



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

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

Campagne 2009

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

BTS PHOTOGRAPHIE

PHYSIQUE - CHIMIE - GÉNIE ÉLECTRIQUE – U. 3

SESSION 2009

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 (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

Documents à rendre avec la copie :

- Document-réponse n°1.....page 5/16
- Document-réponse n°2.....page 9/16
- Document-réponse n°3.....page 10/16
- Document-réponse GE4 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 2009
Physique - chimie - génie électrique – U. 3	PHPCGE	Page : 1/16

PARTIE A – PHYSIQUE

1. Montage d'objectif grand angle

1.1. On considère une lentille mince convergente L_1 de distance focale image $f'_1 = 27$ mm. On réalise une image d'un sujet à l'infini. Le format du négatif est 24 x 36 mm.

Calculer l'angle de champ diagonal correspondant.

Un boîtier photographique à visée reflex doit avoir une distance minimale $d_m = 38$ mm, entre le plan de l'émulsion et la dernière lentille de l'objectif, pour permettre le basculement du miroir de visée. On veut réaliser un grand angulaire ayant environ le même angle de champ que la lentille L_1 .

1.2. La lentille L_1 précédente peut-elle être utilisée seule ? Justifier.

On associe trois lentilles minces. On n'utilise pas L_1 .

Dans l'ordre à partir du sujet, on trouve :

- une lentille divergente L_4 de centre O_4 et de focale image $f'_4 = -20$ mm,
- une lentille convergente L_3 de centre O_3 et de focale image $f'_3 = 30$ mm,
- une lentille convergente L_2 de centre O_2 et de focale image $f'_2 = 40$ mm.

1.3. La distance O_4O_3 est de 10 mm.

Comment peut-on qualifier le système de lentilles ($L_4 ; L_3$) ?

Comment peut-on qualifier le système de lentilles ($L_4 ; L_3$) ?

1.4. La distance entre les lentilles L_3 et L_2 est $O_3O_2 = 30$ mm.

Où se trouve l'image définitive d'un sujet à l'infini ?

1.5. Réaliser alors un schéma à l'échelle 1 sur le **document-réponse n° 1 (page 5/16, à rendre avec la copie)** avec les 3 lentilles L_4, L_3, L_2 .

Dans toute la suite, on fait la mise au point sur l'infini.

1.6. Placer correctement l'émulsion pour que l'image d'un objet à l'infini puisse s'y former et y représenter la diagonale du format 24 X 36, centrée sur l'axe optique toujours à l'échelle 1 .

Les rayons passant par O_2 et arrivant aux extrémités de la diagonale du format 24 X 36 mettent en évidence *l'angle de couverture* (côté image).

1.7. Par construction graphique, mettre en évidence l'angle de champ diagonal (côté objet).

1.8. Calculer l'angle de champ du système optique.

Utiliser le schéma pour définir les grandeurs intermédiaires à calculer.

1.9. Quel nom peut-on donner au système constitué par les 3 lentilles ?

Peut-on utiliser ce système avec le boîtier photographique reflex ? Justifier.

Expliquer l'intérêt de ce système.

2. Téléobjectif

L'objectif d'un appareil photographique est assimilable à une lentille mince convergente L_1 , de 5 cm de focale.

2.1. Calculer la hauteur de l'image qu'il donne d'un édifice de 20 m de haut situé à une distance de 500 m.

On considère l'objet à l'infini.

On associe à L_1 une lentille mince divergente L_2 de 2,5 cm de focale, placée à 3 cm de L_1 . L'objet est à nouveau à 500 m de L_1 .

2.2. Calculer la hauteur de l'image que l'ensemble donne de l'édifice précédent.

2.3. Quelle devrait être la focale d'une lentille unique si l'on voulait avoir le même grandissement avec L_1 seule ?

2.4. Comparer les encombrements des deux dispositifs.

3. De l'éclairement du sujet à l'exposition du film

Un sujet (d'un gris moyen $r = 0,18$) d'une surface globale de $0,9 \text{ m}^2$ reçoit l'intégralité d'un flux de lumière de 9000 lm. La source de lumière a une efficacité de 50 lm/W.

