

# ÉPREUVE DE PHYSIQUE 2013

Durée 1h00

## QUESTIONS OBLIGATOIRES

Entourer la ou les bonnes réponses

### 01. Mouvement dans un champ électrique.

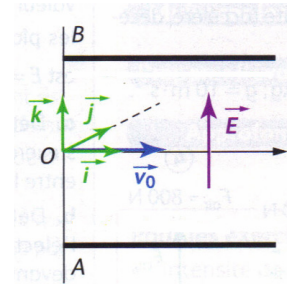
Un proton pénètre, avec une vitesse  $\vec{v}_0$  dans un champ électrique uniforme  $\vec{E}$  entre deux plaques métalliques reliées à un générateur.

Données :

Charge du proton :  $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Masse du proton :  $m = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$E = 5,0 \cdot 10^3 \text{ V.m}^{-1}$



- A. La plaque supérieure est reliée à la borne positive du générateur.
- B. La force électrique exercée sur le proton à la date  $t = 0$  a pour intensité  $F = 8,0 \cdot 10^{-16} \text{ N}$ .
- C. Le vecteur accélération de la particule est de direction verticale et orienté vers le haut.
- D. L'accélération est constante et vaut  $a = 5 \cdot 10^{11} \text{ m.s}^{-2}$
- E. L'équation de la trajectoire s'écrit :  $z = \frac{1}{2} \frac{qE}{mV_0^2} x^2 + V_0 x$

### 02. Onde sonore.

On enregistre la note jouée sur un violon à l'aide d'un microphone relié à une interface d'acquisition. On obtient le graphique ci-contre.

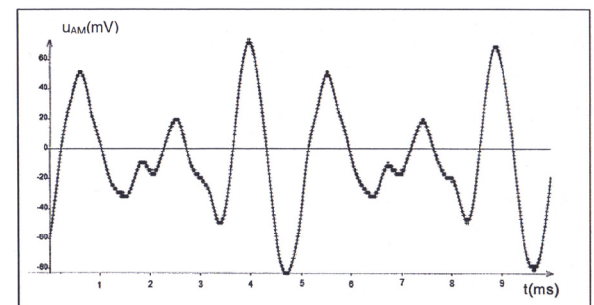
Données :

vitesse du son dans l'air :  $V = 340 \text{ m.s}^{-1}$

Intensité sonore de référence

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$$

Aide au calcul :  $\log x = n$  alors  $x = 10^n$



- A. Le signal est périodique, il s'agit donc d'un son pur.
- B. La longueur d'onde, dans l'air, de l'onde sonore est  $\lambda = 1,7 \text{ m}$ .

Le spectre en fréquence obtenu à partir de cet enregistrement montre un pic pour les cinq premiers harmoniques.

- C. La fréquence du troisième pic est 800 Hz.

Le public reçoit un son de niveau sonore  $L = 70 \text{ dB}$  si un violoniste joue seul.

- D. Le violon émet un son d'intensité sonore  $10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$ .

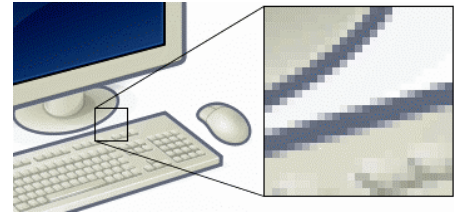
Dans un orchestre, dix violonistes jouent la même note avec le même niveau sonore que précédemment.

- E. Le son entendu par le public a un niveau sonore de 80 dB

### 03. Numérisation

Une image numérique est divisée en pixels disposés en ligne et en colonne. Chaque pixel est composé de trois sous-pixels. Chaque sous-pixel est codé par un octet utilisant le code binaire.

- A. Le chiffre 3 en code binaire s'écrit 011.
- B. Il faut 24 bits pour coder un pixel en RVB.
- C. Un pixel peut prendre 256 couleurs différentes.
- D. Un pixel codé R0V0B0 est blanc.
- E. Un pixel codé R255V255B0 est jaune.



