



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.

# **B.E.P.**

## **Secteur 3 : MÉTIERS DE L'ÉLECTRICITÉ – ÉLECTRONIQUE – AUDIOVISUEL – INDUSTRIES GRAPHIQUES**

**Session 2009**

**Épreuve : Mathématiques – Sciences physiques**

**Durée : 2 heures**

**Coefficient : selon spécialité**

Spécialités concernées :

- Installateur conseil en équipement électroménager
- Maintenance des équipements de commande des systèmes industriels
- Métiers de l'électrotechnique
- Métiers de la communication et des industries graphiques
- Optique lunetterie
- Systèmes électroniques informatisés et domestiques

**Remarque :**

*Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.*

*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.*

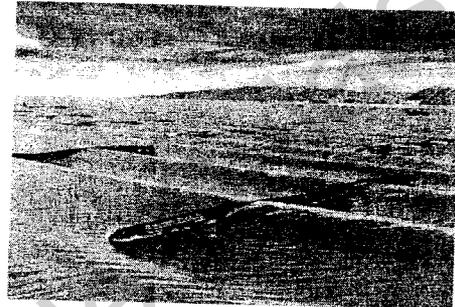
Ce document comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11. Le formulaire est en dernière page. La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

Les candidats répondent sur une copie à part et joignent les annexes.  
L'usage de la calculatrice est autorisé.

## Mathématiques (10 points)

Les exercices sont indépendants

Le pelamis est un appareil de production d'électricité qui transforme l'énergie des vagues de la mer.

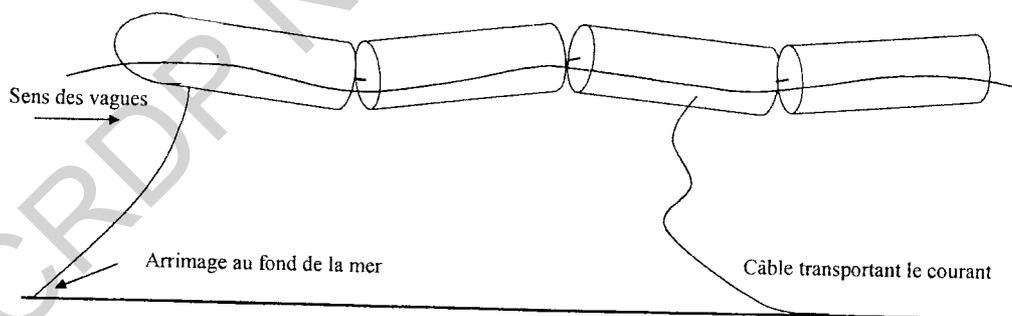


### Exercice 1 (3 points)

Chaque pelamis a une puissance de 750 kW.

- 1.1. Au large du Portugal, une centrale de pelamis a été installée. Elle est dotée de 3 pelamis. Calculer, en kW, la puissance totale  $P$  de cette centrale de pelamis.
- 1.2. Un pelamis est capable d'alimenter en électricité 500 foyers. Calculer le nombre de pelamis qu'il faudra installer pour alimenter 15 000 foyers.
- 1.3. Dans le futur, ce type d'énergie électrique devrait alimenter 20 % des 3 millions de foyers portugais. Calculer le nombre de foyers concernés.

### Exercice 2 (3 points)



*Schéma de principe. Echelle non respectée.*

Un pelamis est constitué de 4 "cylindres" flottants ayant chacun la taille d'un wagon de chemin de fer. On veut représenter la forme du premier "cylindre" qui fait face aux vagues, **sur l'annexe 1 page 8/11**.

A l'aide d'une équerre, d'un compas, et d'un crayon :

- 2.1. Construire la droite  $d$  passant par le point C, perpendiculaire à l'axe  $xx'$ .
- 2.2. Tracer le cercle de centre O passant par C et D. Ce cercle coupe la droite  $d$  en C et en C'. Placer le point C'.
- 2.3. Repasser en couleur l'arc de cercle  $\widehat{CC'}$  passant par le point D.
- 2.4. Construire le segment  $[A'B']$ , symétrique du segment  $[AB]$  par rapport à l'axe  $xx'$ .

