par rapport à la normale à la surface de séparation en I. Son prolongement coupe le cercle de rayon n en A. En A, on mène la perpendiculaire à la surface de séparation qui coupe donc le cercle de rayon n'en B. Le rayon I B constitue le rayon réfracté.

De manière évidente, il faudra distinguer les deux cas de propagation par deux types de constructions (selon que l'on se dirige vers un milieu plus réfringent n' > n ou vers un milieu moins réfringent n' < n).



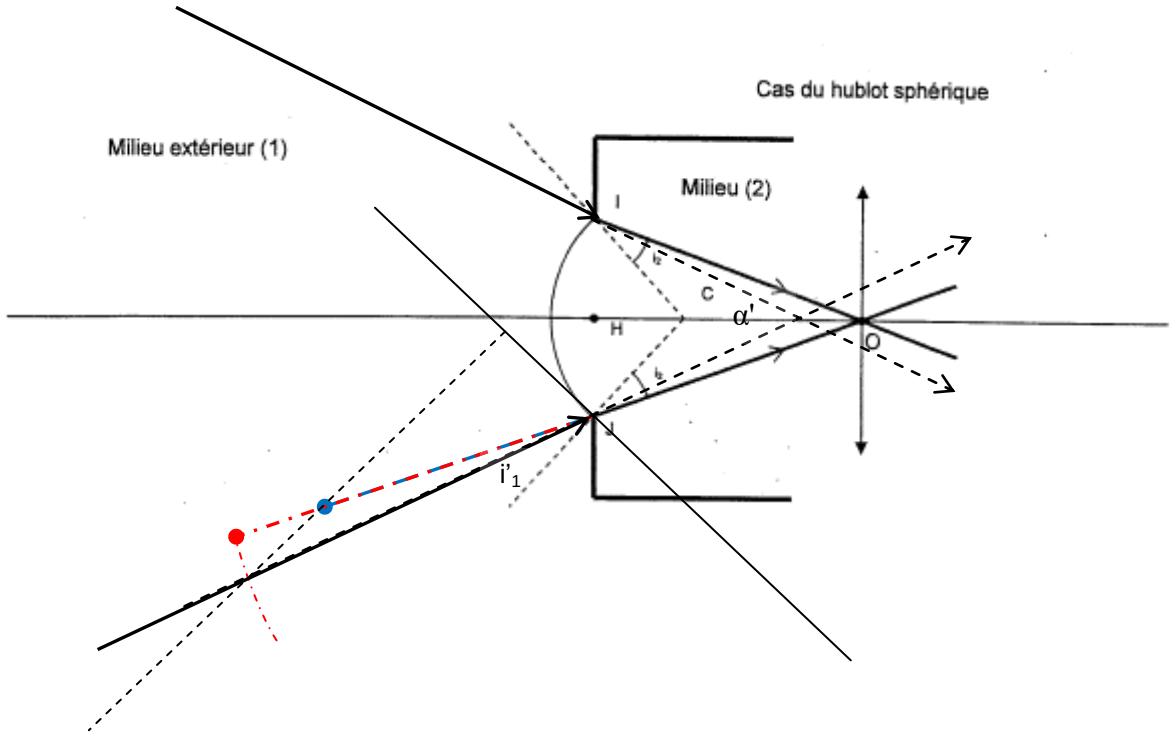
Dans chacun des cas, dans les triangles IAC et ICB, on a sin i = IC/IA et sin r = IC/IB d'où :
IC = IA sin i = IB sin r
Comme par ailleurs IA = n et IB = n', on retrouve bien pour le rayon réfracté la loi
n sin i = n' sin r.
Cette méthode, qui a joué un grand rôle à l'époque où les calculatrices n'existaient pas, est peu employée aujourd'hui. Elle est pourtant fort instructive car elle rend bien compte de la réalité à partir de constructions simples.

Appliquons la construction de Huygens :



3.2 - Calculer i_2 et α. Les résultats seront donnés en degrés.
Réponse :
Par le calcul, $tg(i_2) = IH/OH = 5/20 = 0,25$
$i_2 = 14°$
Appliquons la loi de Snell
$n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$
$\sin(i_1) = \sin(14°) / 1,33$
$i_1 = 10,5°$
$\alpha =$** 2 x i_1 = **21°

4 - Le hublot est maintenant un dioptre sphérique de rayon de courbure Cl = 10 cm. On prendra OH = 20 cm et IH = JH = 5 cm.
4,1 - Sur le document réponse 3, tracer les rayons en amont de I et de J et passant par O. indiquer l'angle de champ α'.
Réponse :
Continuons à utiliser la construction de Huygens en J, le dioptre étant perpendiculaire à CJ (le schéma proposé n'est pas du tout à l'échelle).



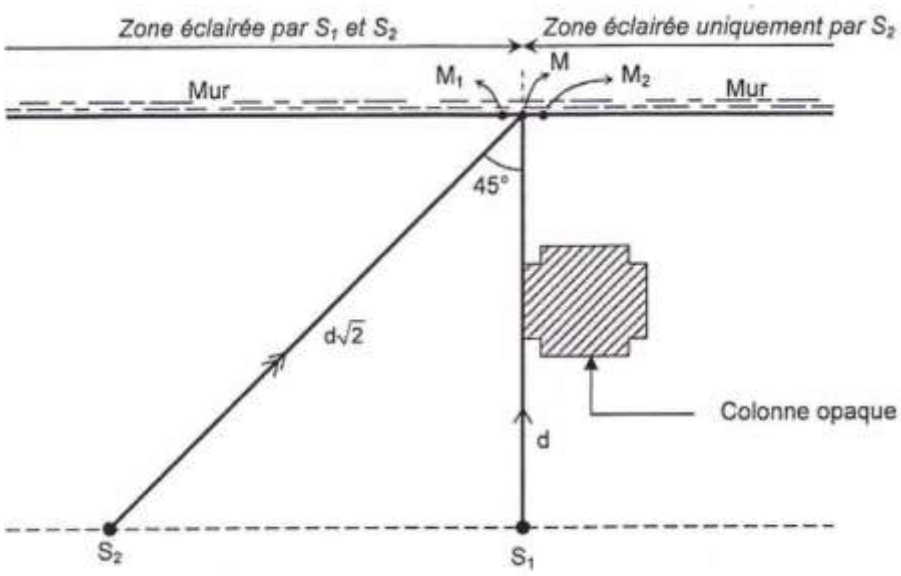
4.2 - Calculer CIO = i'_2 et α'. Conclure.
Réponse :
Soit θ l'angle $\widehat{HJC}$. $Cos(\theta) = \overline{HJ}/\overline{JC} = 5/10 = 0,5 \quad \theta = 60°$
$tg(i'_2 + \theta) = 20 / 5 = 4$
$i'_2 + \theta = 76°$
$i'_2 = 16°$
Appliquons la loi de Snell :
$n_1 \sin(i'_1) = n_2 \sin(i'_2)$
$\sin(i'_1) = \sin(16°) / 1,33$
$i'_1 = 12°$
$\alpha' = 2\,(90-(12+60)$ **$\alpha' = 36°$**

Le hublot sphérique des caméras sous-marines permet d'avoir un grand champ visuel.

Caméra et son circuit de commande, hublot en titane et son hublot.

II - PHOTOMÉTRIE

S_1 et S_2 sont deux sources ponctuelles de même intensité I = 4.10^4 Cd.



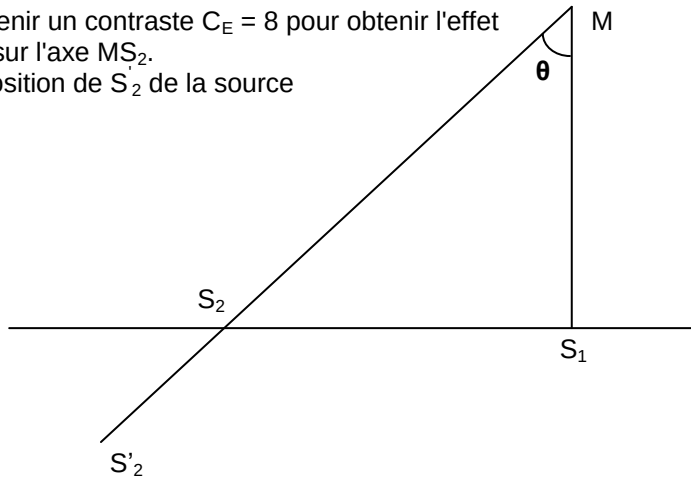
La droite (S_1S_2) est parallèle au mur. Les droites (S_1M) et (S_2M) sont respectivement les axes principaux des sources S_1 et S_2.
Les points M_1 et M_2 sont très voisins de M qui est le point "frontière" entre les deux zones, sans que ces trois points soient confondus.
La droite (MS_1) est perpendiculaire au mur. d = MS_1 = 6,0 m.

Pour simplifier les expressions, on pourra poser MS_1 = d et utiliser le fait que MS_2 = d x √2 et que cos 45° = √2/2.

1 - Calculer les éclairements E_{M1} et E_{M2} produits en M_1 et M_2.
Réponse :
Si S_2 est éteint , avec S_1 seul, nous aurions :
$E_{M1\ S1seul}$= I/d² puisque le mur éclairé est perpendiculaire à l'axe de la source (θ=0°),
$E_{M1\ S1seul}$= $4•10^4$ / 6² = 1111 lux
E_{M2}= I•cos (45°)/d² puisque le mur éclairé est à 45° de l'axe de la source (θ=45°),
E_{M2}= $4•10^4$•(√2/2) / (6•√2)² = $4•10^4$•√2 / 2•36•2 = 10^4•√2 / 36 ≈393 lux
Puisque M_1 est éclairé par S_1 et S_2, les éclairements s'additionnent
E_{M1}= 1504 lux
E_{M2}= 393 lux

2 - Calculer le contraste en éclairement de ce sujet : $C_E = E_{M1} / E_{M2}$
Réponse :
$C_E = E_{M1} / E_{M2}$= 1504/393 = 3,8 ***le contraste est de 3,8 :1***

3 - Il s'agit d'une publicité en noir et blanc et vous devez obtenir un contraste C_E = 8 pour obtenir l'effet désiré. On vous suggère alors de déplacer la source S_2 sur l'axe MS_2.
Calculer la distance x = MS'_2 correspondant à la nouvelle position de S'_2 de la source
Réponse :
$E_{M1\ S1seul}$ + E'_{M2}= 8 x E'_{M2}
$E_{M1\ S1seul}$ = 7 x E'_{M2}
E'_{M2}= 1111 / 7 = 158 lux
E'_{M2}= I•cosθ / x² avec θ=45° et cos (45°) = √2/2
x² = I•cosθ / E'_{M2} = 4 • 10^4 • (√2/2) / 158
x² = 2 • 10^4 • √2 / 158 = 182
x = 13,5 m



TECHNOLOGIE DES EQUIPEMENTS ET DES SUPPORTS

PRÉSENTATION DU THÈME D'ÉTUDE :

Production d'un documentaire sur l'évolution du cinéma et en particulier sur l'utilisation des caméras numériques. Ce documentaire est articulé autour de la production d'un long métrage dont la captation s'effectue avec une caméra Arriflex D21. Ce documentaire comportera des images d'archives, des interviews d'acteurs, de producteurs et de techniciens.
La captation de ce documentaire est réalisée à l'aide d'un caméscope au format IMX (image ratio 16/9). Le montage est réalisé sur une station AVID en réseau.

A - Étude du caméscope PDW-530P.

Le documentaire est filmé et enregistré au format IMX à l'aide d'un caméscope XDCAM PDW-530P. Les spécifications techniques de cette caméra sont présentées au **document n° 1**.

1 - Bloc optique et Capteurs.

Le caméscope PDW-530P réalise la séparation des 3 composantes RVB à l'aide d'un prisme séparateur (séparateur optique ou filtre dichroïque).

1.1 ***- Nommer et décrire le principal défaut lié à ce prisme séparateur.***

Réponse :

White shading (ou taches aux blancs)*: Les taches au blanc sont dues à une non-uniformité de la distribution de la lumière par le séparateur optique.*

Bellaïche :

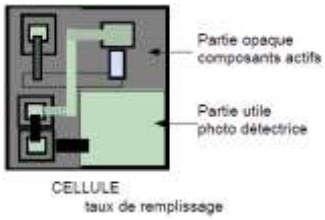
Les caractéristiques spectrales du séparateur optique varient légèrement en fonction de l'angle d'incidence des rayons lumineux. Une caméra non corrigée du défaut de taches au blanc ne délivre pas un signal d'amplitude parfaitement horizontale lors de l'analyse d'une surface blanche uniformément éclairée. Ce phénomène se traduit, sur les zones claires de l'image, par l'apparition de plages colorées horizontales ou verticales, généralement de couleur verte ou magenta.

Le caméscope XDCAM utilise trois capteurs CCD. Les capteurs sont entre autres caractérisés par leur « Fill Factor » (facteur de remplissage).

1.2 - Que représente le « Fill Factor » ?

Réponse : (question déjà posée en 2006)

L'intégration d'un élément actif dans la cellule (le photosite) a pour inconvénient de réduire d'autant la surface sensible offerte. Le rapport entre la surface totale du photosite et la surface du photo détecteur (la photo diode) est appelé taux de remplissage fill factor en anglais.



1.3- Quelle caractéristique du capteur est liée au « Fill Factor » ?

Réponse :

Un taux de remplissage peu élevé peut caractériser une sensibilité faible (l'aire photosensible est petite) ou un pixel de taille importante (beaucoup d'électronique y est intégrée) donc une définition moindre.

1.4 - Expliquer les caractéristiques « Optical System » et « Registration » présentes dans le document n° 1 (caméra section).

Réponse :

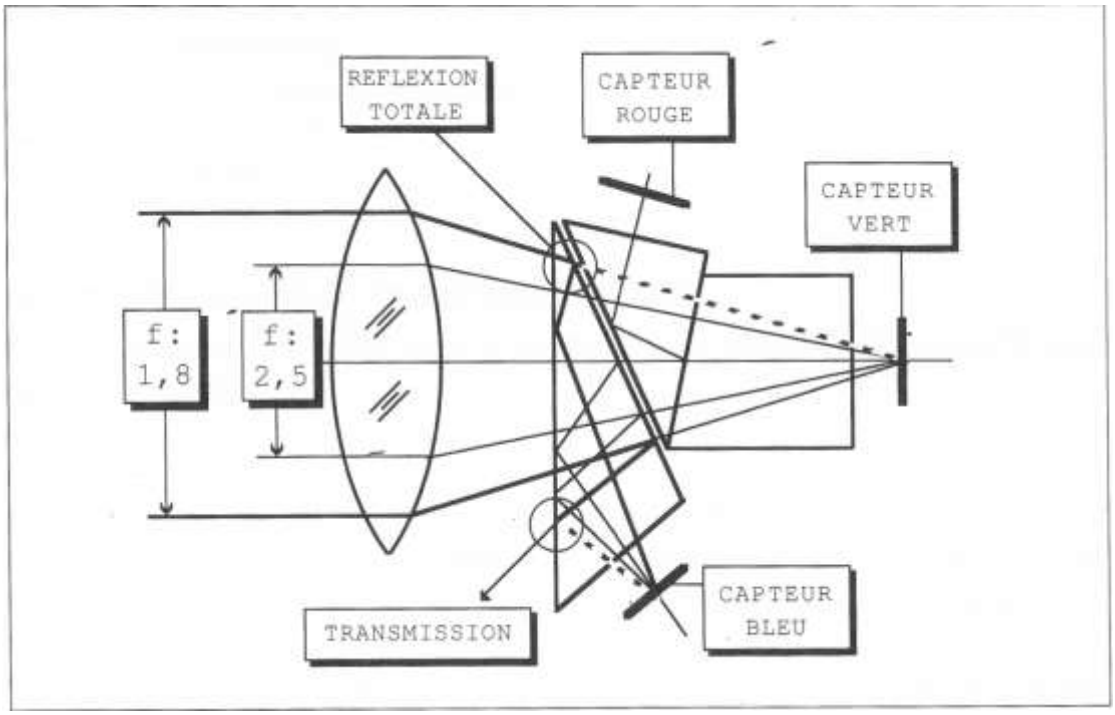
Pour la caractéristique « Optical Sytem », le document indique F1,4 prism.

