



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

# BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL

## SCIENCES PHYSIQUES – U. 3

### OPTION MÉTIER DE L'IMAGE

SESSION 2014

\_\_\_\_\_

Durée : 3 heures  
Coefficient : 2

\_\_\_\_\_

#### Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

#### Documents à rendre avec la copie :

- document-réponse A.....page 9/10  
- document-réponse B.....page 10/10

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE	Session 2014
Sciences physiques – U. 3	Code : MVISP Page : 1/10

# 1 – OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## A. Étude d'un objectif Canon HDTV 4,3-146 HD

On se propose de faire une étude simple d'un objectif à focale variable Canon HDTV 4.3-146 HD. Dans la deuxième partie, on réalisera une analyse du fonctionnement optique de cet objectif.

Les données du constructeur sont les suivantes :



- focale courte : 4,3 mm ;
- ratio zoom : 17x ;
- doubleur de focale ;
- 1/3 ".

1. Quelles sont les focales extrêmes  $f'_{\min 1}$  et  $f'_{\max 1}$  de ce zoom sans utiliser le doubleur de focale ?
2. Quelles sont les focales extrêmes  $f'_{\min 2}$  et  $f'_{\max 2}$  de ce zoom avec utilisation du doubleur de focale ?

Cet objectif est monté sur caméscope 16/9 présentant un capteur dont les dimensions sont : 5,2 mm × 2,9 mm. On assimilera l'objectif au modèle simplifié d'une lentille convergente mince utilisée dans les conditions de Gauss. On supposera également, pour toute la suite de notre étude, que le capteur se situe approximativement dans le plan focal image de l'objectif. Le système étudié (plan filmé, objectif, capteur) est un système centré.

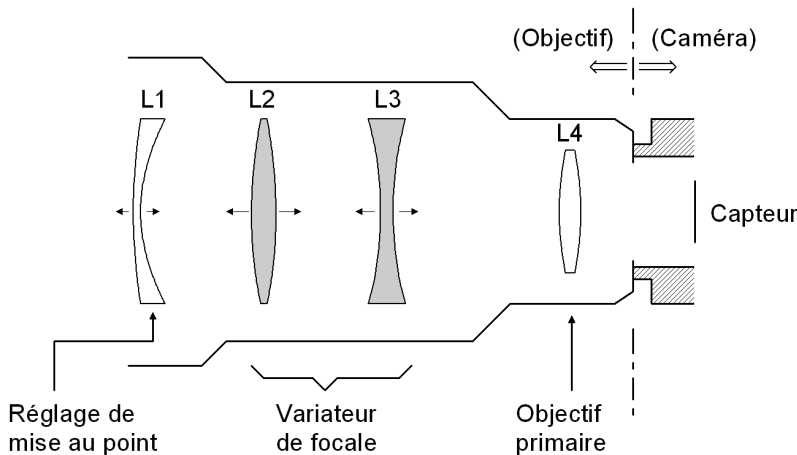
3. Déterminer la longueur de la diagonale du capteur.
4. Calculer la valeur du champ angulaire diagonal pour une valeur de focale  $f' = 4,3$  mm.
5. Calculer la valeur du champ angulaire diagonal pour une valeur de focale  $f' = 146$  mm (avec doubleur de focale).
6. Quelle focale sera utilisée pour obtenir le plan le plus large possible ?

On filme en mode téléobjectif, à une distance de 50 m, un personnage en plan américain. On souhaite que le plan fasse une hauteur de 1,5 m et que son image occupe toute la hauteur du capteur.

7. Calculer la distance focale de l'objectif nécessaire à cette prise de vue.
8. Est-ce que l'objectif choisi convient ? Le doubleur de focale est-il nécessaire ?

## B. Étude interne d'un objectif Zoom

On souhaite analyser le fonctionnement optique d'un objectif du type de celui étudié en **partie A**. Sa structure interne est schématisée sur la figure suivante :



La lentille  $L_4$  est fixe.

Les lentilles  $L_2$  et  $L_3$  se déplacent suivant des mouvements combinés, actionnés par la rotation de la bague de zoom (système de cames). Elles réalisent la variation de focale de l'objectif.