<b>BEP Secteur 3</b> Épreuve : <b>Mathématiques - Sciences Physiques</b>	Session 2009		
		Page :	3/11

2.5. Tracer le segment de droite [B'C'].

2.6. Mesurer, en cm, la longueur BB'.

2.7. La mesure réelle BB' est 4 mètres. Parmi les propositions ci-dessous, écrire sur la copie l'échelle correspondant au schéma.

$$\frac{1}{2\ 000}$$

$$\frac{1}{500}$$

$$\frac{1}{200}$$

$$\frac{1}{50}$$

### Exercice 3 (4 points)

On étudie sur une période de dix ans la rentabilité financière d'un pelamis. Un pelamis produit en moyenne une quantité d'énergie électrique de 2 700 MWh (Mégawattheure) par an. Cette énergie est achetée par l'état portugais au prix de 240 € le MWh.

3.1. Calculer, en euro, le prix payé par l'état portugais en une année, pour un pelamis.

3.2. À l'aide des propositions ci-dessous et de la représentation graphique de **l'annexe 2 page 9/11**, écrire sur la copie l'équation de la droite qui correspond au prix  $y_1$ , en milliers d'euros payé par l'état portugais, en fonction de la durée  $x$  en années.

$$y_1 = 648x$$

$$y_1 = 2\ 700x + 240$$

$$y_1 = 240x + 2\ 700$$

3.3. Le coût d'installation du pelamis est de 2 900 milliers d'euros, et les frais de maintenance sont de 270 milliers d'euros par an.

Le coût total  $C_T$ , en milliers d'euros, du pelamis en fonction de la durée  $t$ , en année, se calcule à l'aide de la relation :  $C_T = 270t + 2\ 900$ .

Calculer  $C_T$  pour  $t = 10$  ans.

3.4. On modélise la situation précédente à l'aide de la fonction  $f$  définie sur l'intervalle  $[0 ; 10]$  par :  
 $f(x) = 270x + 2\ 900$ .

3.4.1. Compléter le tableau de valeurs de la fonction  $f$  sur **l'annexe 2**.

3.4.2. En **annexe 2**, tracer la représentation graphique de la fonction  $f$ .

3.5. On souhaite déterminer la durée nécessaire pour amortir le coût total d'un pelamis.

3.5.1. A l'aide du graphique, déterminer les coordonnées du point A, intersection des deux représentations graphiques. Laisser apparents les traits utiles à la lecture. Recopier ces coordonnées sur la copie.

3.5.2. En déduire, en année, la durée d'amortissement de l'installation. Arrondir le résultat à l'unité.

3.5.3. Vérifier ce résultat par le calcul en résolvant l'inéquation suivante :  $648x \geq 270x + 2\ 900$ .

**ATTENTION!**

**Sciences Physiques (10 points)**

Les candidats traiteront **obligatoirement** les exercices 4 et 5, et choisiront **un seul** exercice supplémentaire parmi les exercices 6,7 et 8.

**Les exercices sont indépendants**

**Exercice 4, obligatoire (3,5 points)**

La structure du pelamis est en acier. Celle-ci est en partie immergée dans la mer. L'eau de l'océan Atlantique contient environ 34 kg de sel par mètre cube d'eau.

4.1. La formule chimique du sel de mer est  $\text{NaCl}$ . Choisir parmi les propositions ci-dessous le nom de ce composé, et le recopier sur la copie.

Chlorure de potassium

Hydroxyde de sodium

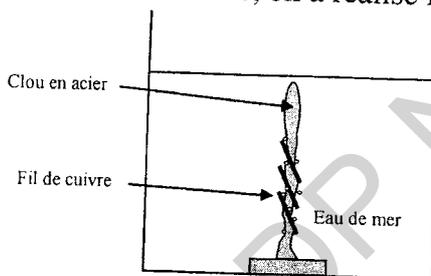
Chlorure de sodium

4.2. Calculer, en g/mol, la masse molaire du sel de mer.

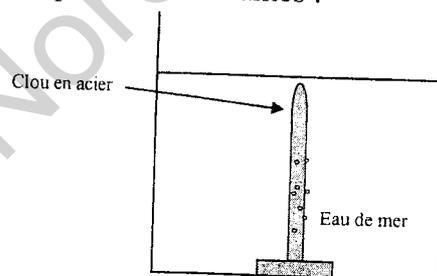
4.3. Calculer, en mol, la quantité de matière de sel contenu dans un mètre cube d'eau de mer. Arrondir le résultat à l'unité.