Cela indique que la séparation optique se fait par un prisme et que « l'ouverture relative » de ce prisme est de f :1,4.

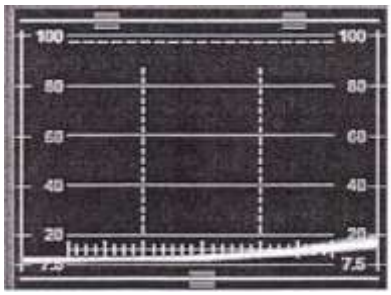
"L'ouverture relative" d'un séparateur chromatique vidéo

Un séparateur peut être assimilé à une lame à faces parallèles et il n'a pas de ce fait de distance focale. Il lui est pourtant donné une "ouverture relative". Cela signifie en fait seulement qu'un prisme séparateur d'une "ouverture" de f : 1,4 assure un bon fonctionnement quand il est associé à un objectif de même ouverture relative. Car une limite physique existe. Devant un tel séparateur, un objectif plus ouvert (f : 1,2 et au delà) n'apportera pas plus de lumière...

Le premier prisme réfléchit sur sa face interne de sortie une partie du rayonnement lumineux (bleu) et transmet le reste. Son angle au sommet va évoluer entre un maximum, au delà duquel les rayons rouges et verts ne sont plus transmis mais se réfléchissent (réflexion totale), et entre un minimum, en dessous duquel les rayons bleus ne se réfléchissent plus mais traversent cette seconde face.
Avec une ouverture très grande (c'est à dire un nombre d'ouverture petit comme par exemple f:1,2), la pupille de sortie de l'objectif est très grande et les rayons lumineux marginaux du faisceau arrivent de façon trop inclinées sur la seconde face. Les rayons supérieurs y font une réflexion totale et une partie du faisceau total n'est plus transmise pour les images rouge et verte. La partie inférieure du faisceau arrivant de l'objectif traverse bien, elle, la seconde face du premier prisme, mais la partie bleue qui s'y réfléchit fait un angle tel qu'elle ne fait plus une réflexion totale sur la face d'entrée : une partie du faisceau bleu la traverse et est perdue pour le capteur bleu (Figure).
En définitive, ce prisme qui était adapté à un objectif ouvrant à f : 1,4, ne laisse pas passer plus de lumière avec un objectif ouvert à f:1,2.



La figure ci-dessous (moniteur de profil – mode « ligne ») représente le signal vidéo de la voie « rouge » en sortie du caméscope (diaphragme totalement fermé).



1.5 - Nommer le défaut visualisable sur cette représentation.
Réponse :
Les taches au noir
1.6 - Indiquer son origine.
Réponse :
Les taches au noir sont causées par des variations du courant d'obscurité dans les capteurs avec la température. Elles se manifestent sous la forme d'une coloration indésirable de certaines parties sombres de l'image.

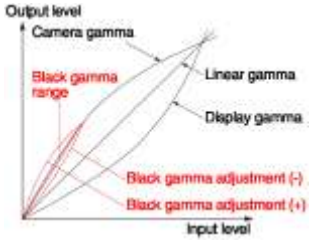
2 - <u>Le traitement des signaux.</u>

La figure ci-dessous présente deux pages du menu « Paint » du caméscope XDCAM.

2.1 - Indiquer l'influence sur l'image des réglages repérés 1, 2, 3, 4 et 5.

Réponses :

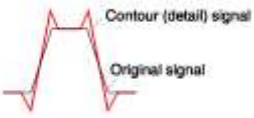
1- ***BLK GAMMA RANGE*** *:*



La fonction "Black gamma" permet de modifier la courbe des gammas proche du noir. Utiliser cette fonction permet d'obtenir dans les parties sombres de l'image soit des noirs profonds et plus de saturation des couleurs soit plus de contraste dans les parties sombres avec des couleurs moins saturées.
Dans les caméras Sony, la fonction « BLK GAMMA RANGE » peut prendre les valeurs LOW, L.MID, H.MID ou HIGH correspondant à une étendue plus ou moins grande sur la courbe des gammas.

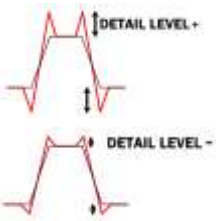
2- ***MASTER BLK GAMMA***
Une valeur négative appliquée au « MASTER BLK GAMMA » permet d'obtenir des noirs profonds et des couleurs saturées. Une valeur positive donne des noirs peu profonds, désature les couleurs et augmente le bruit dans l'image. Dans ce cas, il est recommandé de combiner ce réglage avec la fonction « CRISPENING »

3- ***DETAIL LEVEL***



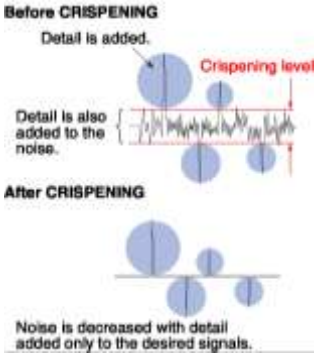
Le "DETAIL" est une fonction utilisée pour améliorer la netteté apparente de l'image ou au contraire la diminuer en agissant sur les contours.

Le « DETAIL LEVEL » permet d'avoir une valeur plus ou moins grande appliquée au contour. Cette valeur peut aller de -99 à +99.
A partir de zéro (valeur par défaut), les valeurs positives augmentent la netteté apparente de l'image.



Les valeurs négatives donnent une image moins définie.

4- ***CRISPENING***
Augmenter le « DETAIL » permet d'obtenir une netteté apparente améliorée. Mais l'image peut alors aussi paraître bruitée dans les parties uniformes de l'image. L'image parait alors grossière.
La fonction « CRISPENING » peut diminuer ce bruit sans affecter la netteté de l'image lorsque l'on utilise la fonction « DETAIL ».
Les valeurs du « CRISPENING » vont de -99 à +99. La même valeur de « CRISPENING » n'a pas le même effet selon les modèles de caméra et cette fonction doit être utilisée avec prudence avec un moniteur de contrôle de grande qualité.



5- ***DETAIL FREQUENCY***
Définit la fréquence du détail horizontal (valeurs -99 à +99).

Le **document n° 1** donne une spécification dénommée « Modulation depth at 5 MHz » (profondeur de modulation).

2.2 - Que représente cette spécification ?

Réponse :
*La **fonction de transfert de modulation** d'un objectif établit la relation entre le contraste du sujet réel et celui effectivement transmis par l'objectif. Elle exprime en fait la bande passante de l'objectif, donnée en pourcentage pour différentes valeurs de fréquences spatiales.*
Cette notion a été abordée en 2008, 2007 et 2004. Je vous invite à revoir les corrections des années correspondantes.

L'objectif associé à cette caméra a une courbe FTM représentée au **document n° 2.**
On souhaite déterminer la valeur de la caractéristique « Modulation depth at 5 MHz » pour l'association Objectif/Caméscope.

2.3 - *Calculer la fréquence spatiale (traits.mm^{-1}, c'est-à-dire « paire de lignes par mm ») équivalente à la fréquence de 5 MHz (capteur 16/9: 9,6 mm x 5,4 mm - durée active ligne = 52 μs).*

Réponse :
En vidéo SD, le nombre maximal de lignes horizontales par millimètre –définition verticale – est limitée par le nombre de lignes utiles de l'image soit 576 (480 en NTSC), tandis que le nombre maximal de traits verticaux par millimètre – définition horizontale – est limitée par la bande passante utilisée pour transmettre le signal vidéo.
La résolution spatiale est d'autant meilleure que le nombre de paires de traits/mm visible (ou cycle/mm) est grand.

$$\text{Nombre de cycles/mm (fréquence spatiale)} = \frac{\text{Bande passante x durée ligne utile}}{\text{Largeur surface sensible}}$$

*Avec une bande passante de 5 MHz et une durée de ligne utile de 52 µs, on obtient : (5000 x 0,052)/9,6 = **27 cycles/mm ou paires de traits**.*

2.4 - Calculer la profondeur de modulation de l'association objectif/caméra pour la fréquence de 5 MHz.

Réponse :
D'après le document 1, la valeur du MTF du capteur à 5 MHz est de 70% en 16/9^{e}, d'après le document 2, la valeur du MTF pour 27 cycles/mm est d'environ 60%.
La profondeur de modulation de l'association objectif/caméra pour la fréquence de 5 MHz sera 60 x 70 = 42% en 16/9^{e}.

3 - <u>L'enregistrement des signaux.</u>

L'acquisition des images peut s'effectuer en mode 50i ou 25P.

3.1 - Expliquer la différence entre ces 2 modes d'acquisition.

La caméra peut enregistrer en mode entrelacé (50i) à raison de 50 demi-trames par seconde ou en mode progressif (25p) à raison de 25 images par secondes.
i = « interlaced » (deux trames paires et impaires entrelacées)
p = «progressif » C'est un balayage issu de l'informatique. Il n'y a plus qu'une seule trame de 1080 ou 720 lignes par image. Ce type de balayage est fortement recommandé pour les prise de vues destinées à être kinescopées dans le but de faire une projection sur pellicule positive argentique en salle.
Le mode progressif doit être visualisé sur des moniteurs exploitant ce mode de balayage.

L'enregistrement des images « 25p » s'effectue en mode « PsF ».

3.2 - Expliquer le principe et l'intérêt du mode PsF.

Réponse : (question posée en 2007)
Psf = « Progressive segmented Frame »
Avec le format psf, l'image progressive est divisée en deux segments avec les lignes paires dans un segment et les lignes impaires dans l'autre segment. Psf est un format vidéo Haute définition utilisé pour enregistrer et de transmettre une image progressive sur des équipements conçus pour l'entrelacé.

Le « segmented frame » assure la compatibilité et la visualisation sur un téléviseur quasi standard *même si cela n'est pas parfait.*
Techniquement, les segments progressifs correspondent aux trames entrelacées mais contrairement aux trames entrelacées de la vidéo il n'y a pas de décalage temporel entre les deux segments permettant de recréer les deux trames vidéo paire et impaire équivalentes. Les deux segments représentent l'image dans le même espace temps.

L'algorithme de compression mis en œuvre pour ce format est indiqué MPEG-2 422P@ML (I frame). La quantification des données vidéo s'effectue sur 8 bits et le taux de compression est de 3.3.

3.3 - ***Qu'indique le terme « I Frame » ?***
Réponse :
I indique un image Intra*. En MPEG, nous avons des GOP constitués d'images I, B et P (intras,bidirectionnelles et prédites). Ici, la compression est uniquement intra-image et non temporelle.*

3.4 - Calculer le débit obtenu en sortie après compression *(rappel : l'image 16/9 est anamorphosée avant son enregistrement 720x 576).*
Réponse : ***165 Mbits/s***

L'enregistrement des données s'effectue sur un disque optique réinscriptible de 23.3 GO (Professionnal Disc).

3.5 - ***Calculer la durée maximale de stockage sur le disque optique (vidéo seule).***
Réponse : 165 / 8 = 20,625 Mo/s
23300 / 20,625 = 1130 secondes soit ***environ 19mn****.*

L'enregistrement sur des données peut s'effectuer selon deux modes : le mode VBR et le mode CBR (mode d'enregistrement le disque optique XDCAM).

3.6 - ***Que signifient les termes VBR et CBR ?***
Réponse :
CBR : Constant Bit Rate
VBR : Variable Bit Rate

3.7 - Quelles sont les principales différences entre ces deux modes (avantages et inconvénients) ?
Réponse :
CBR : le taux de compression de la vidéo est constant sur toute la durée du film
VBR : le taux de compression varie sur la durée du film pour être moins élevé sur les parties détaillées (un champ avec des fleurs par exemple pour garder les détails) et plus élevé sur certaines images simples (un mur blanc par exemple)
En règle générale, en terme de qualité, ***un encodage en CBR suffit à une vidéo qui contient majoritairement des plans fixes. L'encodage est plus rapide mais le fichier sera gros*** *(quelque soit son contenu) pour une qualité de l'image optimale.*
L'encodage VBR est, par contre, requit pour des vidéos incluants des alternances de séquences fixes et de séquences beaucoup animées et surtout si le temps du programme dépasse les 40 minutes ou 1 heure*.*

Le stockage sur le disque s'effectue sous la forme de fichiers MXF qui comportent des « essences » et des « métadonnées » (metadata).

3.8 - ***Que signifie MXF ?***

Réponse :
Le format MXF (Material eXchange Format) est un format d'encapsulation pour les media vidéo et audio professionnels qui a été défini par des standards SMPTE*.*

Le MXF est un format de fichier facilitant la transmission de contenus vidéo et audio et de metadata (informations portant sur le contenu) pour des applications de production, de stockage et de distribution.

4 - <u>Entrées/sorties du caméscope.</u>

La transmission des informations audiovisuelles peut s'effectuer par l'intermédiaire de la liaison i-Link ou SDI.

La sortie i-Link (voir **document n° 1**) peut être configurée en mode AVC ou FAM (File

Acces Mode).

4.1 - Préciser la différence entre ces deux modes de transmission.
Réponse :
FireWire est le nom commercial donné par Apple à une interface série multiplexée, aussi connue sous la norme IEEE 1394 et également connue sous le nom d'interface i.LINK, nom commercial utilisé par Sony. Il s'agit d'un bus véhiculant à la fois des données et des signaux de commandes des différents appareils qu'il relie.
i-Link peut être configuré en AV/C ou en FAM.
***AV/C signifie « Audio Video Control» est un protocole permettant de piloter un camescope externe** ou un ordinateur équipé d'un logiciel de montage.*
*FAM (File Access Mode) permet de relire les fichiers AV et les données associées enregistrées. **Ce mode permet de parcourir et d'utiliser les fichiers XDCAM directement sur un PC correctement configuré**. Windows reconnait alors la caméra comme un disque dur externe.*

La sortie SDI (carte opérationnelle CBK-SD01) de ce caméscope est annoncée « audio Embedded ».

4.2 – Qu'indique le terme « audio embedded ».
Réponse :
*On parle de SDI avec audio embedded **lorsque le flux audio est transmis avec la vidéo**.*

B - <u>Étude de la caméra ARRI D21 (HD Mode).</u>

Les spécifications de la caméra ARRIFLEX D21 HD sont présentées au **document n° 3**. La figure ci-dessous représente le synoptique de ce type de caméra.

1 - <u>L'objectif.</u>

Le **document n° 4** présente une série d'objectifs pouvant être associée à la caméra ARRIFLEX D21 HD.

1.1 - Indiquer parmi ces objectifs celui qui correspond à la focale standard (ou focale normale). Justifier votre choix.
Réponse :
Si l'on considère comme focale normale la diagonale du capteur nous devrions avoir le √(23,760²+13,365²) soit 27 mm
L'objectif normal serait le Master Prime T1,3/27mm

Les valeurs de diaphragme sont exprimées avec une échelle « T ».

1.2 - Préciser la différence* entre *l'échelle « T » et l'échelle « N » (classiquement utilisée en vidéo).
Réponse : (question déjà posée en 2006).
***L'ouverture géométrique ou relative** (N dans les calculs) dont la valeur est obtenue par le rapport de la focale sur le diamètre de l'ouverture de la pupille d'entrée. Ce diaphragme sert pour les **calculs de profondeur de champ**.*
*L'**ouverture photométrique** (T) tient compte de l'absorption des lentilles. Pour compenser cette absorption, l'ouverture réelle est légèrement augmentée.*
*C'est cette dernière qui compte pour **l'exposition du capteur**.*
Sur les objectifs actuels, seule subsiste l'ouverture photométrique

2 - <u>Le capteur.</u>

La caméra ARRIFLEX D21 HD utilise un mono capteur C-MOS « Super 35 » auquel est associé un filtre de Bayer.

