

BTS PHOTOGRAPHIE

PHYSIQUE – CHIMIE – GÉNIE ÉLECTRIQUE – U. 3

SESSION 2008

—
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).

Documents à rendre avec la copie :

- Annexe A.....page 4/14
- Annexe B.....page 5/14
- Annexe C.....page 9/14

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 14 pages, numérotées de 1/14 à 14/14.**

BTS PHOTOGRAPHIE		Session 2008
Physique – chimie – génie électrique	PHPCGE	Page : 1/14

PARTIE A – PHYSIQUE

Durée indicative : 1H45

Remarques importantes

Pour la rédaction du sujet, vous veillerez à **conserver les formes littérales** jusqu'à l'application numérique.

En outre, les résultats seront donnés avec une **approximation au centième** pour des distances indiquées en millimètres.

Enfin, le soin apporté à la présentation, la mise en évidence des résultats sous forme littérale puis numérique **feront partie de la notation**.

La photographie sous-marine

Un plongeur veut faire de la photographie sous-marine dans une eau dont l'indice de réfraction est $n_{\text{eau}} = 4/3$.

Il utilise un appareil photo de format 24 x 36 mm.

Son objectif peut être assimilé à une lentille mince dont le premier rayon de courbure est

$R_1 = 60$ mm et le second rayon de courbure $R_2 = -60$ mm.

L'indice de réfraction du verre de cette lentille est $N = 1,56$.

On rappelle la relation de conjugaison du dioptre sphérique dont les indices de réfraction sont n et n' pour les milieux incident et émergent :

$$\frac{n'}{SA'} - \frac{n}{SA} = \frac{(n' - n)}{R}$$

où n et n' sont respectivement les indices de réfraction du milieu incident et émergent.

A est l'objet dont l'image est A' à travers le dioptre sphérique.

S est le sommet du dioptre et $R = \overline{SC}$ le rayon de ce dioptre.

1. Quelle est la vitesse de propagation de la lumière dans l'eau, sachant que la vitesse de la lumière dans le vide est $c_0 = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$?
2. Quelle est la distance focale image de l'objectif avant de plonger dans l'eau ?
3. Le plongeur, sous l'eau, fait la mise au point sur une anémone de mer située à 5 m du sommet du premier dioptre (eau/verre).
Quelle est la position de son image A_1 à travers ce premier dioptre ?
4. Cette image est-elle réelle ou virtuelle ? Justifier votre réponse.
5. Quelle est alors la position de l'image définitive A_2 , à travers le second dioptre (verre/air), sachant que $S_1S_2 = 5$ mm ?
Justifier la validité de l'hypothèse assimilant la lentille à une lentille mince.
6. L'image définitive est-elle réelle ou virtuelle ? Justifier votre réponse.

7. Sur les graphiques donnés en **annexe A (page 4/14)**, tracer les trois rayons lumineux particuliers issus d'un objet AB qui, à travers le dioptre, vont former l'image A'B'.
Préciser comment on construit ces trois rayons lumineux et, pour chaque construction, si l'image est réelle ou virtuelle.

On rappelle la relation de conjugaison de la lentille mince lorsque les milieux extrêmes sont différents (n et n') :

$$\frac{n}{OA} - \frac{n'}{OA'} = \frac{n-N}{R} + \frac{(N-n')}{R'}$$

Où : - O est le centre optique de la lentille ;

- n, n' et N sont les indices de réfraction, respectivement du milieu incident, du milieu émergent et du milieu de la lentille ;
- R et R' sont les rayons de courbure de la lentille mince ;
- A est un objet dans l'espace objet : il donne une image A' à travers la lentille mince.

8. À l'aide de la formule donnée ci-dessus, quelle est la position de l'image de l'anémone à travers l'objectif ?

On considérera alors que la distance S_1S_2 est négligeable par rapport aux autres dimensions.

On confondra O, S_1 et S_2 , S_1 et S_2 étant les sommets des dioptres eau/verre et verre/air.

9. Sur les graphiques donnés en **annexe B (page 5/14)**, tracer les trois rayons lumineux particuliers issus d'un objet AB, qui à travers la lentille vont former l'image A'B'.

Préciser comment on construit ces trois rayons lumineux et, pour chaque construction, si l'image est réelle ou virtuelle.

10. En vous aidant de la formule de conjugaison donnée dans l'énoncé, déterminer la distance focale de l'objectif en prise de vue sous-marine.

Comparer à la valeur de la distance focale déterminée à la **question 2**.

11. Déterminer alors l'hyperfocale si le diamètre du cercle de confusion est $e = 0,03$ mm et l'ouverture du diaphragme est de 16.

12. Déterminer le premier et le dernier plan net dans ce cas de figure.

Le plongeur photographie un poisson. Les fréquences des ondes électromagnétiques réémises sont : $f_1 = 664 \cdot 10^{12}$ Hz et $f_2 = 534 \cdot 10^{12}$ Hz.

13. Quelles sont les longueurs d'onde de ces radiations lumineuses dans le vide ?
À quelles teintes dominantes correspondent-elles ?

14. Quelles sont les longueurs d'onde de ces radiations lumineuses dans l'eau ?
À quelle teinte dominante correspondent-elles ?

