



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP Nord Pas-de-Calais pour la  
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.

# BREVET DES METIERS D'ART

## GRAPHISME ET DECOR

Option A : Graphisme en lettres et décors

Option B : Décorateur de surface et volumes

Domaine A1 – Epreuve E2

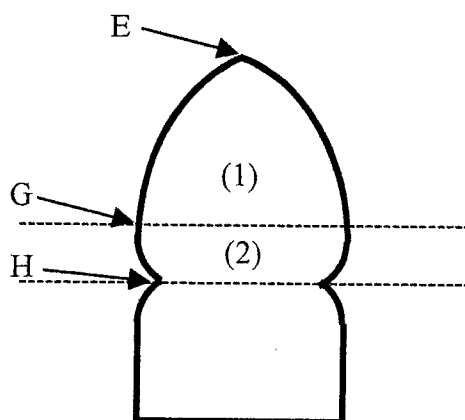
## MATHEMATIQUES - SCIENCES PHYSIQUES

- Le sujet comporte 11 pages avec 6 exercices :
- **Partie MATHÉMATIQUES sur 30 points.**
  - Exercice 1 : Calculs numériques – Fonction (12 points)
  - Exercice 2 : Vecteurs (8 points)
  - Exercice 3 : Suites numériques (10 points)
- **Partie SCIENCES PHYSIQUES sur 30 points.**
  - Exercice 4 : Electricité (11,5 points)
  - Exercice 5 : Optique (9 points)
  - Exercice 6 : Chimie (9,5 points)
- Les 4 annexes (pages 7 à 10) sont à rendre avec la copie.
- Un formulaire de mathématiques est fourni à la page 11.
- L'usage de la calculatrice est autorisé.
- La clarté des raisonnements, la qualité de la rédaction et le soin apporté aux tracés interviendront pour une part importante dans l'appréciation de la copie.

Assurez-vous que cet exemplaire est complet.  
S'il est incomplet, demandez un autre exemplaire au chef de salle.

<b>BMA-MS.C.1a</b>	<b>BREVET DES METIERS D'ART : GRAPHISME ET DECOR</b>		
<b>SUJET</b>	<b>Session 2009</b>	<b>Durée : 4 heures</b>	<b>Coefficient : 3</b>
<b>Épreuve E2 : Mathématiques - Sciences Physiques</b>			<b>Page : 1/11</b>

Le sujet porte sur l'étude d'un trompe l'œil représentant une fenêtre de style particulier.  
Le schéma ci-dessous montre une vue d'ensemble de la fausse fenêtre.



## MATHEMATIQUES

### Exercice 1 : Calculs numériques – fonction (12 points)

Dans cet exercice, on étudie la partie (1) de la fenêtre en forme d'ogive.  
On modélise la partie EG par une fonction  $f$  du second degré de la forme :

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

- Sur l'annexe 1 placer les points : E(0 ; 7), F(-3 ; 4) et G(-5 ; 0).
- Déterminer la valeur des coefficients a, b et c, sachant que les points E, F et G appartiennent à la courbe représentative de la fonction  $f$ .

On admet que la fonction  $f$  est définie sur l'intervalle [-5 ; 0] par  $f(x) = -0,2x^2 + 0,4x + 7$

- On note  $f'$  la fonction dérivée de la fonction  $f$ , déterminer  $f'(x)$ .
- Résoudre l'équation  $f'(x) = 0$ . En déduire le signe de  $f'(x)$  sur l'intervalle [-5 ; 0].
- Sur l'annexe 2, compléter le tableau de variations de la fonction  $f$ .
- Sur l'annexe 2, compléter le tableau de valeurs de la fonction  $f$ .
- Sur l'annexe 1, tracer la représentation graphique de la fonction  $f$ .
- Sur l'annexe 1, tracer, par rapport à l'axe des ordonnées, le symétrique de la courbe obtenue.

