



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**

session 2011

BTS PHOTOGRAPHIE

PHYSIQUE - CHIMIE - GÉNIE ÉLECTRIQUE – U. 3

SESSION 2011

—
Durée : 5 heures
Coefficient : 3
—

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 :

- feuille-annexe.....page 15/16
- document-réponse.....page 16/16

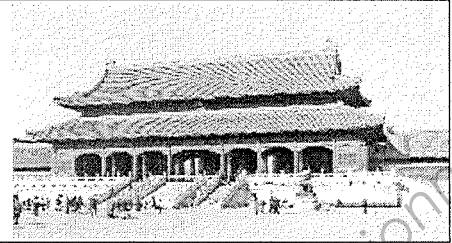
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 16 pages, numérotées de 1/16 à 16/16.

BTS PHOTOGRAPHIE		Session 2011
Physique - chimie - génie électrique – U. 3	PHPCGE	Page : 1/16

PHYSIQUE (20 POINTS)

Durée indicative : 2 heures

Un artiste souhaite intégrer deux images dans son verre chinois, l'une est une photographie du Palais de l'Harmonie Suprême (Cité Interdite), l'autre est une photographie d'une estampe chinoise.



Les deux premières parties de ce problème concernent les conditions de prises de vues des deux clichés.

La troisième partie étudie le principe du verre chinois.

Les trois parties A, B et C sont indépendantes.

Partie A – Photographie au téléobjectif du Palais de l'Harmonie Suprême

(8 points)

Le téléobjectif utilisé est constitué de deux lentilles minces L_1 et L_2 distantes de e . La lentille L_1 , de centre optique O_1 , est une lentille convergente de distance focale f'_1 . La lentille L_2 , de centre optique O_2 , est une lentille divergente de distance focale f'_2 . Dans cette partie, nous considérons le Palais de l'Harmonie Suprême comme étant un objet AB .

La mise au point de l'objet AB est faite sur l'infini. On appelle $A'B'$ l'image de l'objet AB à travers la lentille L_1 et $A''B''$ l'image de $A'B'$ à travers la lentille L_2 .

L'image $A''B''$ se forme sur un capteur situé à une distance d de la lentille L_1 .

Données : $e = 2,0$ cm, $f'_1 = 6,0$ cm et $d = 10,0$ cm.

A.1. Faire un schéma du dispositif, sans considération d'échelle. On indiquera les lentilles L_1 et L_2 et la position du capteur ; on fera aussi apparaître les distances e et d .

A.2. En s'aidant du schéma précédent :

A.2.1. exprimer $\overline{O_1A'}$ en fonction de f'_1 puis $\overline{O_2A''}$ en fonction de d et de e ;

A.2.2. exprimer $\overline{O_2A'}$ en fonction de f'_1 et de e . On rappelle que pour obtenir une image réelle à travers la lentille divergente, il est nécessaire que $\overline{O_2A'}$ soit positive.

A.3. L'artiste photographie le Palais de hauteur $AB = 35$ m qui est situé à une distance $D = 1000$ m de lui.

A.3.1. Donner l'expression du diamètre angulaire α sous lequel le Palais est vu par le photographe en fonction de AB et de D .

Calculer la valeur de α (en rad) en considérant que $\tan \alpha \approx \alpha$ si α est exprimé en radians.

A.3.2. Exprimer $A'B'$ en fonction de α et de f'_1 .

A.3.3. En utilisant le grandissement linéaire de L_2 , vérifier que $A''B''$ la hauteur de l'image définitive du Palais de l'Harmonie Suprême sur le capteur est

$$\overline{A''B''} = \alpha \cdot f'_1 \cdot \frac{(d-e)}{(f'_1-e)}$$

A.3.4. Calculer $\overline{A''B''}$ en prenant $\alpha = 0,035$ rad.

A.4. Écrire la formule de conjugaison pour la lentille L_2 (on utilisera les notations

$$\overline{O_2A'}, \overline{O_2A''} \text{ et } f'_2); \text{ puis vérifier que } f'_2 = \frac{(f'_1-e)(d-e)}{f'_1-d}$$

A.5. Calculer la valeur de la distance focale f'_2 .

A.6. Dans un téléobjectif, l'image intermédiaire doit se situer entre la lentille divergente et son foyer objet.
Montrer que la situation étudiée vérifie cette condition.

A.7. Quel est l'intérêt pratique d'associer une lentille divergente à la lentille convergente du téléobjectif ?

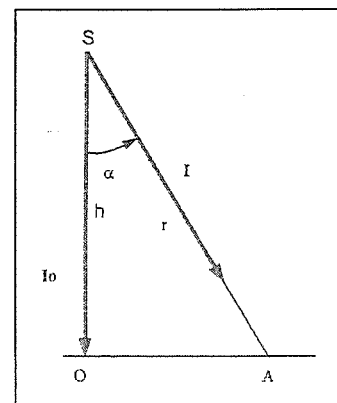
Partie B – Éclairement d'un plan de travail (6 points)

L'artiste photographie maintenant une estampe chinoise posée sur son plan de travail. Le plan de travail est éclairé par une source lumineuse S considérée comme ponctuelle.