3.1. Quelle est la puissance consommée par la source pour obtenir un tel flux ?

3.2. Calculer l'éclairement moyen E et la luminance du sujet L .

3.3. La relation entre l'éclairement E du film photographique, la luminance du sujet, le nombre d'ouverture et le coefficient de transmission du système de lentilles est donnée :

$$E' = \frac{\pi}{4} T \cdot \frac{L}{n^2}$$

Calculer l'éclairement du film par le sujet considéré pour une ouverture numérique $n = 8$ et avec un coefficient de transmission des lentilles de $T = 0,91$.

3.4. Rappeler la relation entre l'éclairement du film E' , la lamination (ou exposition) H et le temps de pose t .

3.5. Calculer le temps de pose nécessaire pour une lamination de 0,11 lx.s. Quelle est la position de la bague des temps qui donne la valeur la plus proche ?

4. Tirage

$$p = \overline{OA}$$

Pour rappel, on note en valeurs algébriques : $p' = \overline{OA'}$

$$f' = \overline{OF'}$$

Où O est le centre optique de l'objectif, A est la position de l'objet dont on fait l'image et A' est la position de l'image.

Le tirage consiste à réaliser l'image du négatif dans le plan du papier.

Sur une tireuse automatique, la distance négatif-papier est de 530 mm.

4.1. Dédire de cette condition une première relation entre p et p'.

On souhaite tirer du 24 X 36 sur du papier de 102 X 153 (longueurs en mm).
Le format de papier étant homothétique, on choisit de réaliser le tirage plein cadre.

4.2. Calculer le grandissement.

4.3. Dédire de la **question 4.2.**, une deuxième relation entre p et p'.

4.4. À l'aide de la **question 4.1.** et **4.3.**, calculer p et p'.

4.5. Déterminer la focale de l'objectif nécessaire pour réaliser ce tirage.

Un objectif de 80 mm convient-il ?

Que faudra-t-il ajuster le cas échéant et comment ?

DOCUMENT-RÉPONSE n° 1 (À RENDRE AVEC LA COPIE)

Échelle 1

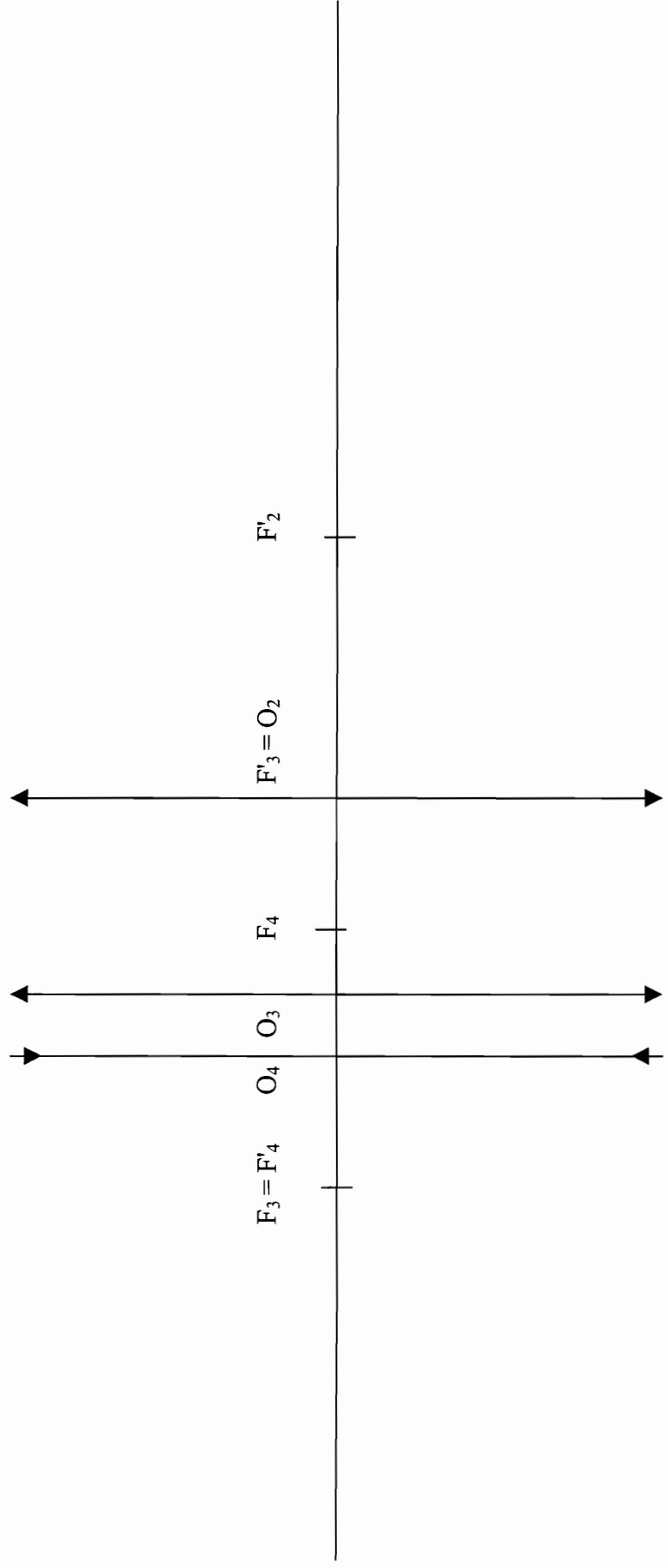
Examen ou concours : _____ Série* : _____