BMA-MSC.1a	BREVET DES METIERS D'ART : GRAPHISME ET DECOR		
SUJET	Session 2009	Durée : 4 heures	Coefficient : 3
Épreuve E2 : Mathématiques - Sciences Physiques			Page : 2/11

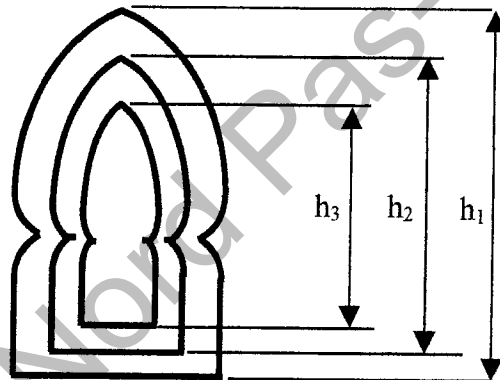
## Exercice 2 : Vecteurs (8 points)

Dans cet exercice, on étudie la partie (2). On considère que GH est un arc de cercle.

- Placer sur le graphique de l'annexe 1 le point I (-2 ; 0).  
Déterminer les coordonnées du vecteur  $\overrightarrow{IG}$ .
- Calculer la norme du vecteur  $\overrightarrow{IG}$ .  
Ce résultat correspond à la longueur du rayon R de l'arc de cercle  $\widehat{GH}$ .
- On appelle M(x ; y) un point quelconque situé sur cet arc de cercle.  
L'équation de cet arc de cercle est :  $y = -\sqrt{-x^2 - 4x + 5}$   
Compléter le tableau de valeurs sur l'annexe 2. Les résultats seront arrondis au dixième.
- Placer les points obtenus sur le graphique de l'annexe 1 et tracer l'arc de cercle  $\widehat{GH}$ .
- Tracer, par rapport à l'axe des ordonnées, le symétrique de cet arc de cercle.

## Exercice 3 : Suites numériques (10 points)

Pour augmenter l'effet de profondeur, on envisage de remplir cette fenêtre de motifs comme le montre le schéma ci-dessous.



On appelle  $h_1, h_2, h_3, h_4, \dots, h_n$ , les hauteurs en centimètres des différents motifs,  $h_1$  étant la hauteur de la fenêtre initiale.

On donne :  $h_1 = 160 \text{ cm}$  ;  $h_2 = 152 \text{ cm}$  ;  $h_3 = 144,4 \text{ cm}$  ;  $h_4 = 137,18 \text{ cm}$

- On considère que les hauteurs  $h_1, h_2, h_3, h_4, \dots, h_n$ , forme une suite géométrique. Calculer la raison de cette suite numérique.
- Exprimer  $h_n$  en fonction de n.
- Calculer  $h_{18}$ . Arrondir le résultat au dixième.
- On désire que la hauteur du dernier motif soit supérieure à 70 cm.  
Combien doit-on alors dessiner de motifs à l'intérieur de cette fenêtre ?

BMA-MSC.1a	BREVET DES METIERS D'ART : GRAPHISME ET DECOR		
SUJET	Session 2009	Durée : 4 heures	Coefficient : 3
Épreuve E2 : Mathématiques - Sciences Physiques			Page : 3/11

# SCIENCES PHYSIQUES

## Exercice 4 : Electricité (11,5 points)

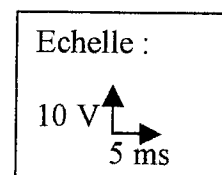
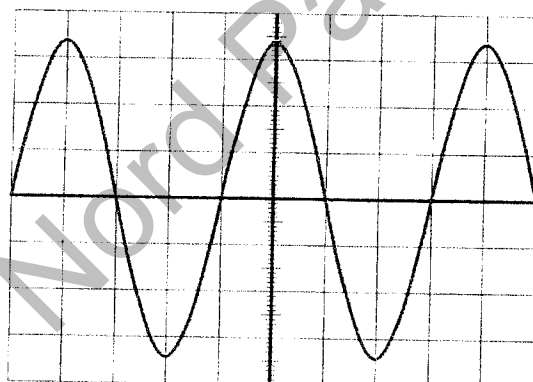
Pour éclairer ce trompe l'œil, on dispose de 2 spots halogènes d'une puissance de 40 W chacun et de tension nominale de 24 V.

- On alimente ces 2 spots à partir du secteur 230 V par l'intermédiaire d'un transformateur 230V/48V. Ces 2 spots sont montés en série.  
Faire le schéma du montage.
- Calculer le rapport de transformation du transformateur. Arrondir le résultat au dixième.
- L'intensité débitée au primaire étant de 0,33 A, calculer l'intensité débitée par le secondaire de ce transformateur.  
(Le transformateur est supposé parfait)
- L'éclairage de la pièce où se trouve ce trompe l'œil comporte 4 lampes de 60 W en plus des 2 spots précédents.  
Calculer, en watt, la puissance totale consommée.

