



**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 MÉTIERS DU SON

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 (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

Document à rendre avec la copie :

- document-réponse A.....page 8/9

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION MÉTIERS DU SON		Session 2014
Sciences physiques – U. 3	Code : MVSSP	Page : 1/9

1 – OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

On se propose de faire une étude simple d'un objectif Canon à focale variable HDTV 4.3-146 HD.

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 x 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.

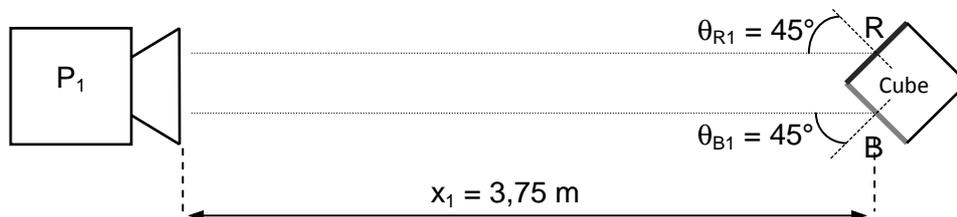
3. Déterminer la longueur de la diagonale du capteur.
4. Calculer la valeur du champ angulaire diagonal pour une valeur de focale $f' = 4,3$ mm.
5. Calculer la valeur du champ angulaire diagonal pour une valeur de focale $f' = 146$ mm (avec doubleur de focale).
6. Quelle focale sera utilisée pour obtenir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

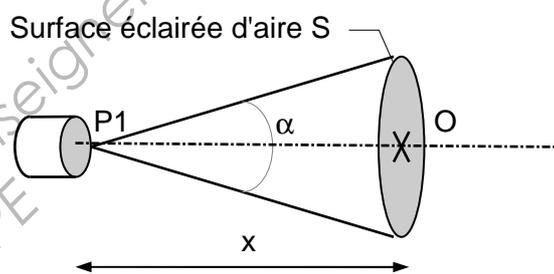
2 – PHOTOMÉTRIE

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. Ces faces sont éclairées uniformément sous une incidence de 45° .



Le projecteur P_1 , de type « Fresnel », possède 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 Φ_U émis par le projecteur.
2. Calculer l'angle solide Ω 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.

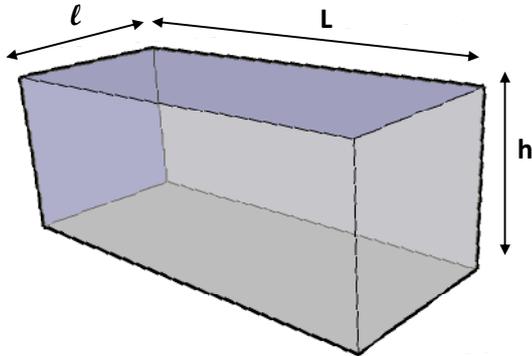
Dans le cas où l'éclairement de l'objectif fourni par la scène est de 2000 lx , le niveau des blancs à l'image est satisfaisant lorsque le diaphragme de l'objectif de la caméra est à $N = 11$.

4. 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

A. Traitement acoustique d'un local de danse

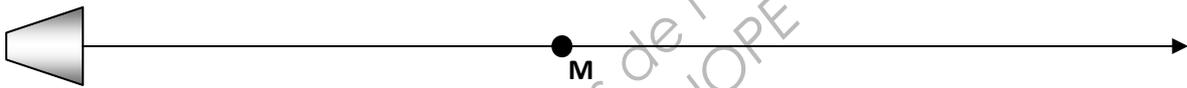


Il nous est proposé ici de faire l'étude du traitement acoustique d'un local de danse parallélépipédique.

Les dimensions de cette salle sont : longueur L : 20 m ; largeur l : 10 m ; hauteur h : 3 m.

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

Un formulaire d'aide est disponible en **annexe (page 9/9)**.



1. Déterminer le niveau d'intensité sonore du champ direct L_D délivré par cette enceinte au point M situé à 5 m dans son axe principal, pour 40 W de puissance électrique fournie.
2. En déduire l'intensité sonore correspondante I_D .
3. En rappelant que pour une fréquence émise de 1 kHz, le coefficient de directivité de cette enceinte est $Q = 3$, calculer l'intensité sonore moyenne I_{MOY} délivrée par l'enceinte à cette distance.
4. Pour un niveau d'intensité sonore L_D de 82 dB_{SPL}, déterminer la puissance acoustique W_a délivrée par l'enceinte.
5. À quelle distance de la source le niveau d'intensité sonore a-t-il chuté de 6 dB_{SPL} par rapport à L_D ?