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

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* : _____

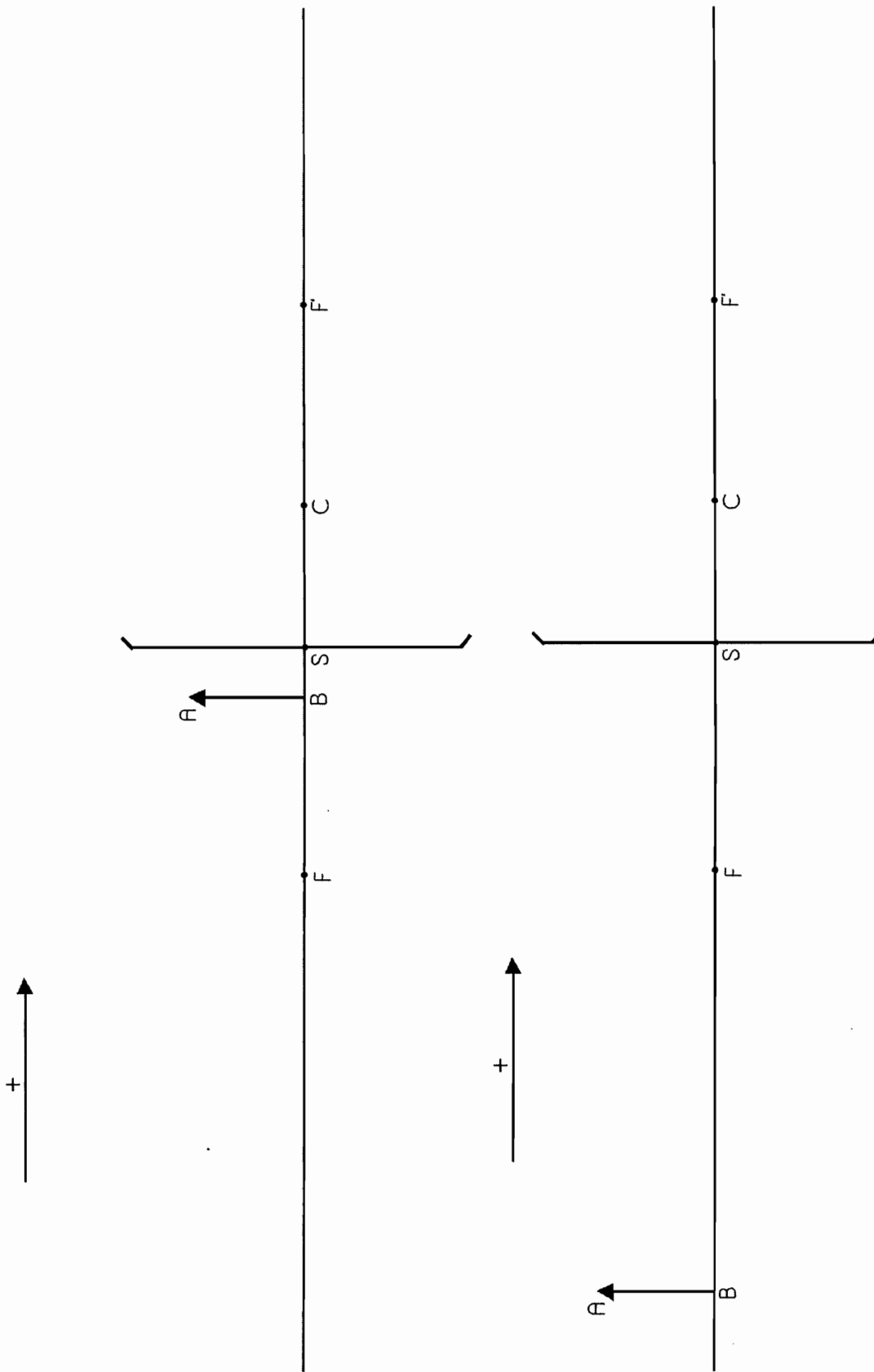
Spécialité/Option : _____

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.

ANNEXE A (À rendre avec la copie)



DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

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* : _____

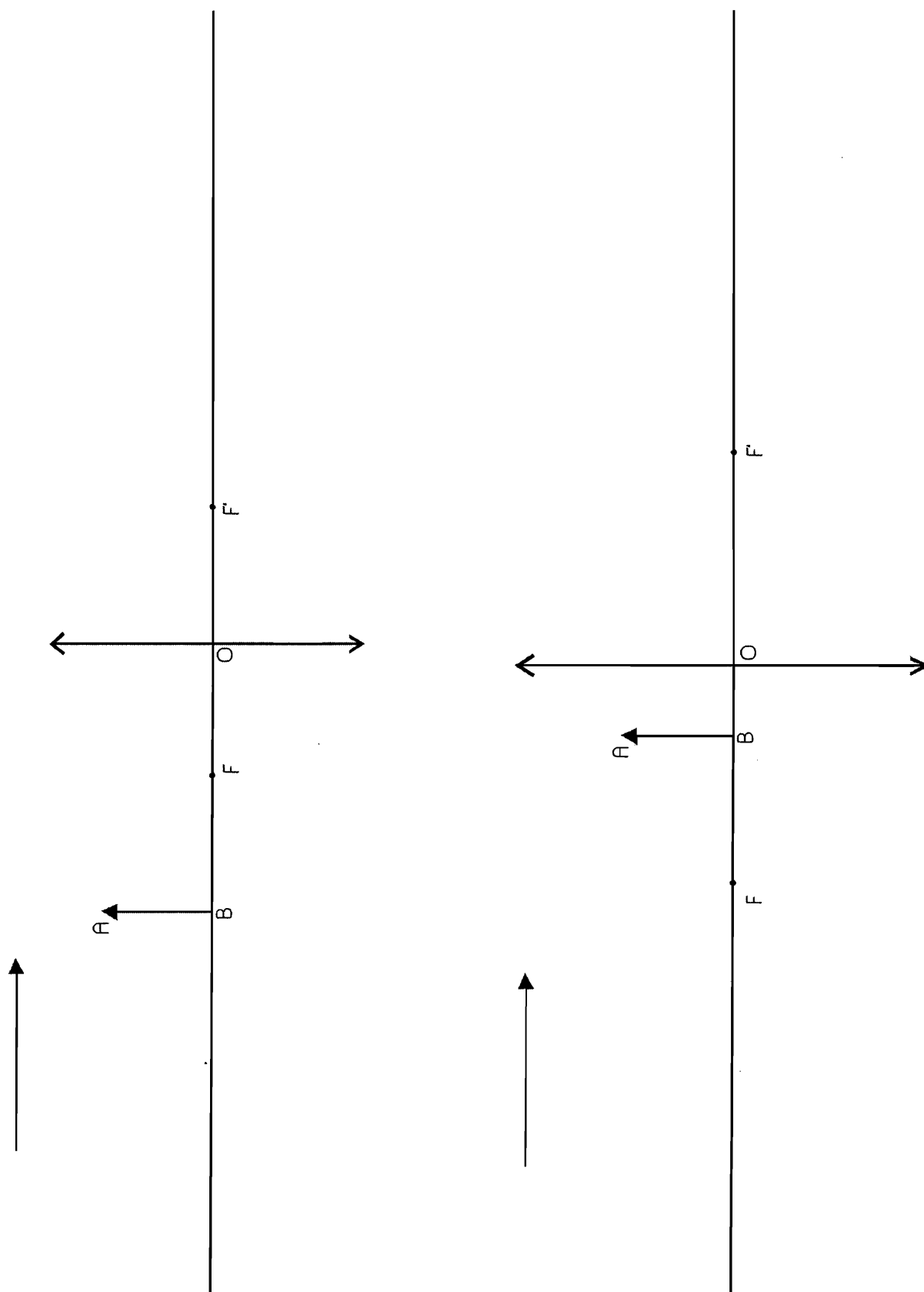
Spécialité/Option : _____

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.

ANNEXE B (À rendre avec la copie)



PARTIE B – CHIMIE

Durée indicative : 1H15

Le thème général de ce sujet est la **conservation** en photographie argentique.

Il balaye cependant une large partie du programme à travers ses nombreuses questions indépendantes.

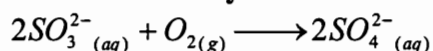
Données : couples oxydant/ réducteur : $SO_4^{2-} (aq) / SO_3^{2-} (aq)$
 $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$

I. L'ion sulfite et la conservation des révélateurs N&B

Le bain révélateur d'un traitement N&B contient un conservateur.

La principale espèce chimique jouant ce rôle est l'ion sulfite SO_3^{2-} .

Sa fonction peut se modéliser par la **réaction d'oxydoréduction** suivante :



1. Définir le terme en gras ci-dessus : « réaction d'oxydo réduction ».

2. Définir les termes oxydant et réducteur.

3. Le couple $SO_4^{2-} (aq) / SO_3^{2-} (aq)$ intervient dans cette réaction.

Écrire la demi-équation associée.

4. Même question pour le couple $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$.

L'espèce chimique principale actrice dans l'action du révélateur sur l'émulsion est appelée développeur.

5. Citer trois développeurs.

Sont-ils oxydants ou réducteurs ?

6. En quoi le bain révélateur nécessite-t-il un conservateur ?

Expliquer alors le rôle chimique du sulfite.

Ci dessous, un extrait de la documentation technique du révélateur film NB HC110 de Kodak.

Durée de conservation (en mois) des solutions inutilisées		
Conditionnement	Bouteille pleine hermétiquement fermée	Bouteille à moitié vide hermétiquement fermée
Solution de travail	6	2

7. Justifier l'évolution de la durée de conservation du révélateur en fonction de son mode de stockage (bouteille pleine ou bouteille à moitié vide).

II. L'électrolyse et le traitement des papiers couleurs (procédé négatif/positif)

Utilisée en continu sur les chaînes de production de certains laboratoires, l'électrolyse est un moyen de conservation du traitement des papiers négatifs couleurs.

Ci-dessous, un tableau décrit les différentes étapes du traitement standard des papiers couleurs (procédé négatif/positif).

Bain	Temps de traitement	Température
Révéléateur chromogène	45 s	35°C ± 0,3°C
Blanchiment fixage	45 s	30 à 36 °C
Lavage ou stabilisant	1 min 30 s	30 à 40 °C
séchage

1. Indiquer le nom de ce traitement en version professionnelle Kodak.
2. D'un point de vue chimique, pourquoi spécifie-t-on la température ?
3. Dans l'**annexe C (page 9/14)**, on donne la coupe simplifiée d'un papier couleur avant traitement. Compléter les constituants grâce aux propositions ci-dessous (certaines sont inutiles).

Bromure d'argent, chlorure d'argent, argent, gélatine intermédiaire, gélatine, filtre jaune, sensibilisateurs chromatiques au bleu/ vert/ rouge, copulants cyan/magenta/jaune, triacétate de cellulose, fibres cellulosiques, couche de baryte, téréphtalate de polyéthylène.