Sachant que cet éclairage fonctionne 6 heures par jour pendant 260 jours, calculer, en Wh et en kWh, l'énergie consommée.

- Calculer le coût sachant que 1 kW vaut 15 centimes d'euro.

Un oscilloscope branché aux bornes d'un spot donne le signal ci-dessous :

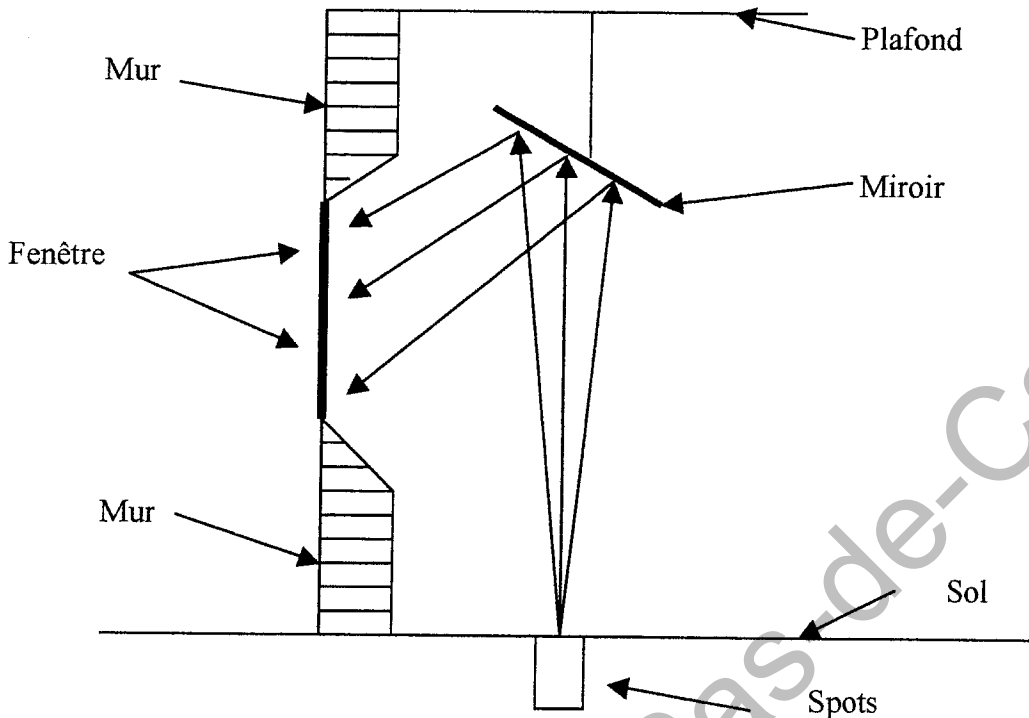


- Donner le nom du signal obtenu.
- Donner la tension maximale de ce signal.
- Par quel calcul pouvait-on déterminer cette tension maximale à partir de la tension nominale de 24 V ?
- Déterminer la période de ce signal.
- Calculer la fréquence correspondante.

BMA-MSC.1a	BREVET DES METIERS D'ART : GRAPHISME ET DECOR		
SUJET	Session 2009	Durée : 4 heures	Coefficient : 3
Épreuve E2 : Mathématiques - Sciences Physiques			Page : 4/11

### Exercice 5 : Optique (9 points)

Pour améliorer l'éclairage de la fenêtre trompe l'œil, les spots encastrés dans le sol éclairent cette fenêtre par l'intermédiaire d'un miroir fixé au plafond (voir le schéma ci-dessous).



- Sur l'annexe 3, tracer les rayons lumineux issus des spots, passant par les extrémités A et B du miroir et allant vers la fenêtre. On assimile les spots à une source lumineuse ponctuelle. Donner le nom du phénomène optique obtenu au niveau du miroir.
- Une partie de la fenêtre est mal éclairée. Préciser laquelle à l'aide du tracé de la question a).
- Pour améliorer de nouveau l'éclairage, on intercale 2 lentilles convergentes devant les spots, une au niveau du sol et une à 10 cm au-dessus. Les spots toujours assimilés à une source lumineuse ponctuelle sont situés au foyer objet de la lentille 1. Tracer sur l'annexe 4 la suite des rayons lumineux issus des spots.
- Le schéma de l'annexe 4 étant à l'échelle 1, mesurer la distance focale  $f$  puis calculer la vergence  $C$  de chaque lentille.