On s'intéresse maintenant au champ réverbéré produit par l'enceinte diffusant un son pur de fréquence 1 kHz. À cette fréquence, le local étudié présente un temps de réverbération $T_R = 3,3$ s. Le plafond, les murs et le sol sont encore en béton brut. On supposera que la puissance acoustique de la source est $W_a = 16,6$ mW.

- À l'aide de la formule de Sabine fournie en **annexe**, déterminer l'aire d'absorption équivalente A_1 du local.
- En déduire le coefficient d'absorption moyen α_1 du béton brut à la fréquence de 1 kHz.
- Calculer le niveau d'intensité sonore du champ réverbéré L_{CR} .

Afin de baisser le temps de réverbération du local de danse dans lequel la musique et la voix d'un professeur seront sonorisées, et de baisser le niveau d'intensité sonore du champ réverbéré, on recouvre le plafond et les murs de plaques de plâtre de coefficient d'absorption $\alpha_2 = 0,47$. Le sol est, quant à lui, recouvert d'un parquet bois collé de coefficient d'absorption $\alpha_3 = 0,05$.

- Calculer l'aire d'absorption équivalente A_2 des murs et du plafond.
- Calculer l'aire d'absorption équivalente A_3 du sol.
- En déduire l'aire d'absorption équivalente totale A_T du local traité acoustiquement.
- En déduire le nouveau temps de réverbération T'_R .
- Calculer le nouveau niveau d'intensité sonore du champ réverbéré L'_{CR} .
- Est-ce que le choix du matériau plâtre vous paraît pertinent ?

B. Sensation et niveau d'intensité sonore

Il nous est proposé de travailler sur les notions de sensation de niveau sonore et de niveau d'intensité sonore, au travers d'une application réelle dans une salle de danse.

La sensation de niveau sonore transmise au cerveau dépend du niveau d'intensité sonore et de la fréquence. Les courbes d'isophonie présentées en **annexe - graphique n°3** en attestent.

- Que traduisent ces courbes ?
- À la fréquence $f = 1000$ Hz, quels sont, en dB_{SPL} , les niveaux sonores aux seuils d'audition et de douleur ?
- En vous aidant des courbes, déterminer le niveau d'intensité sonore d'un son de fréquence 63 Hz, qui produirait la même sensation de niveau sonore qu'un son de fréquence 1 kHz et de niveau d'intensité sonore de 50 dB_{SPL} .
- En déduire le niveau d'isophonie en phons de ces deux sons.

La mesure de niveau sonore se fait à l'aide d'un sonomètre qui affiche, quelle que soit la composition fréquentielle du son capté, une valeur de niveau sonore total équivalent (LEQA) ressenti. Cet affichage prend en compte une courbe de pondération dite « A » qui traduit la réaction fréquentielle de l'oreille.

On analyse au sonomètre le son issu de la sonorisation d'un playback musical dans une salle de danse. En voici un **tableau récapitulatif** :

Fréquence en Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau d'intensité sonore en dB SPL	84	80	77	72	69	68
Pondération en dBA	- 16	- 8	- 3	0	+1	+ 1
Niveau d'intensité sonore équivalent (dBA)	68	L_{A250}	L_{A500}	72	70	69

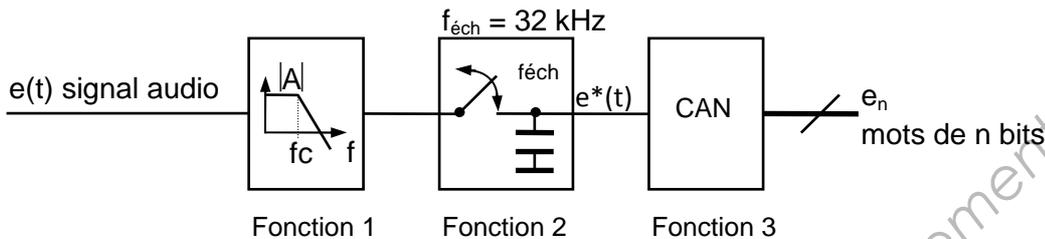
- Calculer les niveaux d'intensité sonore équivalents L_{A250} et L_{A500} manquant dans le tableau ci-dessus.
- Calculer le niveau d'intensité sonore total équivalent L_{TA} en dBA.

4 – ÉLECTRONIQUE NUMÉRIQUE

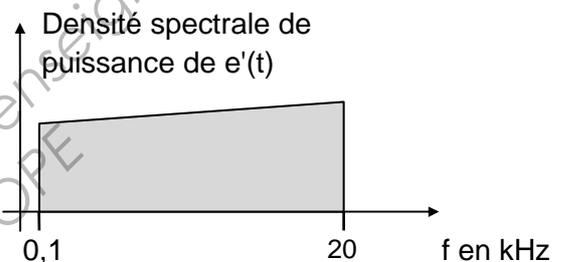
Le concert de Didier LOCKWOOD, violoniste jazz de passage à l'Olympia, est enregistré et retransmis par une radio diffusant en D.A.B. (Digitale Audio Broadcast). On étudie l'étage d'entrée de chaîne de radiodiffusion.