4. Au cours de quelle étape l'image en couleur se forme-t-elle ?
Quelles sont les espèces chimiques entrant en jeu dans la formation des colorants ?
5. Quelle est l'espèce chimique qui s'est formée au sein de l'émulsion (lors de l'étape de la question précédente) et qu'il faut éliminer de celle-ci ?
Détailler le bain et le processus chimique (principalement deux étapes) qui permet d'éliminer cette espèce chimique de l'émulsion.

L'électrolyse intervient principalement sur un bain du traitement papier négatif couleur.

6. Sur quel bain est-il judicieux de réaliser l'électrolyse ?
En quoi cela conserve-t-il le bain ?

Un papier contient 2 g d'argent par mètre carré d'émulsion.

On considère que le rendement chimique de l'électrolyse est de 95 %.

On traite un bain après traitement d'un rouleau de 127 m de long sur une largeur de 10,2 cm.

7. Quelle surface de papier traite-t-on ?
8. Quelle masse d'argent récupère-t-on ?

III. Durée de vie des colorants du procédé ILFOCHROME

On rappelle les différentes étapes du traitement P3X d'Ilford.

Bain	Temps de traitement	Température
Révéléateur	105 s	36°C ± 0,5°C
Lavage	30 s	34°C ± 2°C
Blanchiment	105 s	36°C ± 1°C
Lavage	30 s	36°C ± 2 °C
Fixateur	105 s	36°C ± 2°C
Lavage

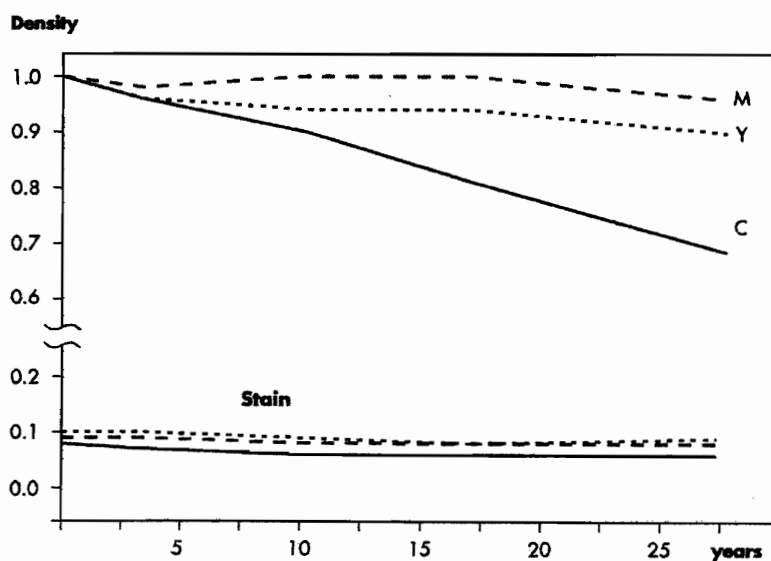
1. En une ou deux phrases, présenter le procédé Ilfochrome.

Les bains révélateur, lavages et fixateur ont la même fonction chimique que dans les « traitements courants » d'émulsions photographiques.

En revanche le bain de blanchiment a une fonction chimique supplémentaire.

2. Détailler la fonction chimique de ce bain (quelques phrases, éventuellement une réaction chimique).

Ilford axe la promotion de ce produit sur l'excellente conservation dans le temps des colorants formant l'image. Ci dessous un extrait de la fiche technique présentant l'évolution de la densité d'un tirage exposé à lumière ambiante moyenne en fonction du temps (exprimé en années).



3. À partir du document, commenter l'évolution d'une image en fonction du temps.