2.1 - Indiquer la différence entre un capteur* CCD et *C-MOS concernant* le *traitement des charges électriques.
Réponse : (question déjà posée en 2006 et 2008.)
Les CCD (Charge coupled devices) sont avant tout des composants intégrés qui permettent le transfert individuel de paquets de charges électriques sur une certaine

distance physique, tout en conservant l'intégrité de chaque paquet. Dans le processus de construction du signal vidéo, ils collectent les charges photoélectriques et organisent leur succession dans un ordre simulant un balayage de la surface photosensible.
Les capteurs CCD nécessitent la mise en œuvre d'un process de fabrication particulier et imposent un adressage séquentiel de l'ensemble des points de l'image. La conversion charge -> tension et l'amplification du photosignal se fait juste avant la sortie.

Au contraire, les capteurs Cmos utilisent une méthode de traitement décentralisé au niveau de chaque photosite, mettent en œuvre un process standard et autorisent l'accès aléatoire à chaque point de l'image, ainsi que l'intégration de fonctions de haut niveau. Le concept de base est celui de « pixel actif » (ou APS pour active-pixel sensor), qui associe au sein de chaque photosite au minimum un capteur de lumière (photodiode ou condensateur Mos photosensible) et un amplificateur. Une matrice de commutation répartie sur l'ensemble de la puce permet d'accéder à chaque point. Des fonctions plus avancées peuvent aussi être intégrées soit localement (obturateur électronique constitué par un échantillonneur-bloqueur au niveau de chaque site), soit ailleurs sur la puce (convertisseur A/N, générateur de synchronisation vidéo, DSP...).

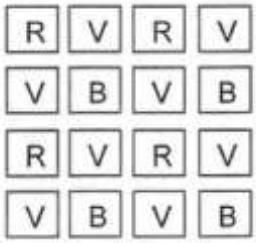
Les capteurs Cmos ont des avantages déterminants : ils ont un coût très favorable et des résolutions potentiellement très élevées. Néanmoins, leur gros inconvénient est d'avoir un ***facteur de remplissage*** *d'emblée inférieur à celui des CCD. Il en résulte qu'à taille équivalente, le capteur CMOS est moins adapté que le capteur CCD pour les applications scientifiques et industrielles délicates en faible lumière.*

2.2 - Quels sont les principaux avantages dans l'utilisation d'un mono capteur.

Réponse :

Le principal avantage est de ne pas avoir un séparateur chromatique. Un autre avantage est la diminution du cout de fabrication (un capteur au lieu de trois).
Aujourd'hui la tendance est au mono-capteur (CMos) de plus en plus grand ce qui permet d'avoir une grande sensibilité et une définition remarquable.

La structure du filtre de BAYER est représentée ci-dessous :



2.3 - Justifier le nombre deux fois plus important de pixels « vert » par rapport aux pixels « rouge » et « bleu ».

Réponse :
Le filtre le plus utilisé dans les technologies actuelles est le filtre de Bayer. Il permet de calculer la valeur d'un pixel à partir d'un quadruplet de photosites, donnant plus de poids à la composante verte, pour laquelle l'œil présente le maximum de sensibilité. Un pixel est donc composé de quatre photosites (2 verts, 1 bleu et 1 rouge).
Les limitations du capteur couleur mono-CCD sont donc liées au fait qu'il faille au moins trois cellules pour obtenir l'information couleur complète.... d'où une perte de résolution. De plus, les trois cellules utilisées pour définir la couleur d'un point ne sont pas localisées au même endroit, ce qui est à l'origine d'aberrations chromatiques à moins d'utiliser l'interpolation de Bayer.

2.4 - Quel est le rôle de la fonction « Interpolation Bayer » ? (cf. synoptique)

Réponse : L' algorithme d'interpolation de Bayer est utilisé pour créer des valeur de R, G et B pour chacun des pixels alors que l'information pour chacun de ces pixels n'était que pour le R ou le G ou le R.

L'algorithme crée des valeurs pour chacune des trois couleurs sur chacun des pixels par interpolation. Ces algorithmes sont propriétaires c'est-à-dire que chaque fabricant de caméra possède son algorithme.

R	G	R
G	B	G
R	G	R

Image Bayer

RGB	RGB	RGB
RGB	RGB	RGB
RGB	RGB	RGB

Image couleur reconstituée

Voici différentes méthodes d'interpolation pour retrouver les couleurs de l'image

1- *Bilinear interpolation*
   - *Méthode basée sur la moyenne des niveaux de couleur des pixels voisins*

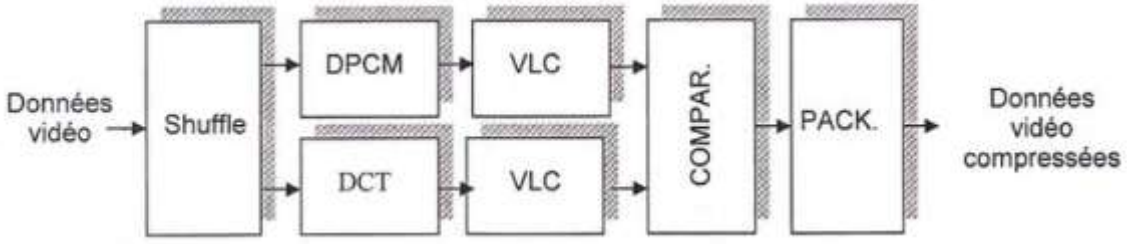
2- *Constant hue based interpolation*
   - *Méthode basée sur l'interpolation de la teinte (pas de variance de la teinte à la surface d'un objet)*
   - *Teinte calculée comme le rapport entre rouge et vert et le rapport entre bleu et vert*

3- *Adaptive color plan interpolation*
   - *Méthode basée sur la détermination du canal de luminance (vert) et des canaux de chrominance (rouge et bleu)*

4- *Gradient based interpolation*
   - *Méthode basée sur la détermination du canal de luminance (vert) et sur l'interpolation bilinéaire des canaux de chrominance (rouge et bleu)*
   - *Teinte calculée comme le rapport entre rouge et vert et le rapport entre bleu et vert*

3 - <u>L'enregistrement des signaux.</u>

L'enregistrement des signaux (Full RVB — 1080/24p — 4.4.4/10 bits **log**) s'effectue sur un magnétoscope HDCAM SR. Les données vidéo sont compressées (MPEG-R SP) avant leur enregistrement. Les principales fonctions du CODEC sont représentées ci-dessous.



L'algorithme de compression du format HDCAM SR effectue simultanément deux types de réduction de données (le comparateur effectue ensuite le choix entre ces deux modes).

3.1 - Quel est l'intérêt de ce processus ?

Réponse :

L'intérêt repose sur la comparaison d'efficacité entre les deux types d'algorithme de compression et retenir le plus efficace en fonction du type d'images à traiter. Avec cette technique, à qualité égale, le poids de l'image est moindre.

C <u>Éclairage ITW.</u>

On utilise entre autres pour l'interview du réalisateur un projecteur Kino Flo « Vistabeam 600 » **document n° 6**).

1 - Expliquer le principe de génération de la lumière des tubes fluorescents.

Réponse :

Appelés improprement "néons", ils renferment un mélange d'argon et de vapeur de mercure très raréfié; une décharge électrique au travers de ce gaz, d'un bout à l'autre du tube, fait briller le mercure

d'un rayonnement ultraviolet, qui excite une substance fluorescente (composés phosphorés) déposée sur la paroi interne du tube; cette substance émet en retour une lumière blanche.

Ces tubes fluorescents sont entre autres caractérisés par un IRC proche de 95.

2 - *Que signifie et que représente la caractéristique « IRC » ?*

Réponse :

***L'indice de rendu des couleurs (IRC) varie de 0 à 100 et donne une indication sur la capacité d'une lampe à restituer fidèlement les différentes couleurs**.*

L'indice maximum (IRC = 100) correspond à une lumière blanche naturelle qui possède un spectre à la fois complet et continu, et qui restitue toutes les nuances de couleur du spectre.

Ce projecteur est placé à hauteur et à 3 m du sujet.

3 - *Déterminer l'éclairement reçu par le sujet.*

Réponse :

A 3m, l'éclairement sera de 1453 lux

4 - À partir de la valeur de la sensibilité de la caméra PDW-530P, calculer le nombre d'ouverture du diaphragme correspondant à cet éclairage (exprimée en fraction de diaphragme - voir tableau ci-dessous).

Rappels :

(Diaph. Initial)^2 / (Diaph. Final)^2 = ratio « quantité » de lumière.

Valeurs intermédiaires d'ouverture de diaphragme

N	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22
+1/3	1,12	1,6	2,2	3.1	4,5	6,6	9	12,3	17,9	24,6
+1/2	1,2	1,7	2,4	3,4	4,8	6,7	9,6	13,2	19,2	26,4
+2/3	1,26	1,8	2.5	3.5	5	7,1	10,1	13.9	20,2	27.7

Réponse : (question très souvent posée)

S= (250 x N²) / (E x t) S est exprimé en ISO, N est le nombre d'ouverture, E l'éclairement et t = 0,02s

Les caractéristiques de la caméra données (document n°1) est pour la sensibilité : f11 pour 2000 lux.

S = (250 x 11²) / (2000 x 0,02) ; S ≈ 750 ISO.

Reprenons la même formule avec 1453 lux.

750 = (250 x N²) / (1453 x 0,02) N² = [750 x (1453 x 0,02)] / 250

N=8 +1/3

Le cameraman passe du filtre « 5600 K » au filtre « 5600 K + 1/8 ND ».

5 - *Calculer la nouvelle ouverture du diaphragme pour conserver le même éclairement de la surface sensible.*

Réponse :

Le filtre ND 1/8 ne laisse passer que 1/8^e de la lumière. Pour compenser l'opérateur doit ouvrir de trois diaphragmes. ***La nouvelle ouverture sera 2,8 +1/3.***

Par calcul N²=9² x 1/8= 10,125 → N=3,2 soit 2,8⅓

6 - Quelle est l'influence de ce changement de valeur de diaphragme sur l'image ?

Réponse :

La profondeur de champ va diminuer de 2,8 fois. *(1,44 fois par cran de diaph, soit $\sqrt{2^3}$)*

Les lignes électriques auxquelles sont reliés les projecteurs comportent un dispositif de protection dénommé DDR (30 mA)

7 - *Expliquer le principe de protection de ce dispositif.*

Réponse : (question déjà posée en 2007 et 2008).

Si tous les appareils sont à la terre, un dispositif efficace pour protéger les personnes sera le ***Dispositif Différentiel à Courant Résiduel (DDR) associé au disjoncteur**.*

Ce dispositif mesure en permanence la différence entre la valeur du courant entrant et la valeur du courant sortant. S'il existe une perte de courant (qui passerait par le corps de l'usager et la terre) ce dispositif met automatiquement l'équipement hors tension.

8 - Quelle est la condition nécessaire pour que ce dispositif soit opérationnel ?
Réponse :
Il faut que tous les appareils soient reliés à la terre.

D - Montage du documentaire.

Ces informations sont stockées sur le serveur d'un réseau LAN. Le montage est réalisé sur un système non linéaire AVID.

1 - Le réseau.

1.1 - Que signifie le terme LAN ?
Réponse :
*LAN, **Local Area Network**. Réseau local de petite taille reliant entre eux des ordinateurs d'une organisation commune.*

L'unité de stockage du serveur a une architecture de type RAID mirroring (ou RAID 1).

1.2 - Expliquer le principe de cette architecture.
Réponse :
Les données d'une entreprise sont capitales au bon fonctionnement de celle ci. C'est pourquoi qu'il faut veiller à ce que celles ci soient toujours stockées d'une manière fiable et sécurisée.
L'utilisation d'un seul disque dur comme dans l'architecture SLED ne peut pas répondre à ces exigences en matière de fiabilité. Si celui ci subit une panne, le seul moyen d'en récupérer les données est d'utiliser la dernière sauvegarde, ce qui risque de mobiliser le serveur pendant un temps non négligeable durant lequel l'ordinateur est inutilisable.
En ce qui concerne l'architecture RAID et ses différents niveaux, la panne au niveau d'un seul disque dur ne gène en rien le fonctionnement des autres disques et par conséquent ne gène pas le fonctionnement de l'ordinateur. De plus, les données du disque défaillant sont reconstruites à partir des autres disques pendant l'utilisation de l'ordinateur, ce qui permet de travailler normalement de manière continue.
Quelque soit le nombre de disques dur utilisés, au niveau de l'interface de l'utilisateur, celui ci ne verra qu'un seul disque logique puisque l'architecture RAID reste complètement invisible à l'utilisateur.
Il existe aujourd'hui plusieurs " niveaux de RAID " numérotés de 0 à 7.
***Le fonctionnement du RAID 1** est très simple. Les données sont copiées dans leur totalité exactement de la même manière sur tous les disques durs disponibles. Si un des disques durs tombe en panne, les données enregistrées seront toujours présentes puisqu'elles sont enregistrées de la même manière sur tous les disques durs. Il suffira que le contrôleur raid désactive le disque tombé en panne jusqu'au remplacement de celui ci sans que cela ne gène l'accès aux données. Lorsqu'un nouveau disque est inséré ou qu'un disque est remplacé, le contrôleur raid lancera une synchronisation avec les autres disques durs afin de retrouver les mêmes informations sur celui ci. En ce qui concerne le volume de stockage total, il faut savoir que ce volume ne dépassera jamais le volume de stockage du plus petit disque dur.*

Avantages
Amélioration de la vitesse de lecture puisque l'on peut lire les données sur les 2 disques à la fois.
Meilleure tolérance de pannes. Si un disque dur tombe en panne, les données ne sont pas perdues.

(Bellaïche)
Pour offrir un volume de stockage de plusieurs centaines d'heures de programmes allié à des temps d'accès réduits, les serveurs vidéo sont équipés de disques durs agencés en architecture RAID *(Redondant Array of Independant Disk,* que l'on traduit par batterie redondante de disques indépendants). Le principe de cette technologie consiste à

partager le débit à enregistrer entre plusieurs disques durs classiques, empilés en matrices, et gérés comme un seul volume. Des informations de parité sont ajoutées aux données utiles pou• assurer un certain degré de sécurisation en cas de défaillance de l'un des disques.
RAID 1 : les données sont intégralement dupliquées sur un second groupe de disques, fonctionnant en mode miroir. La redondance est totale, la sécurité est maximale, mais le volume de stockage doit être doublé (50 % est dédié à la protection), donc le prix aussi.

2 - L'étalonnage du documentaire.

L'étalonnage de ce documentaire est réalisé à partir de différents outils de correction et de visualisation et entre autres l'histogramme représenté ci-dessous.

2.1 - Quelles sont les informations fournies par cette représentation ?

Réponse :

C'est un graphique qui montre la répartition des pixels de l'image en fonction de leur luminosité. Chaque type d'image (normale, surexposée, sous exposée, manquant de contraste, présentant une dominante colorée…) possède un histogramme typique.

2.2 - Au vue de cet histogramme, que peut-on dire de l'image correspondante ?

Réponse :

L'histogramme ci-dessus est typique d'une image sous-exposée avec des noirs bouchés à moins qu'il corresponde à une image naturellement sombre (scène nocturne).