Le photographe souhaite un éclairement du plan de travail de l'ordre de 230 lux. Il a à sa disposition différentes lampes dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau (**document 1**) figurant sur la **FEUILLE-ANNEXE à rendre avec la copie (page 15/16)**.

L'intensité lumineuse du rayonnement issue de la source S , dans une direction α donnée par rapport à la verticale, a pour expression : $I = I_0 \cos \alpha$ (**document 2**) ci-contre.

L'intensité lumineuse selon la verticale est notée I_0 .



Document 2

B.1. Choix de la lampe en fonction de l'éclairement souhaité

B.1.1. L'éclairement en un point A du plan de travail (**document 2**) est donné par

l'expression : $E_A = \frac{I_0 \cos \alpha}{r^2}$ avec $r = SA$. Montrer que l'éclairement E_A peut se

mettre sous la forme : $E_A = \frac{I_0 \cos^3 \alpha}{h^2}$, avec $h = SO$.

B.1.2. Calculer I_0 , l'intensité lumineuse selon la verticale, pour que l'éclairement en A soit environ égal à $E_A = 230$ lux.

On prendra $h = 1,55$ m et $\alpha = 20^\circ$.

B.1.3. Le flux lumineux total F , émis par cette source, a pour expression : $F = \pi \cdot I_0$.
Calculer la valeur du flux lumineux émis correspondant à un éclairement E_A au point A.

B.1.4. Choisir dans le tableau du **document 1** figurant sur la **FEUILLE-ANNEXE à rendre avec la copie**, la (ou les) lampe(s) permettant d'obtenir l'éclairement souhaité, les conditions d'utilisation et l'indicatrice d'émission étant les mêmes que pour la source S.

B.2. Composition spectrale des lampes L_A et L_B

Nous comparons maintenant la composition spectrale des deux lampes L_A et L_B .

B.2.1. Température de couleur

a. Qu'appelle-t-on température de couleur d'une source lumineuse ?

b. En fonction de la température de couleur donnée dans le **document 1**, attribuer à chacune des lampes L_A et L_B la courbe de répartition spectrale représentée sur le **document 3** de la **FEUILLE-ANNEXE à rendre avec la copie (page 15/16)**.

Votre choix sera justifié.

B.2.2. Composition spectrale

a. Indiquer sur le **document 3** de la **FEUILLE-ANNEXE à rendre avec la copie**, les longueurs d'onde λ_{m_A} et λ_{m_B} correspondant au maximum d'émission des lampes L_A et L_B .

b. Sur le **document 3** de la **FEUILLE-ANNEXE à rendre avec la copie**, faire apparaître, en le hachurant, le domaine de longueurs d'onde correspondant au rayonnement visible.

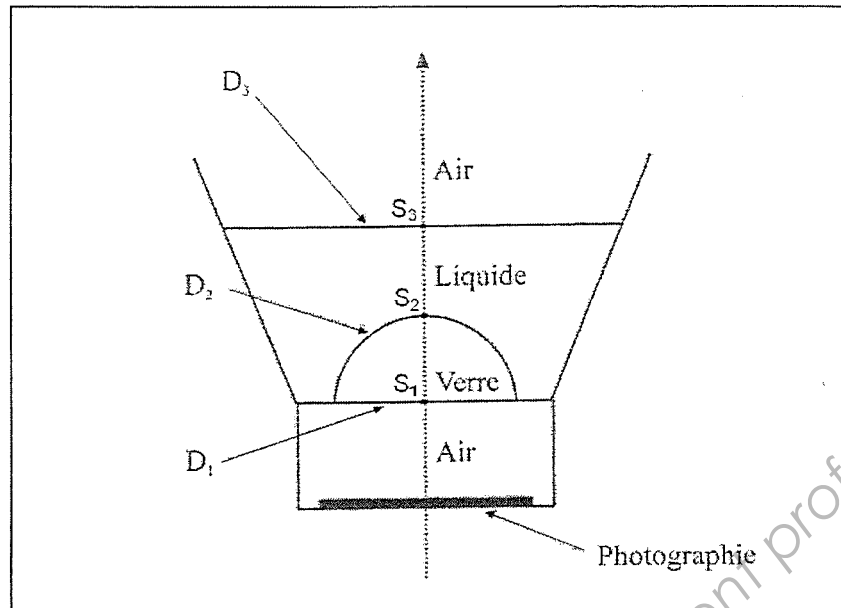
Partie C – Le verre chinois (6 points)

Les images obtenues par le photographe sont destinées à être collées dans le fond d'un verre chinois.

Le photographe cherche à comprendre comment l'image se forme au fond du verre lorsqu'il est plein et disparaît lorsqu'il est vide.

