

# **B.E.P.**

## **Secteur 2 : Bâtiment – Travaux publics**

**Session 2007**

**Épreuve : Mathématiques – Sciences Physiques**

**Durée : 2 heures**

**Coefficient : selon spécialité**

Spécialités concernées :

- Bois et matériaux associés
- Finition
- Technique des installations sanitaires et thermiques
- Technique du froid et du conditionnement d'air
- Technique du gros œuvre du bâtiment
- Technique du toit
- Techniques de l'architecture et de l'habitat
- Techniques des métaux, verres, matériaux de synthèse
- Techniques du géomètre et de la topographie
- Travaux publics

Remarque :

*Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.*

*Le formulaire est en dernière page.*

*La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.*

*Les candidats répondent sur une copie à part et joignent les annexes.*

*L'usage de la calculatrice est autorisé.*

Métropole – la Réunion – Mayotte		Session 2007	
SUJET	Examen : <b>BEP</b>		
	Spécialité : <b>Secteur 2</b>	Coeff :	selon spécialité
	Métiers du bâtiment	Durée :	2 h
	Épreuve : <b>Mathématiques - Sciences Physiques</b>	Page :	1/8

- Bois et matériaux associés
- Finition
- Technique des installations sanitaires et thermiques
- Technique du froid et du conditionnement d'air
- Technique du gros œuvre du bâtiment
- Technique du toit
- Techniques de l'architecture et de l'habitat
- Techniques des métaux, verres, matériaux de synthèse
- Techniques du géomètre et de la topographie
- Travaux publics

Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8. Le formulaire est en dernière page.  
 La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.  
 Les candidats répondent sur une copie à part et joignent les annexes.  
 L'usage de la calculatrice est autorisé.

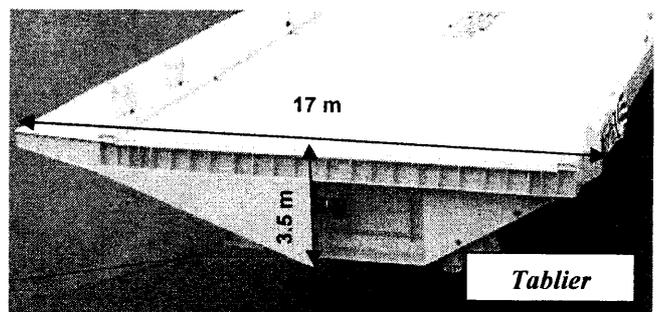
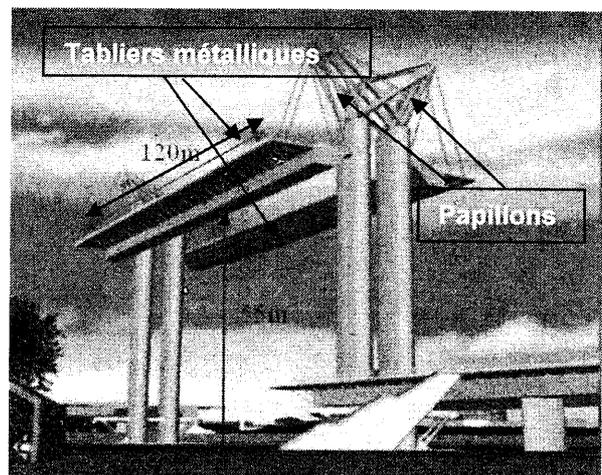
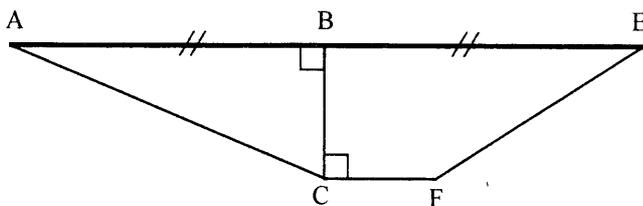
## LE SIXIÈME PONT

Le 6<sup>ème</sup> pont de Rouen sera le plus haut pont levant d'Europe avec une hauteur de 86 mètres. Les tabliers métalliques s'élèveront de 55 m en restant à l'horizontal pour laisser passer les paquebots de croisières et les navires.

### MATHÉMATIQUES (10 points)

#### EXERCICE 1 (3 points)

Un tablier fait 17 m de large et a une hauteur de 3,5 m. Il est schématisé ci-dessous :



La figure est constituée d'un triangle rectangle ABC et d'un trapèze BCFE.