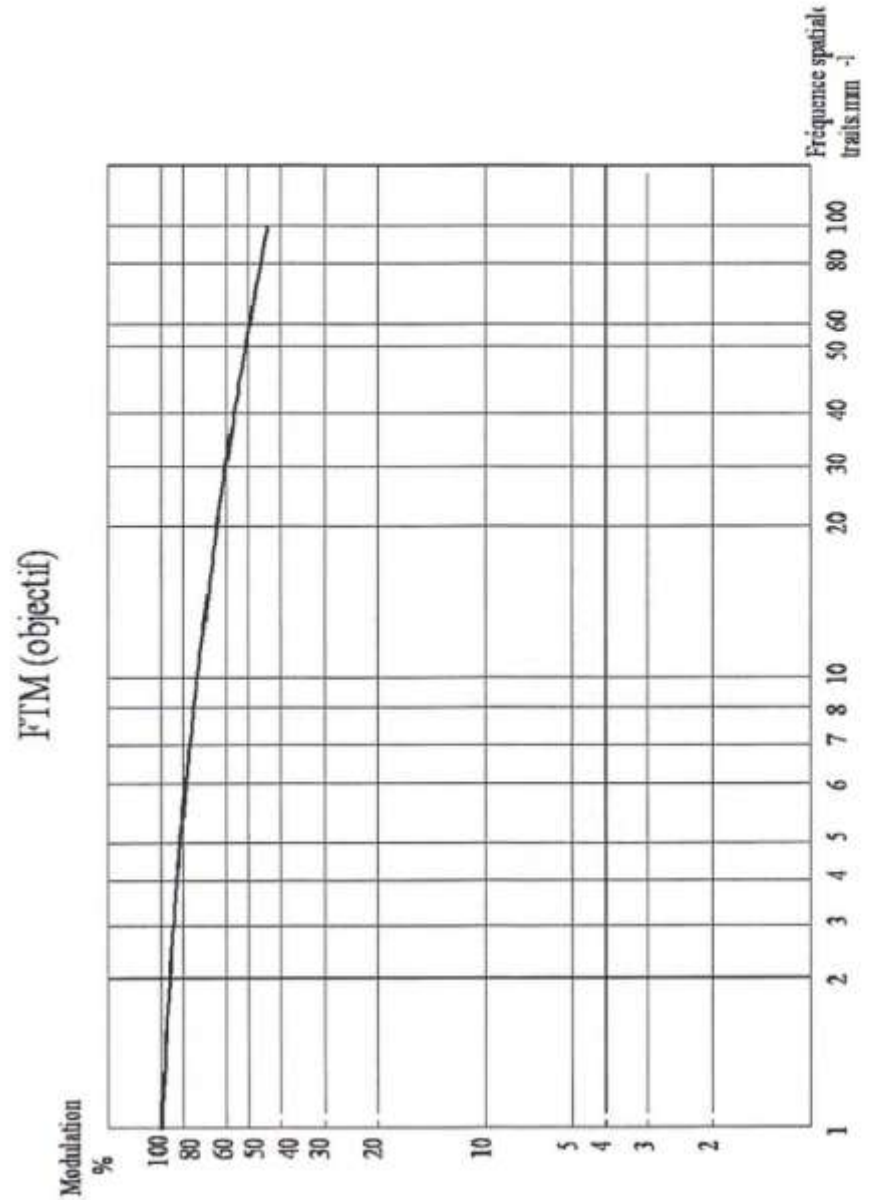
DOCUMENT N°1 : Spécifications XDCAM Camcorders

			PDW-510/510P (DVCAM)	PDW-530/530P (DVCAM/MPEG IMX)
General	Mass Approx. 4.1 kg (9 lb) - 5.8kg(with VF, Mic, Disc, BP-GL95 battery) (12 lb 12 oz)			
	Power requirements DC 12 V +5.0 V/-1.0 V			
	Power consumption		Approx. 32 W (while recording, with viewfinder, color LCD off)	
	Operating temperature		-5 to 40 °C (+23 to +104 °F)	
	Storage temperature		-20 to +60 °C (-4 to+140 °F)	
	Humidity		10 to 90% (relative humidity)	
	Continuous operating time		Approx. 120 min. w/BP-GL95 battery	
	Recording format	Video	DVCAM (25 Mb/s)	MPEG IMX (50/40/30Mb/s), DVCAM (25 Mb/s)
		Proxy Video	MPEG-4	
		Audio	DVCAM: 4 ch/16 bits/48kHz	MPEG IMX:4 ch/16 bits/48 kHz, 4 ch/24bits/48 kHz DVCAM: 4 ch/16 bits/48 kHz
		Proxy Audio	A-law (4ch, 8 bits, 8 kHz)	
	Recording /Playback time	MPEG IMX	—	50 Mb/s:45 min, 40 Mb/s:55 min, 30 Mb/s:68 min
		DVCAM	85 min.	
Signal inputs	Genlock video		BNC x1, 1.0 Vp-p, 75	
	Time code input		BNC x1, 0.5 to 18 Vp-p,	
	Audio input		XLR-3-31 x2, line / mic / mic+48V / AES/EBU selectable	
	Mic input		XLR-3-31 x1	
Signal outputs	Video output		BNC x1, 1.0 Vp-p, 75 Ω	
	Video test output		BNC x1, 1.0 Vp-p, 75 Ω	
	Time code output		BNC x1, 1.0 Vp-p, 75 Ω	
	Earphone		Mini-jack x2 (front: monaural, rear : stereo/monaural)	
	Audio output (CH-1/CH-2)		XLR-5-pin male (stereo)	
Other inputs/outputs	Lens		12-pin	
	Remote		8-pin	
	Light		2-pin, DC 12 V, max. 50 W	
	DC intput		XLR-4-pin	
	DC output		4-pin (for wireless microphone receiver), DC 12 V (MAX 0.2A)	
	Camcorder adapter		40-pin	
	i.LINK		IEEE 1394, DV IN/OUT or File Access Mode, 6-pin x1	
Audio performance	Frequency		20 Hz to 20 kHz, +0.5 dB/-1.0 dB	
	Dynamic range		More than 85 dB	
	Distortion		Less than 0.08% (at 1 kHz, reference level)	
	Crosstalk		Less than -70 dB (at 1 kHz, reference level)	
	Wow & flutter		Below measurable	
	Head room		20 dB (ex-factory setting)	

DOCUMENT N°1 (suite)

Camera section	Pickup device	3-chip 2/3-inch type 16:9 widescreen Power HAD EX CCD	
	Total picture elements	NTSC model: 1038(H) x 1008(V) PAL model: 1038(H) x 1188(V)	
	Effective picture elements	NTSC model: 980(H) x 494(V) PAL model: 980(H) x 582(V)	
	Optical system	F1.4 prism	
	Built-in optical filters	1 : 3200K, 2 : 5600K+1/8ND, 3 : 5600K, 4 : 5600K 1/64ND	1 : Clear, 2: 1/4ND, 3: 1/16ND, 4: 1/64ND A : CROSS, B: 3200K, C: 4300K, D: 6300K
	Shutter speed	NTSC model: 1/100, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000 (s) PAL model: 1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000	
	Slow Shutter	NTSC model: 1/2 to 1/30 (s) PAL model: 1/2 to 1/25 (s) (1 to 8 and 16 frame accumulation)	
	Lens mount	2/3" 48 bayonet mount	
	Sensitivity (2000 lx, 89.9% reflectance)	F11 (typical)	
	Minimum illumination	Approx. 0.13 lx (F1.4 lens, +48 dB turbo gain, shutter off), approx. 0.008 lx (with 16-frame accumulation)	
	Gain selection	-3, 0, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48 dB	
	Smear level	-140 dB (typical)	
	S/N ratio	NTSC model: 65 dB (typical) PAL model: 63 dB (typical)	
	Vertical resolution	NTSC model: 400 TV Lines/450 TV Lines(EVS) PAL model: 480 TV Lines/530 TV Lines(EVS)	
	Registration	0.05% (all zones, w/o lens)	
	Geometric distortion	Below measurable level (w/o lens)	
	Modulation depth at 5 MHz	70% (16:9, typical) / 55%(4:3, typical)	
Viewfinder	CRT	2.0-inch typE monochrome	
	Controls	BRIGHT, CONTRAST, PEAKING controls, TALLY, ZEBRA, DISPLAY switches	
	Horizontal resolution	450 TV lines (16:9)	
	Microphone	Ultra-directional (detachable)	
Built-in LCD monitor		2.5-inch type color LCD monitor	

DOCUMENT N°2 :


FTM (objectif)
Modulation
%
100
80
60
50
40
30
20
10
5
4
3
2
1
2
3
4
5
6
7
8
10
20
30
40
50
60
80
100

DOCUMENT N°3 : ARRIFLEX D-21 HD – Technical Data

Camera type: 35 format film style HD camera with an optical viewfinder

Frame rate:

Mode	Setting	Camera Fps
HD Mode	HD422 (16:9)	1 - 30
	HD444 (16:9)	1 - 30
Mscope™	Mscope™ HD422 (4:3)	1 - 25

All frame rates are crystal controlled and can be set with 0.001 fps precision.

Frame rates other than the standard HD video frame rates of 23.976 PsF, 24 PsF, 25 PsF, 29.97 PsF and 30 PsF can be achieved with a recorder that can interpret the Variframe Flag.

Exposure compensated speed ramps are supported by the electronic mirror shutter.

Aperture: 23.760 x 13.365 mm/0.9354" x 0.5262" in HD Mode
23.760 x 17.820 mm/0.9354" x 0.7016" in Mscope™

Lens mount: 54 mm PL, adjusted for Super 35, with Lens Data System (LDS) contacts, Flange focal depth 52 mm nominal

Display: Camera display on left side with individual buttons for: camera RUN, PHASE (electronic inching & mirror rotation), LOCK, MODE, SEL and SET. Allows adjusting beeper volume, beeper at start and/or stop, enable/disable mirror shutter, mirror shutter angle, frame counter.

Video Menu over composite video output for control of operational parameters: HD Mode, frame rates, white balance and color matrix, signal output range, contrast characteristic and sensitivity.

Shutter: Spinning, electronically adjustable reflex mirror shutter.
Adjustable to 11.2°, 22.5°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°, 105°, 120°, 135°, 144°, 150°, 172.8° and 180°

Viewfinder: Optical reflex viewfinder with interchangeable ground glass. Spherical or universal (adjustable to spherical or anamorphic) viewfinders available. Viewfinders are adjustable in two axes with automatic or manual image compensation, laterally extendable for left eye operation and show illuminated frame lines (ARRIGLOW, adjustable in brightness). Optional medium or long finder extender including magnifier. Optional heated eyecup.

Video assist: SD monitoring (PAL/NTSC video downscaled from captured image) with composite video or S-Video outputs

Signal output: HD Mode – HD-SDI (SMPTE 292M):
–1920 x 1080 4:2:2 YCbCr 10 bit @23.976, 24, 25, 29.97, 30 PsF

HD Mode – Dual link HD-SDI (SMPTE 372M):
- 1920 x 1080 4:4:4 RGB 10 bit @23.976, 24, 25, 29.97, 30 PsF

Mscope™ – dual link HD-SDI (SMPTE 372M):
- 1920 x 1080 4:2:2 YCbCr 10 bit @23.976, 24, 25 PsF

Recording: HD recording devices supporting HD-SDI (SMPTE 292M) or dual link HD-SDI (SMPTE 372M)* signals for HD Mode operation. Optional on-board HD recording using solid-state memory recorder Flash Mag.

Connections: 1x dual link HD-SDI out, 2x composite video out (CVBS), 1x S-Video out (Y/C), 1x power in (BAT), 1x 12 V accessory power out (Fisher 11-pin), 1x 24 V accessory power out (RS), 1x lens data display (LDD), 2x lens control system bus (LCS), 1x accessory interface (ACC), 1x camera control unit (CCU), 1 each focus, iris, zoom for lens motors.

Session 2009

Durée : 3 H
Coefficient : 2

DOCUMENT N°4 : Technical Data ARRI Master primes

Name	Type	Aperture	Close focus (4)	Length	Front diameter	Weight	Horizontal angle of view ANSI Super 35 (1)	DIN Super 35 (2)	Normal 35 (3)
Master Prime T1.3/14 mm	Distagon T* XP	T1.3 to T22	0.35 m / 14"	224 mm / 8.8"	114 mm / 4.5"	2.4 kg / 5.3 lbs	83.4°	81.3°	76.4°
Master Prime T1.3/16 mm	Distagon T* XP	T1.3 to T22	0.35 m / 14"	205 mm / 8"	114 mm / 4.5"	2.2 kg / 4.8 lbs	77.0°	75.0°	70.2°
Master Prime T1.3/18 mm	Distagon T* XP	T1.3 to T22	0.35 m / 14"	205 mm / 8"	114 mm / 4.5"	2.2 kg / 4.8 lbs	70.6°	68.6°	64.0°
Master Prime T1.3/21 mm	Distagon T* XP	T1.3 to T22	0.35 m / 14"	205 mm / 8"	114 mm / 4.5"	2.4 kg / 5.3 lbs	62.1°	60.2°	56.0°
Master Prime T1.3/25 mm	Distagon T* XP	T1.3 to T22	0.35 m / 14"	205 mm / 8"	114 mm / 4.5"	2.3 kg / 5.1 lbs	53.8°	52.0°	48.2°
Master Prime T1.3/27 mm	Distagon T* XP	T1.3 to T22	0.35 m / 14"	205 mm / 8"	114 mm / 4.5"	2.2 kg / 4.8 lbs	49.2°	47.6°	44.0°
Master Prime T1.3/32 mm	Distagon T* XP	T1.3 to T22	0.35 m / 14"	205 mm / 8"	114 mm / 4.5"	2.3 kg / 5.1 lbs	43.6°	42.0°	38.8°
Master Prime T1.3/35 mm	Distagon T* XP	T1.3 to T22	0.35 m / 14"	205 mm / 8"	114 mm / 4.5"	2.2 kg / 4.8 lbs	39.4°	38.0°	35.0°
Master Prime T1.3/40 mm	Distagon T* XP	T1.3 to T22	0.40 m / 16"	205 mm / 8"	114 mm / 4.5"	2.3 kg / 5.1 lbs	34.8°	33.6°	31.0°
Master Prime T1.3/50 mm	Planar T* XP	T1.3 to T22	0.50 m / 20"	205 mm / 8"	114 mm / 4.5"	2.7 kg / 5.9 lbs	28.2°	27.2°	25.0°
Master Prime T1.3/65 mm	Planar T* XP	T1.3 to T22	0.65 m / 2'3"	205 mm / 8"	114 mm / 4.5"	2.6 kg / 5.7 lbs	21.8°	21.0°	19.2°
Master Prime T1.3/75 mm	Sonnar T* XP	T1.3 to T22	0.80 m / 2'9"	205 mm / 8"	114 mm / 4.5"	2.8 kg / 6.2 lbs	18.8°	18.2°	16.6°
Master Prime T1.3/100 mm	Sonnar T* XP	T1.3 to T22	1.00 m / 3'6"	205 mm / 8"	114 mm / 4.5"	2.9 kg / 6.4 lbs	14.2°	13.8°	12.6°
Master Prime T1.3/150 mm	Sonnar T* XP	T1.3 to T22	1.50 m / 4'11"	262 mm / 10.3"	134 mm / 5.3"	4.0 kg / 8.8 lbs	9.6°	9.3°	8.5°

(1) Horizontal angle of view for an ANSI Super 35 Silent camera aperture (aspect ratio 1:1.33, dimensions 24.9mm x 18.7mm / 0.980" x 0.7362"). Ground glasses available for ARRICAM, ARRIFLEX 235 and all 435 and 535 models.

(2) Horizontal angle of view for a DIN Super 35 Silent camera aperture (aspect ratio 1:1.33, dimensions 24mm x 18mm / 0.944" x 0.7087"). Ground glasses available for ARRIFLEX 235 and all 435 and 535 models.

(3) Horizontal angle of view for a Normal 35 Academy camera aperture (aspect ratio 1:1.37, dimensions 22mm x 16mm / 0.8661" x 0.6299"). Ground glasses available for ARRICAM, ARRIFLEX 235 and all 435 and 535 models.

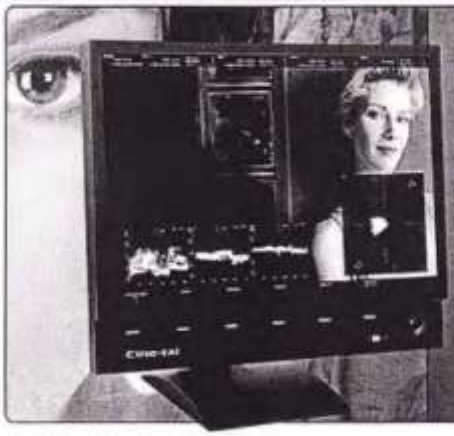
(4) Close focus is measured from the film plane.