Dans un verre chinois, la photographie est collée dans le fond d'une cavité remplie d'air d'indice de réfraction $n_{air} = 1,0$; la cavité est fermée sur sa partie supérieure par une lentille L de verre d'indice de réfraction $n_{verre} = 1,5$.

La lentille L est constituée d'un dioptre D_1 de sommet S_1 et d'un dioptre sphérique D_2 de sommet S_2 et de centre C_2 (**document 4, page 5/16**).



Document 4 – Le verre chinois

Dans cette partie :

- on se place dans les conditions de Gauss ;
- on note A_0 le point de la photo sur l'axe optique ;
- on considère que les points S_1 et C_2 sont confondus ;
- on prend $\overline{S_1 S_2} = 2,0$ cm et $\overline{S_2 C_2} = -1,25$ cm ;
- on donne la relation de conjugaison pour le dioptre de sommet S et de centre C :

$\frac{n'}{SA'} - \frac{n}{SA} = \frac{n' - n}{SC}$, avec n l'indice de réfraction du milieu en contact avec la face d'entrée et n' l'indice de réfraction du milieu en contact avec la face de sortie.

C.1. Cas du verre chinois vide

Lorsque le verre chinois est vide, la lentille L est entourée d'air de part et d'autre. L'artiste place la photographie devant la lentille L, du côté de sa face plane, de sorte que $\overline{A_0 S_1} = 1,3$ cm.

C.1.1. À l'aide de la relation de conjugaison appliquée au dioptre D_1 vérifier que $\overline{S_1 A_1} = -1,95$ cm, le point A_1 étant l'image du point A_0 à travers le dioptre D_1 .

En déduire $\overline{S_2 A_1}$.

C.1.2. À l'aide de la relation de conjugaison appliquée au dioptre D_2 montrer que $\overline{S_2 A_2}$ vaut environ 49 cm, le point A_2 étant l'image du point A_1 à travers le dioptre D_2 .

C.1.3. Un observateur emmétré placé à 25 cm de S_2 peut-il voir cette image ?

C.2. Cas du verre chinois rempli

Le verre chinois est maintenant rempli d'une hauteur $h = 1,2$ cm d'eau d'indice de réfraction $n_{eau} = 1,3$.

La lentille L est entourée donc d'air du côté de sa face d'entrée et d'eau du côté de sa face de sortie. D'un point de vue optique, cela revient à ajouter un dioptré plan D_3 après la lentille L (**document 4**).

D_3 est un dioptré liquide/air de sommet S_3 tel que $h = \overline{S_2 S_3} = 1,2$ cm.

C.2.1. Écrire la séquence de formation des images et les relations de conjugaison correspondant à chacun des trois dioptrés en tenant compte des nouveaux indices de réfraction.

C.2.2. En sachant que $\overline{S_2 A_2}$ vaut maintenant $-5,9$ cm, calculer $\overline{S_3 A_2}$.

C.2.3. Le point A_3 est l'image du point A_2 à travers le dioptré D_3 .

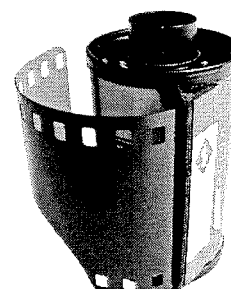
Déduire $\overline{S_3 A_3}$ de la question précédente et vérifier que le signe de $\overline{S_3 A_3}$ est négatif.

C.2.4. L'image est-elle visible par un observateur emmétrope placé à 25 cm du verre ?

CHIMIE (20 POINTS)

Durée indicative : 1 heure

Une pellicule photographique est constituée d'un film support en plastique recouvert d'une émulsion. L'émulsion est une couche de gélatine sur laquelle sont couchés en suspension des cristaux d'halogénures d'argent sensibles à la lumière ; pour les émulsions modernes, il s'agit de bromure d'argent (AgBr). Lorsque l'émulsion est soumise à une exposition à la lumière dans un appareil photographique, il se forme une image latente, invisible. Il faut, pour obtenir une image visible, procéder au développement.



Dans cet exercice, on s'intéressera d'abord à l'émulsion constituant la pellicule photographique (partie A) puis nous traiterons du développement d'un film négatif couleur (partie B).

Partie A – L'émulsion photographique (8 points)

A.1. La gélatine

A.1.1. Rappeler brièvement la méthode permettant d'obtenir la gélatine utilisée dans l'émulsion photographique (origine et traitements).

A.1.2. Quelles sont les propriétés de la gélatine qui lui permettent d'être un liant intéressant pour les halogénures d'argent ?

A.2. Les cristaux de bromure d'argent

Le bromure d'argent présent dans la gélatine est obtenu par réaction chimique.

A.2.1. Citer le nom des réactifs intervenant dans cette réaction et écrire l'équation-bilan correspondante.