### 04. Quantité de mouvement

Une locomotive 1, de masse  $m_1 = 3 \text{ t}$ , avance sur un rail horizontal et rectiligne à la vitesse  $V_1 = 4 \text{ m.s}^{-1}$  dans un référentiel terrestre. On assimilera les objets comme des points matériels et indéformables. On néglige tout frottement.

- A. La quantité de mouvement de la locomotive dans un référentiel terrestre peut être représenté par un vecteur  $\vec{p}$  parallèle aux rails et dirigé dans le sens du mouvement.
- B. La quantité de mouvement de la locomotive 1 dans le référentiel terrestre est  $p_1 = 12 \text{ kg.m.s}^{-1}$   
Cette locomotive s'accroche à un wagon, de masse  $m_2 = 1 \text{ t}$ , initialement immobile.
- C. Après l'accrochage, la vitesse du système  $\{\text{locomotive} + \text{wagon}\}$  a pour expression  $V_2 = \frac{m_1 V_1}{m_2}$
- D. La vitesse  $V_2$  du système  $\{\text{locomotive} + \text{wagon}\}$  est de  $3 \text{ m.s}^{-1}$   
Le système roule à la vitesse de  $5 \text{ m.s}^{-1}$ . Pour s'immobiliser totalement, la locomotive actionne le freinage.  
Le système subit alors une force de frottement constante et parallèle aux rails de valeur  $f = 50 \text{ N}$ .
- E. La distance de freinage vaut  $d = 2000 \text{ m}$

### 05. Interférences et différence de marche.

On éclaire deux fentes distantes de  $a = 0,53 \text{ mm}$  à l'aide d'un faisceau laser vert.

On place un écran à  $2 \text{ m}$  des fentes pour observer la figure d'interférence.

Donnée :  $\lambda_{\text{vert}} = 530 \text{ nm}$ .

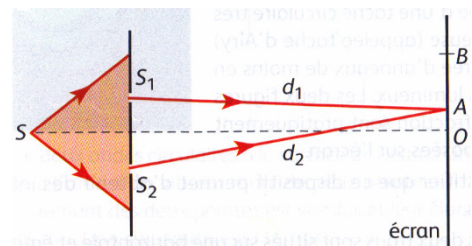
- A. L'interfrange  $i$  a pour valeur  $i = 1.10^{-3} \text{ m}$
- B. Si on utilise un laser de longueur d'onde plus grande, l'interfrange augmente.

On éclaire, à présent, ces fentes par une diode laser de longueur d'onde  $\lambda = 600 \text{ nm}$  et placée sur l'axe de symétrie du système. On note  $\delta$  la différence de marche.

Au point A, on mesure  $\delta_1 = 1,5 \mu\text{m}$ .

Au point B, on mesure  $\delta_2 = 3,6 \mu\text{m}$ .

- C. En O, on observe une frange sombre.
- D. En A, on observe une frange sombre.
- E. Entre les points A et B, on compte 3 franges sombres.



## 06. Échanges thermiques

On mélange un échantillon A d'eau de capacité thermique  $C_A = 400 \text{ J.K}^{-1}$  à une température initiale  $T_A = 30^\circ\text{C}$  avec un échantillon B d'eau de capacité thermique  $C_B = 100 \text{ J.K}^{-1}$  à la température initiale  $T_B = 20^\circ\text{C}$ . On admet qu'il n'y a pas d'échange de chaleur avec l'extérieur.

A. La température finale du mélange est  $T = 25^\circ\text{C}$ .

À travers une paroi, l'énergie thermique circule de la paroi où la température est la plus importante vers la paroi où la température est la plus faible.

B. Le transfert se fait par conduction thermique.

C. Le transfert est d'autant plus rapide que l'épaisseur augmente.

Deux matériaux dont la conduction thermique  $\lambda$  vaut :

$\lambda_1 = 0,026 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$  et  $\lambda_2 = 0,92 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

D. Pour une bonne isolation, il vaut mieux utiliser le matériau 2.

On considère un mur de surface  $S = 20\text{m}^2$  et d'épaisseur  $e = 10 \text{ cm}$  avec le matériau n°2. La température extérieure est de  $10^\circ\text{C}$  et la température intérieure est de  $20^\circ\text{C}$ . Le flux thermique a pour valeur  $20\text{W}$ .