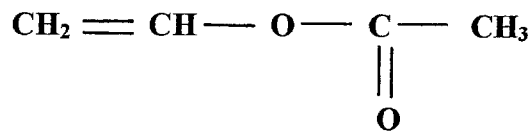
Rappel :  $C = \frac{1}{f}$

<b>BMA-MSC.1a</b>	<b>BREVET DES METIERS D'ART : GRAPHISME ET DECOR</b>		
<b>SUJET</b>	<b>Session 2009</b>	<b>Durée : 4 heures</b>	<b>Coefficient : 3</b>
<b>Épreuve E2 : Mathématiques - Sciences Physiques</b>			<b>Page : 5/11</b>

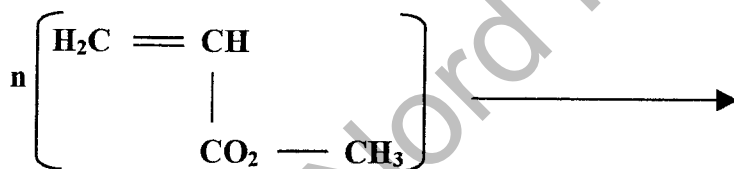
### Exercice 6 : Chimie (9,5 points)

La peinture acrylique utilisée pour réaliser ce trompe l'œil est composée de plusieurs polymères dont l'un est le polyacétate de vinyle.

Il est obtenu par la polymérisation de l'acétate de vinyle dont la formule semi développée est :



- Donner la formule brute de l'acétate de vinyle.
- Calculer la masse molaire de l'acétate de vinyle.
- Pour obtenir de l'acétate de vinyle, on fait réagir de l'éthylène  $\text{C}_2\text{H}_4$ , de l'acide éthanoïque  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  et du dioxygène  $\text{O}_2$ .  
Cette réaction donne naissance à un deuxième produit : l'eau  $\text{H}_2\text{O}$ .
  - À quelle famille d'hydrocarbures appartient l'éthylène  $\text{C}_2\text{H}_4$ .
  - Donner la formule développée de l'éthylène
  - Écrire et équilibrer l'équation de cette réaction.
- Recopier sur votre copie et compléter l'équation suivante de polymérisation de degré n en donnant la formule du polyacétate de vinyle.



