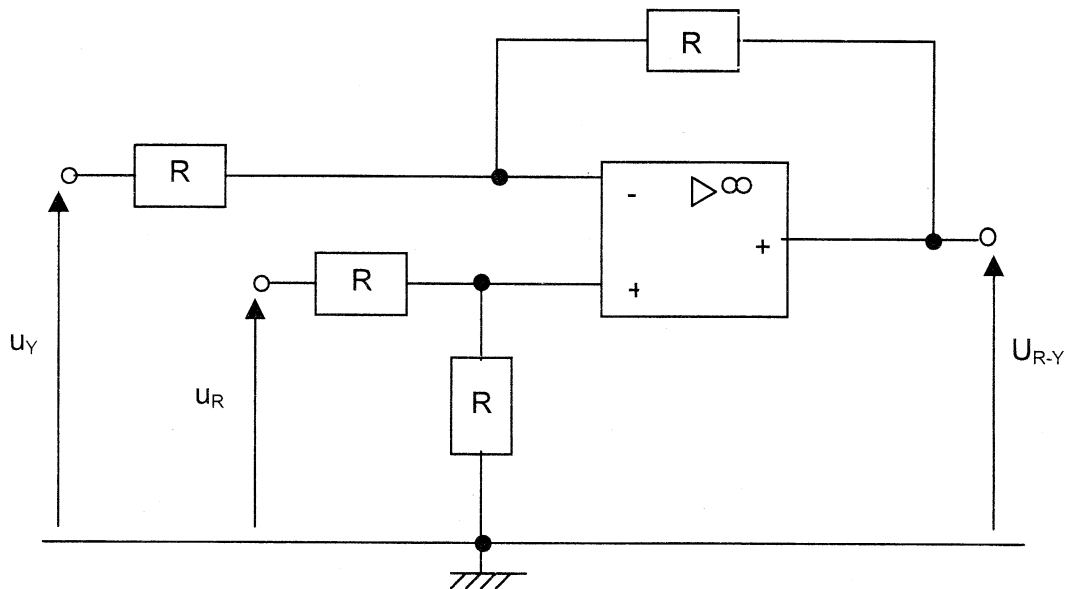


Votre société a été retenue pour réaliser une émission débat. Nous allons étudier différents points autour de cette émission.

## 1 - OBTENTION ET MODULATION DES SIGNAUX « DIFFÉRENCE ROUGE » ET « DIFFÉRENCE BLEU »

Toutes les questions de la première partie sont indépendantes.

- 1.1** - On élabore le signal « différence rouge » à partir du signal de luminance et du signal Rouge auxquels on associe respectivement les tensions  $u_{R-Y}$ ,  $u_Y$  et  $u_R$ . On utilise le schéma de montage ci-dessous :



On supposera que l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

Exprimer en conséquence  $u_{R-Y}$  en fonction de  $u_R$  et  $u_Y$ . Quelle est la fonction réalisée par ce montage ?

- 1.2** - Pour une émission PAL, les signaux  $u_{R-Y}$  et  $u_{B-Y}$  (où  $u_{B-Y}$  désigne le signal « différence bleu ») sont modulés en amplitude avec une sous-porteuse sinusoïdale de fréquence  $F_0 = 4,43$  MHz.

**1.2.1** - Ecrire l'équation littérale de la sous-porteuse.

**1.2.2** - Quelle opération mathématique doit-on effectuer entre  $u_{R-Y}$  et la sous-porteuse pour obtenir un signal modulé en amplitude ? Citer un composant qui permet de réaliser une modulation d'amplitude ?

**1.2.3** - Dans le cas d'un signal modulant sinusoïdal de fréquence  $f$ , représenter l'allure du spectre d'amplitude du signal modulé. Quelle est la bande de fréquence occupée par ce signal ?

Sachant que la chrominance est transmise à l'intérieur du signal vidéo composite dont la fréquence est limitée à 5 MHz, quelle devra être la fréquence maximale de l'information couleur ?

**1.3** - Pour une émission SECAM, on module en fréquence les signaux  $u_{R-Y}$  et  $u_{B-Y}$ . Les fréquences des sous-porteuses utilisées sont respectivement 4,406 MHz pour  $u_{R-Y}$  et 4,250 MHz pour  $u_{B-Y}$ .