La lentille  $L_1$  est également mobile le long de l'axe optique, sa position règle la distance de mise au point. Quel que soit le réglage de la position de  $L_1$ , l'image que cette lentille donne du plan objet de mise au point est située en une position fixe de l'axe optique, repérée plus tard par le point P sur l'axe. L'image donnée de P par l'ensemble des trois lentilles  $L_2$ ,  $L_3$  et  $L_4$  se situe dans le plan du capteur.

L'objectif étudié ci-après possède des caractéristiques différentes de celui de la partie A.

Le **document-réponse B (page 10/10, à rendre avec la copie)** représente un schéma de l'objectif à partir du modèle de lentilles minces ; l'échelle est donnée sur la figure. Les foyers objet et image de la lentille  $i$  sont repérés respectivement par les lettres  $F_i$  et  $F'_i$ .

Les focales image des lentilles sont :

$$f'_1 = \overline{O_1F'_1} = -20 \text{ mm} ; f'_2 = \overline{O_2F'_2} = +20 \text{ mm} ; f'_3 = \overline{O_3F'_3} = -20 \text{ mm} ; f'_4 = \overline{O_4F'_4} = +20 \text{ mm}.$$

Sur ce document, la lentille  $L_1$  est positionnée pour une mise au point réglée sur l'infini. Deux positions de  $L_2$  sont représentées par les demi-lentilles (notées  $L_{2A}$  et  $L_{2B}$ ) correspondant aux réglages extrêmes du zoom : position téléobjectif (A) au dessus de l'axe optique et position grand angle (B) en dessous de l'axe optique. La position de  $L_3$  est identique pour ces deux réglages, elle ne varie qu'aux focales intermédiaires (non étudiées ici).

### 1. Étude du réglage de mise au point

1.1 Rappeler la relation liant la position d'un point objet A de l'axe optique à celle de son image A' donnée par une lentille mince de centre O et de focale image  $f'$  (on pourra éventuellement utiliser :  $p = \overline{OA}$  et  $p' = \overline{OA'}$ ).

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE	Session 2014
Sciences physiques – U. 3	Code : MVISP Page : 3/10

1.2 Justifier que le point **P** de l'axe optique, image par  $L_1$  d'un objet situé à l'infini, se trouve en  $F'_1$ .

La distance de mise au point (entre le plan objet et  $L_1$ ) peut se régler entre 0,2 m et l'infini.

1.3 Déterminer dans quel sens la lentille  $L_1$  doit se déplacer sur l'axe pour passer de la mise au point sur l'infini à une mise au point plus proche.

1.4 Pour une mise au point à 0,2 m, calculer  $\overline{O'_1P}$ , où  $O'_1$  représente la nouvelle position de la lentille  $L_1$ .

**Remarque** : les tracés demandés pour la position A de  $L_2$  ne se feront qu'au-dessus de l'axe et ceux relatifs à la position B en dessous de l'axe.

1.5 Construire les tracés des rayons émergents de  $L_1$  (se dirigeant vers  $L_{2A}$  et  $L_{2B}$ ), respectivement issus des rayons (a) et (b) incidents sur  $L_1$  et parallèles à l'axe optique.

## 2. Étude de la variation de focale

On supposera, dans la suite, qu'on se place dans le cas où P est confondu avec  $F'_1$ .

2.1 À l'aide de la figure, relever numériquement les mesures  $p_{2A} = \overline{O_{2(A)}P}$  et  $p_{2B} = \overline{O_{2(B)}P}$  situant le point P par rapport à  $L_2$  pour les réglages téléobjectif (A) et grand angle (B).

2.2 Calculer les mesures  $p'_{2A} = \overline{O_{2(A)}P'}$  et  $p'_{2B} = \overline{O_{2(B)}P'}$  situant les images  $P'_{2(A)}$  et  $P'_{2(B)}$  de P, formées par  $L_2$  pour ses deux positions A et B.

2.3 Placer ensuite les points  $P'_{2(A)}$  et  $P'_{2(B)}$  sur le **document-réponse B**.

Que remarque-t-on ?