Le point B est le milieu de [AE].

On donne :  $AE = 17$  m,  $BC = 3,5$  m et  $CF = 3$  m.

- 1.1. Calculer, en m, la longueur AB.
- 1.2. Calculer, en m, la longueur AC. Arrondir la valeur au centième.
- 1.3. Calculer, en m<sup>2</sup>, l'aire du triangle ABC.
- 1.4. Calculer l'aire du trapèze BCFE.
- 1.5. Calculer, en m<sup>2</sup>, l'aire totale du bord du tablier (voir photo).
- 1.6. Lors de l'étude du projet, il a été décidé d'utiliser des tabliers profilés vers l'extérieur afin d'éviter au maximum les effets du vent lors de la montée. Calculer, en degré, la mesure de l'angle  $\widehat{BAC}$ . Arrondir la valeur à l'unité.

<b>BEP Secteur 2</b> <b>Épreuve : Mathématiques - Sciences Physiques</b>	<b>Session</b> <b>2007</b>	Code examen	
		Page :	2/8

**EXERCICE 2 (3 points)**

Le coût de l'ouvrage est de 60 millions d'euros.

La totalité du projet est financé par :

- l'État .....(..... %),
- la région Haute-Normandie .....(27,5 %),
- le département de la Seine-Maritime .....(35 %),
- la communauté d'agglomération rouennaise .....(10 %).

- 2.1. Calculer, exprimée sous la forme d'un pourcentage, la part du financement de l'état.
- 2.2. Pour présenter la répartition du financement des travaux sur un panneau géant, on réalise un diagramme à secteurs circulaires.
  - 2.2.1. Compléter la quatrième colonne du tableau de l'annexe 1 page 5/8.
  - 2.2.2. Compléter le diagramme circulaire et la légende de l'annexe 1.
- 2.3. Compléter la colonne " Montant du financement en millions d'euros " du tableau de l'annexe 1.

**EXERCICE 3 (4 points)**

La longueur du tablier varie avec la température ambiante. La formule qui donne la longueur  $\ell$  du tablier en fonction de la température est :

$$\ell = \ell_0 (1 + \alpha \theta)$$

$\ell$  est la longueur, en m, à la température  $\theta$ .  
 $\ell_0$  est la longueur, en m, à  $0^\circ\text{C}$ .  
 $\alpha$  est le coefficient de dilatation linéique en  $^\circ\text{C}^{-1}$ .  
 $\theta$  est la température en degré Celsius ( $^\circ\text{C}$ ).

L'allongement  $A$  du tablier est tel que  $A = \ell - \ell_0$ .

Pour l'acier  $\alpha$  est égal à  $12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

Le tablier est en acier et sa longueur  $\ell_0$  est de 120 m (à une température de  $0^\circ\text{C}$ ).

- 3.1. En utilisant les formules précédentes :
  - 3.1.1. calculer, en m, la longueur du tablier à une température de  $40^\circ\text{C}$ , arrondir la valeur au millième puis en déduire l'allongement  $A$  du tablier à cette température ;
  - 3.1.2. calculer la température  $\theta$  correspondant à une longueur du tablier de 120,050 m, arrondir la valeur au dixième.
- 3.2. Exprimé en mm, l'allongement  $A$  peut s'écrire  $A = 1\,000 \alpha \ell_0 \theta$ .  
Montrer que :  $A = 1,44 \theta$ .
- 3.3. La fonction  $f$  est définie pour tout nombre  $x$  appartenant à l'intervalle  $[-10 ; 40]$  par l'expression :  
$$f(x) = 1,44 x$$
  - 3.3.1. Cocher la bonne réponse, sur l'annexe 2 page 6/8.
  - 3.3.2. Compléter le tableau situé sur l'annexe 2.
  - 3.3.3. En utilisant le repère de l'annexe 2, tracer la représentation graphique de la fonction  $f$ .
- 3.2. Déterminer graphiquement la température qui correspond à un allongement de 50 mm.  
Laisser apparents les traits utiles à la lecture.