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 :

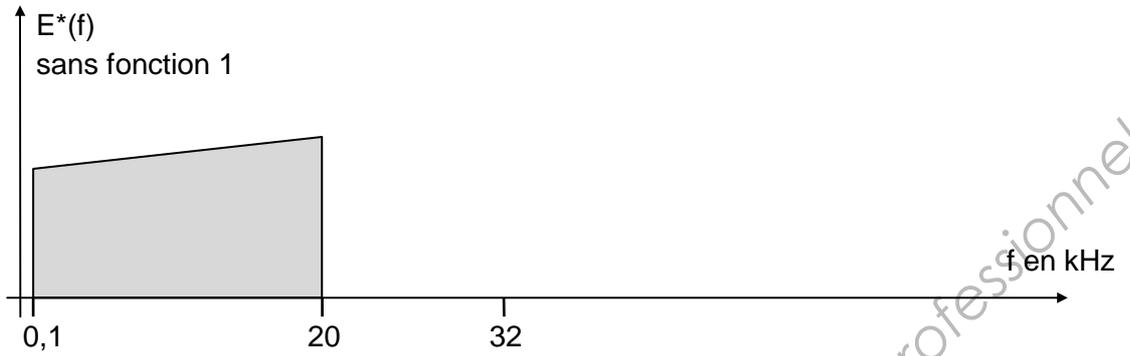


1. On suppose que la fonction 1 (filtre passe-bas) n'est pas assurée : le signal $e(t)$ est injecté directement en entrée de la fonction 2.
 - 1.1 Représenter sur le **graphique n°1 du document-réponse A (page 8/9)** le spectre $E^*(f)$ du signal échantillonné $e^*(t)$.
 - 1.2 Quel phénomène observe-t-on ?
2. La fonction 1 est désormais réalisée.
 - 1.1 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 $E^*(f)$.
3. 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.

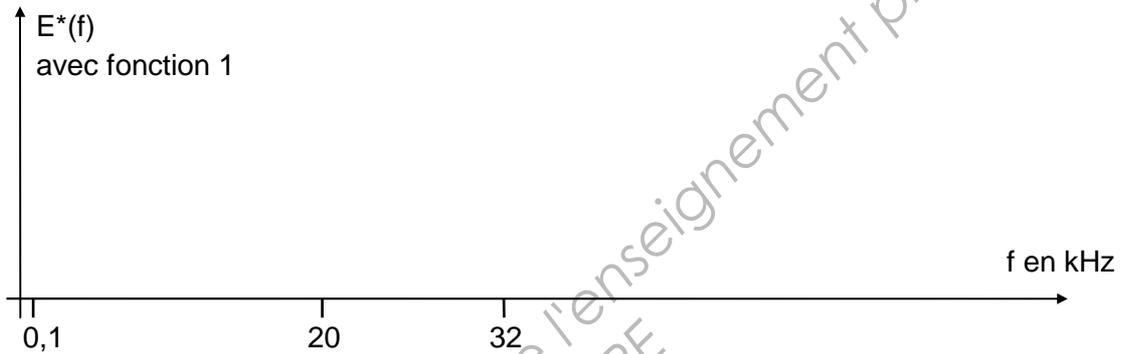
Application numérique : $n = 16$ bits.

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

ANNEXE

Formulaire - Exercice d'acoustique partie A :

- **Formule de Sabine :**
$$T_R = 0,16 \times \frac{V}{A}$$

Où :
 T_R : temps de réverbération d'une salle (en s) ;
 V : volume de la salle (en m³) ;
 A : aire d'absorption équivalente de la salle (en m²).

- **Aire d'absorption équivalente :**
$$A = S \times \alpha$$

Où :
 α : coefficient d'absorption moyen des parois ;
 S : surface des parois de la salle (en m²).

- **Niveau d'intensité sonore - champ direct** (en dB_{SPL}) :
$$L_D = 10 \cdot \log \left(\frac{Q \times W_a}{4 \times \pi \times r^2 \times 10^{-12}} \right)$$

Où :
 Q : facteur de directivité de la source pour une fréquence f ;
 W_a : puissance acoustique de la source (en W) ;
 r : distance de la source au point d'écoute M (en m).

- **Niveau d'intensité sonore - champ réverbéré** (en dB_{SPL}) :
$$L_{CR} = 10 \cdot \log \left(\frac{4 \times W_a}{A \times 10^{-12}} \right)$$

Graphique n°3 :
Courbes d'isophonie