T* XP is the trademark for the improved Zeiss anti-reflex lens coating that reduces veiling glare and other reflections. XP stands for extended performance.

DOCUMENT N°5 :

Cine-tal
collaborate - protect - display | visual media

Cinemáge™



- High Performance, precision, 2K, HD & SD monitoring
- SDI, HDSDI, HDSDI dual link and DVI-D input / output
- YCbCr or RGB at 8 or10 bits linear or logarithmic
- Integrated OmniTek™ waveform monitor & vectorscope
- 3D Look Up Table (LUT) for color pre-visualization
- Full 1920 x 1080 resolution on 24" display
- LCD calibration for gamma, white point, luminance level
- Superior black level performance
- Gigabit network connectivity
- Seamless integration with existing equipment through web-appliance interface
- Frame capture/store locally, to network device or USB data key
- Quantitative digital video analysis
- Rugged construction for field applications

APPLICATIONS:

- Production
- Post production
- Color pre-visualization
- Quality control & assurance
- Remote collaboration

For more information, please visit www.cine-tal.com

Precision Monitoring

The Cinemage product family revolutionizes critical monitoring for digital cinema acquisition, post production and DI by combining Cine-tal's leading edge technology and a calibrated full resolution LCD display. Cinemage provides quantitative video analysis, color pre-visualization, video signal quality assurance, real time collaboration between acquisition and post production, and an integrated Omnitek™ dual link waveform monitor and vectorscope. With Cinemage you can conduct both critical visual analysis and digital quantitative analysis of 2K, HDSDI 4:2:2 or 4:4:4 in either YCbCr or RGB, linear or logarithmic, at 8 or 10 bits.

Display Technology Leadership

Cine-tal's leading edge technology provides unprecedented solutions for digital video monitoring. Integrated within Cinemage is advanced image processing, signal routing, framestores, color processing (1D & 3D LUTs) and test and measurement all in a network appliance configuration. Internal to Cinemage is a powerful image processor that generates real time data about the HD video stream. The data is used to generate waveforms, vectorscopes, gamut information and status of the incoming video signal. Cinemage provides for full digital calibration of the display to meet Rec709, DCI or custom user defined specifications. Optional automated display profiling software will keep your display calibration optimized. The 1D and 3D LUTs in Cinemage work with color grading tools for on-set pre-visualization or for color gamut mapping for display emulation. All data and operations can be performed over a LAN, WAN with any web-enabled device.

WAVEFORM MONITOR / VECTORSCOPE

Real time 4:4:4 HD waveform monitor and vectorscope. Supports both RGB and YCbCr modes at 8 and 10 bits, linear or logarithmic. Parade and stacked displays. H&V magnifications. The OmniTek option is offered in three configurations; Display Only which provides a single YCbCr full frame waveform parade and a vectorscope display, HD which provides a full function YCbCr or RGB waveform and vectorscope, and HD Dual Link adding 4:4:4 capabilities to the waveform and vectorscope.

MATCH CAMERAS / SOURCES

Cinemage provides an HD split screen function simultaneously displaying two signal sources. Compare camera inputs for matching, compare captured frames from previous sessions to current input video, and compare a color-graded input to non-graded input for color pre-visualization.

PIXEL LEVEL ANALYSIS

HD-RGB or HD-YCbCr data values can be measured for any pixel. When enabled, a cross hair is displayed with line and pixel counts. YCbCr and RGB data values are displayed in the head up display and in the local operator menus. Use in conjunction with pan and zoom to select specific pixels for analysis.

WEB APPLIANCE

Cinemage is a web appliance. Many operations and functions are accessible remotely through any web browser. Use your PDA, laptop or tablet PC to control the system, grab and e-mail frames, upload and download color pre-visualization LUTs. Communicate image data with your production partners. Have remote colorists grab frames create LUTs and load them into Cinemage for color pre-visualization on set.

CASE GENERATOR

An HD cage or graticule generator provides standard and custom cages. Cages can be scaled and positioned anywhere on screen. The external cage area can be set to mask the video for ease of use. Two cages may be displayed at the same time. Cages may be set to mask or transparency mode.

COLOR PRE-VISUALIZATION

A full HD 3D LUT provides color pre-visualization. LUTs can be stored locally, on network storage or on a portable USB datakey. The web appliance interface allows remote colorists to color grade frames and load LUTs from anywhere in the world. Cinemage supports wide range of LUT formats.

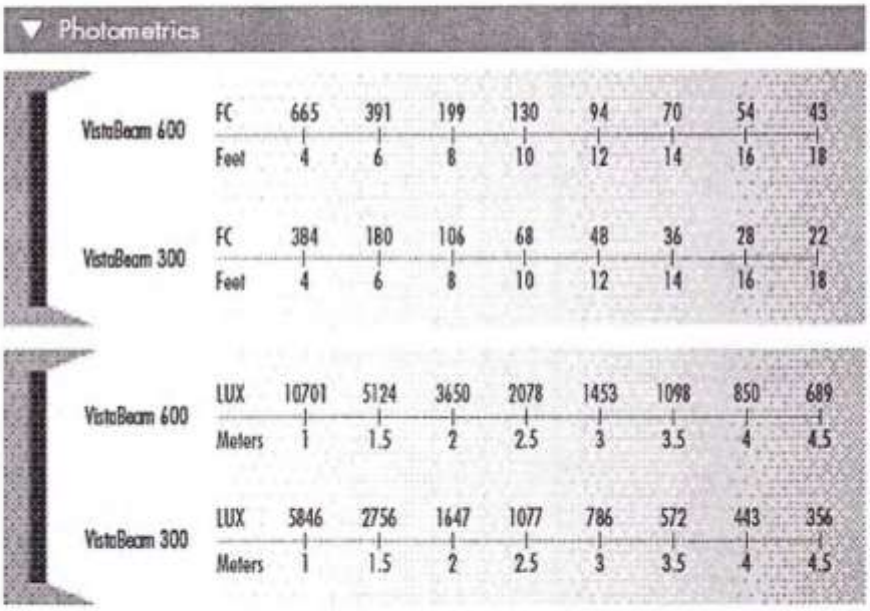
www.cine-tal.com

B.T.S. DES MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL

DOCUMENT N°6 : Spécifications photométriques VistaBeam

The VistaBeam® 300 and 600

Specifications	Input Voltage	Output Frequency	Amps	Switching	Lamps
VistaBeam 600 DMX	120VAC 50/60Hz	25kHz	9.1A	1~6	6 x 96W CFL
VistaBeam 600 DMX	230VAC 50/60Hz	25kHz	4.6A	1~6	6 x 96W CFL
VistaBeam 300 DMX	120VAC 50/60Hz	25kHz	4.8A	1~3	3 x 96W CFL
VistaBeam 300 DMX	230VAC 50/60Hz	25kHz	2.4A	1~3	3 x 96W CFL



BTS Image 2010

PHYSIQUE APPLIQUÉE

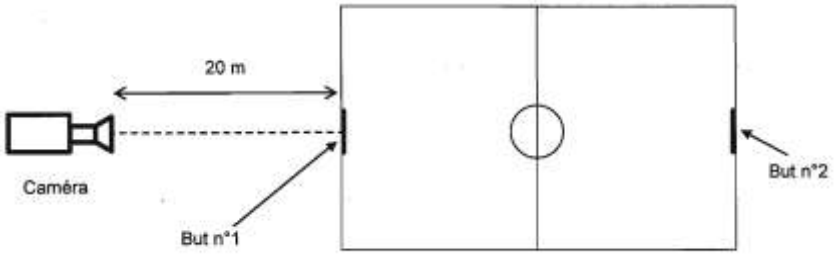
PARTIE 1 - OPTIQUE ET PHOTOMÉTRIE :
Les exercices A, B et C sont indépendants

A - ÉTUDE D'UNE CAMÉRA ET DE L'ÉCLAIRAGE DU STADE

Une caméra (capteur 2/3 de pouce en format 16/9 : 9,6 x 5,4 mm) est placée dans les tribunes dans l'axe des buts.

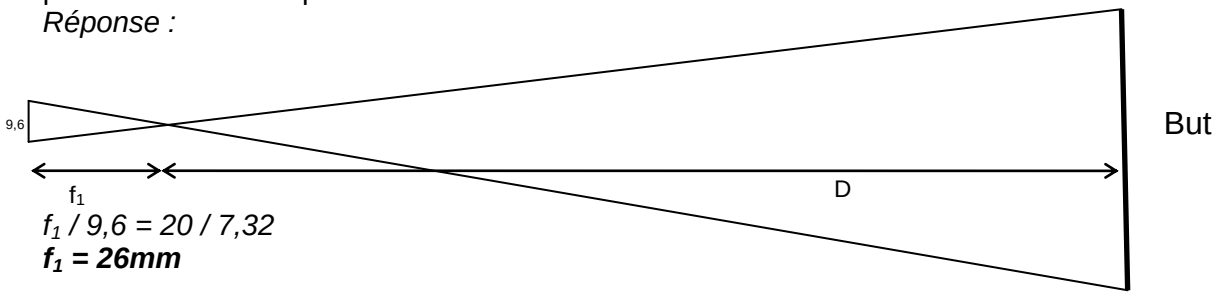
Données :

- Largeur du but : 7,32 m.
- Distance entre l'objectif de la caméra et le but n°1 : 20 m.
- Dimensions de la pelouse : 105 x 68 m.



1.1 - Calculer la distance focale f_1 de l'objectif de la caméra permettant d'obtenir plein cadre le premier but dans le plan horizontal.

Réponse :



f_1 / 9,6 = 20 / 7,32

f_1 = 26mm

1.2 - Calculer la distance focale f_2 de l'objectif pour cadrer dans les mêmes conditions le deuxième but.

Réponse :

f_2 / 9,6 = (20 + 105) / 7,32

f_2 = 164mm

1.3 - Les nouvelles réglementations de l'UEFA et de la FFF recommandent un niveau d'éclairement moyen de 1400 lux sur la pelouse qui mesure 105 m x 68 m. Le stade est équipé de projecteurs étanches équipés de lampes à iodure métallique de 2 kW d'efficacité lumineuse K = 80 Im.W^{-1}.On considère que 70 % du flux émis arrive sur la pelouse.

Calculer le flux total (Φ) nécessaire et le nombre de projecteurs qui en découle.

Réponse :

Nous savons que E = Φ / S avec E = 1400 lux et S = 7140m²

Φ = 10 000 000 lumen

Avec un projecteur de 2KW, nous obtenons un flux utile de

80 x 2000 x 0,7 = 112 000 lm

Il nous faut donc 10 000 000 / 112 000 = ***90 projecteurs de 2 KW****.*

B - ÉTUDE D'UN PROJECTEUR D'APPOINT

Un projecteur d'appoint est utilisé pour éclairer le point presse où sera réalisé les interviews. Il est équipé d'une lampe HMI de 400 W (efficacité lumineuse K = 70 Im.W^{-1}).

Une lentille de 200 mm de diamètre et de focale 300 mm autorise 2 réglages : position flood ou spot, la distance lampe – lentille, notée d, variant alors de 15 cm à 25 cm.

On supposera dans cet exercice la lampe ponctuelle et son rayonnement isotrope.

1.4 - Calculer le flux total Φ_T émis par la lampe seule puis l'intensité lumineuse I_1, générée par la lampe seule.

Réponse :

Φ_T =400 x 70 = 28 000 lm

$I_1 = \Phi_T / \Omega$ (dans une sphère, $\Omega = 4\pi$)

I_1= 28 000 / 12,56

I_1= 2230 cd

1.5 - On place à l'arrière de la lampe un réflecteur tel que les rayons partant vers l'arrière sont réfléchis vers l'avant : la lumière est alors émise dans un demi-espace défini par une demi-sphère. Trouver une relation entre la nouvelle intensité I_2 et celle sans réflecteur I_1. (par la suite on considèrera I_2 = 4460 cd).

Réponse :

dans une demi-sphère, $\Omega = 2\pi$ donc **$I_2 = 2 \times I_1$**

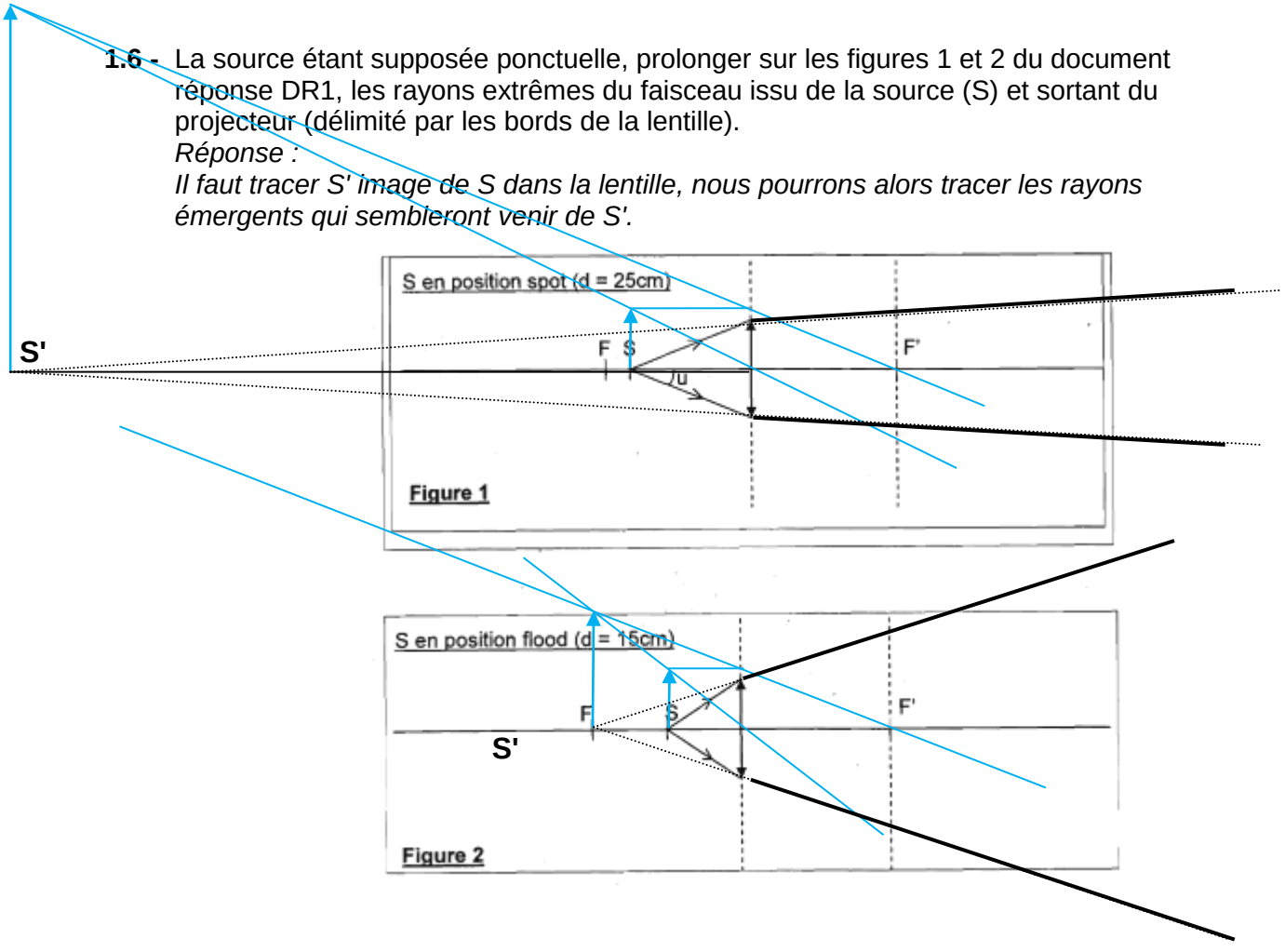
I_2= 28 000 / 2π

I_2= 4456 cd

1.6 - La source étant supposée ponctuelle, prolonger sur les figures 1 et 2 du document réponse DR1, les rayons extrêmes du faisceau issu de la source (S) et sortant du projecteur (délimité par les bords de la lentille).