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.



PARTIE B – CHIMIE

Soient deux séquences de traitement bien distinctes :

Traitement A

Bain	Temps de traitement	Température	Agitation
Premier révélateur	6 min	36,7 à 39,4 °C	Azote : 2 s toutes les 10 s.
Premier lavage	2 min	33,3 à 39,4 °C	Manuelle toutes les 30 s.
Bain d'inversion chimique	2 min	24 à 39,4 °C	Pas d'agitation sauf pour chasser les bulles
Révélateur chromogène	6 min	37,4 à 38,6 °C	Azote : 2 s. toutes les 10 s.
Pré-blanchiment	2 min	24 à 39,4 °C	Pas d'agitation sauf pour chasser les bulles.
Blanchiment	6 min	33,3 à 39,4 °C	Air comprimé : 2 s toutes les 10 s.
Fixage	4 min	33,3 à 39,4 °C	Air comprimé : 2 s toutes les 10 s.
Lavage final	4 min	33,3 à 39,4 °C	Manuelle toutes les 30 s.
Rinçage final	1 min	Température ambiante	Pas d'agitation sauf pour chasser les bulles.
Séchage	Selon les conditions	Inférieure à 63 °C	

Traitement B

Bain	Temps de traitement	Température	Agitation
Révélateur	3 min 15 s	37,8 °C ± 0,15 °C	Azote : 2 s toutes les 10 s.
Blanchiment	6 min 30 s	37,8 °C ± 3 °C	Air comprimé : 2 s toutes les 10 s.
Premier lavage	3 min 15 s	37,8 °C ± 3 °C	Manuelle : toutes les 30 s.
Fixage	6 min 30 s	24 à 41 °C	Air comprimé : 2 s toutes les 10 s.
Deuxième lavage	3 min 15 s	37,8 °C ± 3 °C	Manuelle : toutes les 30 s.
Stabilisant	1 min 30 s	24 à 41 °C	Manuelle : toutes les 30 s.
Séchage	10 à 20 min	24 à 41 °C	

1. Nommer chacune des séquences de traitement.
Indiquer pour chacune d'elle le type de films traité.
2. Donner le rôle de chaque étape du traitement B.
3. Lors du traitement B, quelles seraient les conséquences d'une température de traitement trop haute ou trop basse ?
4.
 - 4.1. Indiquer, pour chaque traitement, au cours de quelle étape se forme chimiquement l'image couleur.
 - 4.2. Quelles sont les espèces chimiques intervenant dans la formation de cette image ?
 - 4.3. De quels colorants est-elle constituée au final ?