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

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 : _____

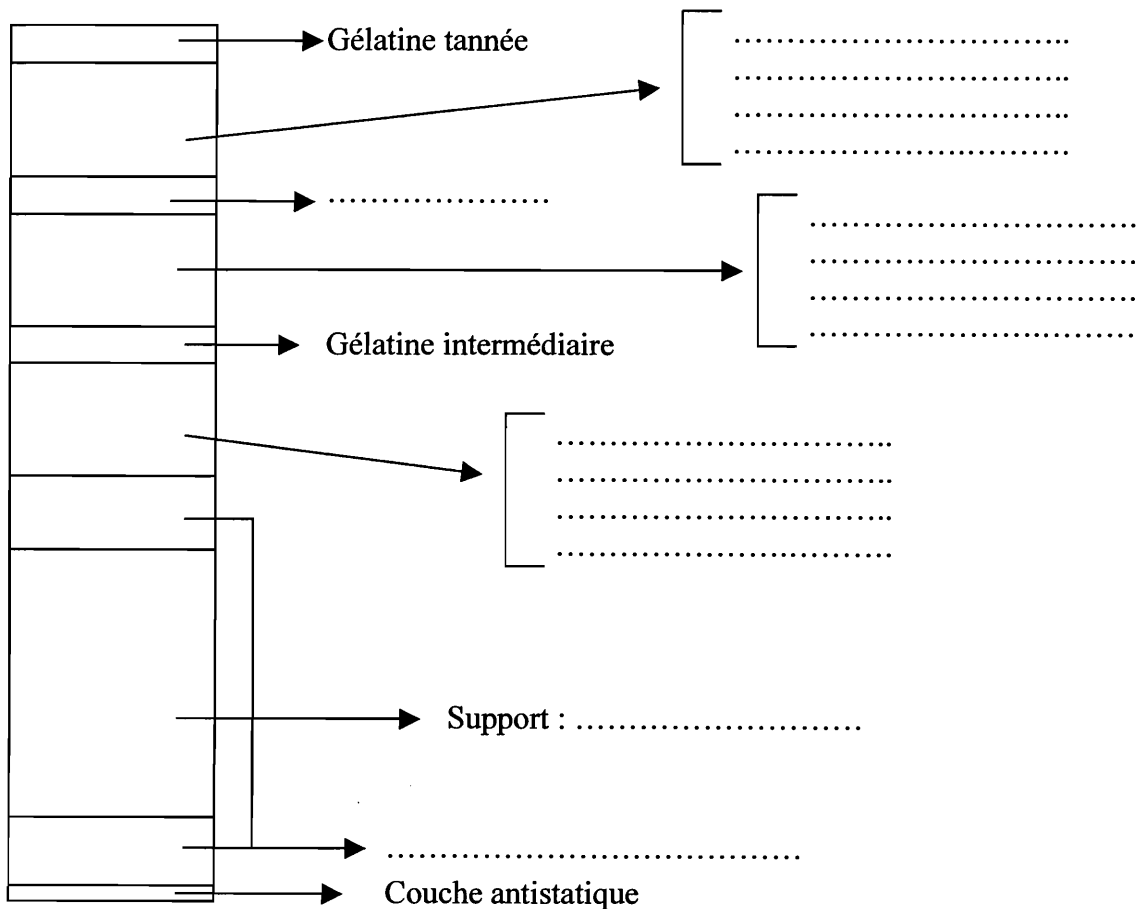
Repère de l'épreuve : _____

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.

ANNEXE C (À rendre avec la copie)

- Coupe simplifiée d'un papier couleur (procédé négatif/positif)



PARTIE C – GÉNIE ÉLECTRIQUE

Durée indicative : 2H

I. Installations électriques et sécurité

On désire créer une installation électrique pour un local d'activités photographiques qui comprendra :

- un minilab numérique de 5,6 Kw ;
- une développeuse de film de 2,6 kW ;
- un éclairage par 16 tubes fluorescents de 25 W ;
- 2 Macintosh G5 de 650 W chacun ;
- 2 écrans LCD de 125 W ;
- un traceur jet d'encre de 75 W ;
- 4 convecteurs électriques de 1500 W chacun ;
- 1 chauffe-eau électrique de 2000 W.

La distribution sera effectuée en monophasé 230 V / 50 Hz.

Les facteurs de puissance ($\cos\phi$) sont considérés comme tous égaux à 1 pour les appareils étudiés, les valeurs de puissances apparentes et actives sont donc égales.

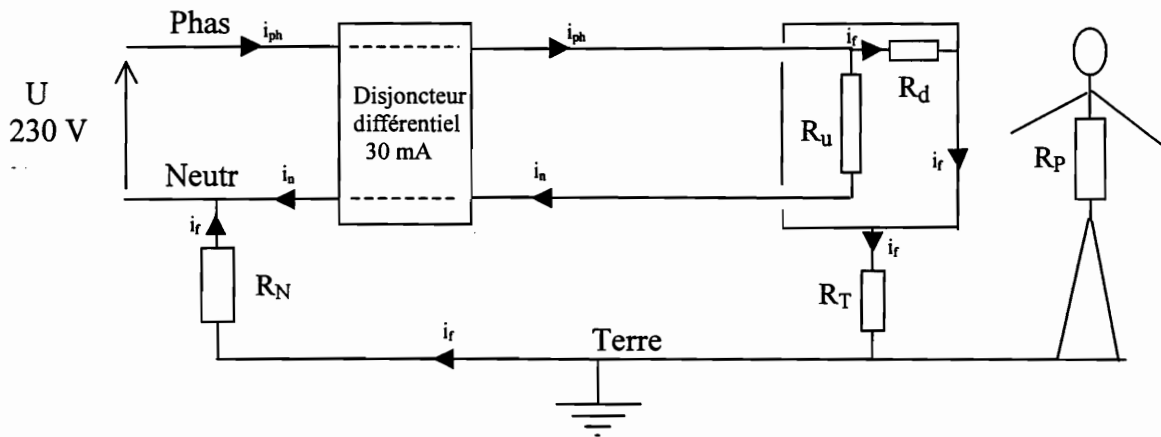
1. Calculer la valeur de la puissance active totale consommée dans le cas de l'utilisation simultanée de tous les appareils.
2. Quelle est la valeur efficace du courant à l'entrée de l'installation ?
3. On désire que l'installation puisse supporter une puissance supplémentaire d'environ 2 kW en prévision de l'ajout d'éventuels appareils.
Quelle est la valeur de puissance installée à choisir dans le tableau des tarifs d'EDF fourni à l'**annexe D (page 13/14)** ?
4. Le chauffe-eau ne fonctionne en moyenne que 4 h par jour.
Quelle est, exprimée en kWh, la valeur de la quantité d'énergie consommée par le chauffe-eau en un an ?
5. Le choix de l'option « heures creuses » est-il rentable si l'on programme le fonctionnement du chauffe-eau en heures creuses ? Vous noterez que les tarifs sont donnés en centimes d'euros par kWh.
6. Proposer une valeur (courant maximal supportable) pour le dimensionnement de la ligne devant alimenter les Macintoshs et les écrans, sachant que les prises employées à cet effet seront susceptibles d'être utilisées pour alimenter quelques autres appareils.
7. On désire prévoir des onduleurs pour l'alimentation des Macintoshs et de leurs écrans. Proposer un choix d'installation en choisissant le nombre nécessaire d'onduleurs et le modèle parmi les propositions suivantes :

Modèle	Puissance apparente
Onduleur A	500 VA
Onduleur B	675 VA
Onduleur C	800 VA
Onduleur D	1000 VA

8. L'installation est protégée par un disjoncteur différentiel réglé à 30 mA.
 Quel est le rôle de cet élément et sous quelle condition se déclenche-t-il ?