Acétate de vinyle

Polyacétate de vinyle

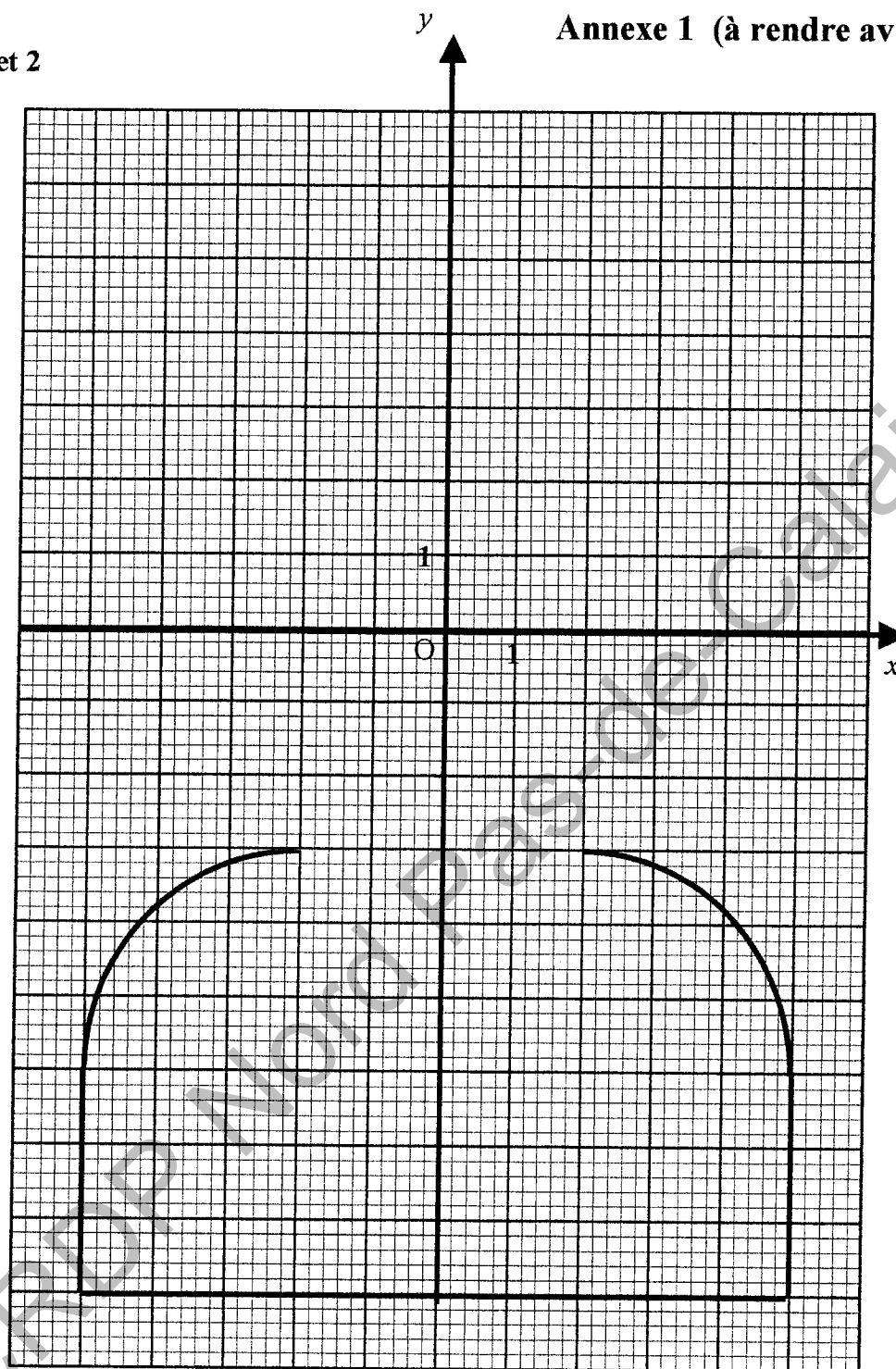
- Sachant que la masse molaire moyenne du polyacétate de vinyle est 21,5 kg/mol, calculer son degré de polymérisation.
- La peinture utilisée pour ce décor est constituée de 25 % de polyacétate de vinyle. Sachant que l'on utilise un pot de 500 g, calculer :
  - La masse de polyacétate de vinyle contenue dans le pot.
  - Le nombre de moles de polyacétate de vinyle correspondant. Arrondir le résultat au millième.

Données : Masse molaire atomique en g/mol : C(12) ; H(1) ; O(16)

<b>BMA-MSC.1a</b>	<b>BREVET DES METIERS D'ART : GRAPHISME ET DECOR</b>		
<b>SUJET</b>	<b>Session 2009</b>	<b>Durée : 4 heures</b>	<b>Coefficient : 3</b>
<b>Épreuve E2 : Mathématiques - Sciences Physiques</b>			<b>Page : 6/11</b>

Exercices 1 et 2

Annexe 1 (à rendre avec la copie)



BMA-MSC.1a	BREVET DES METIERS D'ART : GRAPHISME ET DECOR		
SUJET	Session 2009	Durée : 4 heures	Coefficient : 3
Épreuve E2 : Mathématiques - Sciences Physiques			Page : 7/11



## Exercice 1

Tableau de variation de la fonction  $f$ :

$x$	-5	0
Signe de $f'(x)$		
Variation de $f$		

Tableau de valeurs de la fonction  $f$ :