2.4 Tracer les rayons émergents de  $L_2$  issus des rayons émergents de  $L_1$  construits précédemment pour les deux positions A et B de  $L_2$  (on pourra s'aider des valeurs établies à la **question 2.2**)

2.5 Le point  $P'_{2(A \text{ ou } B)}$  se situe au foyer  $F_3$ .

Construire les rayons émergents de  $L_3$  issus des rayons émergents de  $L_{2(A)}$  et  $L_{2(B)}$ .

Qu'observe-t-on concernant la direction de ces rayons ?

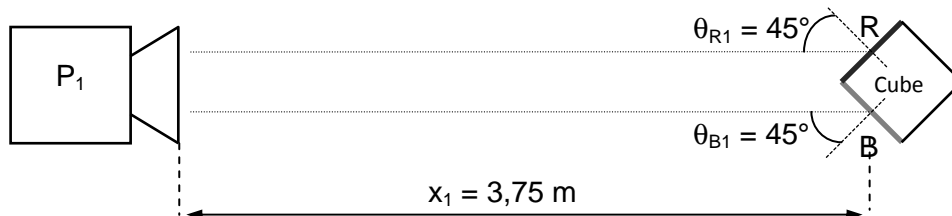
2.6 Construire alors les rayons émergents de  $L_4$  issus des deux rayons précédents ; en déduire graphiquement la position du foyer  $F'$  de l'objectif complet.

2.7 Quelle doit être la position du capteur pour respecter le réglage de la mise au point ?

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE		Session 2014
Sciences physiques – U. 3	Code : MVISP	Page : 4/10

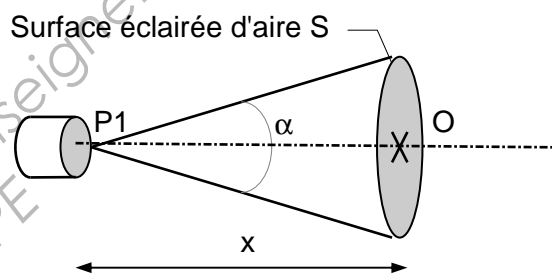
## 2 – PHOTOMÉTRIE

Dans une émission de jeux télévisés, le présentateur est censé jaillir d'un cube dont les faces R (Rouge) et B (Bleu) sont éclairées par un projecteur ( $P_1$ ) selon la configuration représentée ci-dessous. Les faces du cube présentent des coefficients de réflexion respectifs  $\rho_R = 0,2$  et  $\rho_B = 0,6$ . Ces faces sont éclairées uniformément sous une incidence de  $45^\circ$ .



Les projecteurs utilisés, de type « Fresnel », possèdent les caractéristiques suivantes :

- puissance électrique consommée  $P_e = 2 \text{ kW}$  ;
- lampe halogène d'efficacité lumineuse  $\eta = 27 \text{ lm/W}$  ;
- la structure du projecteur limite le flux photométrique utile à 65 % du flux photométrique total émis par la lampe ;



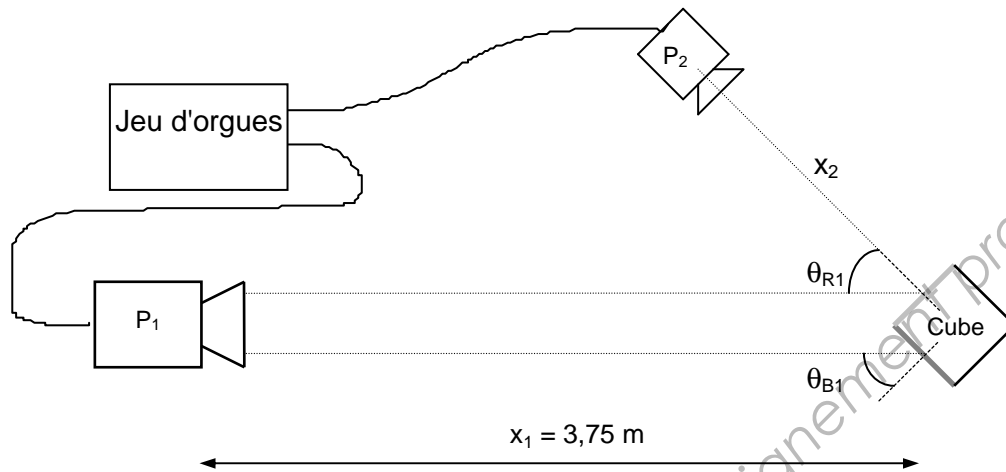
- le projecteur est assimilé à une source ponctuelle dont l'intensité  $I$  est uniforme dans un cône de révolution, d'angle au sommet  $\alpha = 60^\circ$ , nulle en dehors du cône.

