BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL AÉRONAUTIQUE
- mécanicien, systèmes - cellule
- mécanicien, systèmes – avionique

0906-AER ST B

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN AÉROSTRUCTURE 0906-TA ST 11

ÉPREUVE : MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

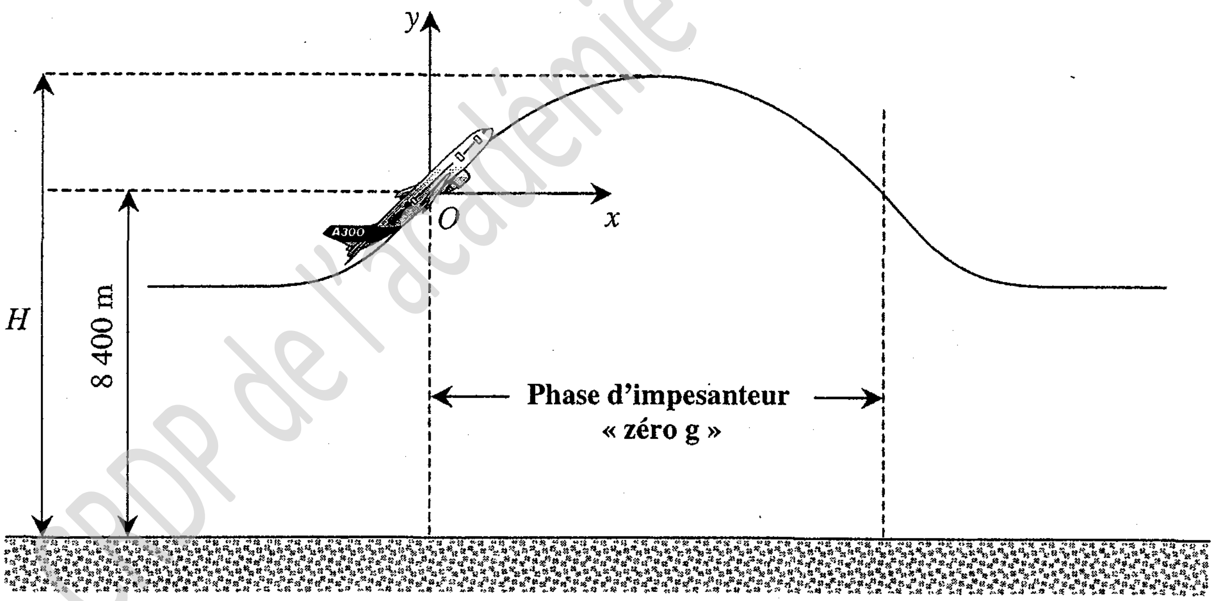
Coefficient : 2 **Durée : 2 heures**

Dans cette épreuve, l'usage des calculatrices est autorisé dans les conditions définies par la circulaire 99-186 du 16/11/99.

MATHÉMATIQUES (15 points)

EXERCICE 1 : (9 points)

En décrivant des paraboles, l'airbus « A 300 ZÉRO G » permet de simuler l'absence de pesanteur, appelée impesanteur.
L'objet de ce problème est d'étudier une trajectoire correspondant à la phase d'impesanteur et d'en déterminer la durée.



Dans le repère (O ; Ox ; Oy) et dont l'unité choisie pour chaque axe est le mètre, la position de l'avion en fonction du temps durant la phase d'impesanteur est décrite par le système d'équations suivant :

$$\begin{cases} x = 120\,t & (1) \\ y = -4{,}9\,t^2 + 120\,t & (2) \end{cases}$$

1. Au moment où l'avion entame la phase d'impesanteur, son altitude est de 8 400 m.

   a) Déterminer la valeur de y pour $t = 5$ s.

   b) En déduire l'altitude de l'avion **par rapport au sol** à cet instant.

2. À partir des équations précédentes :

   a) Exprimer t en fonction de x.

   b) Montrer que l'équation de la trajectoire dans ce repère s'écrit :

$$y = -\frac{4{,}9}{14\,400}x^2 + x.$$

3. On étudie la fonction f définie sur l'intervalle [0 ; 3 000] par $f(x) = -\frac{4{,}9}{14\,400}x^2 + x$.

   a) Déterminer $f'(x)$ où f' est la dérivée de la fonction f.

   b) On admet que $f'(x)$ s'annule pour $x = 1\,469$. Compléter le tableau de variation de la fonction f situé en annexe 1.

   c) Calculer la valeur maximale de $f(x)$ arrondie à la dizaine.

4. a) Compléter le tableau de valeurs donné en annexe1. Les résultats seront arrondis à la dizaine.

   b) Dans le repère donné en annexe 1, représenter graphiquement la fonction f sur l'intervalle [0 ; 3 000].

   c) Déterminer graphiquement la valeur de x non nulle pour laquelle $f(x) = 0$.

   d) Retrouver le résultat précédent par le calcul en résolvant l'équation $-\frac{4{,}9}{14\,400}x^2 + x = 0$.

   La solution non nulle sera arrondie à la dizaine.