**1.3.1** - L'excursion de fréquence  $\Delta f$  pour chacun des signaux  $u_{R-Y}$  et  $u_{B-Y}$  a été fixée de la façon suivante :

- Pour  $u_{R-Y}$ ,  $\Delta f$  varie de  $- 500$  kHz à  $+ 350$  kHz
- Pour  $u_{B-Y}$ ,  $\Delta f$  varie de  $- 350$  kHz à  $+500$  kHz

*Quelle est la valeur maximale de la fréquence du signal  $u_{R-Y}$  une fois modulé en fréquence ? Quelle est sa valeur minimale ? Mêmes questions pour le signal  $u_{B-Y}$  modulé en fréquence.*

**1.3.2** - Dans le cas d'un signal modulant carré de fréquence  $f = 10$  kHz et avec une porteuse de fréquence  $F_0 = 100$  kHz, on souhaite illustrer la différence entre modulation d'amplitude et modulation de fréquence sachant que pour la modulation de fréquence, l'excursion crête en fréquence est de 75 kHz.

*Tracer l'allure du signal modulé en amplitude puis du signal modulé en fréquence en complétant le document réponse N°1. On fixera une amplitude maximale arbitraire pour les deux signaux.*

## **2 - ASPECT COLORIMÉTRIQUE D'UNE BARRE DE LA MIRE**

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 $\text{cd/m}^2$
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 D65 utilisé en télévision couleur de coordonnées ( $x = 0,313$  ;  $y = 0,329$ ). Faire apparaître l'ensemble des couleurs reproduites en télévision couleur.

**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.*

## **3 - NUMÉRIQUE**

Un montage sur banc virtuel a été effectué ; à ce titre on va s'intéresser à la norme dite 4.2.2 pour la vidéo numérique. Cette norme prévoit un échantillonnage de la luminance  $u_Y$  à la fréquence de 13,5 MHz sur 8 bits et un échantillonnage de chaque signal de chrominance  $u_{R-Y}$  et  $u_{B-Y}$  à la fréquence de 6,75 MHz sur 8 bits.

Dans cette partie toutes les questions sont indépendantes sauf les 3.4 et 3.5.

**3.1** - Ce format est compatible avec les standards NTSC, PAL et SECAM pour lesquels la fréquence maximale du spectre du signal de luminance est respectivement 4,2 MHz, 5,5 MHz et 6,5 MHz.

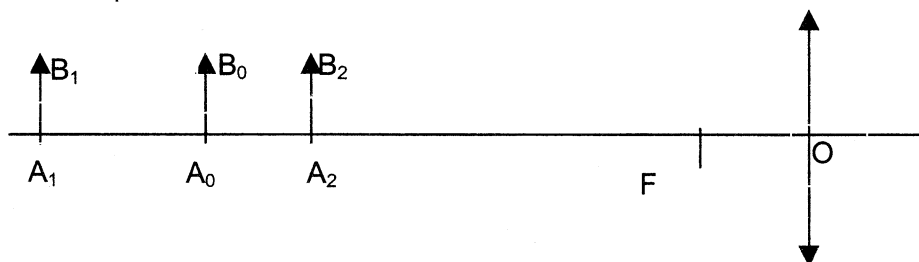
*Justifier alors le choix de la fréquence d'échantillonnage du signal de luminance.*

- 3.2** - Dans cette norme, le nombre décimal  $N$  associé au codage de la luminance du bleu est  $N = 41$ .  
Quelle est son écriture en base 2 ?
- 3.3** - Quel est le nombre théoriquement possible de nuances à partir du signal de luminance ?
- 3.4** - La durée utile d'une ligne (contenu image) est de  $53,33 \mu\text{s}$ , calculer le nombre d'échantillons pour la luminance et pour chaque signal de chrominance pour une ligne.
- 3.5** - En prenant en compte tous les échantillons utiles par ligne et un nombre de 575 lignes utiles par image, quelle serait en octets puis en gigaoctets la capacité mémoire nécessaire pour stocker une heure de film. Conclure.
- 3.6** - Une cassette analogique a été distribuée à chaque participant, on a donc effectué une conversion numérique analogique. On se limitera au cas de la luminance.  
En considérant que la tension maximale (appelée aussi pleine échelle), en sortie du Convertisseur Analogique Numérique (CNA) est de 5 V et que tous les niveaux de gris sont permis, quel est alors le pas de quantification ?  
Quelle serait la valeur de la tension en sortie du CNA traitant l'échantillon luminance correspondant au nombre décimal  $N = 41$  ?

