



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.

Campagne 2010

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
DES MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL  
OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE**

**ÉPREUVE E3 :  
SCIENCES PHYSIQUES**

Base Nationale des sujets d'examen de l'enseignement professionnel  
Resau SCENEN

# ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

## OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE

La qualité et la clarté de la rédaction sont prises en compte dans l'attribution de la note.  
**Il est impératif de respecter les notations de l'énoncé.**  
 Le candidat devra en outre traiter dans l'ordre les questions au sein d'un exercice.

Le sujet porte sur l'étude de différents systèmes audiovisuels présents au sein d'un stade.  
 Les trois parties sont indépendantes.  
 La partie 1 porte sur l'optique et la photométrie.  
 La partie 2 traite de l'électricité et de l'électronique.  
 La partie 3 concerne l'acoustique.

### PARTIE 1 - OPTIQUE ET PHOTOMÉTRIE :

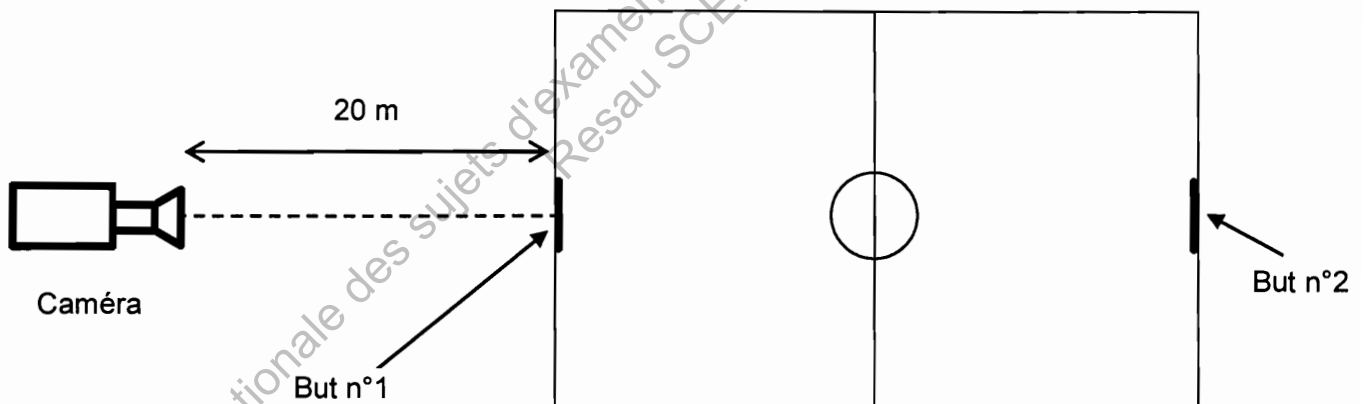
**Les exercices A, B et C sont indépendants**

#### 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.
- 1.2 - Calculer la distance focale  $f_2$  de l'objectif pour cadrer dans les mêmes conditions le deuxième but.
- 1.3 - Les nouvelles réglementations de l'UEFA et de la FFF recommandent un niveau d'éclairage 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 iode métallique de 2 kW d'efficacité lumineuse  $K = 80 \text{ lm.W}^{-1}$ . On considère que 70 % du flux émis arrive sur la pelouse.  
Calculer le flux total  $\Phi$  nécessaire et le nombre de projecteurs qui en découle.

## 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  $K = 70 \text{ lm.W}^{-1}$ ).

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  $\Phi_T$  émis par la lampe seule puis l'intensité lumineuse  $I_1$  générée par la lampe seule.
- 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  $I_2 = 4460 \text{ cd}$ ).
- 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).
- 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  $\Phi_u$ .

Les calculs permettant de calculer  $\Phi_u$  ont été effectués dans le tableau ci-dessous pour la position spot.

	SPOT	FLOOD
<b>u en degré</b>	21,8	
<b><math>\Omega</math> en stéradian</b>	0,45	
<b><math>\Phi_u</math> en lumen</b>	2004	4706

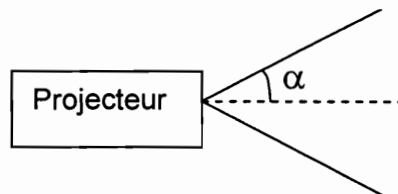
( $u$  étant le demi-angle sous lequel la source S voit la lentille (voir figure 1 document réponse DR1) et  $\Omega$  l'angle solide correspondant).