4.4. En déduire, en mol/L, la concentration molaire en  $\text{NaCl}$  de l'eau de mer. Arrondir le résultat au centième.

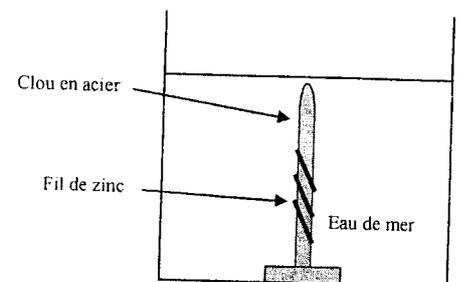
4.5. Au laboratoire, on a réalisé les expériences suivantes :



Expérience 1 : le clou subit une très forte oxydation.



Expérience 2 : le clou subit une oxydation lente.



Expérience 3 : Le zinc s'oxyde, le clou ne subit pas d'oxydation.

Dans les expériences 1 et 2 schématisées ci-dessus, le fer contenu dans le clou subit une oxydation : chaque atome de fer  $\text{Fe}$  s'oxyde en ion fer II  $\text{Fe}^{2+}$ .

4.5.1. Préciser si un atome de fer a perdu ou gagné des électrons au cours de cette oxydation. Justifier la réponse.

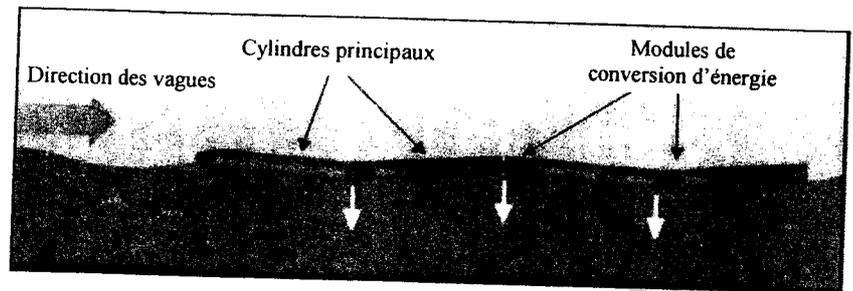
4.5.2. Ecrire la réaction d'oxydation du fer pour l'expérience 1.

Données :  $M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$  ;  $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$

**Exercice 5, obligatoire (3,5 points)**

Le pelamis convertit le mouvement des vagues en électricité.

L'ondulation des cylindres flottants actionne des vérins qui mettent de l'huile sous pression. Cette huile fait tourner un moteur hydraulique qui entraîne un alternateur produisant du courant électrique.



- 5.1. A l'aide la chaîne énergétique de l'annexe 3 page 10/11, compléter les points ① à ④, en s'aidant des mots proposés.
- 5.2. Le rendement  $\eta$  du pelamis est de 75 %. En une journée, le pelamis a reçu des vagues une énergie  $E_a$  de 12 000 kWh.  
Calculer, en kWh, la quantité d'énergie électrique fournie  $E_u$  par le pelamis.
- 5.3. Dans la chaîne énergétique du pelamis, les pertes d'énergie sont de 25 %. Sous quelle forme d'énergie interviennent-elles ? Ecrire sur la copie la bonne réponse.