1. Calculer le flux photométrique utile  $\Phi_U$  émis par le projecteur.
2. Calculer l'angle solide  $\Omega$  correspondant à ce cône.  
On rappelle que :  $\Omega = 2\pi \times [1 - \cos(\alpha/2)]$ .
3. En déduire l'intensité lumineuse  $I$  du faisceau lumineux émis par le projecteur dans ce cône.
4. Déduire de la **question précédente** les éclairagements  $E_{R1}$  et  $E_{B1}$  au centre des faces R et B inclinées du cube, par  $P_1$ .
5. Déterminer l'existance  $M_{R1}$  et  $M_{B1}$  des faces R et B.
6. En déduire la luminance  $L_{R1}$  et  $L_{B1}$  de chacune des faces.

Ces surfaces sont supposées parfaitement diffusantes.

L'écart de luminance présenté par les faces R et B nécessite un rattrapage sur la face rouge. Pour cela un projecteur supplémentaire  $P_2$  est utilisé.

De caractéristiques identiques à  $P_1$ , il est placé dans l'alignement de la normale à la face R, à une distance  $x_2$  du cube selon la configuration présentée ci-après :



7. Déterminer l'éclairement total  $E_{RT}$  que doit recevoir la face R pour présenter la même luminance que celle de la face B.

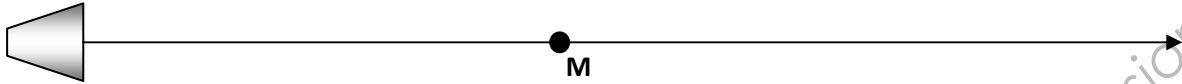
Dans le cas où l'éclairement de l'objectif fourni par la scène est de 2000 lx, le niveau des blancs à l'image est satisfaisant lorsque le diaphragme de l'objectif de la caméra est à  $N = 11$ .

8. L'éclairage de la scène filmée est modifié. L'éclairement de l'objectif est maintenant de 500 lx.

Déterminer alors l'ouverture nécessaire pour filmer la scène correctement, sans changer le gain de la caméra.

### 3 – ACOUSTIQUE

À l'intérieur d'un local de danse est placée une enceinte acoustique amplifiée, assimilée à une source sonore ponctuelle, ayant une sensibilité de  $80 \text{ dB}_{\text{SPL}}$  à  $1 \text{ m}$  pour  $1 \text{ W}$  de puissance électrique, pour une fréquence délivrée  $f = 1 \text{ kHz}$ . On s'intéresse au champ direct émis par cette source.



1. Déterminer le niveau d'intensité sonore du champ direct  $L_D$  délivré par cette enceinte au point M situé à  $5 \text{ m}$  dans son axe principal, pour  $40 \text{ W}$  de puissance électrique fournie.
2. En déduire l'intensité sonore correspondante  $I_D$ .
3. Pour un niveau d'intensité sonore  $L_D$  de  $82 \text{ dB}_{\text{SPL}}$ , déterminer la puissance acoustique  $W_a$  délivrée par l'enceinte.
4. À quelle distance de la source le niveau d'intensité sonore a-t-il chuté de  $6 \text{ dB}_{\text{SPL}}$  par rapport à  $L_D$  ?