$x$	-5	-4	-3	-2	-1	0
$f(x)$						

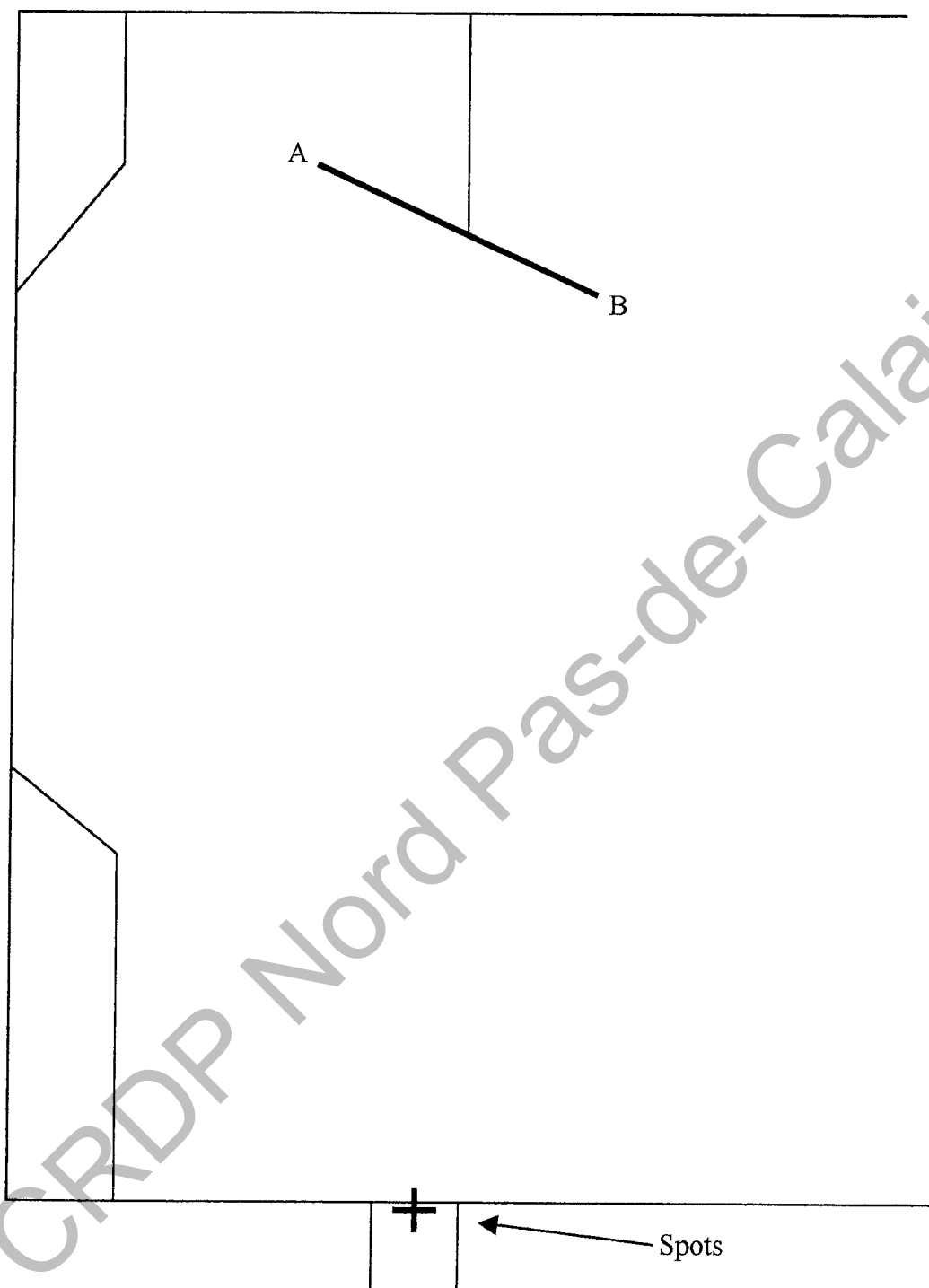
## Exercice 2

Tableau de valeurs correspondant à l'équation de l'arc de cercle  $\widehat{GH}$  :  $y = -\sqrt{-x^2 - 4x + 5}$  :

$x$	-5	-4,8	-4,5	-4	-3,5	-3	-2
$y$		-1,1		-2,2		-2,8	

BMA-MS.C.1a	BREVET DES METIERS D'ART : GRAPHISME ET DECOR		
SUJET	Session 2009	Durée : 4 heures	Coefficient : 3
Épreuve E2 : Mathématiques - Sciences Physiques			Page : 8/11