E. La résistance thermique  $R_{th}$  du mur vaut  $0,5 \text{ K.W}^{-1}$

---

### QUESTIONS À CHOISIR

3 questions à choisir parmi les suivantes

## 07. Einstein et la relativité

A. La vitesse de propagation de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels.

B. La durée propre est définie par la durée mesurée avec une horloge immobile par rapport à cet objet.

Deux horloges, initialement synchronisées, sont associées à deux référentiels différents. La première est fixe dans un référentiel terrestre, la seconde est liée à un référentiel en mouvement par rapport au référentiel terrestre.

C. Une durée mesurée d'un phénomène est toujours supérieure ou égale à sa durée propre.

D. L'horloge 1 retarde par rapport à l'horloge 2.

E. Plus la vitesse du référentiel est faible devant la vitesse de la lumière, plus la dilatation des durées est perceptible.

## 08. Dualité onde corpuscule.

Données : Constante de Planck :  $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}^{-1}$

Vitesse de la lumière :  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

- A. Louis de Broglie postule qu'une onde de longueur d'onde  $\lambda$  peut être associée à une particule de quantité de mouvement  $p$ . Il en déduit la relation :  $p = \frac{h}{\lambda}$  avec  $h$  la constante de Planck.
- B. En comparant la figure d'interférence obtenue avec une lumière et une figure d'interférence obtenue avec des électrons, on montre que la lumière a un comportement particulaire.
- C. L'effet Compton s'observe lors de la collision entre électrons et photons. La longueur d'onde du photon augmente après la collision.
- D. L'effet photoélectrique consiste en l'émission d'électrons par des métaux convenablement éclairés. Cette expérience démontre l'aspect corpusculaire de la lumière.
- E. Un photon d'énergie  $E = 3,3 \times 10^{-19} \text{ J}$  appartient au domaine visible.

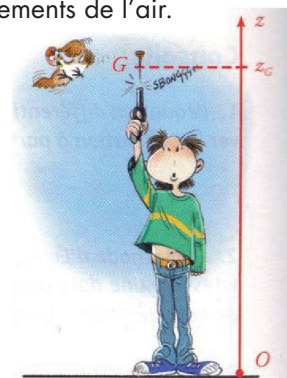
## 09. Équation de mouvement.

Un enfant tire, avec un pistolet, une fléchette de masse  $m = 10 \text{ g}$  verticalement vers le haut à la vitesse  $V_0 = 5 \text{ m.s}^{-1}$ . A la date  $t=0$ , l'altitude de la fléchette est  $z_0 = 1,5 \text{ m}$ . On néglige les frottements de l'air.

On prendra  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  et  $E_p(z=0) = 0 \text{ J}$ .

Aide aux calculs :  $0,5^2 = 0,25$  ;  $0,25^2 = 0,0625$ .

- A. Lors du mouvement, la fléchette est en chute libre.
- B. La fléchette arrive au sommet de la trajectoire à la date  $t_s = 0,5 \text{ s}$ .
- C. Le sommet de la trajectoire de la fléchette se trouve à l'altitude  $z = 2,25 \text{ m}$ .
- D. À la date  $t = 1 \text{ s}$ , la vitesse de la fléchette est de  $10 \text{ m.s}^{-1}$ .
- E. Le travail du poids entre le tir et le sommet de la trajectoire est  $W = - 0,125 \text{ J}$ .



## 10. Oscillations et mesure du temps

Un pendule simple est constitué d'une boule de masse  $m = 10 \text{ g}$  suspendue à un fil inextensible de longueur  $L = 50 \text{ cm}$ . On néglige les frottements de l'air.

Donnée :  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  ; On donne la période d'un pendule simple :  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

Aide aux calculs :  $\pi\sqrt{0,05} \approx 0,70$  ;  $\pi\sqrt{5} \approx 7,0$  ;  $\pi\sqrt{0,5} \approx 2,2$  ;  $\pi^2 \approx 10$

- A. La période du pendule est  $T = 1,4 \text{ s}$ .
- B. Un pendule battant la seconde a une longueur de  $1 \text{ m}$  environ.
- C. La boule est lâchée d'une altitude  $z_1 = 0,2 \text{ m}$  sans vitesse initiale.
- D. L'énergie du pendule en ce point est  $E_p = 20 \text{ mJ}$ .
- E. La vitesse maximale du pendule est  $V_{\max} = 2 \text{ m.s}^{-1}$ .
- F. On utilise dorénavant une horloge atomique pour les mesures précises de durée dont le principe repose sur la fréquence de rayonnement qui accompagne la transition entre deux niveaux d'énergie de l'atome de césium 133.