### SCIENCES PHYSIQUES (10 points)

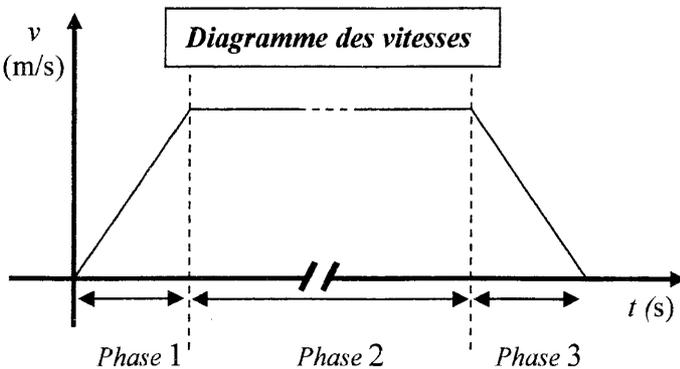
#### EXERCICE 4 (1,5 point)

Les tabliers sont soulevés par l'intermédiaire de 4 treuils. Chaque treuil est entraîné par 4 moteurs électriques dont la puissance nominale est 37 kW.

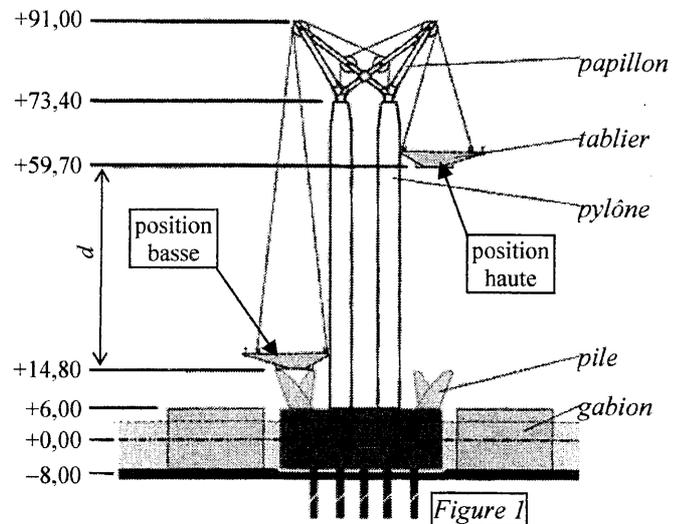
- 4.1. En indiquant sur les pointillés les modes de transferts, compléter la chaîne énergétique de l'annexe 3 page 7/8 en choisissant les termes dans la liste suivante :  
*travail électrique, énergie thermique, travail mécanique, chaleur, énergie mécanique, énergie nucléaire.*
- 4.2. Chaque moteur reçoit une puissance électrique de 50 000 W et fournit une puissance au treuil de 37 000 W. Calculer le rendement  $\eta$  d'un moteur électrique.

#### EXERCICE 5 (2,5 points)

Sur ce diagramme, sont représentées les trois phases de la montée du tablier :



- 1<sup>ère</sup> phase de 5 secondes,
- 2<sup>ème</sup> phase de 11 minutes 20 secondes,
- 3<sup>ème</sup> phase de 5 secondes.



- 5.1. A l'aide du diagramme des vitesses ci-dessus, préciser la nature des 3 phases du mouvement de montée des tabliers.
- 5.2. A l'aide de la *figure 1*, montrer que la distance  $d$  effectuée par le tablier lors de sa montée entre la position basse et la position haute est égale à 44,90 m.
- 5.3. Calculer, en m/s, la vitesse moyenne  $v$  du tablier pendant la durée totale de levage. Arrondir la valeur à  $10^{-4}$ .
- 5.4. Un câble s'enroule à la vitesse de 0,065 m/s sur le tambour d'un treuil de diamètre  $D$  égal à 1,6 m.
  - 5.4.1. A l'aide de la formule  $v = \pi D n$ , calculer, en tr/s, la fréquence de rotation  $n$  du tambour. Arrondir la valeur au millième.
  - 5.4.2. Convertir la fréquence de rotation en tr/min.