#### 4 - CADRAGE - REPÉRAGE - PROFONDEUR DE CHAMP

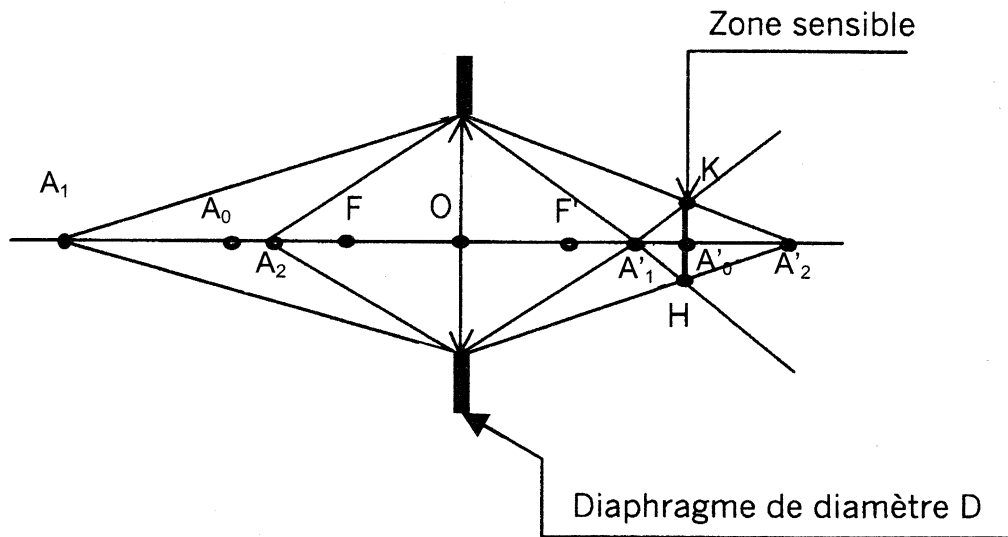
On utilise une caméra munie d'un objectif dont la focale peut varier entre 9 et 144 mm. Les dimensions de la zone sensible sont  $6,6 \text{ mm} \times 8,8 \text{ mm}$ . Lors du débat, un public était présent. On veut réaliser un plan sur lequel figurera à la fois l'animateur figuré par l'objet  $A_0B_0$  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  $\gamma$  vérifie la relation suivante :  $\gamma = \frac{FO}{OA_0}$ .
- 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  $\frac{2}{3}$  de la hauteur de la zone sensible.  
On prendra pour ce calcul  $A_0B_0 = 1,80 \text{ m}$ .
- 4.3** - Calculer les angles de champ vertical et horizontal pour la focale minimale.
- 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 inférieure 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  $e$  au  $\mu\text{m}$  près par défaut sachant que la zone sensible comporte un réseau de  $786 \times 581$  photodiodes.

**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 ( $N = \frac{f}{D}$ ) :

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

Déterminer la profondeur de champ pour  $f = 9 \text{ mm}$ ,  $N = 1,4$ ,  $d = 3,7 \text{ m}$  et  $e = 11 \mu\text{m}$ . Les résultats sont-ils suffisants pour voir nettement le public placé  $5 \text{ m}$  en arrière du présentateur, et l'avant plan situé à  $1,5 \text{ m}$  de ce même présentateur ?

Indiquer comment augmenter la profondeur de champ.

**4.4.3** - On souhaite démontrer les formules admises dans la question précédente.

**4.4.3.1** - Déterminer  $\overline{A'_0 A'_2}$  en fonction de  $\overline{OA'_2}$ ,  $D$  et  $e$ .

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.