A.2.2. À quels domaines de longueurs d'onde de la lumière une émulsion constituée uniquement de gélatine et de bromure d'argent est-elle naturellement sensible ?

A.2.3. Par quel moyen est-il possible de rendre cette émulsion sensible aux autres domaines de longueurs d'onde de la lumière ?

A.2.4. Quel est le nom donné aux émulsions sensibles à l'ensemble du spectre visible ?

A.3. La granulation

Lorsque l'on examine au microscope une couche d'émulsion, on constate que les cristaux de bromure d'argent n'ont pas tous la même taille. Pour un film de prises de vue, la *granulation* est donc une caractéristique importante.

A.3.1. Quelle technologie, développée en cristallographie dans les années 80, permet d'obtenir des cristaux fins et mieux répartis dans l'émulsion ?

A.3.2. Quelle est la principale caractéristique des films ainsi produits ?

Partie B – Le développement d'un film négatif couleur (12 points)

On donne les deux couples : Ag^+ / Ag et $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$

B.1. Généralités sur le traitement film négatif couleur

B.1.1. Indiquer, dans l'ordre, les bains successifs constituant ce traitement.

B.1.2. En quoi le respect de la température pour le bain n°1 est-il important ?

B.1.3. En version professionnelle, ce procédé porte un nom courant. Lequel ?

B.2. Le bain n°1

B.2.1. Quel est le constituant principal de ce bain ?

B.2.2. Au cours de cette étape se forme l'image en couleur.

Quelles sont les deux espèces chimiques mises en jeu dans la formation des colorants ?

B.3. Le bain n°2

B.3.1. Quel est le rôle principal de ce bain ?

B.3.2. Le bain n°2 contient une solution d'EDTA ferrique contenant des ions fer III.
Écrire l'équation-bilan de la réaction chimique mise en jeu lors de ce bain.
Identifier l'oxydant et le réducteur.

B.3.3. Il est précisé qu'il faut aérer la solution du bain par bullage. Expliquer pourquoi.

GÉNIE ÉLECTRIQUE (20 POINTS)

Durée indicative : 2 heures

L'objet à étudier est une sonde de température insérée dans la cuve d'une machine de développement film.

La première partie concerne l'essai de la sonde de mesure de la température, la deuxième le montage de la sonde dans un circuit utilisant deux amplis OP et la troisième une DEL.

Les trois parties sont indépendantes.

A.1. Essai de la sonde de température

La température du bain est captée par une résistance à coefficient de température négatif (CTN).

A.1.1. À quelle catégorie de matériaux appartiennent les CTN ?

En **annexe 1** et **annexe 2 (pages 11 et 12/16)**, on fournit la variation de la valeur de la résistance de la CTN en fonction de la température ainsi que le schéma de montage de la CTN (montage en pont simple).

A.1.2. Que constate-t-on ?

A.1.3. Justifier le terme CTN.

A.1.4. Exprimer V_S en fonction de V_{CC} , R , R_{TH} .

A.1.5. Calculer V_S pour les différentes valeurs de la température indiquée en **annexe 1** (de 0°C à 50°C) et reporter les valeurs sur le **document-réponse (page 16/16 à rendre avec la copie)**.

A.1.6. Représenter V_S en fonction de T sur le **document-réponse**.

A.1.7. Que peut-on conclure sur la plage de température allant de 20°C à 40°C ?

A.2. Système de mesure de la température et visualisation

Il est possible d'améliorer le montage précédent en utilisant le schéma **annexe 3 (page 13/16)**.

On veut visualiser grâce à deux diodes électroluminescentes, où se situe la température d'un bain par rapport à deux températures limites θ_1 et θ_2 .

Lorsque la température du bain est à θ_1 , la résistance de la CTN prend comme valeur $R_{TH1} = 30 \text{ k}\Omega$ et lorsque la température du bain est à θ_2 , la valeur de la CTN est $R_{TH2} = 10 \text{ k}\Omega$.

Le montage est constitué de deux amplis OP A_1 et A_2 . Les deux amplis OP sont considérés comme parfaits, ils sont alimentés symétriquement en -15 V et $+15 \text{ V}$.

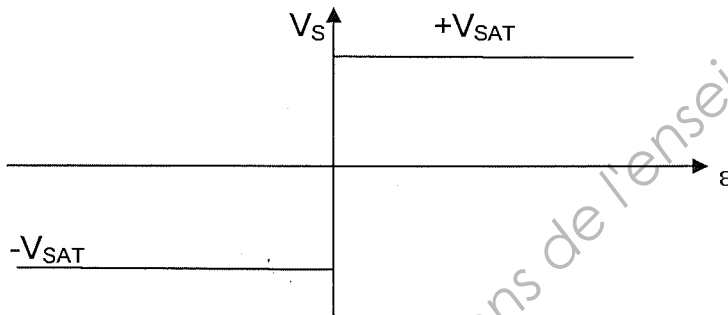
A.2.1. Que peut-on dire des intensités i_E^+ et i_E^- ?