<b>BEP Secteur 2</b> <b>Épreuve : Mathématiques - Sciences Physiques</b>	<b>Session</b> <b>2007</b>	Code examen	
		Page :	4/8

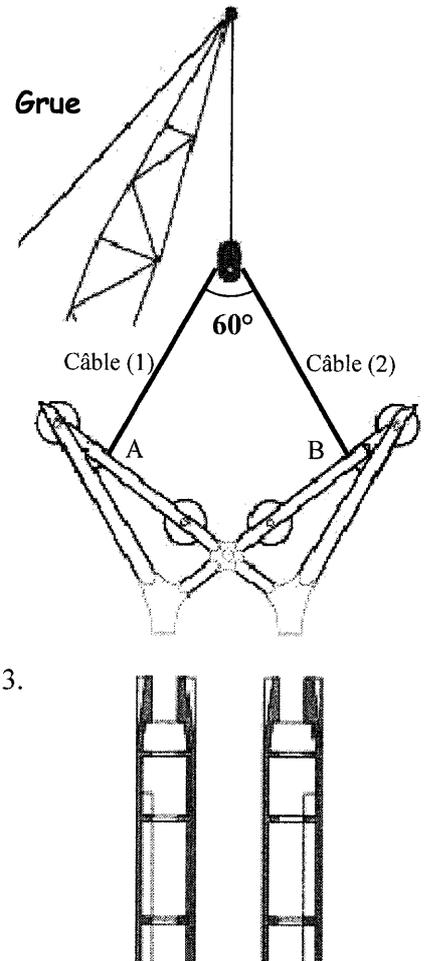
**EXERCICE 6 (3,5 points)**

Avant d'être posé sur deux pylônes, le papillon est en équilibre. Il est soumis à trois actions mécaniques :

- son poids représenté par la force  $\vec{P}$ ,
- l'action exercée par le câble (1) représentée par la force  $\vec{F}_1$ ,
- l'action exercée par le câble (2) représentée par la force  $\vec{F}_2$ .

Les deux câbles (1) et (2) attachés respectivement aux points A et B sont de même longueur.

La masse  $m$  du papillon est égale à 450 tonnes.



- 6.1. Convertir la masse  $m$  du papillon en kilogramme.
- 6.2. Calculer, en newton, la valeur du poids de ce papillon.  
Prendre  $g = 10 \text{ N/kg}$ .
- 6.3. Représenter, au point O sur l'annexe 3, le poids  $\vec{P}$  du papillon.  
Prendre comme unité graphique : 1 cm pour 500 000 N.
- 6.4. Compléter les 6 cases du tableau (\*) des caractéristiques sur l'annexe 3.
- 6.5. Compléter le dynamique des forces sur l'annexe 3.  
Prendre comme unité graphique : 1 cm pour 500 000 N.
- 6.6. Déterminer les caractéristiques manquantes des forces  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$ .

**EXERCICE 7 (2,5 points)**

Les tabliers sont protégés par une peinture anti-corrosion.

La corrosion du fer est due à une réaction d'oxydation. On se propose d'étudier l'oxydation du fer en oxyde de fer II.

- 7.1. Calculer la masse molaire moléculaire de l'oxyde de fer  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .  
On donne :  $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g/mol}$  ;  $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$ .
- 7.2. Reporter sur la copie l'affirmation exacte :
  - au cours d'une oxydation, un atome de fer gagne un ou plusieurs électrons,
  - au cours d'une oxydation, un atome de fer perd un ou plusieurs électrons,
  - au cours d'une oxydation, un atome de fer conserve son nombre d'électrons.
- 7.3. Parmi les demi équations équilibrées suivantes, recopier celle qui correspond à une oxydation du fer.
$$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$$

$$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{e}^-$$

$$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$$

$$\text{Fe}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$$
- 7.4. L'autre demi équation qui intervient dans le phénomène de corrosion est la suivante :
$$\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow \dots \text{OH}^-$$
Recopier et équilibrer cette demi équation.
- 7.5. Citer un paramètre qui favorise la corrosion du fer.