**4.4.3.2** - Déterminer  $\overline{A'_0 A'_1}$  en fonction de  $\overline{OA'_1}$ ,  $D$  et  $e$ .

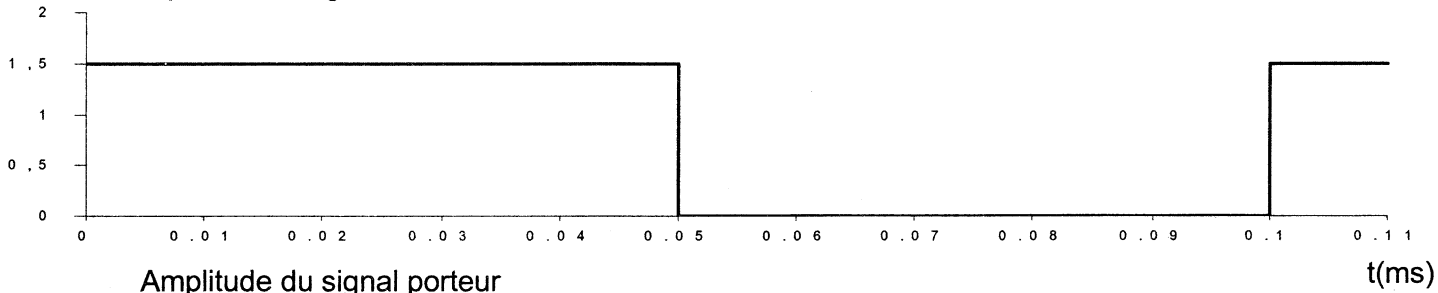
Simplifier cette relation pour l'exprimer en fonction de  $e$  et de  $N$  en tenant compte que l'objet  $A_1$  est très éloigné de la lentille.

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

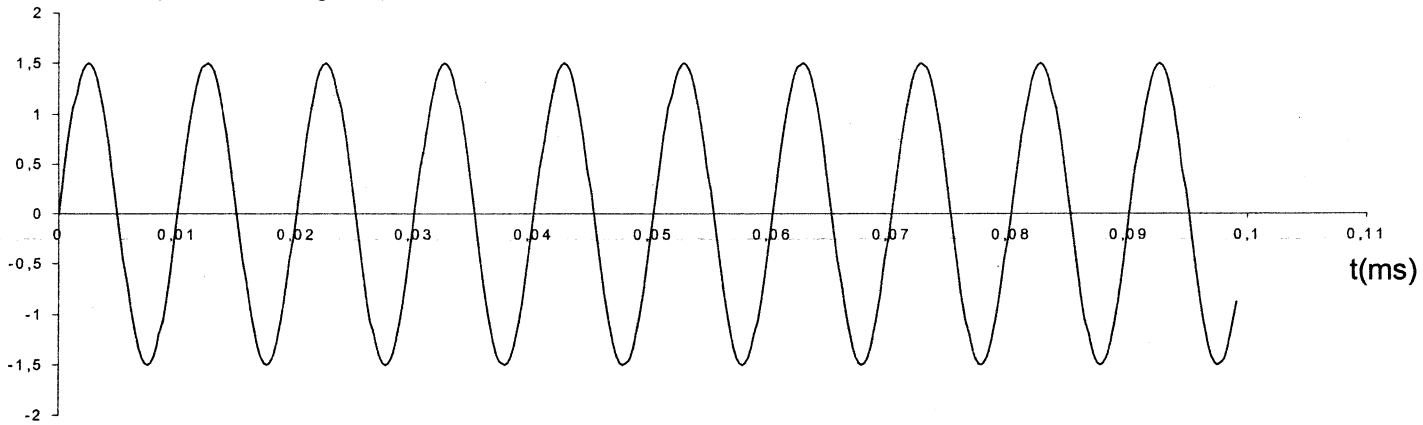
$$\boxed{OA_1 \approx \frac{f^2 d}{f^2 - eNd}} \quad \text{et} \quad \boxed{OA_2 \approx \frac{f^2 d}{f^2 + eNd}}$$