9. Le schéma ci-dessous représente une partie de l'installation comportant un appareil présentant un défaut d'isolation : la phase est en contact avec la carcasse métallique de l'appareil par l'intermédiaire de la résistance de défaut R_d .
 Aucune personne n'est en contact avec l'appareil au moment où le défaut se produit.

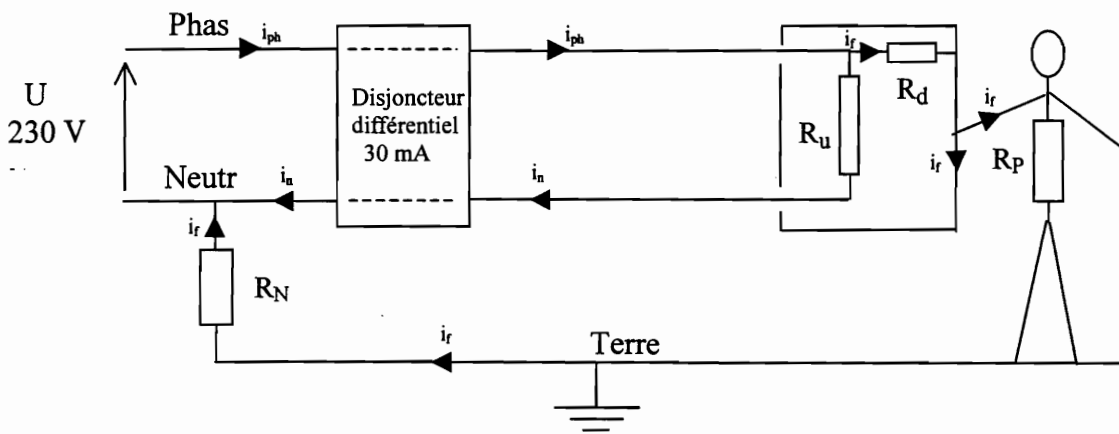
Calculer la valeur du courant de fuite i_f et en déduire ce que sera le comportement du disjoncteur différentiel au moment de l'apparition du défaut.



- Résistance interne de l'appareil en défaut : $R_u = 50 \Omega$.
 Résistance de défaut : $R_d = 100 \Omega$.
 Résistance de neutre : $R_N = 10 \Omega$.
 Résistance de terre : $R_T = 30 \Omega$.
 Résistance de la personne : $R_P = 1 \text{ k}\Omega$.

10. En l'absence de terre reliée à l'appareil (soit un circuit ouvert à la place de R_T), que se passera-t-il au niveau du disjoncteur différentiel lors de l'apparition du défaut ?

11. Toujours en l'absence de terre, quelle sera la valeur du courant traversant une personne qui toucherait l'appareil avant l'éventuel déclenchement du disjoncteur différentiel ?
 Le disjoncteur réagira-t-il dans ce cas ?

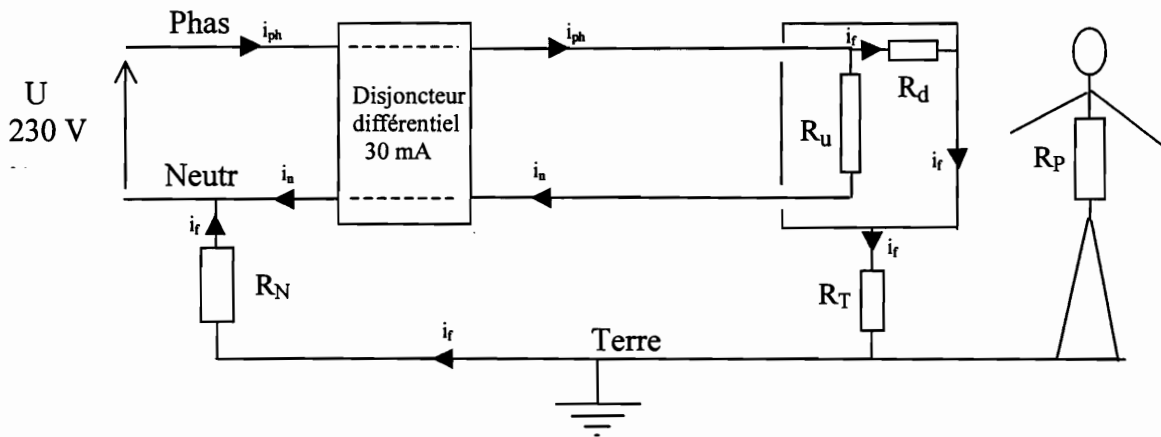


12. La situation décrite à la **question 11.** est-elle dangereuse d'après vous, ou peut-on dire que la protection apportée par le disjoncteur différentiel est ici suffisante ?
 Vous argumenterez votre réponse en vous aidant des informations données par l'**annexe E** (page 14/14).

8. L'installation est protégée par un disjoncteur différentiel réglé à 30 mA.
 Quel est le rôle de cet élément et sous quelle condition se déclenche-t-il ?

9. Le schéma ci-dessous représente une partie de l'installation comportant un appareil présentant un défaut d'isolation : la phase est en contact avec la carcasse métallique de l'appareil par l'intermédiaire de la résistance de défaut R_d .
 Aucune personne n'est en contact avec l'appareil au moment où le défaut se produit.