A.2.2. Quel est le régime de fonctionnement des deux amplis OP A_1 et A_2 .

A.2.3. Exprimer ε_1 en fonction de V_1 et V pour l'ampli OP A_1 .

A.2.4. Exprimer ε_2 en fonction de V_2 et V pour l'ampli OP A_2 .

La caractéristique de transfert des amplis OP, $V_S = f(\varepsilon)$ est la suivante :



A.2.5. Quelles valeurs peuvent prendre les sorties V_A et V_B ? Dans quels cas ?

A.2.6. Dans quels cas les diodes émettent-elles de la lumière ?

A.2.7. Exprimer V en fonction de V_{CC} , R_{TH} et R_4 et déterminer les deux valeurs V_{TH1} et V_{TH2} de la tension V pour les deux températures θ_1 et θ_2 .

A.2.8. Exprimer V_1 en fonction de V_{CC} , R_1 , R_2 et R_3 .

A.2.9. Exprimer V_2 en fonction de V_{CC} , R_1 , R_2 et R_3 .

A.2.10. On désire obtenir $V_1 = V_{TH2}$ et $V_2 = V_{TH1}$, déterminer la valeur de R_2 et de R_3 .

A.2.11. Déterminer l'état de chaque diode électroluminescente (allumée ou éteinte) lorsque :

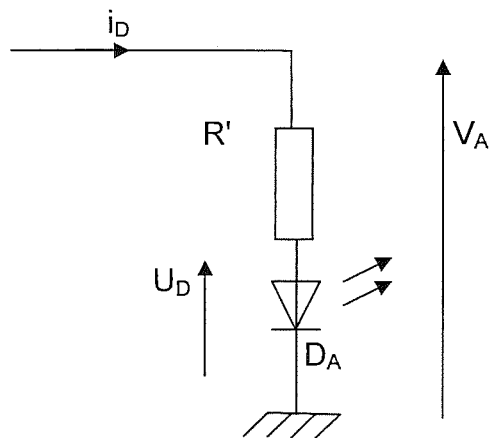
- $\theta < \theta_1$
- $\theta_1 < \theta < \theta_2$
- $\theta > \theta_2$

A.3. Étude de la diode électroluminescente (DEL)

La caractéristique d'une diode $i_D = f(U_D)$ est donnée en **annexe 4 (page 14/16)**.

A.3.1. Déterminer la valeur du courant i_D qui traverse la diode si la tension à ses bornes (U_D) est de 1,5 V.

A.3.2. Exprimer U_D en fonction de i_D , R' et V_A .