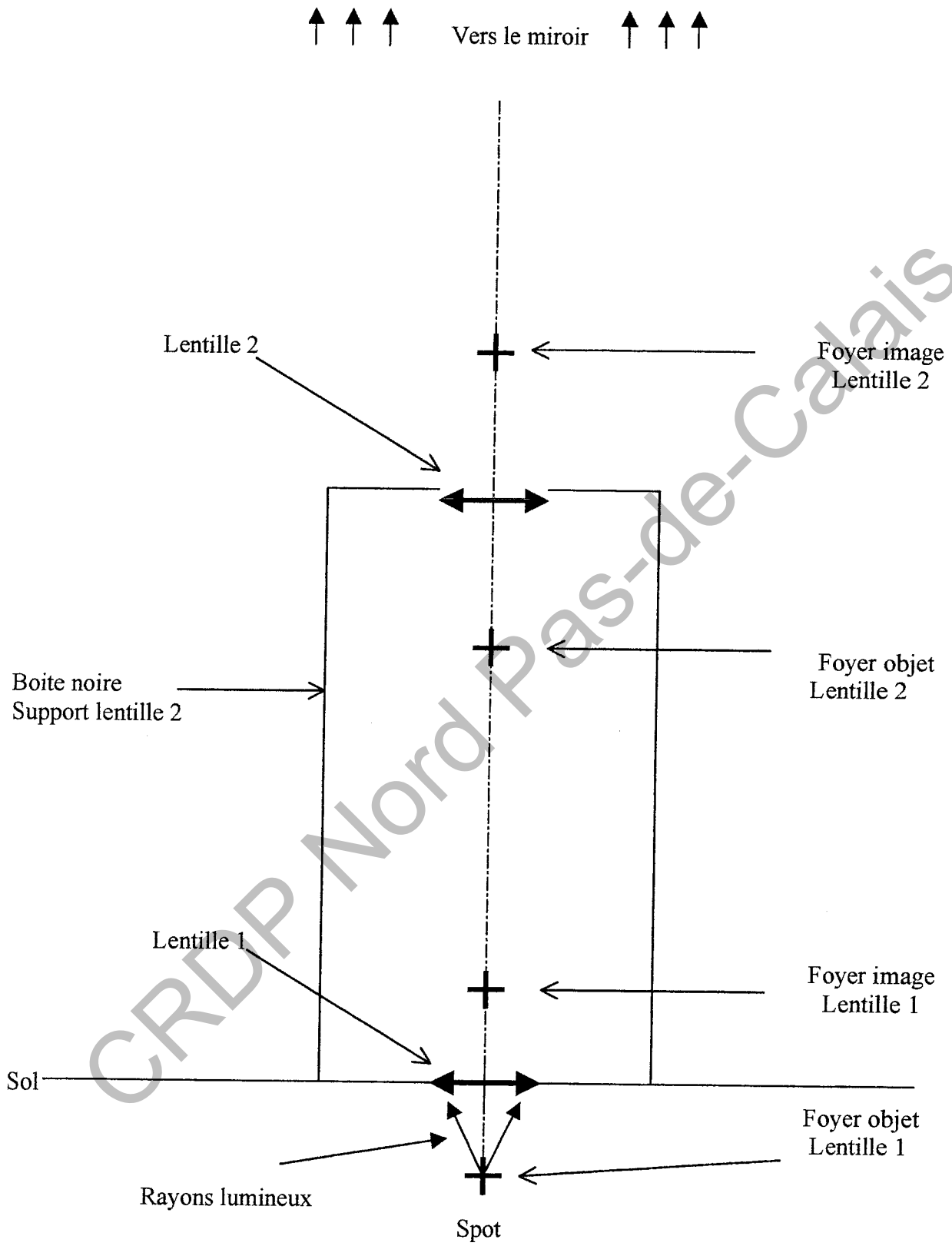
## Exercice 5



BMA-MS.C.1a	BREVET DES METIERS D'ART : GRAPHISME ET DECOR		
SUJET	Session 2009	Durée : 4 heures	Coefficient : 3
Épreuve E2 : Mathématiques - Sciences Physiques			Page : 9/11

Exercice 5

Annexe 4 (à rendre avec la copie)



BMA-MS.C.1a	BREVET DES METIERS D'ART : GRAPHISME ET DECOR		
SUJET	Session 2009	Durée : 4 heures	Coefficient : 3
Épreuve E2 : Mathématiques - Sciences Physiques			Page : 10/11

## FORMULAIRE

### Fonction f

$$\begin{array}{l} f(x) \\ ax + b \\ x^2 \\ x^3 \\ \frac{1}{x} \\ u(x) + v(x) \\ a u(x) \end{array}$$

### Dérivée f'

$$\begin{array}{l} f'(x) \\ a \\ 2x \\ 3x^2 \\ \frac{1}{x^2} \\ u'(x) + v'(x) \\ a u'(x) \end{array}$$