Energie chimique

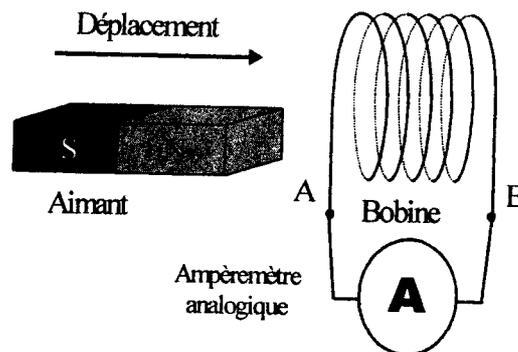
Energie thermique

Energie électrique

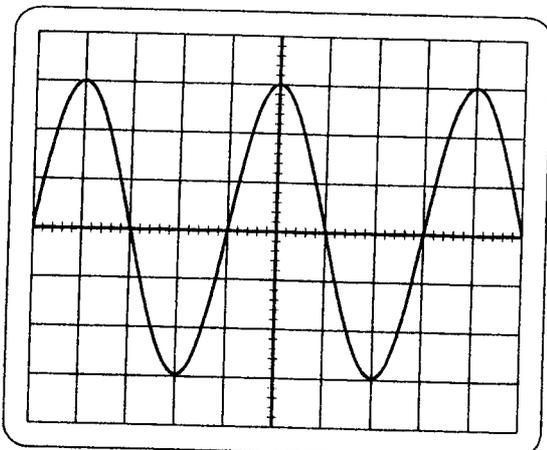
Donnée :  $\eta = \frac{E_u}{E_a}$

**Exercice 6, au choix (3 points)**

L'électricité est produite par un alternateur triphasé. Pour mettre en évidence le principe de fonctionnement de l'alternateur, on réalise au laboratoire l'expérience ci-contre.



- 6.1. Que peut-on constater ?
- 6.2. L'oscillogramme suivant représente la tension sinusoïdale mesurée aux bornes de l'alternateur à l'aide d'une sonde atténuatrice.



Calibre horizontal : 5 ms/div

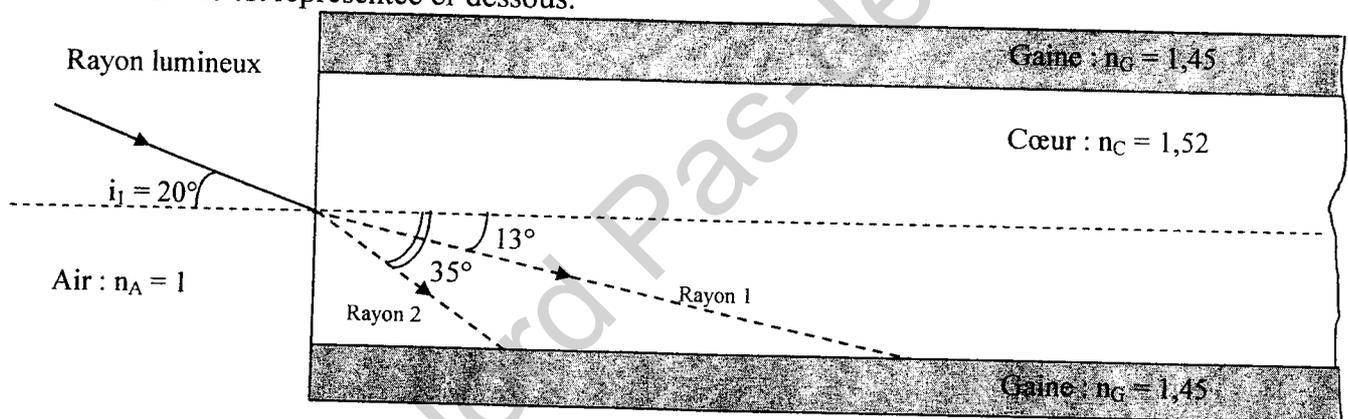
Calibre vertical : 200 V/div  
(avec la sonde atténuatrice)

- 6.2.1. A l'aide de l'oscillogramme, calculer, en volt, la valeur maximale de la tension.
- 6.2.2. A l'aide de l'oscillogramme, calculer, en seconde, la période  $T$  de la tension.
- 6.2.3. En déduire la valeur, en hertz, de la fréquence  $f$  de la tension.
- 6.3. Préciser le type de tension mesurée par un voltmètre branché aux bornes de l'alternateur.
- 6.4. Calculer, en volt, cette tension. Arrondir le résultat à l'unité.

Donnée :  $U = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}$

**Exercice 7, au choix (3 points)**

Les fibres optiques sont installées pour transférer des signaux de commande entre le pelamis et la terre. Une de ces fibres est représentée ci-dessous.



- 7.1. À l'aide des indices de réfraction donnés sur le schéma, indiquer quel est le milieu le plus réfringent parmi les propositions ci-dessous. Justifier la réponse.

gaine de la fibre optique

air

coeur de la fibre optique

- 7.2. Parmi les 2 rayons réfractés tracés 1 et 2, choisir celui qui est exact. Justifier la réponse.
- 7.3. Quand le rayon lumineux arrive à la limite de séparation cœur/gaine, celui-ci subit une réflexion totale. Parmi les trois propositions suivantes, écrire sur la copie la ou les propositions correctes.