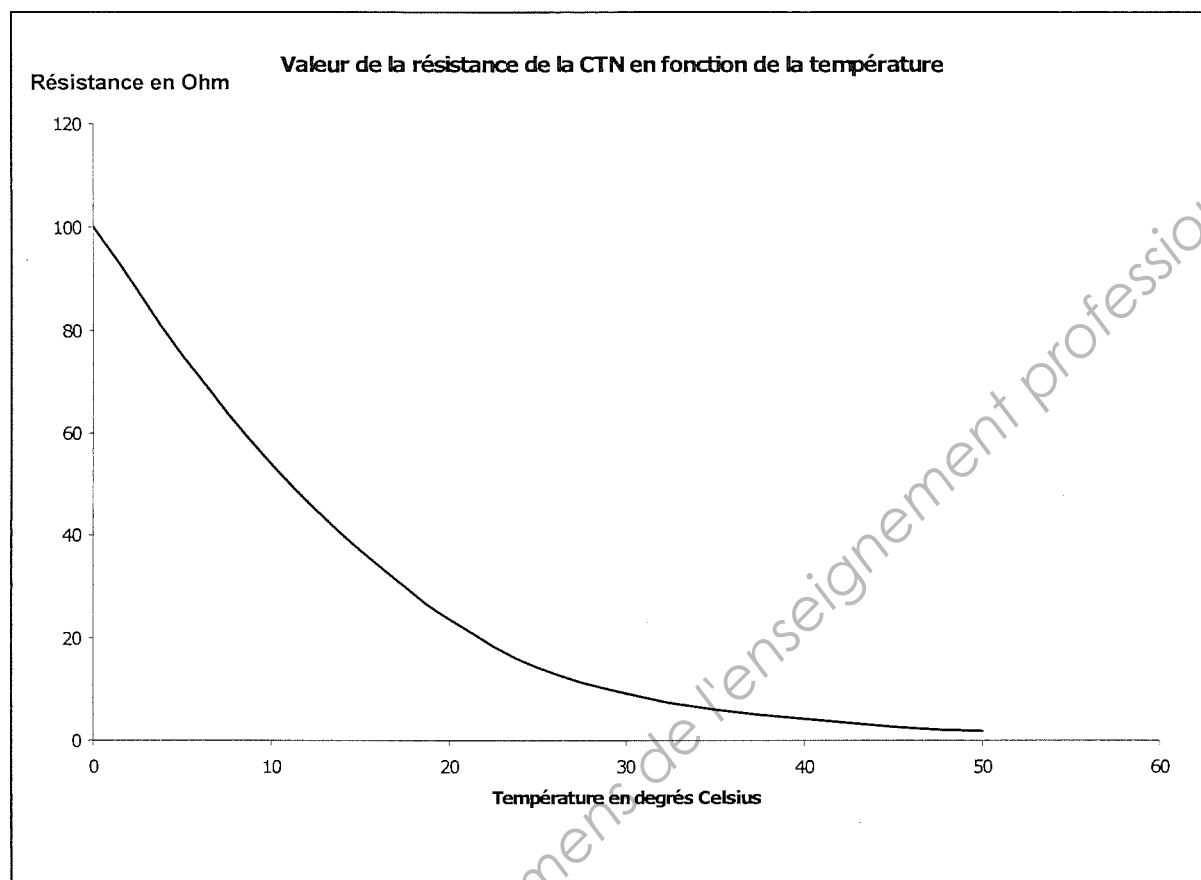


A.3.3. Calculer la valeur de la résistance R' sachant que le courant (i_D) qui la traverse doit être limité à 48 mA et que $V_A = + 15 \text{ V}$.

A.3.4. Quel rôle joue la résistance R' ?

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