Réponse :

Il faut tracer S' image de S dans la lentille, nous pourrons alors tracer les rayons émergents qui sembleront venir de S'.



1.7 - Suivant la position de la source (S), seule une partie du flux total émis va frapper la lentille donc sortir du projecteur : ce flux est appelé flux utile Φ_U.
Les calculs permettant de calculer Φ_U ont été effectués dans le tableau ci-dessous pour la position spot.

	SPOT	FLOOD
u en degré	21,8	33,7
Ω en stéradian	0,45	1.05
Φ_U en lumen	2004	4706

(u étant le demi-angle sous lequel la source S voit la lentille (voir figure 1 document réponse DR1) et Ω l'angle solide correspondant).

Rappel : Formule permettant de calculer l'angle solide Ω embrassé par un cône de demi-angle au sommet α (voir figure 3) : $\Omega = 2\pi (1 - \cos \alpha)$.

Détailler les calculs de u, Ω et Φ_U, pour la position flood.

Réponse :

En position flood, $\cos \alpha = 15 / \sqrt{(15^2 + 10^2)} = 0,832$

ArcCos (0,832) = 0,588 radians d'où **u = 33.69°**

Ω = $2\pi (1 - 0.832)$ = **1,055 stéradian**

Φ_U= I x Ω = 4456 x 1,055 = **4701 lm**

On montre que le faisceau sortant du projecteur a une forme de cône de ½ angle au sommet (voir figure 3) égale à $\alpha_{SPOT} = 4$ degrés et $\alpha_{FLOOD} = 18$ degrés.

1.8 - En utilisant les valeurs de la question précédente, en déduire la valeur de l'intensité lumineuse dans chacune des 2 positions spot (I_S) et flood (I_F), et les comparer.

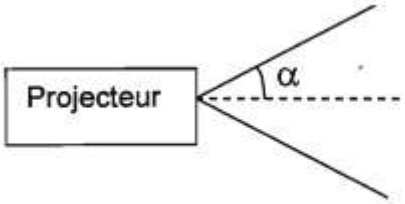


Figure 3

Réponse :

	SPOT	*FLOOD*
α (en degré)	*4*	*18*
***Ω**(en stéradian)*	*0,015*	*0,307*
***Φ** (en lumen)*	*67*	*1369*
I (en cd)	*4460*	*4460*

Quelque soit la position de la lampe par rapport à la lentille, l'intensité de la source est toujours la même.

1.9 - Ces projecteurs produisent un éclairage de température de couleur de 6000 K. On place sur chaque projecteur un filtre CTO $\Delta M = + 12\ MK^{-1}$; 0,3 ND.

Rappel : Écart en mired en valeur absolue d'un filtre :

$$\Delta M = 10^6 \times \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

1.9.a - Calculer la température de couleur finale : T_2.
Réponse :
$10^6 / T_2 - 10^6/6000 = 12$
T_2 = 5600K

1.9.b - Calculer le coefficient de transmission : Tr.
Réponse :
La densité du filtre est égale à 0,3, or Log(1/T)=D.
La valeur décimale de la transparence est égale au facteur de transmission,
Nous savons que $10^{0,3}$= 2, T=1/2, ***T=0,5***

1.9.c - Calculer dans ces conditions la modification du diaphragme à apporter pour une caméra qui ouvre de 8 à 2000 Lux.
Réponse :
Cette question est loin d'être claire dans sa formulation. Considérons que le projecteur soit placé de manière à obtenir un éclairement de 2000 lux sur le sujet. Le diaphragme pour obtenir une exposition correcte est alors 8.
En plaçant le filtre ND0,3 dont le facteur de transmission est de 0,5, il vous faudra alors ouvrir le diaphragme d'un cran c'est à dire ***afficher 5,6****.*
Ecart en diaph = D/Log2

1.10 - On va étudier le réflecteur à l'arrière de la lampe : on voit sur la figure 5 (document réponse DR1) que l'on a placé la source au centre d'un réflecteur sphérique, prolonger les rayons présents sur cette figure et conclure sur le rôle d'un tel réflecteur.

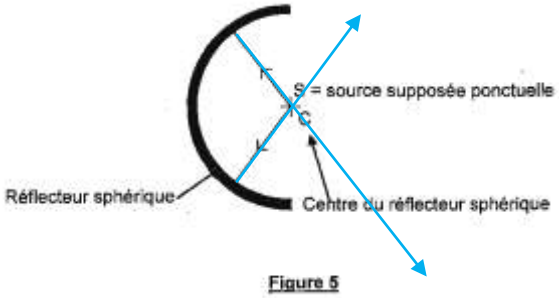


Figure 5

Réponse :
C'est un réflecteur hémisphérique dont la présence permet de doubler le flux lumineux dans la demi-sphère ouverte.

C - ÉTUDE D'UNE BOÎTE À LUMIÈRE

On utilise d'autre part une boîte à lumière (figure 6) dont le rôle est d'élargir la surface de la source : plus la source est grande, moins les ombres sont marquées.
La boîte à lumière utilisée a une surface utile Su (partie blanche) de 60 x 60 cm et est équipée d'une lampe fournissant 10 000 lm.
On considère que 70 % du flux total (F_T) de la lampe va éclairer cette surface.
Cette surface parfaitement diffusante a un coefficient de transmission de 90 %.

Figure 6

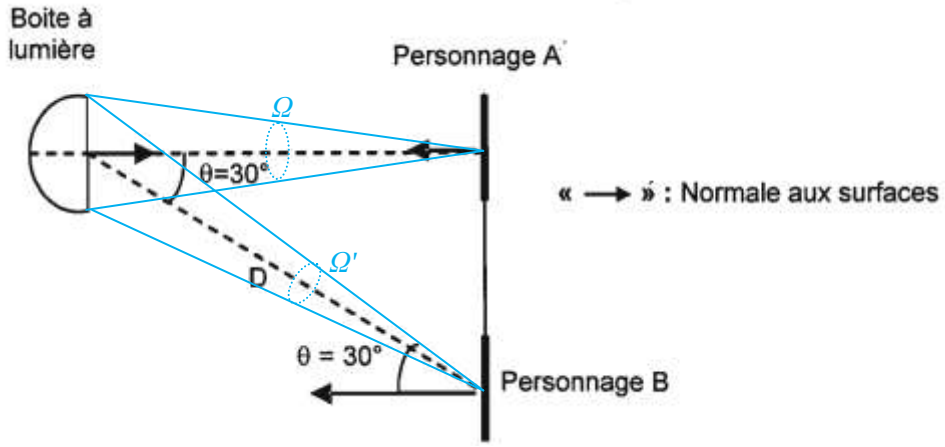
1.11 - Calculer l'éclairement E reçu par Su.
Réponse :
$E = \Phi u / Su$ $E = 10\,000 \times 0,7 / 0,6^2$
E = 19 444 lux

1.12 - Calculer l'exitance M de Su.
Réponse :
M = E x τ = 19 444 x 0,9
M = 17 500 lm/m²

1.13 - Calculer la luminance L de cette source étendue (pour la suite on prendra L = 5570 cd.m^{-2}).
Réponse :
L = M / π = 17 500 / 3,14156
L = 5570 cd/m²

Cette source est utilisée pour éclairer :

- un personnage A situé dans l'axe de la boite à lumière à 5 m, ce personnage est tourné vers la boite à lumière : les rayons provenant de celle-ci arrivent perpendiculairement à la surface éclairée ;
- un personnage B décalé de l'axe du projecteur, éloigné d'une distance D. Les rayons provenant de la boite à lumière éclairent la surface B avec un angle 0 = 30°.



1.14 - Calculer l'éclairement E_A reçu par A.
Réponse :
E_A = L x Ω avec Ω= 0,6²/5²
E_A = 5570 x 0.0144 = ***80 lux***

1.15 - Calculer l'éclairement E_B reçu par B.
Réponse :
Le personnage B ne fait pas face à la boite à lumière donc E_B = L x Ω' x cos θ
avec Ω'= (0,6 x cos θ)² /(5 / cos θ)²
puisque la surface apparente de la boite vue de B est égale à 0,6 x cos θ et que D = 5/cos θ puisque cos θ = 5 / D
Avec cos (30) = 0,866
Ω' = (0,6 x 0,866)² / (5 / 0,866)² = 0,26998 / 33.33 = 0,0081
E_B = 5570 x 0,0081 x 0,866 = ***39 lux***

PARTIE 2 - ÉLECTRICITÉ ET ÉLECTRONIQUE :
Les exercices A, B et C sont indépendants

A - ALIMENTATION DES ÉCLAIRAGES DU STADE

L'éclairage du stade nécessite une forte alimentation électrique. Elle est fournie par une ligne haute tension de 20000 V entre phases. À l'entrée du stade un transformateur triphasé réduit la tension à 400 V entre phases et peut fournir 200 A par phase.

2.1 - Quel est l'intérêt de transporter l'énergie électrique sous haute tension ? Justifier.

Réponse :

Le transport d'électricité génère des pertes dues à l'effet Joule, qui dépendent de l'intensité I, de la tension U et de la résistance R de la ligne.

Pour du courant triphasé on obtient : $$P_{pertes\,Joule} = RI^2 = R\frac{P^2_{electrique}}{3U^2}$$

Pour une même puissance électrique transmise par la ligne, les pertes par effet Joule diminuent donc comme le carré de la tension : elles sont divisées par quatre quand la tension double, et par un million lorsque que la tension est multipliée par mille. Ainsi un mètre de câble à 400 V provoque autant de pertes que 1000 km du même câble à 400 kV.

Étude du triphasé.

On rappelle les équations des 3 tensions simples entre phase et neutre (exprimées en volt) :

$v_1(t) = 325 \sin(\omega t)$ $v_2(t) = 325 \sin(\omega t - (2\pi/3))$ $v_3(t) = 325 \sin(\omega t - (4\pi/3))$

2.2 - Quelle valeur de tension représente les 325 V ? Calculer la valeur efficace notée, V. Rappeler le nom et l'unité de ω, puis calculer sa valeur sachant que la fréquence est de 50 Hz.

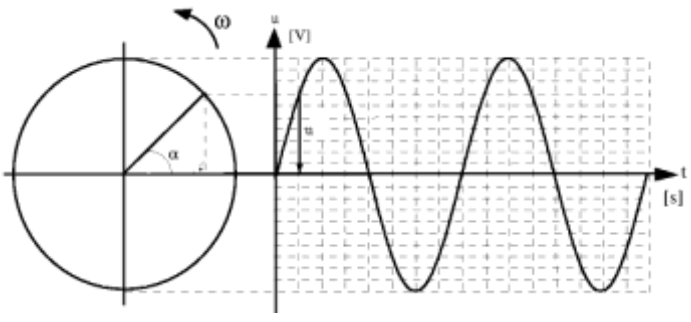
Réponse :

Les 325 V représente la tension maximale du courant alternatif *(U_{max}).*

La tension efficace notée V est égale à $U_{eff} = U_{max} / \sqrt{2} = 230$ Volts*.*

Définition : La valeur efficace caractérise un courant non continu qui produit le même travail qu'un courant continu, dans la même charge et durant le même intervalle de temps. La valeur efficace de ce courant sera alors la même que celle du courant continu.

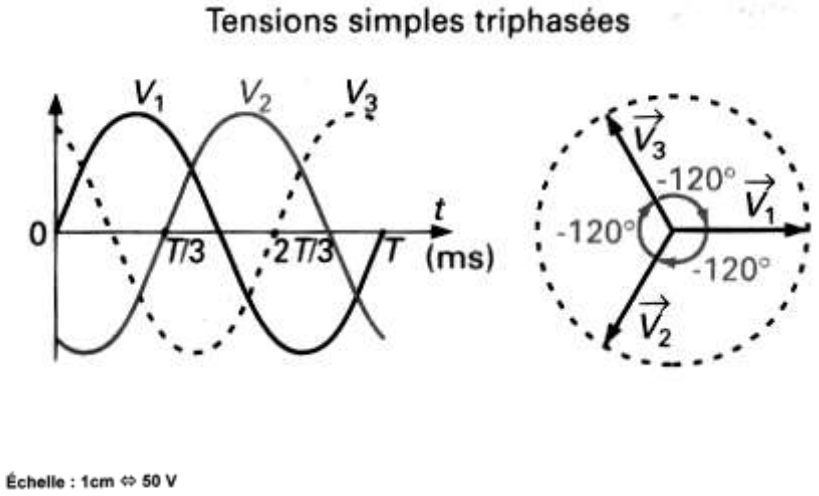
A quel angle en degrés correspond le rapport entre la valeur de crête et la valeur efficace d'un courant ?
Sin α = u / Û = (1/√2)/1 = √2 = 0,707
α = 45°
Si nous reprenons la représentation avec le cercle trigonométrique, nous constatons que la tension efficace correspond à la valeur instantanée de la tension à un angle de 45 °.



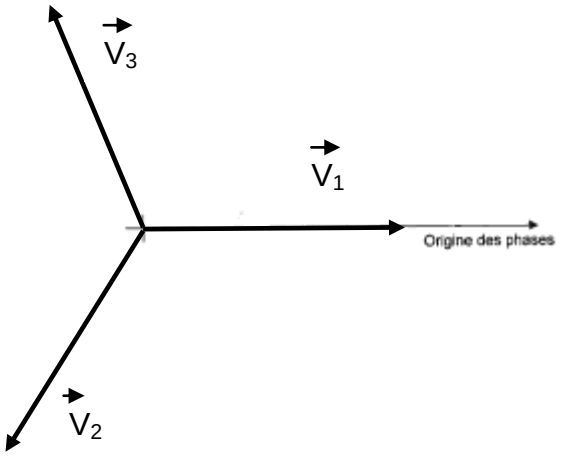
La vitesse angulaire, appelée également pulsation*, définit le nombre de radians effectués par seconde par le rayon vecteur tournant à l'intérieur du cercle.*
formule générale de la vitesse : V = D / t V vitesse ; D distance ; t temps
Dans l'application au cercle trigonométrique : la distance D est remplacée par la circonférence du cercle 2Пr et comme le rayon vaut 1, c = 2 П,
le temps t est remplacé par la période T, la vitesse V est remplacée par la ***vitesse angulaire ω. (ω oméga)****.*
Nous arrivons au développement suivant
ω = 2П / T et comme T = 1/f nous obtenons ω = 2П /(1/f) = 2П f
ω = 2П f

Vitesse angulaire ω exprimée en rad . s^{-1} (radians par seconde),
la fréquence f est exprimée en Hertz. La fréquence du courant en France est de 50 Hz.
En France la pulsation a pour valeur 2 x 3,14 x 50 = 314 rad/s

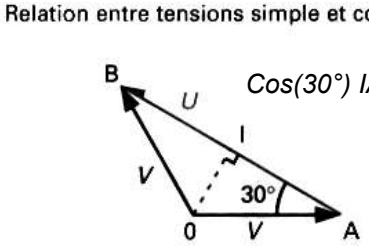
2.3 - Sur le document réponse DR2, représenter sur une figure de Fresnel les 3 vecteurs associés aux 3 tensions simples entre phase et neutre.
Réponse :
Les tensions entre le neutre et chacun des fils de phase sont dites tensions simples et sont notées v_1, v_2, v_3.



V = 230 Volt (tension efficace) 4,6 cm



2.4 - Mesurer graphiquement la tension composée entre 2 phases. En déduire la relation entre la tension simple et la tension composée.
Réponse :
En observant, par exemple, le triangle isocèle formé par les tensions v_1, v_3 et u_{13}, nous pouvons remarquer que celui-ci a deux angles aigus de 30 degrés. On peut ainsi exprimer la valeur efficace de la tension composée U



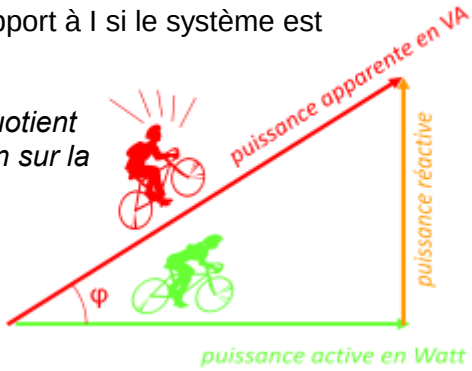
Cos(30°) IA/OA= √(3/2)

en fonction de la valeur efficace de la tension simple V à travers la relation :
U = 2 x V x cos(30) = 2 x V x √(3/2)
U = √3 x V.
Si la tension entre phase et neutre est de 230 V, la tension sera de 400 V entre deux phases.