<b>BEP Secteur 2</b> Épreuve : <b>Mathématiques - Sciences Physiques</b>	<b>Session</b> <b>2007</b>	Code examen	
		Page :	5/8

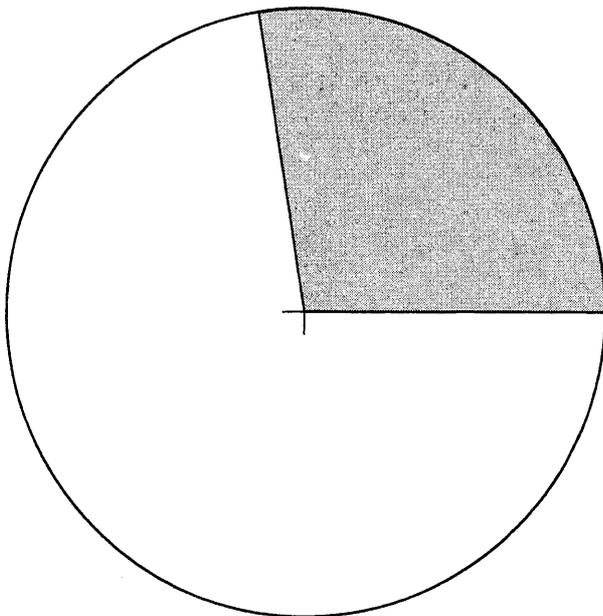
### Annexe 1 (à rendre avec la copie)

Exercice 2 :

Tableau :

	Montant du financement (M€)	Part du financement (%)	Mesure de l'angle au centre (°)
État	....	....	99
Région	....	27,5	99
Département	21	35	....
Communauté d'agglomération	....	10	....
<b>Total :</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>360</b>

Diagramme à secteurs circulaires :