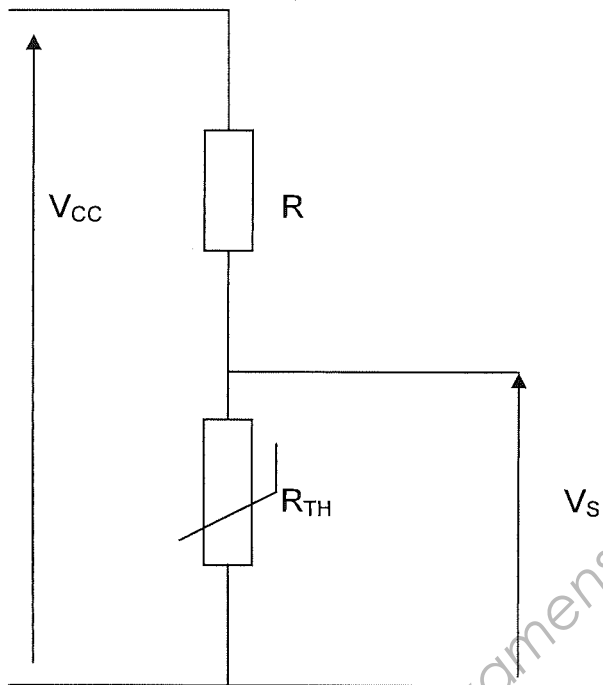
ANNEXE 1



T (°C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
R _{TH} (kΩ)	100	74,99	54,05	36,88	23,45	14,02	9,1	6,1	4,1	2,7	1,8

ANNEXE 2

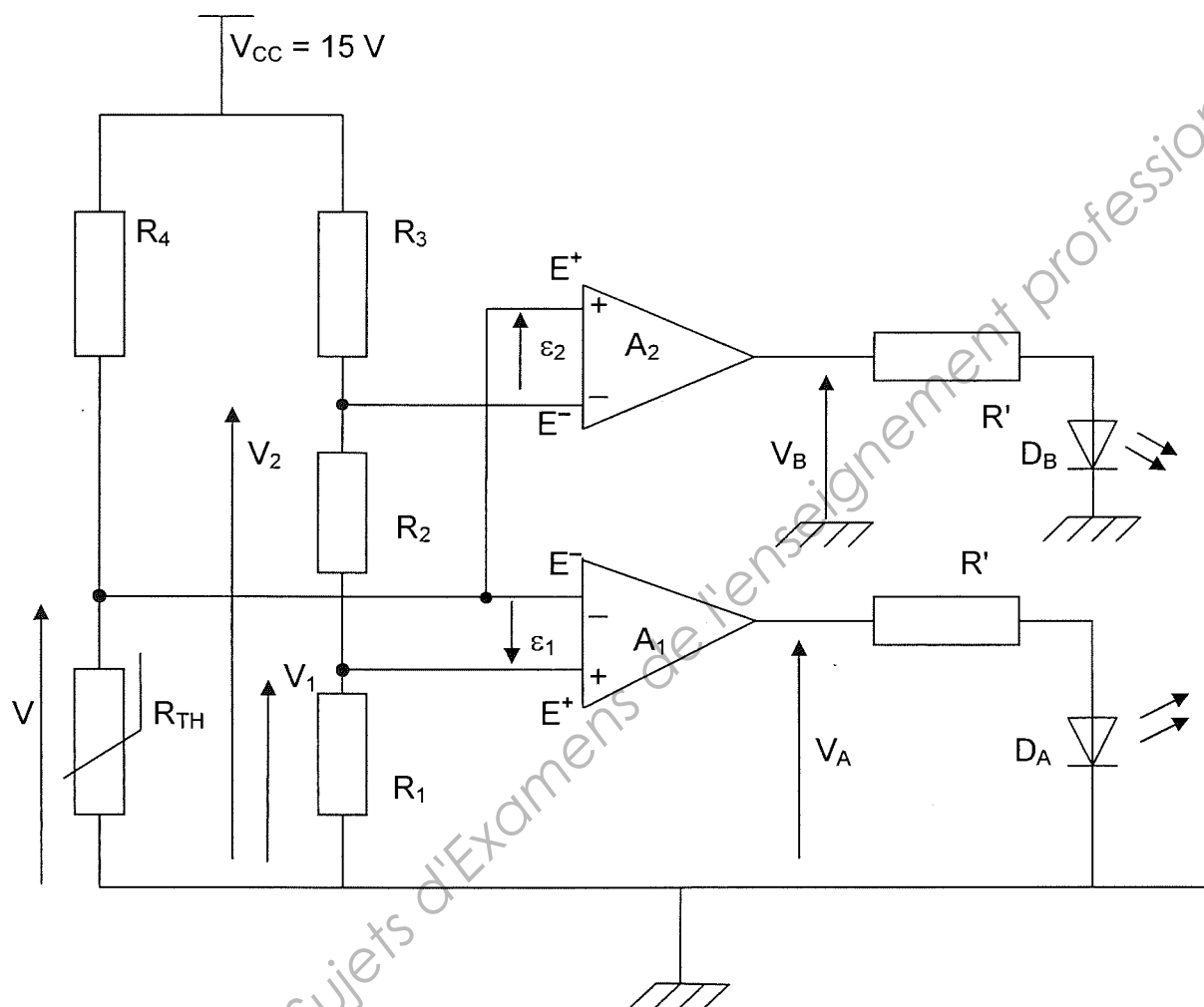
Montage de la CTN (montage en pont simple)