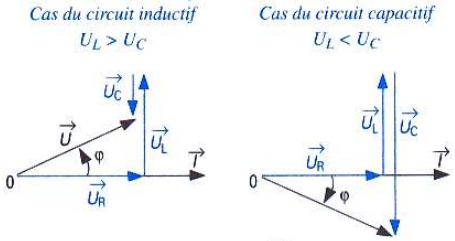
2.5 - Calculer la puissance apparente nominale S_n disponible en sortie du transformateur triphasé.
Réponse :
L'énoncé dit : à l'entrée du stade un transformateur triphasé réduit la tension à 400 V entre phases et peut fournir 200 A par phase.
La puissance nominale sera de 400 x 200 = 80 KVA par phase c'est-à-dire que ***la puissance nominale en sortie de transformateur sera de 240 KVA.***

L'installation est équilibrée, l'éclairage consomme 160 A par phase et impose un facteur de puissance de 0,93.

2.6 - Sur une phase, déterminer le déphasage φ de V par rapport à I si le système est inductif.
Réponse :
Le facteur de puissance (cos φ) de l'installation est le quotient de la puissance active (kW) consommée par l'installation sur la puissance apparente (kVA) fournie à l'installation.
Puissance active P = U . I . cos φ
Si cos φ=0,93 ➔ ***φ= 21,5 °***



Rappel sur le facteur de puissance :
Globalement, le facteur de puissance est défini par le rapport entre la puissance active P (en watts) et la puissance apparente S (en voltampères).
Il varie entre 0 et 1 et n'a pas d'unité :
Facteur de puissance = cos φ = P(kW)/ S (kVA)
P = Puissance active en kW
S = Puissance apparente en kVA

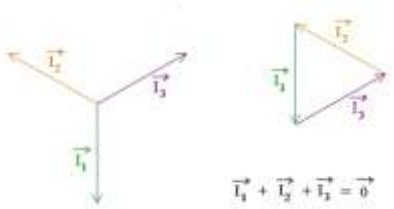


La puissance active P *est la puissance utile : c'est celle qui produit un travail utile suivant la fonction de l'appareil électrique. Elle se calcule en faisait U*I*cosφ en régime sinusoïdal, U étant la tension, I étant le courant (tous les 2 en valeurs efficaces) et φ est le déphasage entre tension et courant.*
C'est celle que l'on consomme réellement, ce qu'un wattmètre mesure en watts et c'est ce qu'on paye en tant que particulier grâce au compteur.
La puissance apparente S *est celle qui est appelée par l'appareil sur le réseau. Elle se calcule en faisant U*I en valeurs efficaces et s'exprime en Voltampères (VA), attention ce ne sont pas des watts ! Comme son nom le laisse supposer, elle n'est qu'apparente car c'est ce que semble consommer l'appareil vu de l'extérieur.*

2.7 - Calculer la puissance active P consommée par les 3 phases.
Réponse :
160 x 400 x 3 = 192 KW

2.8 - Montrer par une figure de Fresnel que le courant est nul dans le neutre.
Réponse :
Si le circuit est équilibré, chacune des trois phases est donc parcourue par la même intensité: $I_1 = I_2 = I_3$

Nous avons :



Le neutre est parcouru par la somme de ces trois intensités. Dans un circuit équilibré, il n'y a pas de courant dans le neutre.

2.9 - Quel est l'intérêt de cette particularité pour le transport de l'énergie ?
Réponse :
Le principal intérêt réside dans le fait qu'il n'y a que trois fils pour transporter du courant triphasé. Le neutre dans un circuit équilibré devient inutile.

TECHNOLOGIE DES EQUIPEMENTS ET DES SUPPORTS

LISTE DES DOCUMENTS ANNEXES : (que vous trouverez sur le annales)

- **DOCUMENT 1 :** Spécifications de la caméra « RED-ONE ».
- **DOCUMENT 2 :** Présentation du capteur de la « RED-ONE ».
- **DOCUMENT 3 :** Filtres de conversion standards.
- **DOCUMENT 4 :** Caractéristiques des objectifs de la RED.
- **DOCUMENT 5 :** Filtre de conversion spécifique.
- **DOCUMENT 6 :** Dispositifs de stockage.
- **DOCUMENTS 7a à 7c :** Caractéristiques du caméscope XDCAM « PDW 700 ».
- **DOCUMENT 8 :** Caractéristiques du microphone ECM-680S.

PRÉSENTATION DU THÈME D'ÉTUDE :

Une société de production est en charge du tournage d'une fiction sous forme d'un long métrage.
La captation sera faite en numérique à l'aide d'une caméra RED ONE®, cependant pour la version blu-ray il est prévu de tourner des plans supplémentaires qui permettront d'ajouter un making off du tournage.
Ces plans seront tournés à l'aide d'une caméra XDCAM HD, PDW-700 pour des questions de coûts et de maniabilité.
La captation est réalisée avec le matériel suivant :

- une caméra RK « RED ONE »,
- un magasin de stockage « REDRAM »,
- un caméscope XDCAM HD PDW 700 »,
- différents types de sources d'éclairage,
- un matériel de prise de son.

1 - La caméra RED ONE.

1.1 - Caractéristiques du capteur.

La RED est une caméra mono capteur du type CMOS à filtre de Bayer.

1.1.1 Est-il possible dans ce cas d'utiliser des filtres dichroïques pour séparer les couleurs ?
Quel type de filtres utilise-t-on ?

1.1.2 Quelle est dans ce cas l'influence de ces filtres sur la sensibilité de la caméra ?
(on comparera au cas d'une caméra équipée d'un séparateur dichroïque).

1.1.3 Quelle est d'autre part l'influence de ces filtres sur la résolution réelle du capteur ? Expliquer.

1.1.4 Rappeler l'origine du défaut de smear dans les capteurs à semi conducteurs et justifier le fait que le capteur CMOS soit insensible à ce type de défaut.

Les capteurs CMOS de grande dimension sont souvent sujets à un phénomène de « rolling shutter ».

1.1.5 Quelle est l'origine de ce défaut ?
Pourquoi les capteurs CCD ne présentent-ils pas ce genre d'inconvénient ?
Sur quel type de prise de vue ce défaut risque-t-il d'être visible ?

1.2 - Résolution et format d'image.

1.2.1 En vous référant au document 1, calculer la résolution native du capteur au total exprimée en nombre de pixels, en se limitant à la partie active.

Compte tenu du format de tournage choisi, dit 2,35 (en fait on admettra qu'en tournage numérique la valeur exacte est 2,37 et en pellicule 2,39), on se propose d'utiliser un objectif anamorphique 2 :1.

1.2.2 Calculer le rapport hauteur sur largeur de la partie utile de l'image filmée au niveau du capteur.

On supposera que l'on peut utiliser toute la hauteur utile du capteur.

1.2.3 Calculer alors le nombre de pixels sur la largeur de l'image et en déduire le nombre total de pixels de l'image anamorphosée.

Si l'on veut utiliser un objectif sphérique, le format 2,37 sera alors obtenu en supprimant les parties haute et basse de l'image (mode « crop »).

1.2.4 En mode 4K (4096 pixels/ligne), calculer alors le nombre de pixels dans le sens vertical.
En déduire le nombre total de pixels de l'image.
Comparer avec la valeur précédente et conclure quant à l'intérêt d'utiliser un objectif anamorphoseur.

1.3 - La sensibilité du capteur est donnée pour 320 Iso et la température de couleur d'équilibre de la caméra est 5000K.
On désire travailler avec un éclairage tungstène.

1.3.1 Rappeler la température de couleur correspondante.
Si l'on désire utiliser un filtre correcteur, calculer la valeur en Mired du filtre de conversion à utiliser.

1.3.2 Choisir un filtre parmi ceux proposés sur le document 3.

Le constructeur préconise l'utilisation d'un filtre « 80C hot mirrored » ou « 80D hot mirrored » qui ne corrige pas complètement la température de couleur mais permet de limiter la perte de sensibilité (1 diaphragme seulement).

1.3.3 Expliquer à partir du document 5 l'autre avantage que présentent ces filtres.

On choisit de tourner avec un filtre « 80C hot mirrored », le sujet étant éclairé à 1300 lux.

1.3.4 Calculer l'ouverture du diaphragme à prévoir (on négligera les pertes de lumières dans les lentilles).
On rappelle que $E = (270xN^2)/(S_{ISO} \times T)$, avec E = éclairement,
N = ouverture, T = temps de pause, S_{ISO} = sensibilité.

1.4 - Objectif.
Pour des questions de simplicité on décide d'utiliser un objectif classique, dit « sphérique », de type fixe (voir document 4).

1.4.1 En mode 4K, pour un format de Z37, on demande de déterminer par

calcul les dimensions de l'image filmée sur le capteur et de choisir l'objectif qui correspond à la focale normale.
On considèrera que « Physical Size » correspond à « Active Pixel Array ».

1.4.2 Relever dans la documentation (document 2) la résolution de l'objectif au centre et dans les angles.

1.4.3 Comparer la valeur précédente aux caractéristiques de résolution du capteur et conclure.

1.5 - Stockage.
Sachant que la caméra, en mode 4K, enregistre une image de 4096 pixels de large au format 2 :1 (elle sera éventuellement « croppée » par la suite au format 2,37), -

1.5.1 Calculer le débit net maximum à l'entrée du codeur (codage en 12 bits 24 i/s).

Le constructeur nous indique que la caméra « RED ONE » utilise un codec de compression propriétaire. Il existe deux versions : Redcode 28 (28 Mo/s) et Redcode 32 (32 Mo/s).

1.5.2 Calculer le taux de compression maximum dans le cas de l'utilisation du Redcode 28.

1.5.3 - Le codec Redcode est à base d'ondelettes.

1.5.3.1 Citer un mode de compression que vous connaissez et qui fait également appel aux ondelettes.

1.5.3.2 Dans quel domaine particulier le rencontre-t-on habituellement ?

1.5.3.3 S'agit-il d'un codec infra-image ou inter-image ?

1.5.3.4 Quels sont les principaux avantages de ce type de codec par rapport à ceux faisant appel au JPEG standard ?

1.5.4 - Dispositifs de stockage.
Le constructeur présente trois solutions de stockage possibles (voir document 6).

1.5.4.1 Pour chacune des solutions, décrire la technologie de support employée et donner les avantages et inconvénients de chacune d'elles.

Les dispositifs de stockage utilisés ici sont généralement organisés en RAID 0.

1.5.4.2 Expliquer ce que cela signifie et justifier le choix du constructeur.

En prenant pour base le modèle REDRAM et en supposant que l'on utilise le Redcode 32,

1.5.4.3 Calculer la durée théorique de stockage possible (vidéo + son). Comparer avec la valeur donnée par le constructeur.

2 - <u>Tournage du « making off » sur PDW 700 (voir documents 7a, 7b et 7c</u>).

2.1 - Sensibilité.
La sensibilité de la caméra est donnée ici pour 2000 lux.

2.1.1 Justifier la valeur F11 en mode 59,94i par rapport à F12 en 50i.

2.1.2 En se référant à la formule donnée à la question 1.3.2, calculer la sensibilité iso équivalente de la caméra. Comment peut-on justifier la valeur plus élevée trouvée ici par rapport à celle de la RED ?

Pourquoi est-ce intéressant dans la situation de tournage rencontrée ici ?

2.1.3 Dans la situation de tournage évoquée à la question 1.3.4 (1300 lux) calculer l'ouverture à afficher sur la bague de diaphragme de la PDW 700.

En fait la caméra qui filme le making off est en retrait et l'on désire que l'opérateur de la RED soit visible dans le champ, or il se trouve dans l'ombre et donc sous exposé.

2.1.4 - Sachant que l'on ne désire pas éclairer davantage l'opérateur, sur quels réglages de la caméra et de quelle manière proposez-vous d'agir ? Expliquer.

2.2 - Stockage sur disque.
On désire filmer en mode 1080/50i.

2.2.1 Rappeler la structure d'échantillonnage utilisée et le nombre de bits par échantillon. En déduire le débit net à l'entrée du codeur.

La compression utilise le codec MPEG-2 4:2:2 P @ ML 50 Mb/s.

2.2.2 En déduire le rapport de compression maximum utilisé.

2.2.3 Expliquer succinctement le principe d'enregistrement retenu dans le « Professionnal Disc ». Pourquoi est-il possible d'effacer les données sur ce type de support ?

2.3 - Entrée et sortie des signaux.
Sur la documentation de la PDW 700 (documents 7b et 7c) on trouvera la liste des entrées et sorties du caméscope.

2.3.1 Indiquer celles qui permettent de sortir le signal vidéo. Pour les sorties numériques, donner le débit maximum de chacune d'elles et préciser si elles délivrent un signal vidéo compressé ou non compressé.

Dans le cas de l'utilisation de la prise RJ 45, le caméscope doit disposer d'une adresse IP.

2.3.2 Que signifie IP ? À quoi sert cette adresse ?

Deux solutions sont possibles : soit rentrer une adresse IP à la page NETWORK du menu MAINTENANCE, soit utiliser le mode DHCP.

2.3.3 Expliquer la différence entre ces deux modes.

2.5 - Interview des artistes.

Au cours de la réalisation du making off, on est amené à improviser un mini plateau dans les ateliers de réalisation des accessoires pour le tournage.
On dispose d'une alimentation triphasée 230/400 V. Le disjoncteur est réglé sur 20 A. On désire utiliser une ambiance de 2 Kw et quatre projecteurs de 1 Kw chacun. Un four de cuisson pour les moulages est également présent dans les locaux, celui-ci est alimenté par le même réseau et on sait que l'on ne pourra l'arrêter. Sur la plaque signalétique de celui-ci on trouve la mention Tri 400 V 6Kw.

2.5.1 Est-il possible d'allumer simultanément l'ambiance et les quatre projecteurs de 1kW sachant que sur la phase n° 1 se trouve le circuit lumière du couloir que l'on devra laisser en fonctionnement ? (24 tubes fluos de 40 w)
Proposer une solution en réduisant si nécessaire le nombre de projecteurs de 1 kW tout en conservant l'ambiance (on considérera que pour tous les équipements cosφ = 1).

L'alimentation est en régime TT.

2.5.2 Expliquer ce que cela signifie.

Quel équipement est-il nécessaire d'avoir au niveau de la distribution pour que la protection des personnes soit effective ? Expliquer son mode d'action.

SCIENCES PHYSIQUES

Session 2011

LES 4 PARTIES SONT INDÉPENDANTES

PARTIE 1 - OPTIQUE

Les exercices A et B sont indépendants.