## 11. Numérisation et transmission d'un signal

Un sms comportant 24 caractères est transmis entre deux téléphones portables en 0,80 s.

Un caractère est codé par un octet.

A. La propagation de ce signal entre deux antennes relais est guidée.

B. Le débit binaire est de 30 octets par seconde.

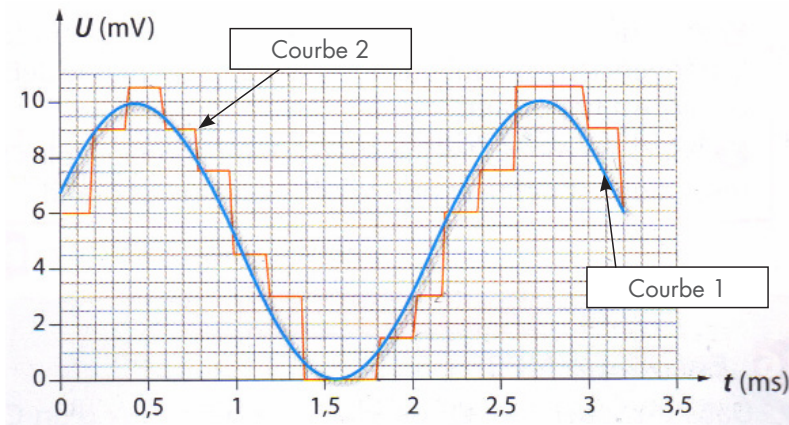
C. Avec le même débit binaire, une image codée en RVB de taille 100 pixels  $\times$  200 pixels est transmise en  $5 \times 10^3$  s.

On enregistre à l'aide d'un microphone relié à une interface, la note La<sub>3</sub> (courbe 1).

Le signal numérisé est représenté par la courbe 2.

D. Le pas de quantification est de 1,5 mV.

E. La fréquence d'échantillonnage est de 2,5 kHz.



## 12. Onde et effet Doppler

Un klaxon émet une onde sonore de fréquence fondamentale  $f_E = 340$  Hz

Donnée : vitesse du son dans l'air :  $V_{\text{son}} = 340$  m.s<sup>-1</sup>

A. L'onde sonore est une onde longitudinale.

B. En traversant une ouverture de largeur  $L = 0,80$  m, l'onde émise par le klaxon n'est pas diffractée.

Le klaxon est installé sur un véhicule roulant à la vitesse  $V_E = 90$  km.h<sup>-1</sup>. Le véhicule passe à proximité d'un piéton immobile par rapport au sol. La fréquence  $f_R$  du son reçu par le piéton, dans le cas où le véhicule s'éloigne du piéton, se calcule de la façon suivante :

$$f_R = f_E \cdot \frac{V_{\text{son}}}{V_{\text{son}} + V_E}$$

C. Le son reçu par le piéton a une fréquence plus grande que la fréquence du klaxon.

D. Le piéton entend un son plus grave.

E. Ce phénomène n'est pas perceptible par le récepteur si la source est immobile et le récepteur est en mouvement.

<b>1</b>	F	V	V	V	F
<b>2</b>	F	V	F	V	V
<b>3</b>	V	V	F	F	V
<b>4</b>	V	F	F	V	F
<b>5</b>	F	V	F	V	V
<b>6</b>	F	V	F	F	V
<b>7</b>	V	V	V	F	F
<b>8</b>	F	F	V	V	V
<b>9</b>	V	V	F	F	V
<b>10</b>	V	V	V	V	V
<b>11</b>	F	V	F	V	F
<b>12</b>	V	F	F	V	F

NOM \_\_\_\_\_

PRÉNOM \_\_\_\_\_

ÉPREUVE \_\_\_\_\_

F.O. n°75 ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Fiche optique conçue et réalisée par  
ProQCM