**Proposition 1 :** l'angle d'incidence est supérieur à l'angle de réfraction limite.

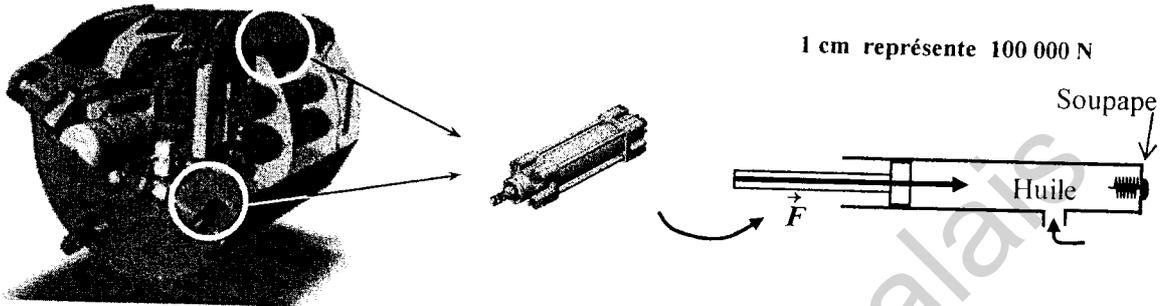
**Proposition 2 :** la gaine est moins réfringente que le cœur, il ne peut pas y avoir de rayon réfracté.

**Proposition 3 :** cette séparation se comporte comme un miroir.

- 7.4. Tracer, sur l'annexe 3 page 10/11, le trajet du rayon lumineux qui se réfléchit en E.

Exercice 8, au choix (3 points)

La turbine du moteur hydraulique, fonctionne grâce à l'huile mise sous pression par un vérin hydraulique.



- 8.1. L'action exercée sur la tige du vérin est représentée par la force  $\vec{F}$ , schématisée ci-dessus. A l'aide de l'unité graphique, calculer, en newton, la valeur  $F$  de cette force.
- 8.2. Calculer, en pascal, la pression  $p$  exercée par le vérin sur l'huile. Convertir cette pression en bar.
- 8.3. Parmi les deux grandeurs suivantes : force ou pression, indiquer celle qui est transmise intégralement par l'huile dans le vérin. Répondre en faisant une phrase.

Données : Section du piston :  $S = 0,015 \text{ m}^2$  ;  $1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa}$

**BEP Secteur 3**

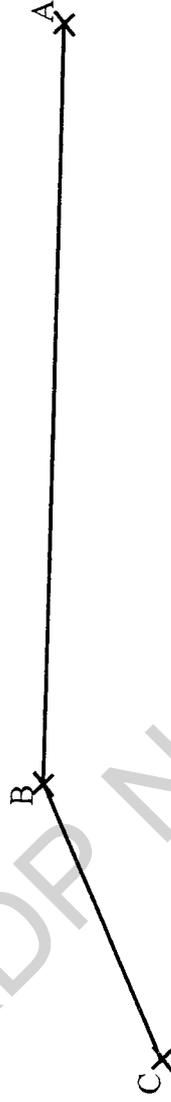
**Épreuve : Mathématiques - Sciences Physiques**