5. À propos du traitement B.

5.1. Quel est le constituant du bain de blanchiment qui agit sur l'image argentique ?
Quel est son rôle chimique ? Sur quelle espèce chimique intervient-il ?

5.2. Quelle est l'utilité de l'agitation à l'air comprimé pour ce bain ?
Quel constituant de l'air intervient ?
Indiquer son rôle chimique et l'espèce chimique sur laquelle il intervient.

5.3. Pourquoi utilise-t-on du diazote et non de l'air comprimé pour agiter le bain révélateur ?

6. Le bain fixateur contient généralement des ions thiosulfate.

Sur quelle espèce chimique agissent-ils ?

Comment s'appelle l'espèce chimique formée ?

7. On donne la formule d'un révélateur chromogène qui peut être utilisé **pour le traitement B** :

Carbonate de potassium	32.0 g
Tripolyphosphate de sodium	environ 10 g
Sulfite de sodium	3.5 g
Bromure de potassium	1.5 g
Sulfate d'hydroxylamine	2.0 g
CD-4	5.0 g
Eau	pour faire 1.0 L

7.1. Indiquer le rôle de chacun des constituants parmi les propositions suivantes :
accélérateur, agent séquestrant, antivoile, conservateur, développeur couleur,
développeur noir & blanc, solvant.
Certaines propositions sont inutiles.

7.2. Indiquer en justifiant lors de quelle étape du **traitement A** on peut utiliser la formule suivante :

Hexamétaphosphate de sodium (Calgon)	2.0 g
Sulfite de sodium anhydre	39.0 g
Carbonate de potassium anhydre	14.0 g
Bicarbonate de sodium	12.0 g
Phénidone	0.6 g
Hydroquinone	6.0 g
Bromure de sodium	2.2 g
Thiocyanate de sodium	1.0 g
Hydroxide de sodium	3.3 g
Iodure de potassium, 0.1 % en solution	4.5 ml
Eau	pour faire 1.0 L

7.3. Justifier la présence de 2 développeurs dans cette formule.

8. Sur le **document-réponse n° 2 (page 9/16, à rendre avec la copie)**, en s'aidant du schéma déjà rempli et de la légende indiquée, compléter les schémas montrant la coupe d'un film lors des différentes étapes du traitement A après avoir été exposé par le sujet à une plage cyan.

9. Légender la coupe du négatif couleur avant son exposition sur le **document-réponse n° 3 (page 10/16, à rendre avec la copie)** à l'aide des propositions suivantes : inter-couche transparente, couches sensibles au vert, rouge ou bleu, support, couche anti-abrasion, couche antihalo, inter-couche filtre jaune, couche anti UV.

Examen ou concours : _____ Série* : _____

Spécialité/Option : _____







Repère de l'épreuve : _____

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

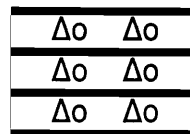
Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

DOCUMENT-RÉPONSE n° 2 (À RENDRE AVEC LA COPIE)

Légende :

-  halogénure d'argent
-  halogénure d'argent insolé
-  argent métallique
-  coupleur
-  colorant cyan
-  colorant magenta
-  colorant jaune

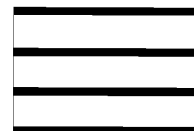
film vierge : couche sensible au B
 couche sensible au V
 couche sensible au R



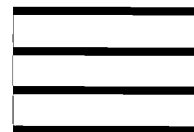
sujet
 lumière

cyan

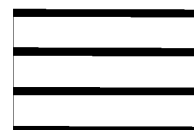
film exposé : couche sensible au B
 couche sensible au V
 couche sensible au R



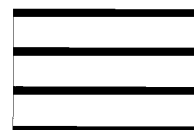
film après le premier révélateur couche sensible au B
 couche sensible au V
 couche sensible au R