**Rappel** : Formule permettant de calculer l'angle solide  $\Omega$  embrassé par un cône de demi-angle au sommet  $\alpha$  (voir figure 3) :  $\Omega = 2\pi (1 - \cos \alpha)$ .

Détailler les calculs de  $u$ ,  $\Omega$  et  $\Phi_u$  pour la position flood.

On montre que le faisceau sortant du projecteur a une forme de cône de  $\frac{1}{2}$  angle au sommet (voir figure 3) égale à  $\alpha_{\text{SPOT}} = 4$  degrés et  $\alpha_{\text{FLOOD}} = 18$  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**

- 1.9** - Ces projecteurs produisent un éclairage de température de couleur de 6000 K. On place sur chaque projecteur un filtre CTO  $\Delta M = + 12 \text{ MK}^{-1}$  ; 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 :  $T_2$ .

**1.9.b** - Calculer le coefficient de transmission :  $T_r$ .

**1.9.c** - Calculer dans ces conditions la modification du diaphragme à apporter pour une caméra qui ouvre de 8 à 2000 Lux.

**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.

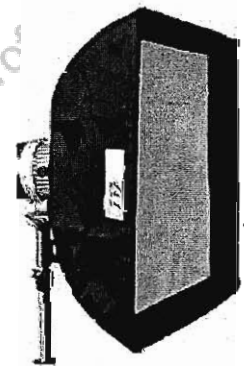
### C - ÉTUDE D'UNE BOÎTE À LUMIÈRE

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  $S_u$  (partie blanche) de 60 x 60 cm et est équipée d'une lampe fournissant 10000 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**

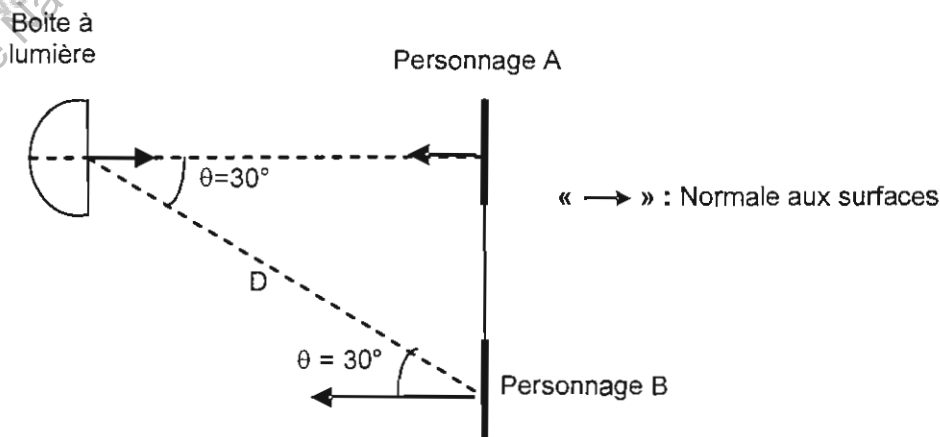
**1.11** - Calculer l'éclairement  $E$  reçu par  $S_u$ .

**1.12** - Calculer l'exittance  $M$  de  $S_u$ .

**1.13** - Calculer la luminance  $L$  de cette source étendue (pour la suite on prendra  $L = 5570 \text{ cd.m}^{-2}$ ).

Cette source est utilisée pour éclairer :

- un personnage A situé dans l'axe de la boîte à lumière à 5 m, ce personnage est tourné vers la boîte 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 boîte à lumière éclairent la surface B avec un angle  $\theta = 30^\circ$ .



1.14 - Calculer l'éclairement  $E_A$  reçu par A.

1.15 - Calculer l'éclairement  $E_B$  reçu par B.