**Session  
2009**

**Page : 8/11**

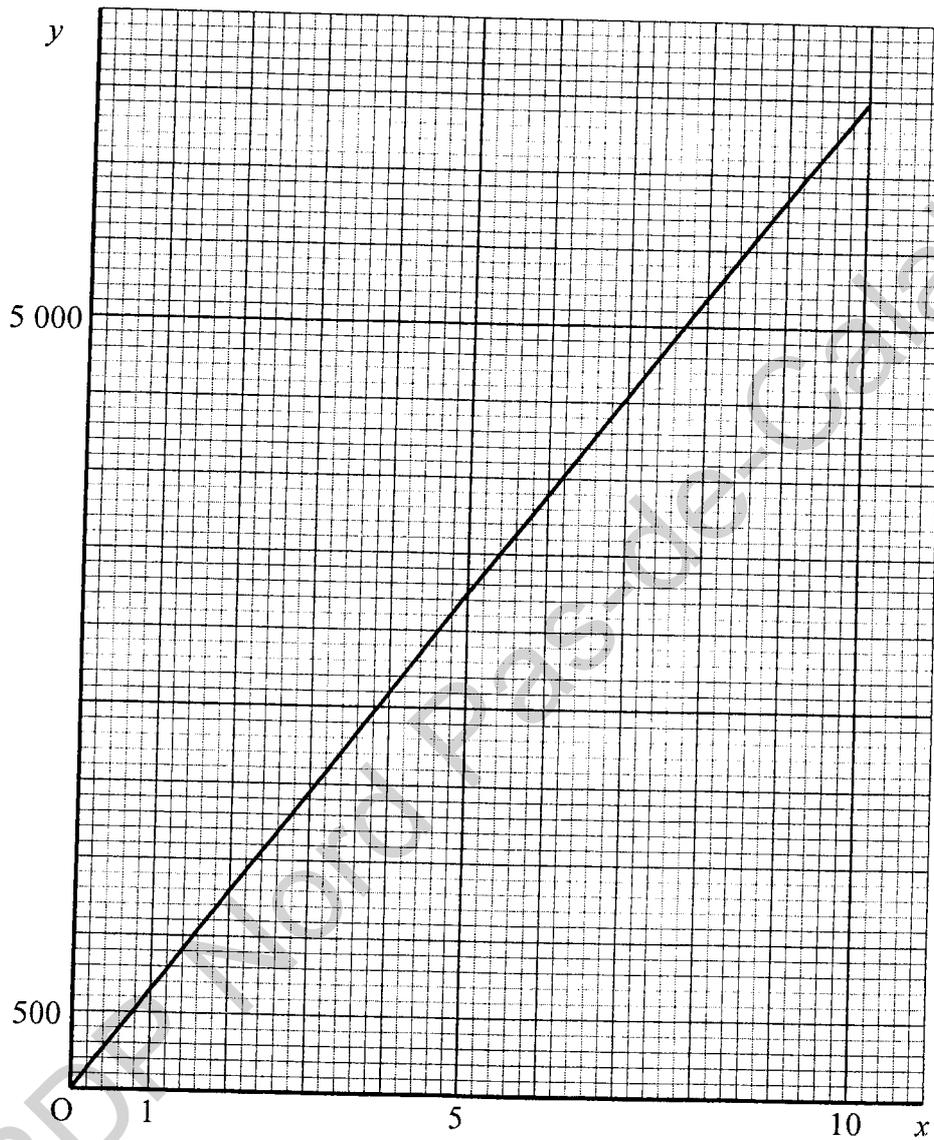
**Annexe 1 à rendre avec la copie**

**Exercice 2 : tracés géométriques**



**Annexe 2 à rendre avec la copie**

**Exercice 2 : représentations graphiques**



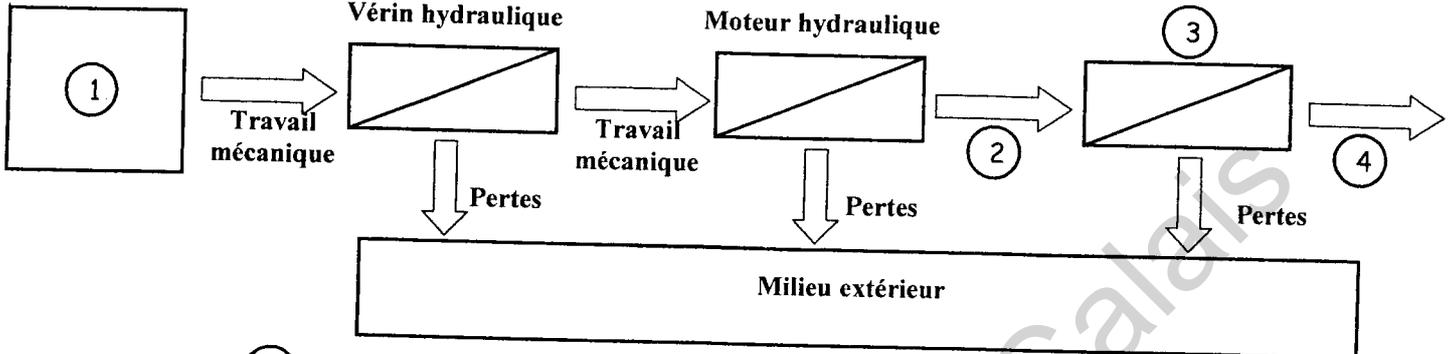
**Exercice 2 : tableau de valeurs de  $f(x) = 270x + 2900$**