A - Étude d'un projecteur de diapositives

Le projecteur étudié, schématisé **figure 1.A ci-dessous, sans échelle,** est constitué d'une source lumineuse $\mathbf{A_0B_0}$, d'un miroir sphérique concave **M** de sommet **S** et d'une lentille convergente **L** de centre **O.**
La diapositive à projeter, de dimension verticale **24 mm,** se trouve dans le plan **P.** Elle est éclairée par l'ensemble source lumineuse $\mathbf{A_0B_0}$ et miroir M.
On supposera que A_1B_1 recouvre exactement la moitié de la diapositive et A_1B_1 a donc pour dimension **12 mm.**
La lentille convergente **L** permet de former l'image A_2B_2 de la diapositive, donc de A_1B_1, sur un écran **E.**

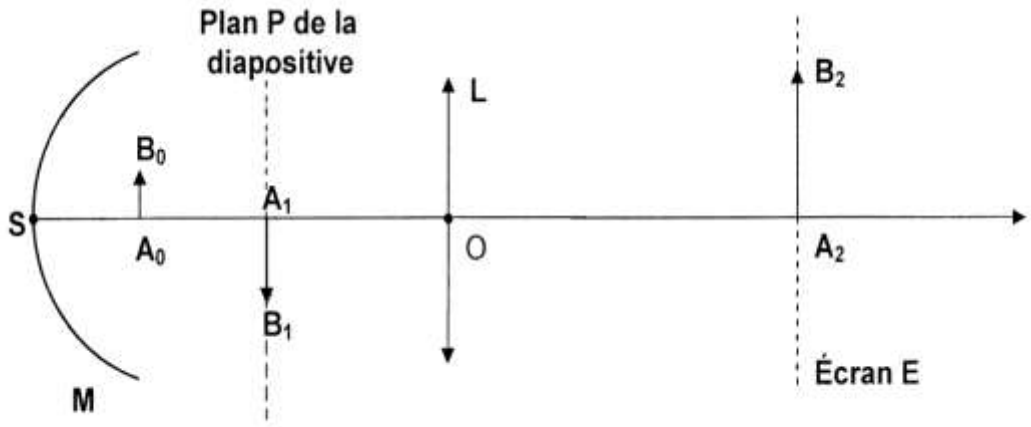


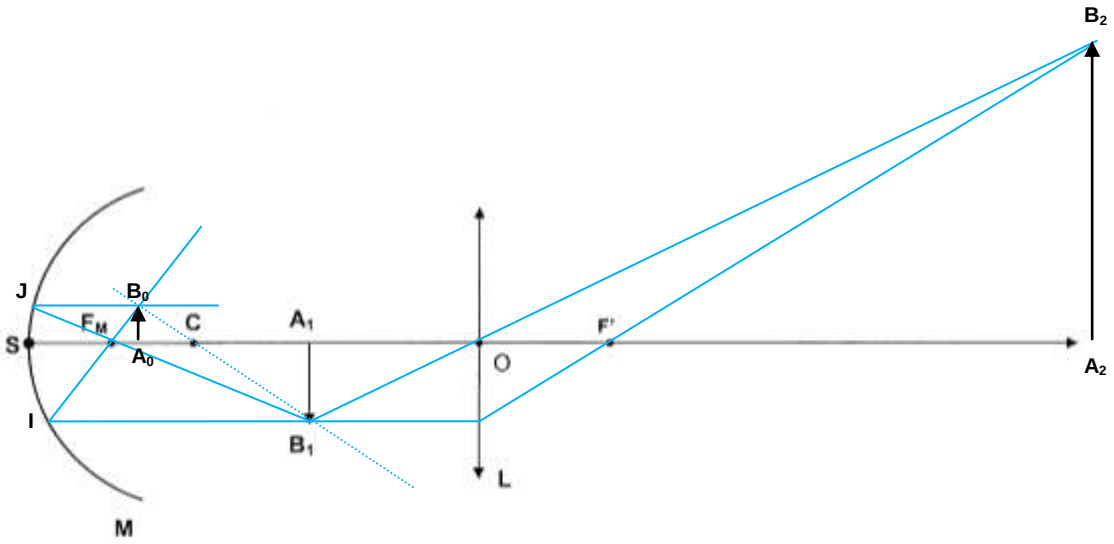
Figure 1.A

Sur le **document-réponse (page 8/8),** qui n'a pas d'échelle, est représenté A_1B_1. Le point **C** est le centre du miroir **M,** le point $\mathbf{F_M}$ est le foyer du miroir M et **F'** est le foyer image de la lentille **L.**

1.1 - Construire $\mathbf{A_0B_0}$ sur le **document-réponse** (on rappelle que A_1B_1 est l'image de $\mathbf{A_0B_0}$ par le miroir M).

1.2 - Construire A_2B_2, image de A_1B_1 par la lentille **L,** sur le **document-réponse,** en justifiant le trajet des rayons utilisés.

DOCUMENT-RÉPONSE
À RENDRE AVEC LA COPIE



Réponse :

1) Du point B_1 on mène le rayon B_1I parallèle à l'axe principal, qui se réfléchit en passant par F_M et le rayon B_1J qui passe par le foyer objet F_M et se réfléchit parallèlement à l'axe principal. L'intersection des rayons réfléchis donne le point B_0 et on dispose d'une vérification, car B_1 et B_0 doivent être alignés avec C. Puisqu'il y a correspondance de plan à plan, l'image de A_1 est le point A_0, pied de la perpendiculaire abaissée de B_0 sur l'axe.

2) Pour obtenir B_1, on prolonge B_1O (qui n'est pas dévié) puis le rayon parralèle à l'axe passant par B_1 convergera au foyer image de la lentille. L'intersection de ces deux rayons donne le point B_2 et par voie de conséquence le point A_2.

1.3 - La distance de A_1B_1 au centre optique **O** de la lentille **L** est de **92 mm** et la distance focale de la lentille **L** est **f' = 90 mm.**

1.3.1- Écrire la formule de conjugaison des lentilles minces liant les points **A_1, A_2** et **O.**

Réponse :

$1/\overline{OA_2} - 1/\overline{OA_1} = 1/f'$

1.3.2 - Calculer la valeur numérique de $\mathbf{OA_2}$, distance de la lentille à l'écran
Réponse :
$1/\overline{OA_2} = 1/0,09 + 1/-0,092$
$\overline{OA_2} = 4,14$ m

1.3.3 - Déterminer la valeur du grandissement y par la lentille **L.**
Réponse :
$y = \overline{OA_2}/\overline{OA_1} = 4,14 / -0,092 = -45$

1.3.4 - En déduire la dimension de l'image A_2B_2, puis celle de l'image de la diapositive obtenue sur l'écran E.
Réponse :
$A_2B_2 = 45 \times 12 =$ ***54 cm***
L'image de la diapositive sera 45 fois plus grande que la diapositive 24 x 36mm.
La dimension de l'image sera ***1,08 x 1,62 m****.*

1.4 - La distance du sommet **S** du miroir **M** au film est $\mathbf{SA_1}$ = **10 cm** ; le rayon du miroir est **SC = 4,5 cm.**

1.4.1- Calculer la valeur numérique de $\mathbf{SA_0}$, distance du sommet **S** du miroir **M** à la source lumineuse $\mathbf{A_0B_0}$

Rappel : A' étant l'image d'un point objet **A** appartenant à l'axe d'un miroir sphérique de centre **C** et de sommet **S,** la formule de conjugaison des miroirs sphériques liant A et A' s'écrit :
$1/\overline{SA'} + 1/\overline{SA} = 2/\overline{SC}$
Réponse :
$1/0,1 + 1/\overline{SA_0} = 2 / 0,045$
$\overline{SA_0} = 2,9$ cm

1.4.2 - Calculer la distance $\mathbf{F_MA_0}$.
On rappelle que $\mathbf{F_M}$ se trouve au milieu du segment **SC.**
Réponse :
$\overline{F_MA_0} = \overline{SA_0} - \overline{SF_M} = 2,9 - 2,25$
$\overline{F_MA_0} = 0,65$ cm

1.4.3 - Déterminer la valeur de y_M , grandissement par le miroir **M.**
Réponse :
$y_M = -\overline{SA_1}/\overline{SA_0} = - 10/2,9 =$ ***-3,45***

1.4.4 - En déduire la dimension de la source $\mathbf{A_0B_0}$.
Réponse :
$A_0B_0 = 12 / 3,45 =$ ***3,48 mm***

B - Principe d'une couche antireflet

Afin de supprimer les reflets parasites, on dépose une couche antireflet sur les lentilles constitutives des objectifs.
La couche antireflet déposée sur la surface S à traiter est transparente, d'indice **n,** d'épaisseur **e.**
Une onde incidente, constituée de rayons parallèles, arrive sur le matériau ainsi traité et donne naissance à deux ondes réfléchies : une **onde 1,** réfléchie par la surface de la couche et une **onde** 2, réfléchie par la surface **S** du matériau **(figure 1.B ci-dessous).**

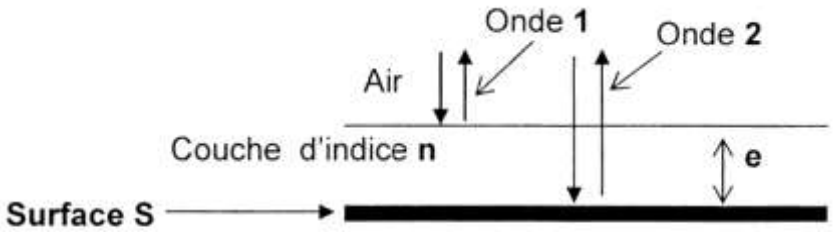


Figure 1.B

1.5 - On appelle $\mathbf{c_0}$ la célérité des ondes dans l'air et **c** leur célérité dans la couche d'indice **n.**
Donner l'expression de c en fonction de $\mathbf{c_0}$ et **n.**
Réponse :
Si l'on prend pour indice de l'air la valeur 1, nous avons $\boldsymbol{c=c_0/n}$

1.6 - En déduire la relation entre λ_0, longueur d'onde des ondes dans l'air et λ longueur d'onde des ondes dans la couche d'indice **n.**
Réponse :
Quelque soit le milieu traversé, la fréquence de la lumière est constante, seules la vitesse et la longueur d'onde changent selon le milieu.
$\lambda=c/f$ *et* $\lambda_0= c_0/f \quad \lambda=c_0/fn \quad c_0= \lambda_0 f= \lambda fn \quad \lambda_0= \lambda n \quad \boldsymbol{\lambda= \lambda_0/n}$

1.7 - Déterminer, en fonction de **e,** la différence de marche **d** entre l'onde **2** et l'onde **1.**
Réponse :
La différence de marche entre l'onde 1 et l'onde 2 correspond en trajet à 2 fois l'épaisseur (2 x e) de la couche d'indice n.
Si l'on tient compte du temps mis par la lumière pour parcourir ce trajet, le chemin optique correspondant sera égal à 2e x n.
$\boldsymbol{d=2ne}$.

1.8 - On souhaite obtenir des interférences destructives : la somme des ondes **1** et **2** doit donc être nulle.
Donner, en radian, la plus petite valeur positive du déphasage de l'onde **2** par rapport à l'onde 1, notée φ_m, permettant de satisfaire cette condition.
Réponse :
D'une façon générale, la différence de marche entre deux ondes déphasées de φ *est* $d=(k + \varphi/2\pi)\ \lambda$.*avec k un entier quelconque.*

Pour que les ondes soient en opposition de phase, d doit être égal à λ/2.
Si l'on veut la valeur la plus petite, k=0.
Nous avons alors pour satisfaire l'opposition de phase d= λ/2 = φ_m λ /2π
φ_m /2π = 1/2 ***φ_m = π radians***

1.9 - Le déphasage φ_m, vérifie par ailleurs la relation : $\varphi_m = 2\pi d/\lambda$.
En déduire la relation liant **d** et λ, puis la relation liant **e** et λ permettant d'obtenir des interférences destructives entre les ondes **1** et **2.**
Réponse :
Si 2πd/ λ = π d/ λ = 1/2 ***d = λ / 2***
A la question 1-7, nous avions d=2ne donc
2ne = λ / 2 ***e = λ /4n***

1.10 - On donne λ = **0,4 µm** et **n = 1,5.**

1.10.1 - Calculer la valeur de **e** permettant d'obtenir des interférences destructives.
Réponse :
e = 0,4/(4 x 1,5)
e = 0,06 µm

1.10.2 - Calculer la valeur de λ_0 correspondante.
Réponse :
λ_0= λ n = 0,4 x 1,5
λ_0=** 0,6 µm soit **600 nanomètres

Pourquoi cette valeur est-elle judicieusement choisie ?
Réponse :
600 nanomètre correspond à la longueur d'onde moyenne du spectre visible.

PARTIE 2 - PHOTOMÉTRIE

Fonction de transfert d'un objectif de caméra

La caméra considérée ne possède qu'un seul capteur **CCD.**
Son objectif est constitué d'un groupe de **n = 5** lentilles, de coefficient de transmission total **T_n = 0,86** et d'un diaphragme de diamètre d'ouverture **d** et de nombre d'ouverture **N.**
Il est de plus équipé d'un filtre colorimétrique de coefficient de transmission **T_f = 0,63.**
L'objet filmé, de luminance **L = 110 cd.m^{-2},** est éloigné : le capteur **CCD** enregistrant son image se trouve donc en **F',** foyer principal image de l'objectif.
Le système ainsi défini est représenté sur la **figure 2. ci-dessous**

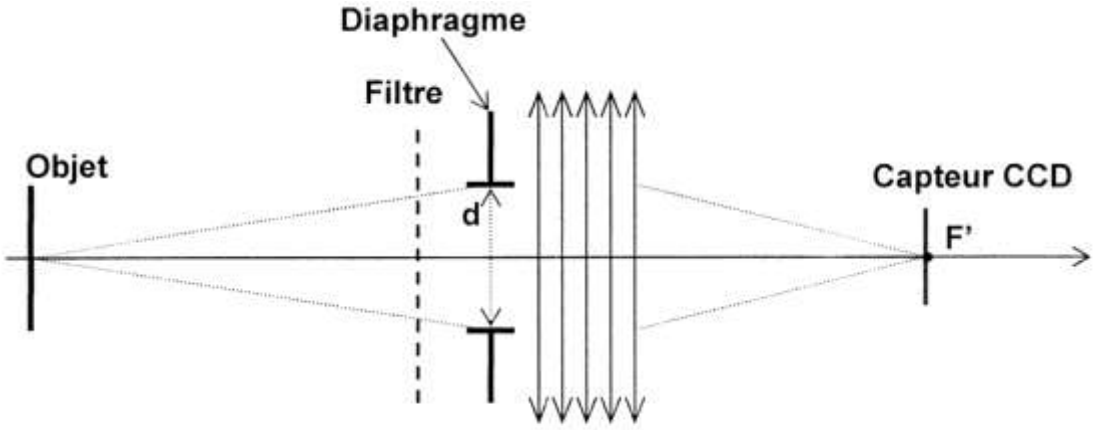


Figure 2

Dans les conditions d'utilisation de l'objectif, l'éclairement **E** reçu par le capteur **CCD** s'exprime par :

$$E = \frac{4 \cdot T_f \cdot T_n \cdot L}{\pi \cdot N^2}$$

On donne **E = 2,4 lx.**

2.1 - Calculer la valeur du nombre d'ouverture **N** du diaphragme.
Réponse : ***N= 5,6***

2.2 - La focale utilisée étant **f'= 60 mm,** calculer le diamètre d'ouverture **d** du diaphragme.
Réponse : N=f'/d ***d= 10,7 mm***

2.3 - Les **5** lentilles constitutives de l'objectif ayant le même coefficient de transmission, noté T_L, calculer T_L.
Réponse : $T_L x T_L x T_L x T_L x T_L = T_n$ $T_n^5 = 0,86$
$T_L = T_n^{1/5} = 0,97$ *avec Excel : PUISSANCE(0,86;1/5)*

2.4 - Calculer la densité optique du filtre colorimétrique.
Réponse : D = Log(1/T) donc D = Log(1/0,63) ***D= 0,2***

2.5 - La compensation en couleur apportée par le filtre est $\Delta M = 130\ MK^{-1}$.
Sachant que la lumière arrivant sur le capteur a pour température de couleur **T'c = 3200 K,** calculer la température de couleur **Tc** de la lumière entrant dans l'objectif.
Réponse : $10^6/T_2 - 10^6/T_1 = 130$ *avec* $T_2 = 3200\ K$
$10^6/T_1 = 182,5$ $T_1 = 5479\ K$

2.6 - Pour que la prise de vue soit réussie, l'éclairement reçu par le capteur doit être **E'= 21 lx,** en l'absence de gain électronique ajouté.
Calculer le gain à ajouter électroniquement pour pouvoir réaliser une prise de vue correcte lorsque l'éclairement reçu par le capteur est **E = 2,4 lx.**
Réponses :
Gain = 20 Log(21/2,4) = ***18dB***