**OPTION IMAGE**  
**Document réponse N°1**

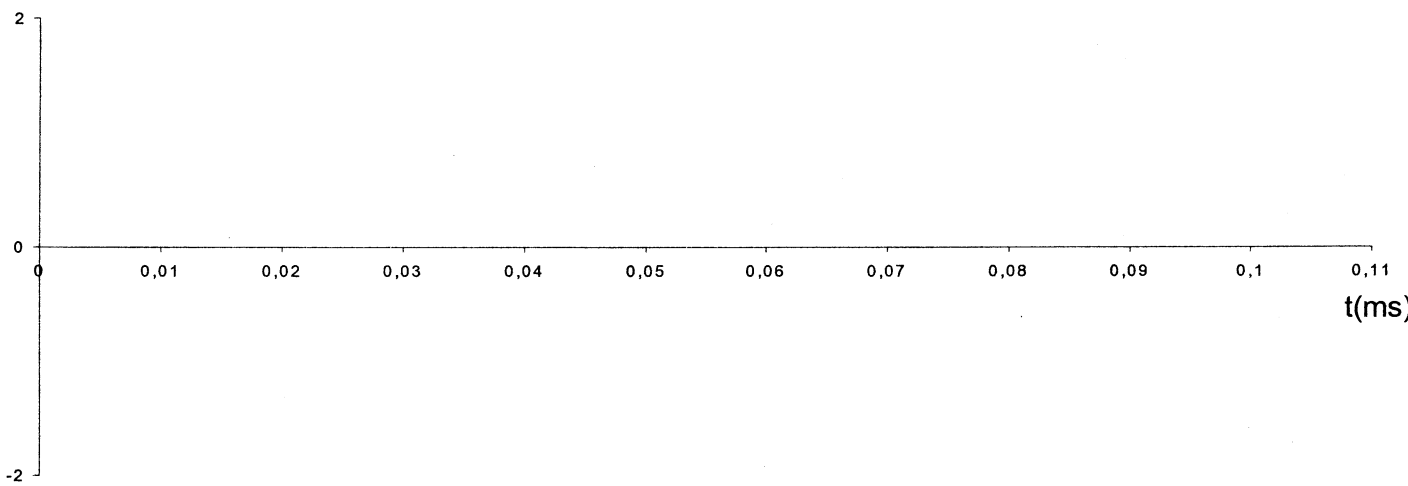
Amplitude du signal modulant



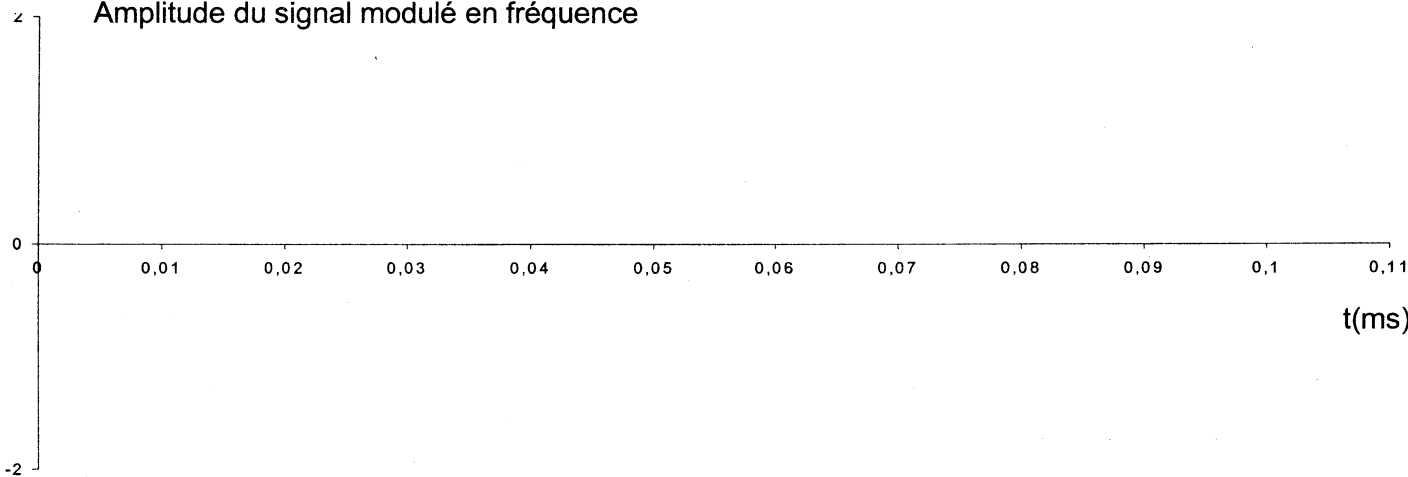
Amplitude du signal porteur



Amplitude du signal modulé en amplitude



Amplitude du signal modulé en fréquence



Document réponse N°2