$x$	0	5	10
$f(x)$		4 250	

Annexe 3 à rendre avec la copie

Exercice 5 : chaîne énergétique

Vagues

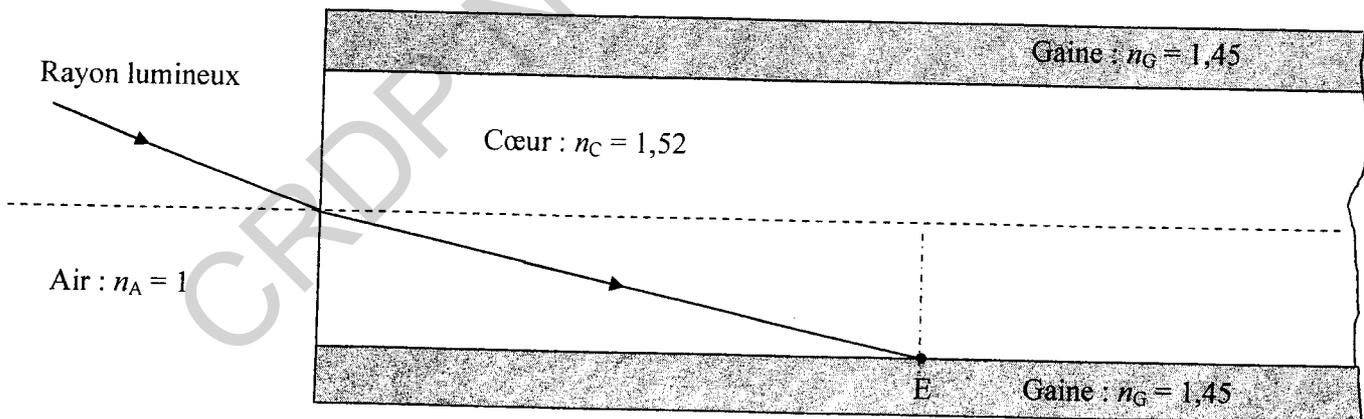


- ① : .....
- ② : .....
- ③ : .....
- ④ : .....

Mots proposés :

- Alternateur
- Travail mécanique
- Energie cinétique
- Travail électrique

Exercice 7 : trajet du rayon lumineux



**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  $\sigma$

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

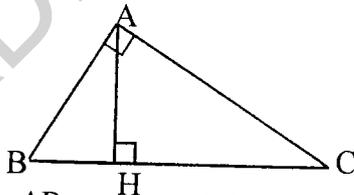
$$\sigma^2 = \frac{n_1 x_1^2 + n_2 x_2^2 + \dots + n_p x_p^2}{N} - \bar{x}^2$$

Relations métriques dans le triangle rectangle

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

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

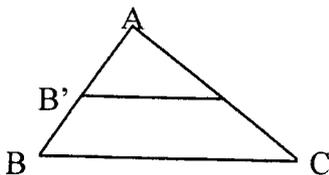
$$\sin \widehat{B} = \frac{AC}{BC} ; \cos \widehat{B} = \frac{AB}{BC} ; \tan \widehat{B} = \frac{AC}{AB}$$



Énoncé de Thalès (relatif au triangle)

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

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



Aires dans le plan

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

**Parallélogramme** :  $B h.$

**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

$$\vec{v} \begin{vmatrix} x \\ y \end{vmatrix}; \vec{v}' \begin{vmatrix} x' \\ y' \end{vmatrix}; \vec{v} + \vec{v}' \begin{vmatrix} x+x' \\ y+y' \end{vmatrix}; \lambda \vec{v} \begin{vmatrix} \lambda x \\ \lambda y \end{vmatrix}$$

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

Trigonométrie

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

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

Résolution de triangle quelconque

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

$R$  : rayon du cercle circonscrit

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