**Légende :**

État	
Région	
Département	
Communauté d'agglomération	

### Annexe 2 (à rendre avec la copie)

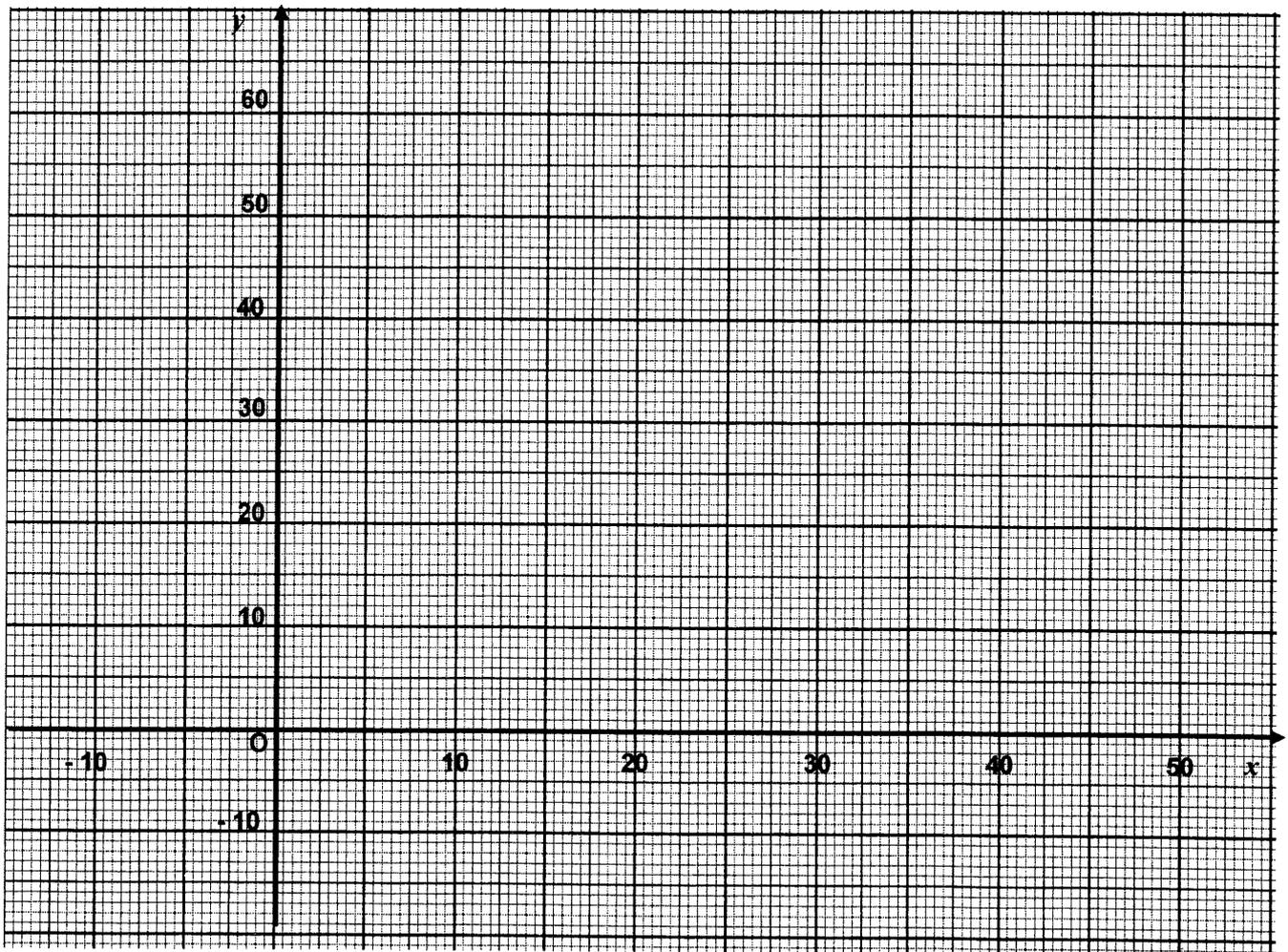
**Exercice 3** : question 3.3.1

La fonction  $f$  est :             croissante                     décroissante                     constante

**Exercice 3**: question 3.3.2

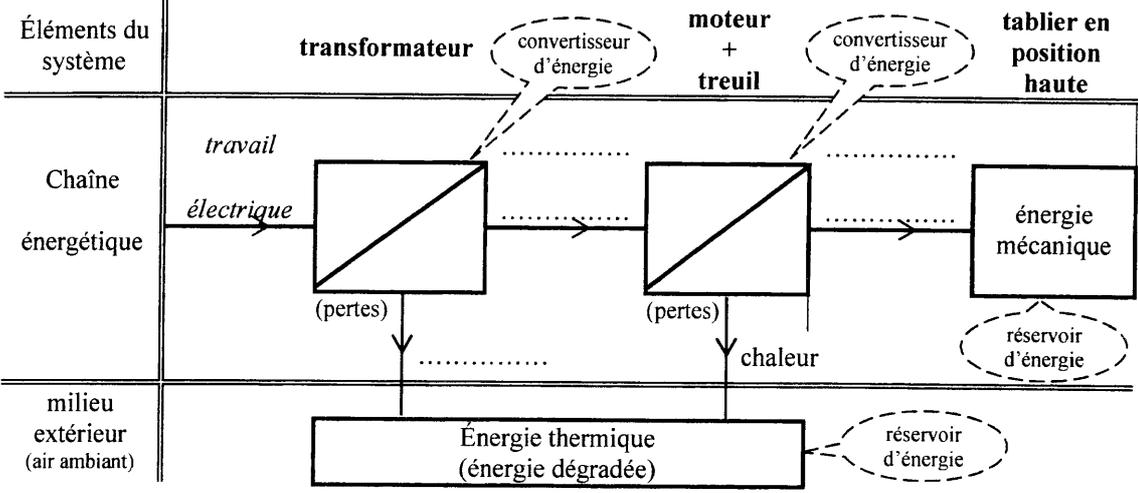
Température $\theta$ en °C	<b>  </b>	$x$	-10	0	15	30	40
Allongement $A$ en mm	<b>  </b>	$f(x)$	-14,4	.....	.....	.....	.....

Représentation graphique de la fonction  $f$  :