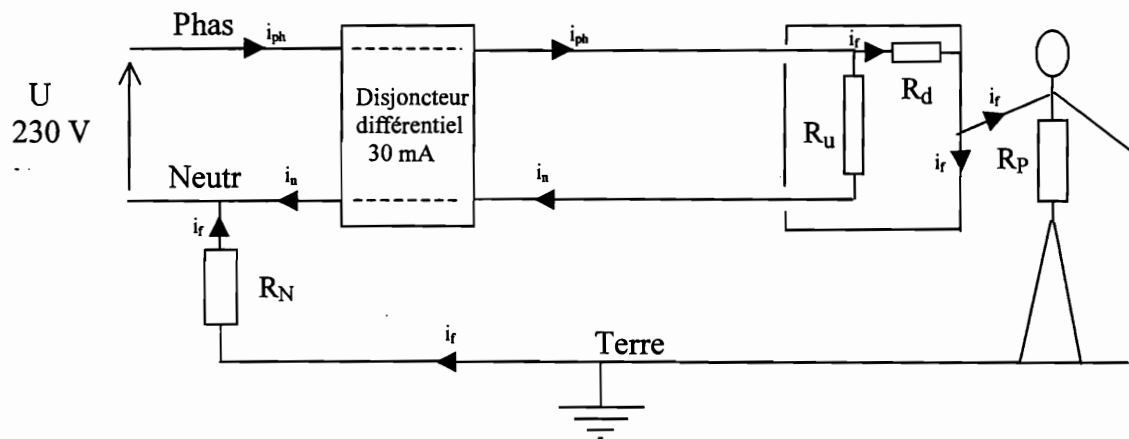
Calculer la valeur du courant de fuite i_f et en déduire ce que sera le comportement du disjoncteur différentiel au moment de l'apparition du défaut.



- Résistance interne de l'appareil en défaut : $R_u = 50 \Omega$.
- Résistance de défaut : $R_d = 100 \Omega$.
- Résistance de neutre : $R_N = 10 \Omega$.
- Résistance de terre : $R_T = 30 \Omega$.
- Résistance de la personne : $R_p = 1 \text{ k}\Omega$.

10. En l'absence de terre reliée à l'appareil (soit un circuit ouvert à la place de R_T), que se passera-t-il au niveau du disjoncteur différentiel lors de l'apparition du défaut ?

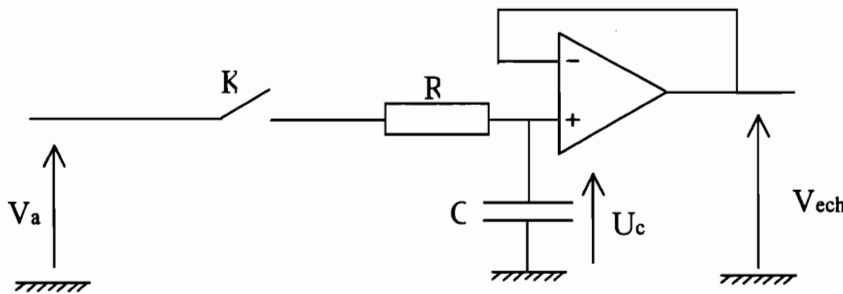
11. Toujours en l'absence de terre, quelle sera la valeur du courant traversant une personne qui toucherait l'appareil avant l'éventuel déclenchement du disjoncteur différentiel ?
 Le disjoncteur réagira-t-il dans ce cas ?



12. La situation décrite à la **question 11.** est-elle dangereuse d'après vous, ou peut-on dire que la protection apportée par le disjoncteur différentiel est ici suffisante ?
 Vous argumenterez votre réponse en vous aidant des informations données par l'**annexe E** (page 14/14).

II. Convertisseurs charge-tension et CAN dans un scanner

Le convertisseur charge-tension placé en sortie du capteur CCD d'un scanner est décrit par le schéma ci-dessous :



$$R = 2 \Omega.$$

$$C = 10,7 \text{ fF} \\ (\text{1 femto Farad} = 10^{-15} \text{ F}).$$

L'amplificateur opérationnel est considéré comme idéal.

Le condensateur est chargé successivement avec les électrons issus de chaque photosite du capteur.

La valeur de V_{ech} est donc directement proportionnelle à la quantité de charges électriques contenues dans le condensateur.

1. Quelle est la relation entre la tension U_c aux bornes du condensateur et la tension V_{ech} ?
2. Calculer la valeur du coefficient de conversion charge-tension exprimée en mV/électron c'est-à-dire la valeur de la variation de la tension en sortie de l'amplificateur opérationnel pour chaque électron chargeant le condensateur (la charge d'un électron est de $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).
3. Le niveau de bruit de lecture est de $20 e^-$.
À quel écart de tension cela correspond-il sur le signal V_{ech} ?
4. Le niveau de saturation des photosites est de $200\,000 e^-$.
Quel est le nombre de niveaux qu'il est possible de discerner sur le signal de sortie du capteur ?
5. Déterminer le nombre de bits minimal sur lequel le convertisseur analogique-numérique doit travailler.
6. Montrer que la valeur maximale que l'on peut obtenir en sortie du convertisseur charge-tension est de 3 V.
7. Le constructeur choisit d'utiliser un CAN travaillant sur deux bits de plus que le minimum requis afin de limiter l'influence du bruit apporté par la conversion analogique-numérique. Quelle sera alors la valeur de la résolution de ce convertisseur (écart de tension d'entrée pour deux niveaux de sortie consécutifs) ?
8. On lit en sortie du CAN la valeur :

0111 0110 0101 0011

Quelle est la valeur correspondante pour le signal analogique échantillonné exprimée en V (vous veillerez au nombre de chiffres significatifs employés qui peut être important ici).