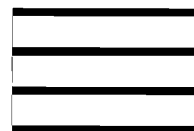
film après le bain d'inversion couche sensible au B
 couche sensible au V
 couche sensible au R



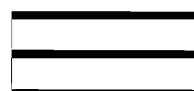
film après le révélateur chromogène couche sensible au B
 couche sensible au V
 couche sensible au R



film après le bain de blanchiment couche sensible au B
 couche sensible au V
 couche sensible au R



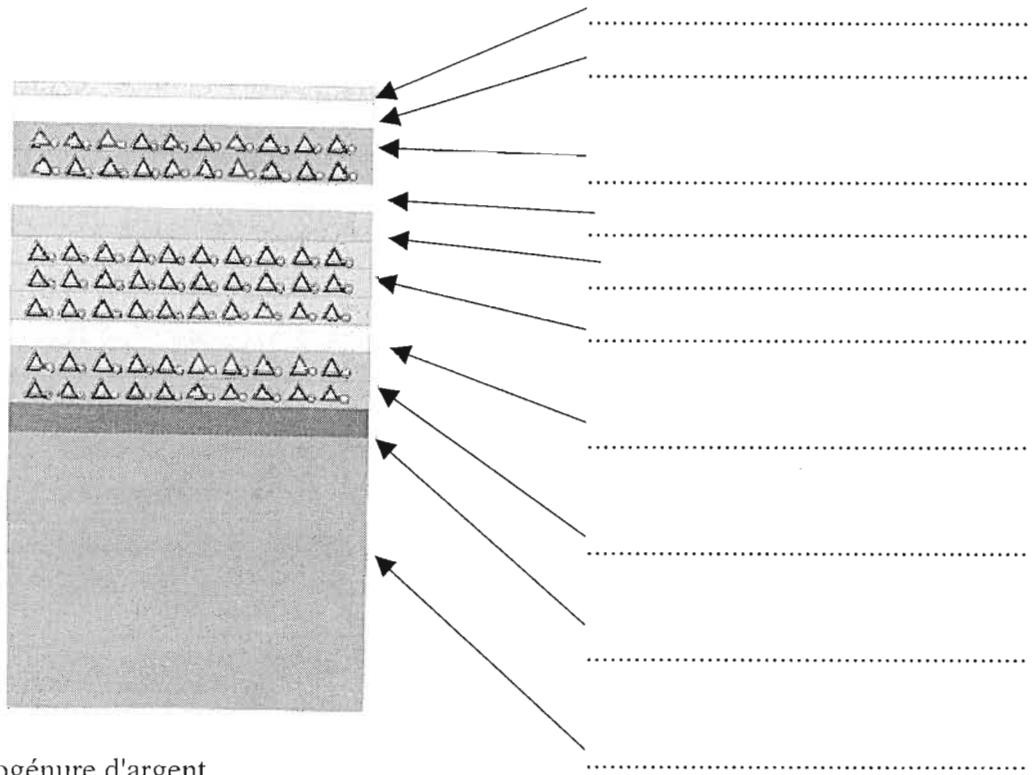
film après le fixateur et le couche sensible au B
 couche sensible au V



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 n° 3 (À RENDRE AVEC LA COPIE)



Δ : halogénure d'argent.
 o : coupleur.

PARTIE C – GÉNIE ÉLECTRIQUE

(Durée conseillée : 2 h 00)

Les trois parties 1, 2, 3 sont indépendantes et peuvent donc être traitées séparément.

L'objet étudié est un luxmètre.

1. Choix d'un photo-détecteur

1.1. Citer deux types d'éléments photosensibles utilisés dans la réalisation de posemètres.

On indiquera pour chaque type ses caractéristiques telles que :

- la sensibilité globale (faible, moyenne, bonne, très bonne) ;
- la réponse spectrale ;
- la nécessité d'une alimentation électrique ;
- l'effet de mémoire ;
- le temps de réponse.

1.2. Le capteur que l'on se propose d'utiliser est une photodiode.

Quel est le principe physique mis en jeu lors de son fonctionnement ?