## **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.

##### **Étude du triphasé.**

On rappelle les équations des 3 tensions simples entre phase et neutre (exprimées en volt) :

$$v_1(t) = 325 \sin(\omega t) \quad v_2(t) = 325 \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) \quad v_3(t) = 325 \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

2.2 - Quelle valeur de tension représente les 325 V ? Calculer la valeur efficace notée,  $V$ . Rappeler le nom et l'unité de  $\omega$ , puis calculer sa valeur sachant que la fréquence est de 50 Hz.

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.

2.4 - Mesurer graphiquement la tension composée entre 2 phases. En déduire la relation entre la tension simple et la tension composée.

2.5 - Calculer la puissance apparente nominale  $S_n$  disponible en sortie du transformateur triphasé.

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  $\varphi$  de  $V$  par rapport à  $I$  si le système est inductif.

2.7 - Calculer la puissance active  $P$  consommée par les 3 phases.

2.8 - Montrer par une figure de Fresnel que le courant est nul dans le neutre.

2.9 - Quel est l'intérêt de cette particularité pour le transport de l'énergie ?

#### **B - PRISE DE SON AUDIO**

La prise de son AUDIO est assurée par un enregistreur numérique. Celui-ci échantillonne à  $f = 48$  kHz et quantifie sur 16 bits.

2.10 - Déterminer la fréquence maximale admissible du signal audio afin de respecter la règle de Shannon. Que se passe-t-il si le signal dépasse cette fréquence ?

2.11 - Quel montage faut-il placer à l'entrée du CAN pour éviter ce défaut ?

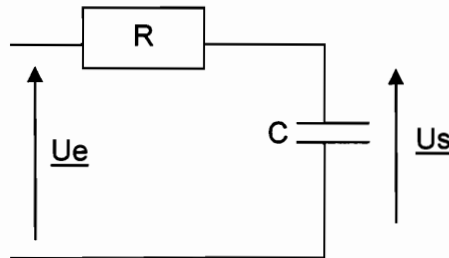
2.12 - Calculer le rapport signal sur bruit de quantification.

2.13 - Déterminer l'espace de stockage nécessaire en octets pour enregistrer les 2 h de l'évènement en stéréo.

## C - FILTRAGE DU SIGNAL AUDIO

Dans cette partie nous allons étudier le filtre passe bas placé à l'entrée du CAN.

**Figure 4**



La fréquence de coupure à  $-3$  dB de ce montage, notée  $f_0$  est de 12 kHz.

**2.14** - Déterminer l'expression de la transmittance complexe  $\underline{T}$ .

Rappel :  $\underline{T} = \frac{U_s}{U_e}$ . La mettre sous la forme :  $\underline{T} = \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega_0}}$  puis  $\underline{T} = \frac{1}{1 + \frac{j.f}{f_0}}$ .

Exprimer  $f_0$  en fonction de R et C.

**2.15** - Sachant que  $C = 4,7$  nF, calculer la résistance R.

**2.16** - Sur le document réponse DR3, tracer le diagramme de BODE du filtre (gain uniquement). Faire apparaître les asymptotes et l'allure de la courbe en précisant le point à  $f = f_0$ .

**2.17** - Déterminer graphiquement ou par le calcul l'atténuation A à 24 kHz.

**2.18** - Est-elle suffisante pour estimer négligeable la présence des fréquences indésirables ? Justifier.

## PARTIE 3 - ACOUSTIQUE :

### ÉTUDE D'UN MUR D'ENCEINTES

Le stade de football est également très utilisé pour la diffusion de concert de rock.