ANNEXE D

ELECTRICITE DE FRANCE
Direction Financière France

Prix hors taxes ^(a) au : 16-août-2007

TARIF BLEU - OPTION BASE ET OPTION HEURES CREUSES pour clients professionnels et services publics non communaux

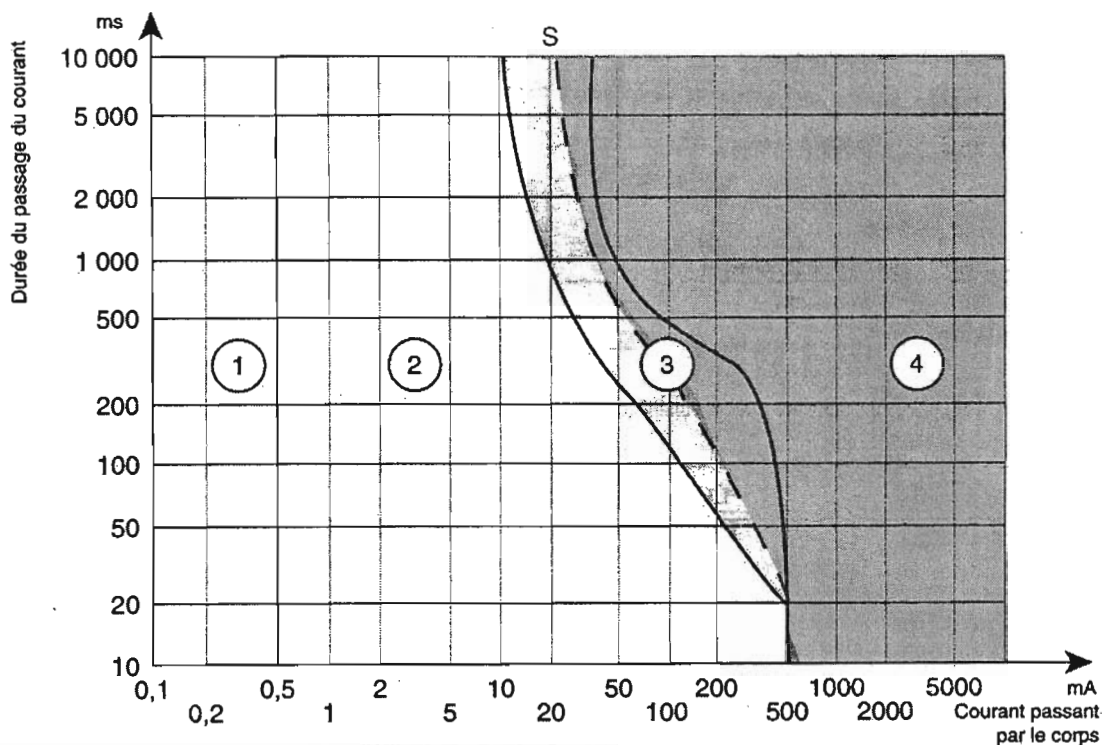
Option Base Puissance Souscrite PS en kVA	Code tarif	Code variante		Réglage disjoncteur (en A)	Abonnement annuel (€)	Prix de l'énergie (c€/kWh)
		Profes- sionnel	Service Public			
3 (Petites fournitures)	043	0	5	15	21,00	7,87
6	044	0	5	30	53,40	
9	044	1	6	45	105,36	
12	044	2	7	60	151,08	
15	044	3	8	75	196,80	
18	044	4	9	90	242,52	
24	047	0	5	40	405,24	
30	047	1	6	50	567,96	
36	047	2	7	60	730,68	

Option Heures Creusés PS en kVA	Code tarif	Code variante		Réglage disjoncteur (en A)	Abonnement annuel (€)	Heures Pleines	Heures Creuses (8 h/jour)(*)
		Profes- sionnel	Service Public				
6	054	0	5	30	92,52	7,87	4,63
9	054	1	6	45	165,96		
12	054	2	7	60	239,40		
15	054	3	8	75	312,84		
18	054	4	9	90	386,28		
24	056	0	5	40	646,92		
30	056	1	6	50	907,56		
36	056	2	7	60	1168,20		

(a) Ces prix sont à majorer de la T.V.A., de la contribution au service public de l'électricité (CSPE) et, éventuellement, des taxes à des taux divers instituées par les communes (ou syndicats de communes) et les départements.

(*) Les horaires sont déterminés localement par les centres EDF - Gaz de France Distribution

ANNEXE E



Zone 1	Zone 2
$I_d < 0,5$ mA. Il n'y a pas de perception du passage du courant dans le corps.	Le courant est perçu sans réaction de la personne.
Zone 3	Zone 4
Le courant provoque une réaction, la personne ne peut plus lâcher l'appareil en défaut. Le courant doit être coupé par un tiers afin de mettre la personne hors de danger, il n'y a pas de séquelles après la coupure du courant.	Le passage du courant peut provoquer une fibrillation cardiaque*, avec un risque d'arrêt du cœur, tétanisation des muscles**. Les séquelles graves sont fréquentes, les accidents souvent mortels.

* Fibrillation cardiaque, neutralisation des muscles du cœur, une réanimation est nécessaire.

** Tétanisation, un excès de contraction des muscles conduisant à une forme de paralysie.