Expliquer brièvement ce principe de fonctionnement.

La photodiode choisie est la BPW 21 ; sa courbe de réponse spectrale est fournie en **annexe GE1 (page 13/16)**.

1.3. Quelle est la longueur d'onde du maximum de sensibilité et à quelle sensation colorée correspond-t-elle ?

1.4. Quelle est la largeur de la bande spectrale à 50 % pour la BPW 21 ?

1.5. Cette photodiode est-elle utilisable dans le luxmètre et pourquoi ?

2. Étude pratique de la photodiode

On polarise la photodiode comme indiquée sur le **schéma 1 de l'annexe GE3 (page 15/16)**.

On obtient les résultats suivants :

E relatif E en %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Tension Ur en mV	0	96	196	295	394	491	591	689	784	882	977

2.1. La photodiode est-elle polarisée en direct ou en inverse ?

Soit i le photo-courant et E l'éclairement.

Exprimer U_r en fonction de i et de R puis U_r en fonction de E et de R .

2.2. Tracer la caractéristique $U_r = f(E)$.

2.3. Que constatez-vous et quelles sont vos conclusions ?

3. Étude du schéma structurel

Pour exploiter cette photodiode, il est nécessaire de l'insérer dans le schéma joint en **annexe GE3**. L'ampli OP est considéré comme parfait.

La caractéristique de la photodiode $i = f(E)$ est donnée en **annexe GE2 (page 14/16)**.

3.1. Rappeler les conditions de fonctionnement de l'AOP idéal.

Expliquer le fonctionnement de la partie entrée de l'AOP (rôle de l'alimentation, rôle de la résistance R).

3.2. Établir l'expression littérale de V_E en fonction de i et R.

3.3. Quelle est la valeur de R qui à un éclairement de 5000 Lux fait correspondre une tension de 0,98 V aux bornes de la résistance ? (Arrondir cette valeur).

3.4. Tracer la droite $V_E = f(i)$.

3.5. Déterminer le point de fonctionnement (valeur de V_E) pour un éclairement de 2000 Lux.

3.6. Démontrer que $V_S = V_E \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$.

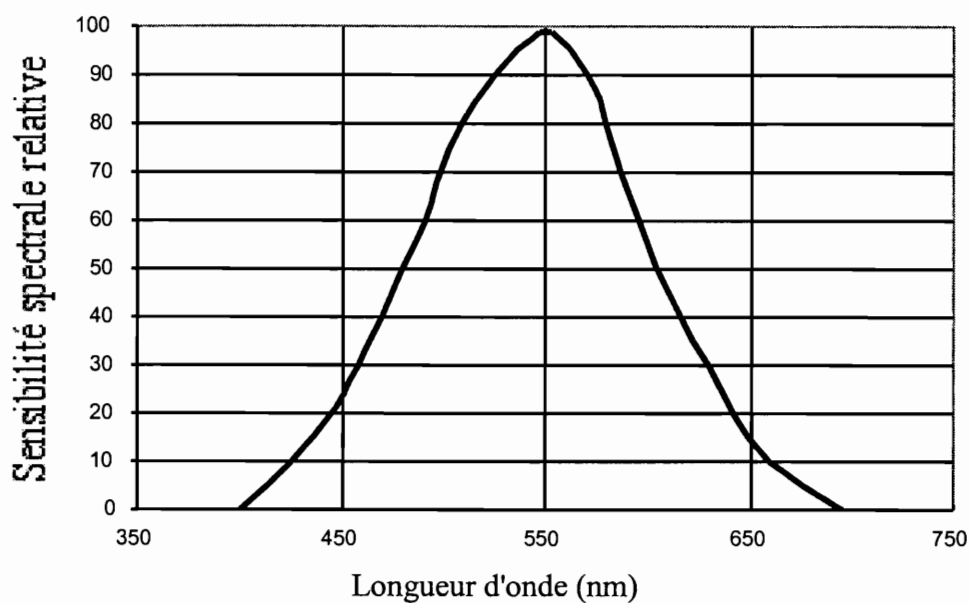
3.7. Le gain de l'amplificateur s'exprime par le rapport $\frac{V_S}{V_E}$.