### Statistiques

$$\text{Effectif total } N = \sum_{i=1}^p n_i$$

$$\text{Moyenne } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^p n_i x_i}{N}$$

$$\text{Variance } V = \frac{\sum_{i=1}^p n_i (x_i - \bar{x})^2}{N} = \frac{\sum_{i=1}^p n_i x_i^2}{N} - \bar{x}^2$$

$$\text{Écart type } \sigma = \sqrt{V}$$

### Logarithme népérien : ln

$$\ln(ab) = \ln a + \ln b$$

$$\ln(a^n) = n \ln a$$

$$\ln\left(\frac{a}{b}\right) = \ln a - \ln b$$

### Équation du second degré $ax^2 + bx + c = 0$

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

- Si  $\Delta > 0$ , deux solutions réelles :

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} \quad \text{et} \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$$

- Si  $\Delta = 0$ , une solution réelle double :

$$x_1 = x_2 = -\frac{b}{2a}$$

- Si  $\Delta < 0$ , aucune solution réelle

$$\text{Si } \Delta \geq 0, \quad ax^2 + bx + c = a(x - x_1)(x - x_2)$$

### Suites arithmétiques

Terme de rang 1 :  $u_1$  et raison  $r$

Terme de rang  $n$  :  $u_n = u_1 + (n-1)r$

Somme des  $k$  premiers termes :

$$S_k = u_1 + u_2 + \dots + u_k = \frac{k(u_1 + u_k)}{2}$$

### Suites géométriques

Terme de rang 1 :  $u_1$  et raison  $q$

Terme de rang  $n$  :  $u_n = u_1 \cdot q^{n-1}$

Somme des  $k$  premiers termes :

$$S_k = u_1 + u_2 + \dots + u_k = u_1 \frac{1 - q^k}{1 - q}$$

### Trigonométrie

$$\sin(a + b) = \sin a \cos b + \sin b \cos a$$

$$\cos(a + b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$$

$$\cos 2a = 2 \cos^2 a - 1$$

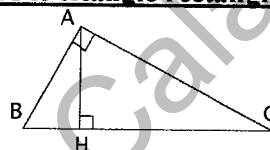
$$= 1 - 2 \sin^2 a$$

$$\sin 2a = 2 \sin a \cos a$$

### Relations métriques dans le triangle rectangle

$$AB^2 + AC^2 = BC^2$$

$$AH \times BC = AB \times AC$$



$$\sin \hat{B} = \frac{AC}{BC}; \quad \cos \hat{B} = \frac{AB}{BC}; \quad \tan \hat{B} = \frac{AC}{AB}$$

### Résolution de triangle

$$\frac{a}{\sin \hat{A}} = \frac{b}{\sin \hat{B}} = \frac{c}{\sin \hat{C}} = 2R$$

$R$  : rayon du cercle circonscrit

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \hat{A}$$

### Aires dans le plan

$$\text{Triangle : } \frac{1}{2} bc \sin \hat{A}$$

$$\text{Trapèze : } \frac{1}{2} (B + b)h$$

$$\text{Disque : } \pi R^2$$

### Aires et volumes dans l'espace

Cylindre de révolution ou prisme droit d'aire de base  $B$  et de hauteur  $h$  : Volume  $Bh$

Sphère de rayon  $R$  : Aire :  $4\pi R^2$  ; Volume :  $\frac{4}{3} \pi R^3$

Cône de révolution ou pyramide de base  $B$  et de hauteur

$$h : \text{Volume } \frac{1}{3} Bh$$

### Calcul vectoriel dans le plan - dans l'espace

$$\vec{v} \cdot \vec{v}' = xx' + yy'$$

$$\vec{v} \cdot \vec{v}' = xx' + yy' + zz'$$

$$\|\vec{v}\| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\|\vec{v}\| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Si  $\vec{v} \neq \vec{0}$  et  $\vec{v}' \neq \vec{0}$

$$\vec{v} \cdot \vec{v}' = \|\vec{v}\| \times \|\vec{v}'\| \cos(\vec{v}, \vec{v}')$$

$\vec{v} \cdot \vec{v}' = 0$  si et seulement si  $\vec{v} \perp \vec{v}'$

BMA-MSC.1a	BREVET DES METIERS D'ART : GRAPHISME ET DECOR		
SUJET	Session 2009	Durée : 4 heures	Coefficient : 3
Épreuve E2 : Mathématiques - Sciences Physiques			Page : 11/11