$R = 10 \text{ k}\Omega$
 $V_{CC} = 15 \text{ V}$

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

ANNEXE 3

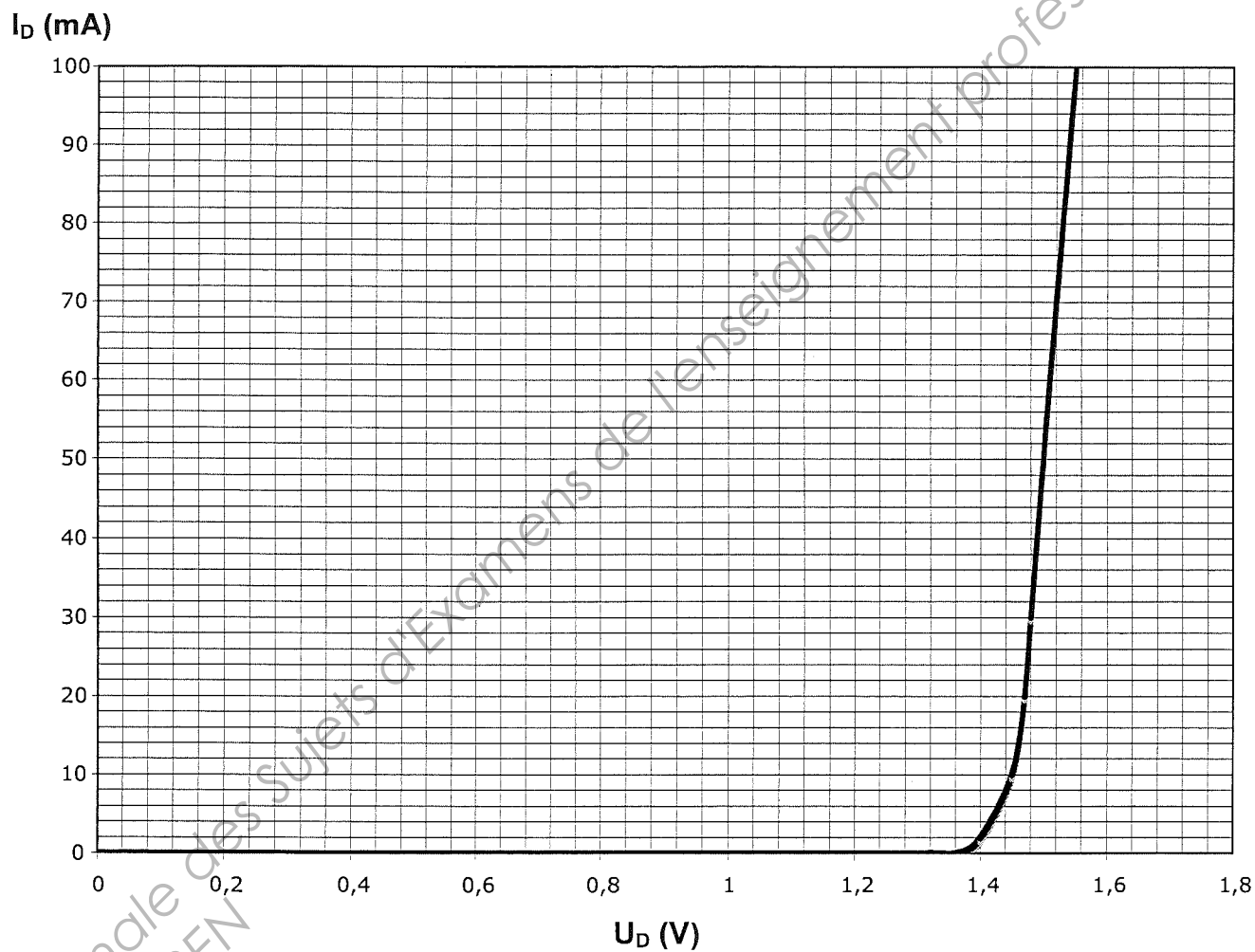


$R_4 = R_1 = 10\text{ k}\Omega$

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

ANNEXE 4

Caractéristique $i_D = f(U_D)$ de la DEL



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)

Examen ou concours : _____ Série* : _____

Spécialité/Option : _____

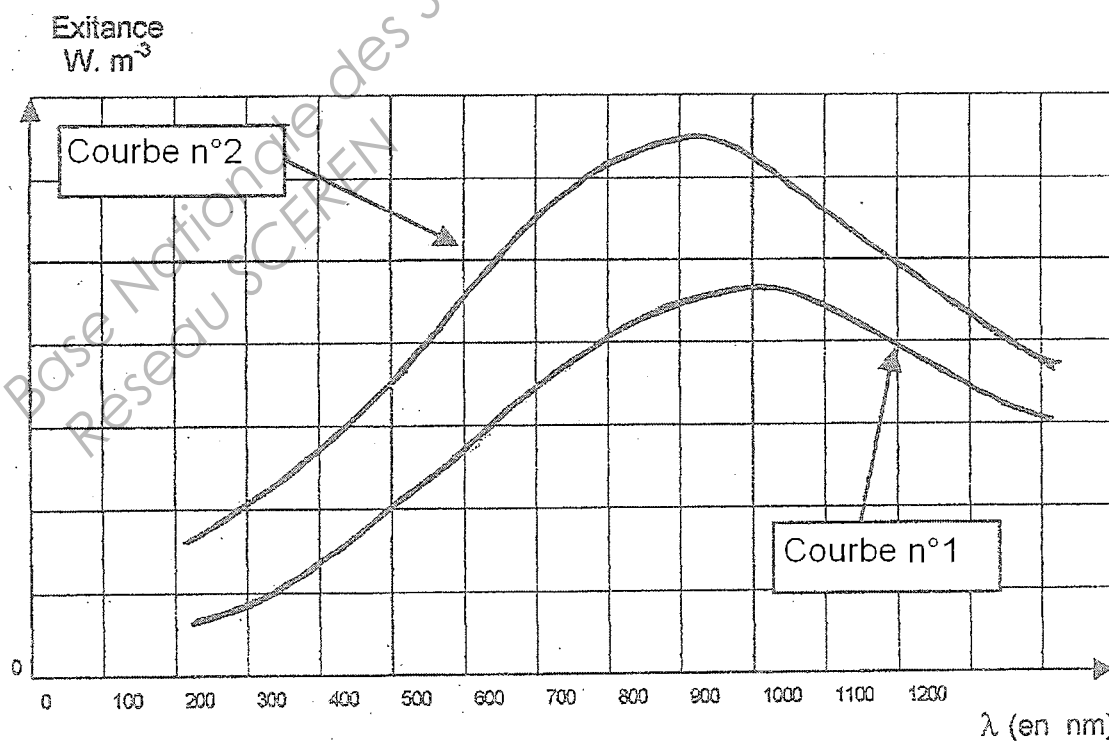
Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

FEUILLE-ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Lampe	Puissance P (en W)	Type	Flux lumineux F (en lm)	Température de couleur (en K)
L _A	150	Incandescence standard	2 090	2 850
L _B	100	Halogènes	2 095	3 100
L _C	300	Halogènes	6 300	3 230
L _D	500	Halogènes	10 500	3 300
L _E	575	HMI	49 000	6 000
L _F	400	À iodures métalliques	32 000	4 500

Document 1 – Caractéristiques de quelques lampes**Document 3 – Évolution de l'exitance énergétique spectrale en fonction de la longueur d'onde λ .**

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)

Examen ou concours : _____ Série* : _____

Spécialité/Option : _____

Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

DOCUMENT-RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

T (°C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
R _{TH} (kΩ)	100	74,99	54,05	36,88	23,45	14,02	9,1	6,1	4,1	2,7	1,8
V _s (V)											

$$V_s = f(T)$$