Sachant que l'on désire un gain de 10, calculer la valeur de R_2 lorsque $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$.

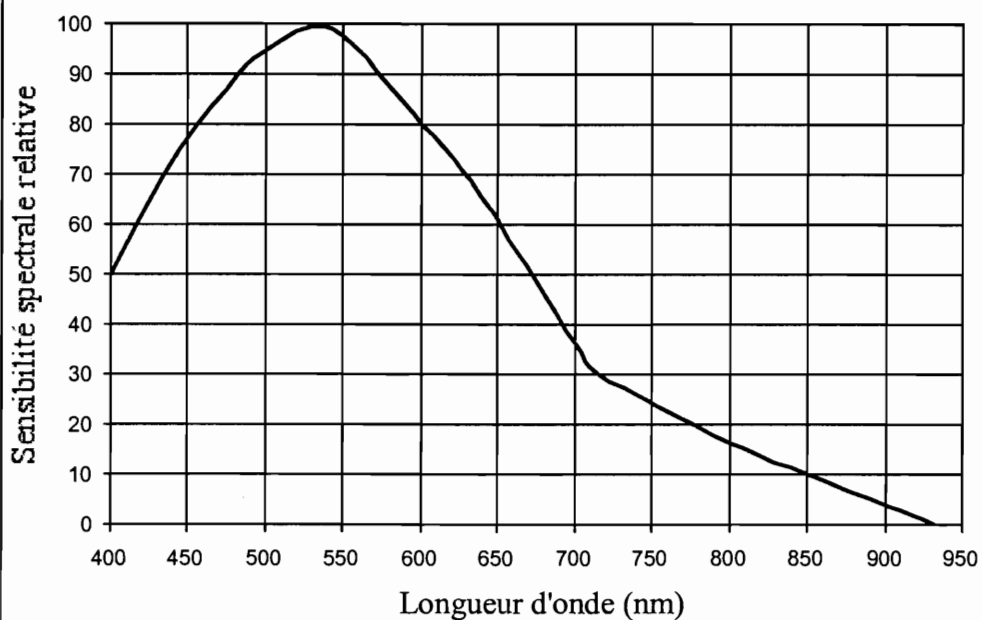
3.8. Compléter le tableau joint sur le **document-réponse GE4 (page 16/16)** et tracer la caractéristique $V_S = f(\text{Éclairement})$.