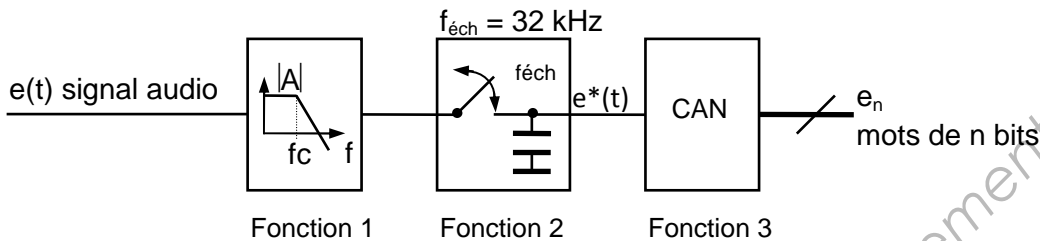


## 4 – ÉLECTRONIQUE NUMÉRIQUE

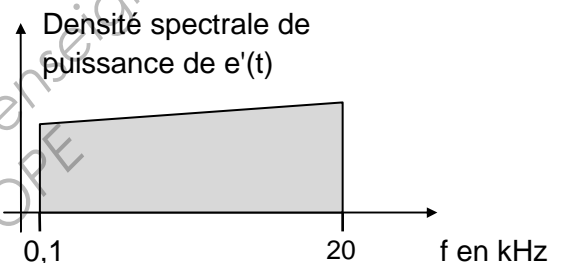
Le concert de Didier LOCKWOOD, violoniste jazz de passage à l'Olympia, est enregistré et retransmis par une radio diffusant en D.A.B. (Digitale Audio Broadcast). On étudie l'étage d'entrée de chaîne de radiodiffusion.

### Étage d'entrée d'une chaîne de radiodiffusion numérique

Le synoptique de l'étage d'entrée de la chaîne de radiodiffusion numérique est le suivant :



Le spectre du signal  $e(t)$  est à l'image du spectre sonore du violon. On l'assimile, pour simplifier, au spectre ci-contre :

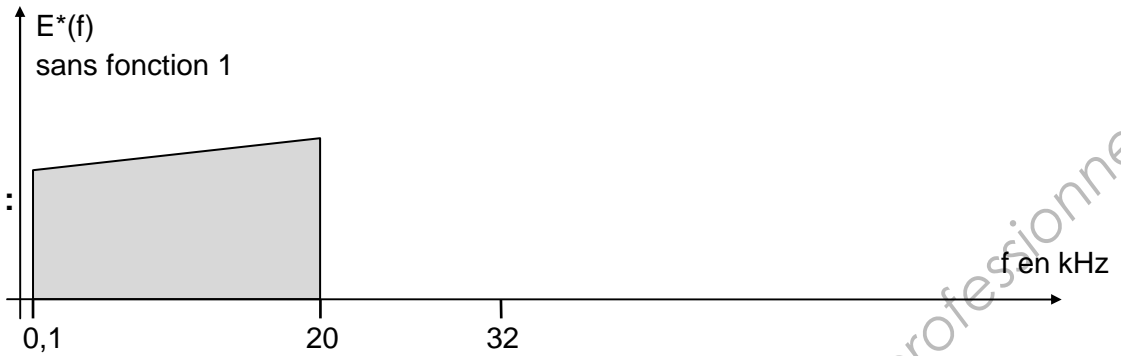


- On suppose que la fonction 1 (filtre passe-bas) n'est pas assurée : le signal  $e(t)$  est injecté directement en entrée de la fonction 2.
  - 1.1 Représenter sur le **graphique n°1 du document-réponse A (page 9/10)** le spectre  $E^*(f)$  du signal échantillonné  $e^*(t)$ .
  - 1.2 Quel phénomène observe-t-on ?
- La fonction 1 est désormais réalisée.
  - 2.1 Énoncer le théorème de Shannon-Nyquist et en déduire la fréquence de coupure maximale du filtre pour permettre l'échantillonnage à 32 kHz.
  - 2.2 Représenter sur le **graphique n°2 du document-réponse A** le spectre  $E^*(f)$ .
- Déterminer le nombre de valeurs différentes que l'on peut coder avec  $n$  bits.  
Exprimer la dynamique (ou rapport signal sur bruit) de codage (en dB) de la fonction 3.