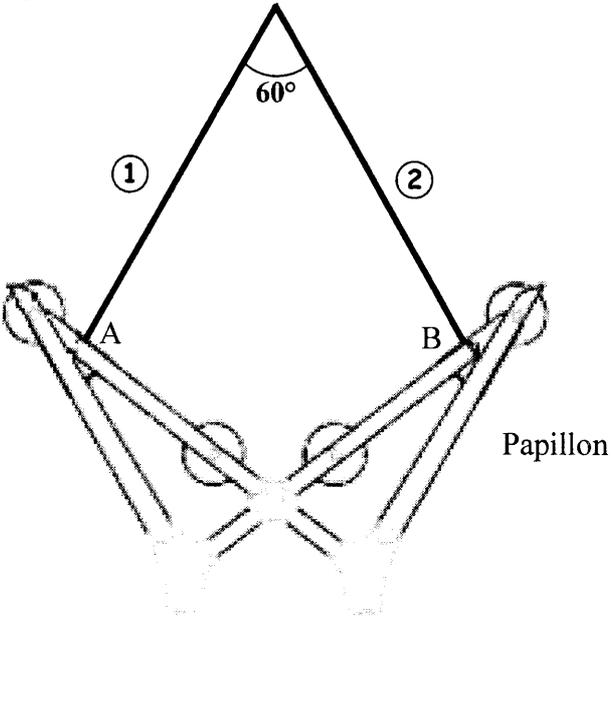
**Annexe 3 (à rendre avec la copie)**

**Exercice 4 :**



**Exercice 5 :**

Unité graphique : 1 cm représente 500 000 N  
 Figure 1



Dynamique des forces

+ O

Tableau des caractéristiques

Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Valeur (N)
$\vec{P}$	G	*	*	4 500 000
$\vec{F}_1$	*	30° avec la verticale	*	
$\vec{F}_2$	*	30° avec la verticale	*	

**FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES**  
**BEP DES SECTEURS INDUSTRIELS**

Identités remarquables

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2;$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2;$$

$$(a + b)(a - b) = a^2 - b^2.$$

Puissances d'un nombre

$$(ab)^m = a^m b^m ; a^{m+n} = a^m \times a^n ; (a^m)^n = a^{mn}$$

Racines carrées

$$\sqrt{ab} = \sqrt{a}\sqrt{b} ; \sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$$

Suites arithmétiques

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

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

Suites géométriques

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

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

Statistiques

Effectif total  $N = n_1 + n_2 + \dots + n_p$

$$\text{Moyenne } \bar{x} = \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_p x_p}{N}$$

Écart type  $\sigma$

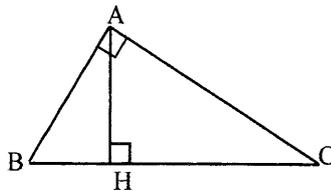
$$\sigma^2 = \frac{n_1 (x_1 - \bar{x})^2 + n_2 (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + n_p (x_p - \bar{x})^2}{N}$$

$$\sigma^2 = \frac{n_1 x_1^2 + n_2 x_2^2 + \dots + n_p x_p^2}{N} - \bar{x}^2$$

Relations métriques dans le triangle rectangle

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

$$AH \cdot BC = AB \cdot AC$$

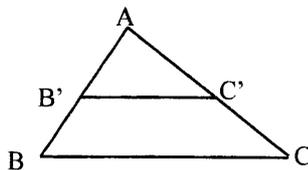


$$\sin \widehat{B} = \frac{AC}{BC}; \quad \cos \widehat{B} = \frac{AB}{BC}; \quad \tan \widehat{B} = \frac{AC}{AB}$$

Énoncé de Thalès (relatif au triangle)

Si  $(BC) \parallel (B'C')$

$$\text{alors } \frac{AB}{AB'} = \frac{AC}{AC'}$$



Aires dans le plan

$$\text{Triangle} : \frac{1}{2} B h.$$

**Parallélogramme** :  $B h.$

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

**Disque** :  $\pi R^2.$

**Secteur circulaire** angle  $\alpha$  en degré :

$$\frac{\alpha}{360} \pi R^2$$

Aires et volumes dans l'espace

**Cylindre de révolution** ou **Prisme droit**  
 d'aire de base  $B$  et de hauteur  $h$  :

Volume :  $B h.$

**Sphère** de rayon  $R$  :

Aire :  $4 \pi R^2$

Volume :  $\frac{4}{3} \pi R^3.$

**Cône de révolution** ou **Pyramide**

d'aire de base  $B$  et de hauteur  $h$

Volume :  $\frac{1}{3} B h.$

Position relative de deux droites

Les droites d'équations  $y = ax + b$  et

$y = a'x + b'$  sont :

- parallèles si et seulement si  $a = a'$

- orthogonales si et seulement si  $a a' = -1$

Calcul vectoriel dans le plan

$$\vec{v} \left| \begin{matrix} x \\ y \end{matrix} \right. ; \vec{v}' \left| \begin{matrix} x' \\ y' \end{matrix} \right. ; \vec{v} + \vec{v}' \left| \begin{matrix} x+x' \\ y+y' \end{matrix} \right. ; \lambda \vec{v} \left| \begin{matrix} \lambda x \\ \lambda y \end{matrix} \right.$$

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

Trigonométrie

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

$$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$$

Résolution de triangle quelconque

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

$R$  : rayon du cercle circonscrit

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