Annexe GE1

Courbe standard d'efficacité lumineuse de l'oeil humain



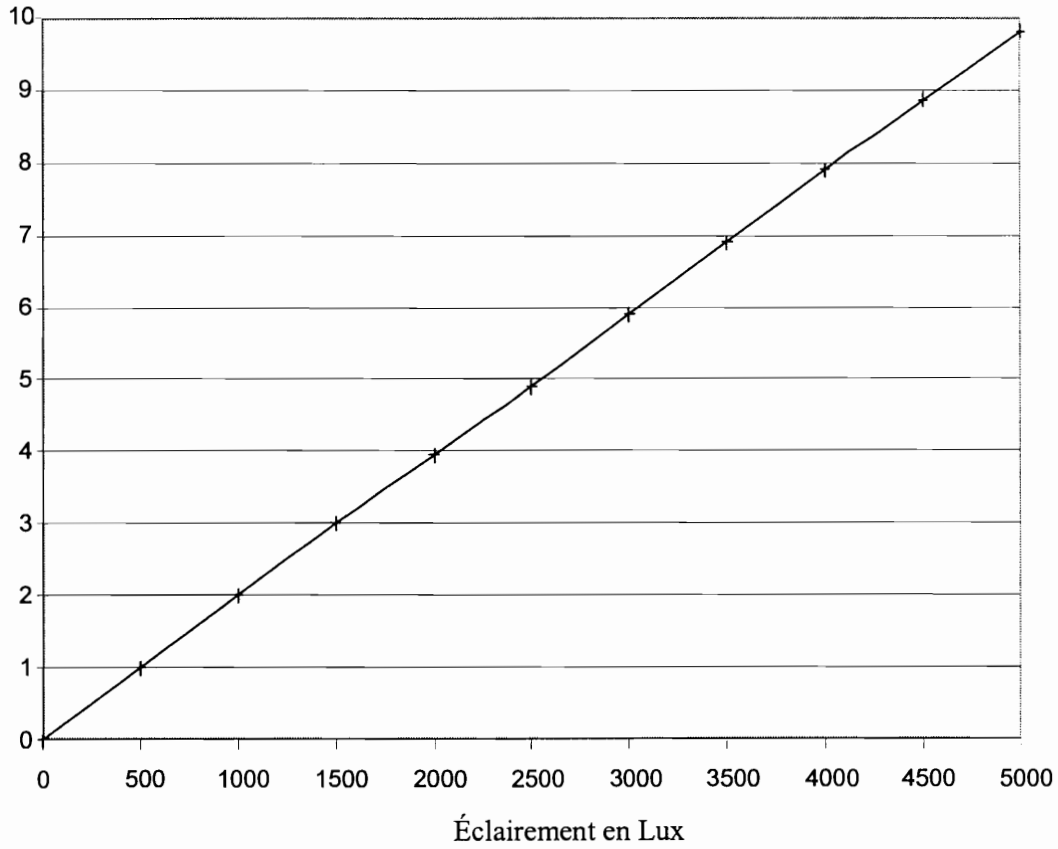
Photodiode BPW 21



Annexe GE2

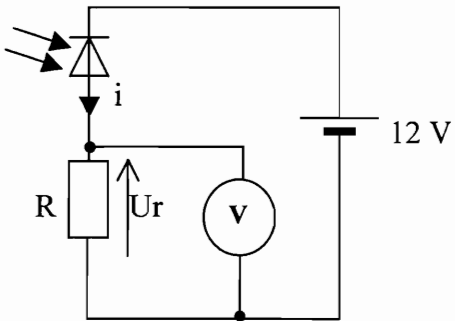
$$i = f(E)$$

Intensité en microampères

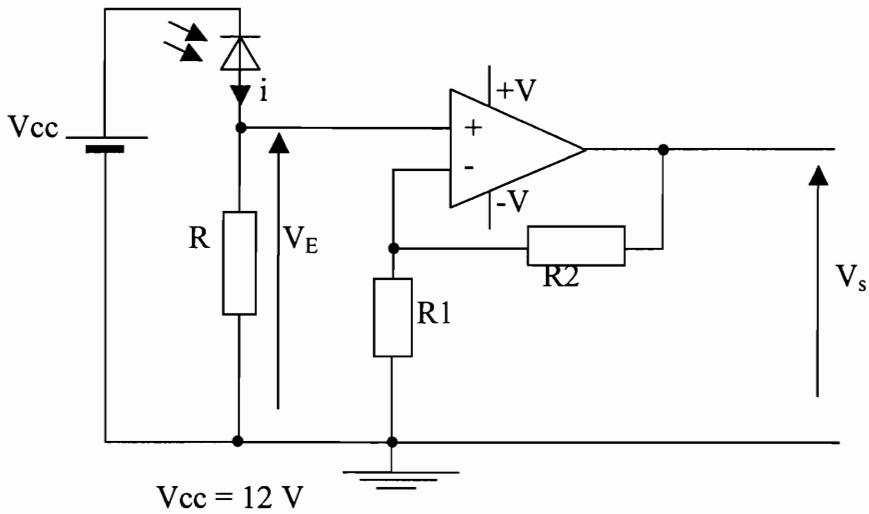


Annexe GE3

Schéma 1



Montage de la photodiode



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 GE4 (À RENDRE AVEC LA COPIE)

E (Lux)	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
V_E (mV)											
V_S (V)											

Courbe à tracer $V_s = f(E)$ 