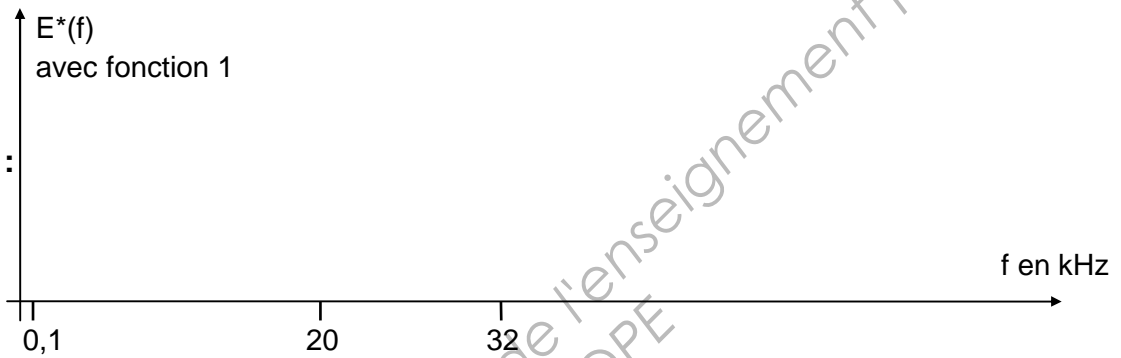
**Application numérique** :  $n = 16$  bits.

**DOCUMENT-RÉPONSE A**  
**(À rendre avec la copie)**

**Graphique n°1 :**  
**Spectre de  $e(t)$**

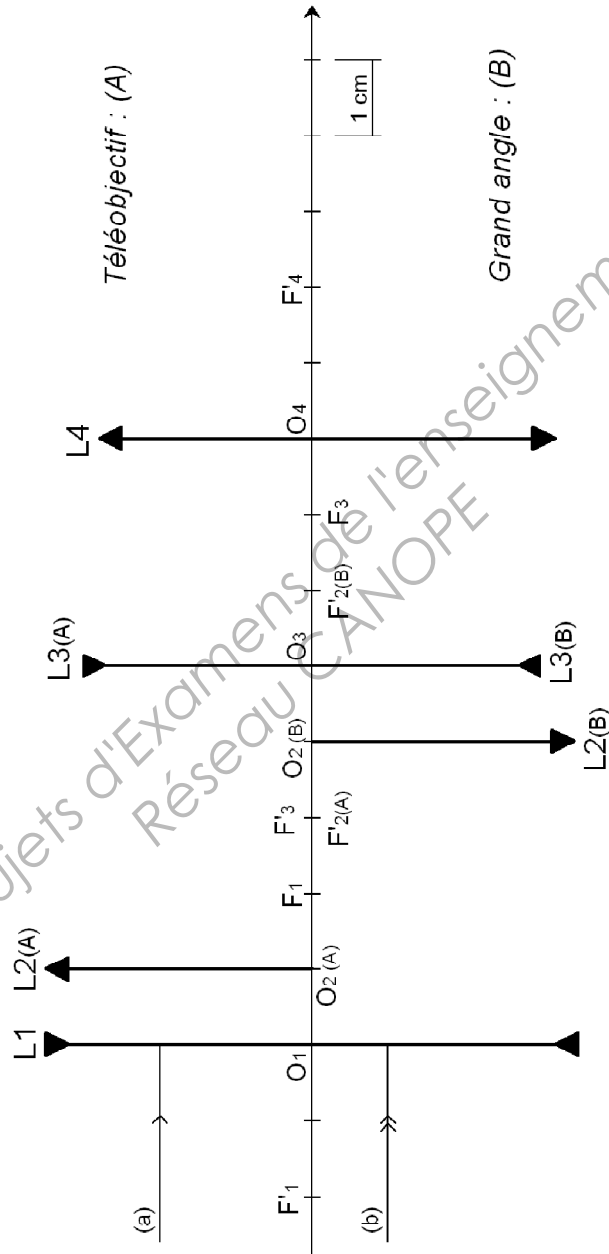


**Graphique n°2 :**  
**Spectre de  $e(t)$**



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
Réseau CANOPE

**DOCUMENT-RÉPONSE B**  
**(À rendre avec la copie)**



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
Réseau CANOPE