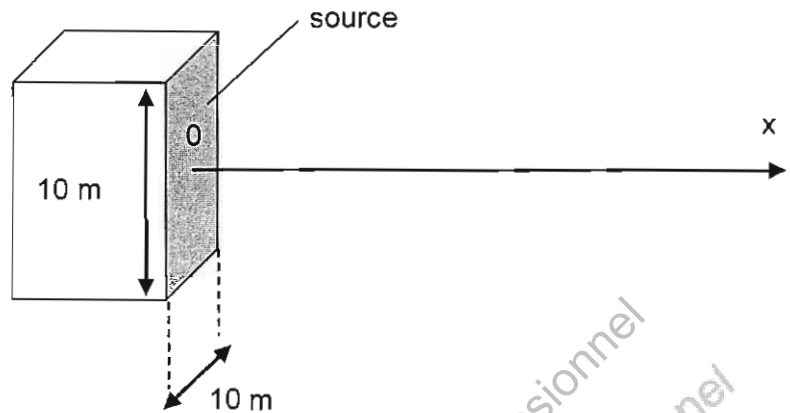
Afin que les auditeurs perçoivent la même intensité sonore quelque soit leur emplacement, les constructeurs proposent des systèmes de sonorisation comportant des associations d'un grand nombre d'enceintes.

**Données :**

- Vitesse de propagation du son dans l'air :  $c = 340 \text{ m.s}^{-1}$ .
- Intensité acoustique au seuil d'audition :  $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ .
- On rappelle que l'intensité acoustique d'une onde à travers une surface S peut s'écrire :  $I = \frac{P}{S}$ .

Où  $P$  est la puissance acoustique (en watt) et  $S$  la surface (en  $m^2$ ).

Lors d'un concert les techniciens ont installé un système de sonorisation constitué d'un mur de 72 enceintes formant un carré de 10 mètres de côté :



Le fabricant assure que ce système crée une onde plane de dimension 10 m par 10 m.

On suppose que ce système fonctionne à une fréquence  $f = 200$  Hz.

La puissance acoustique totale fournie par le mur d'enceinte vaut :  $P = 10$  W.

La forme générale de l'onde de pression s'écrit :  $p(x,t) = p_0 \sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$ .

3.1 - Calculer la longueur d'onde  $\lambda$  de cette onde.

3.2 - Quels sont le sens et la direction de propagation de l'onde ? Justifier.

3.3 - Donner l'expression de l'onde au niveau de la source notée  $p_1(t)$ .

3.4 - Donner l'expression de l'onde à la distance  $x = \lambda$  notée  $p_2(t)$ .

3.5 - Quelle est donc la distance entre deux plans d'ondes vibrant en phase ?

3.6 - Calculer les intensités acoustiques  $I_1$  et  $I_2$  fournies par le mur d'enceintes à 10 m puis à 20 m de la source. Déterminer les niveaux de pressions acoustiques  $L_1$  et  $L_2$  correspondants. Conclusion ?

3.7 - Pour une distance supérieure à 40 m, le constructeur annonce que l'onde produite par le système devient sphérique. Montrer que pour une telle onde le niveau  $L$  décroît de 6 dB lorsque la distance est doublée par rapport à la source.

3.8 - Pour  $x = 40$  m, on donne  $L_3 = 110$  dB<sub>SPL</sub>. Calculer le niveau  $L_4$  pour une distance de 60 m par rapport à la source.



DANS CE CADRE

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 : \_\_\_\_\_ N° du candidat   
Né(e) le : \_\_\_\_\_ (le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Repère : MVISP  
Page : 7/10