NUMERO

CHIFFRES

LETTRE

C03	C03	C03	C03	C03
C13	C13	C13	C13	C13
C23	C23	C23	C23	C23
C33	C33	C33	C33	C33
C43	C43	C43	C43	C43
C53	C53	C53	C53	C53
C63	C63	C63	C63	C63
C73	C73	C73	C73	C73
C83	C83	C83	C83	C83
C93	C93	C93	C93	C93

C A3	C K3	C U3
C B3	C L3	C V3
C C3	C M3	C W3
C D3	C N3	C X3
C E3	C O3	C Y3
C F3	C P3	C Z3
C G3	C Q3	
C H3	C R3	
C I3	C S3	
C J3	C T3	

ESME  
sudria  
Paris

EPITA  
ÉCOLE D'INGÉNIEURS EN INFORMATIQUE

IPSA  
INSTITUT PARISIEN  
DE LA CHIMIE ET DE L'ESPACE

CONCOURS  
ADVANCE

EXEMPLES DE MARQUAGE

BON

☐

MAUVAIS

☒☒☒

N° de question

N° : 11

7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10
8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	11
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12

N° : 12

7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11
9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	12

1er choix :  
11 annulé

Second choix :  
12 validé

CONSIGNES DE MARQUAGE

Détails au dos de ce document

Utilisez un feutre noir ou bleu !

Ne raturez pas, n'effacez pas !  
Annulez votre première réponse  
par un double marquage et formulez  
votre nouvelle réponse dans la zone  
grisée :

Interprétation du marquage

V F V F

A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Réponses validées :  
A=V, B=abst, C=F, D=V et E=abst

Questions obligatoires

1

	V	F	V	F
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4

	V	F	V	F
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2

	V	F	V	F
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5

	V	F	V	F
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3

	V	F	V	F
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6

	V	F	V	F
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Questions choisies

N° de question

Réponses aux items

N° : _____	N° : _____	V	F	V	F
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

N° : _____	N° : _____	V	F	V	F
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

N° : _____	N° : _____	V	F	V	F
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SIGNATURE (ne pas sortir du cadre prévu à cet effet)

NE RIEN INSCRIRE DANS CE CADRE

DM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M	0	1	2	3	4	5	6	7	8
C	0	1	2	3	4	5	6	7	8
D	0	1	2	3	4	5	6	7	8
U	0	1	2	3	4	5	6	7	8

CONSIGNES DE MARQUAGE

Retranscription des réponses

Supposons que la solution soit : Il faut alors retranscrire votre réponse sur la fiche optique dans la zone prévue :

(A)

F

(B)

F

(C)

V

(D)

F

(E)

V

A	V	F	V	F
B				
C				
D				
E				

Modification d'une réponse à un item

Supposons que vous vouliez modifier votre réponse à l'item (C)

Ne raturez pas, n'effacez pas mais :

1° annulez votre réponse (C) V en cochant la case (C) F

C

V

F

V

F

2°

- si vous souhaitez vous abstenir : laissez tel quel
- si vous souhaitez indiquer votre nouvelle réponse, cochez la case correspondante dans la zone grisée : pour (C) F

C

V

F

V

F

Seuls les items à modifier doivent être ainsi traités !

IDENTIFICATION DES QUESTIONS A CHOISIR

Votre sujet comporte :

- des questions obligatoires (questions 1 à 6)
- des questions à choisir (questions 7 à 12).

Vous ne pourrez choisir au maximum que 3 questions !

Vous devrez identifier chaque question choisie sur votre fiche optique :

- en écrivant le numéro
- en le cochant dans la case correspondante.

En cas d'erreur de marquage :

- annulez en double cochant
- reformulez cette identification dans la zone tramée.

N° de question	
N° : 11	N° : 12
7 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 10	7 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 10
8 <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 11	8 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 11
9 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 12	9 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 12
1er choix : 11 annulé	
Second choix : 12 validé	

En cas d'ambigüité ou d'incohérence sur les numéros de questions choisies, en cas de doublons de numéros de questions, les questions concernées seront ANNULEES !