SESSION 2010

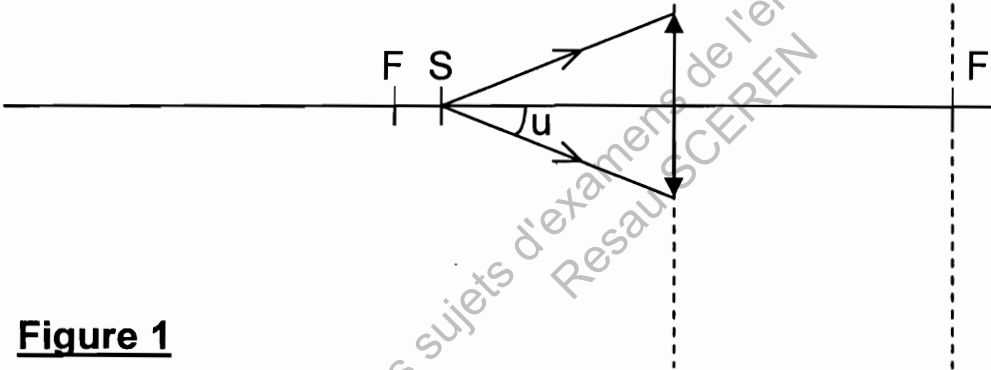
Durée : 3 H  
Coefficient : 2

**DOCUMENTS RÉPONSES**  
**(à rendre obligatoirement avec la copie)**

**DOCUMENT-RÉPONSE DR1**

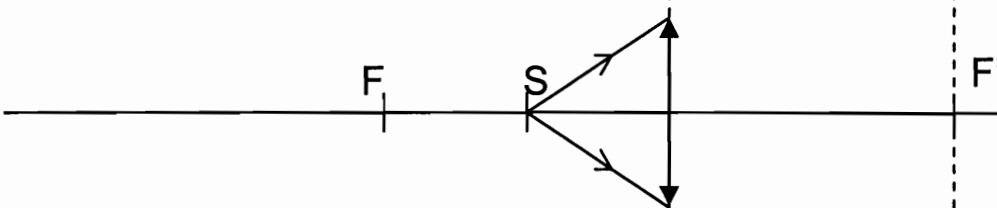
NE RIEN ÉCRIRE

S en position spot (d = 25cm)



**Figure 1**

S en position flood (d = 15cm)



**Figure 2**

DANS CE CADRE

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 : \_\_\_\_\_ N° du candidat   
Né(e) le : \_\_\_\_\_  
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

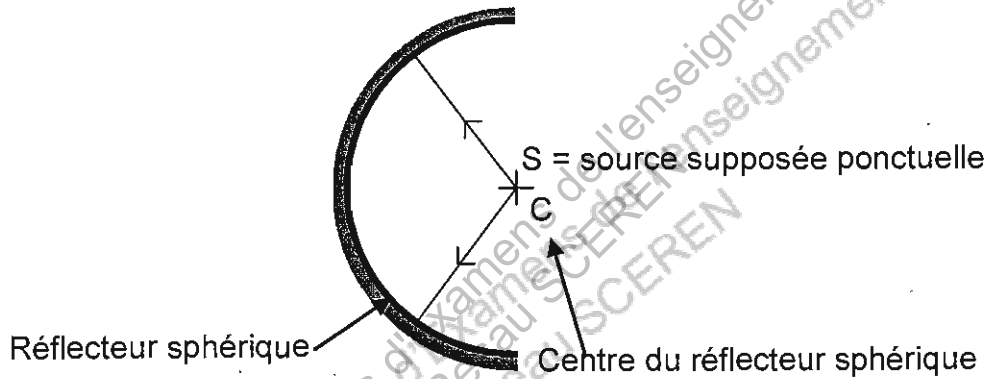
Repère : MVISP  
Page : 8/10

SESSION 2010

Durée : 3 H  
Coefficient : 2

**DOCUMENTS RÉPONSES (SUITE)**  
**(à rendre obligatoirement avec la copie)**

**DOCUMENT-RÉPONSE DR1 (SUITE)**



**Figure 5**

DANS CE CADRE

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 : \_\_\_\_\_ N° du candidat   
Né(e) le : \_\_\_\_\_ (le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

**Repère : MVISP**  
**Page : 9/10**

**SESSION 2010**

**Durée : 3 H**  
**Coefficient : 2**

**DOCUMENTS RÉPONSES (SUITE)**  
**(à rendre obligatoirement avec la copie)**

**DOCUMENT-RÉPONSE DR2**

**REPRÉSENTATION DE FRESNEL DES 3 TENSIONS SIMPLES**

**Échelle : 1 cm  $\Leftrightarrow$  50 V**

—+—→  
Origine des phases

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel  
Resau SCEREN

DANS CE CADRE

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 : \_\_\_\_\_ N° du candidat

Né(e) le : \_\_\_\_\_

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Repère : MV/SP  
Page : 10/10

SESSION 2010

Durée : 3 H  
Coefficient : 2

**DOCUMENTS RÉPONSES (SUITE)**  
**(à rendre obligatoirement avec la copie)**

**DOCUMENT-RÉPONSE DR3**

**DIAGRAMME DE BODE**

Gain (dB)