5. *Exploitation des résultats*

   a) Utiliser le résultat de la question **3. c)** pour déterminer l'altitude maximale H atteinte par l'avion lors de la phase d'impesanteur (voir schéma page 1).

   b) En utilisant la valeur de x trouvée à la question **4. c)** ou **4. d)**, déduire de l'équation (1) du système initial la durée d'une phase d'impesanteur.

   c) Une opération chirurgicale nécessite 4 minutes d'impesanteur. Combien de trajectoires paraboliques de même durée seraient nécessaires pour réaliser cette opération ?

EXERCICE 2 : (6 points)

Lors du vol, l' « A300 ZÉRO G » effectue 12 trajectoires paraboliques dont les durées sont indiquées dans le tableau ci-dessous en fonction de sa vitesse au moment où il entame la parabole.

Vitesse en m/s (x_i)	484	490	499	504	509	514	519	524	536	545	565	611
Durée en s (y_i)	19,3	19,6	20,1	20,2	20,4	20,5	20,8	20,9	21,4	21,9	22,4	24,5

On souhaite étudier la relation entre la vitesse de l'avion et la durée de la trajectoire parabolique.

1. Dans le repère donné en annexe 2, compléter le nuage de points de coordonnées (x_i ; y_i).

2. Déterminer les coordonnées du point moyen G de ce nuage. Placer ce point dans le repère situé en annexe 2.

Rappel sur les coordonnées du point moyen :
- abscisse : la moyenne des abscisses des points constituant le nuage ;
- ordonnée : la moyenne de leurs ordonnées.

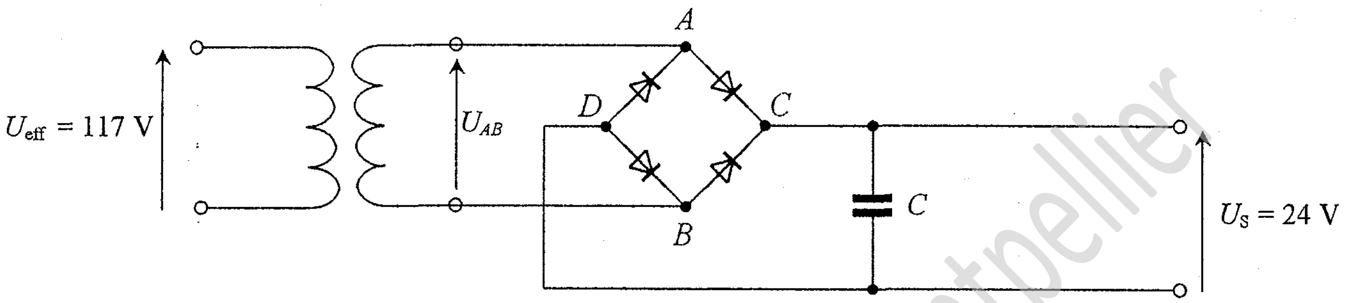
3. On prend comme droite d'ajustement de ce nuage la droite (GA) où A est le point de coordonnées (600 ; 24). Placer ce point dans le repère puis tracer la droite (GA).

4. Déterminer l'équation de la droite (GA).

5. En retenant ce modèle d'ajustement linéaire, préciser la nature de la relation entre la vitesse de l'avion et la durée de la trajectoire parabolique.

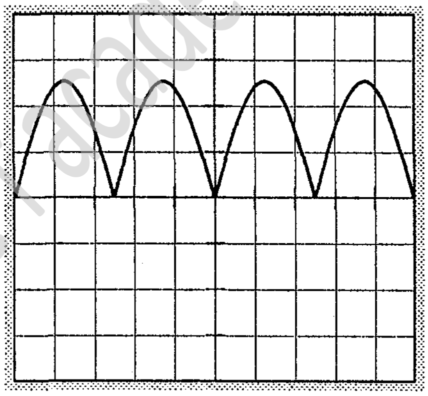
SCIENCES (5 points)

L'énergie électrique de l'avion est fournie sous une tension alternative sinusoïdale de valeur U_{eff} = 117 V et de fréquence f = 400 Hz. L'un des instruments de bord doit être alimenté sous une tension continue de 24 V. Pour cela, on utilise un transformateur abaisseur de tension suivi d'un système de redressement et de régulation selon le circuit représenté ci-dessous :



1. Le rapport de transformation k du transformateur est donné par : $k = \dfrac{U_{secondaire}}{U_{primaire}}$.

   Calculer ce rapport sachant que la tension efficace au secondaire doit être, avant régulation, U_{AB} =18,3 V. Arrondir le résultat au millième.
2. Quel est le nombre de spires du secondaire du transformateur, si le primaire est constitué de 448 spires ?
3. Un oscilloscope placé à la sortie du pont de diodes permet d'observer la tension U_{AB} en l'absence du condensateur.



Sensibilité horizontale: 0,5 ms/div.

   a) Expliquer le rôle du pont de diodes.
   b) Déterminer la période de cette tension. Calculer la fréquence correspondante.
   c) Donner la relation liant la fréquence f_{AB} de la tension U_{AB} à l'entrée du pont de diodes et la fréquence f_{CD} de la tension U_{CD} à la sortie du pont.
4. Dans le dispositif d'alimentation complet, se trouve le condensateur C. Expliquer son rôle dans l'obtention d'une tension continue.

ANNEXE 1
(à remettre avec la copie)

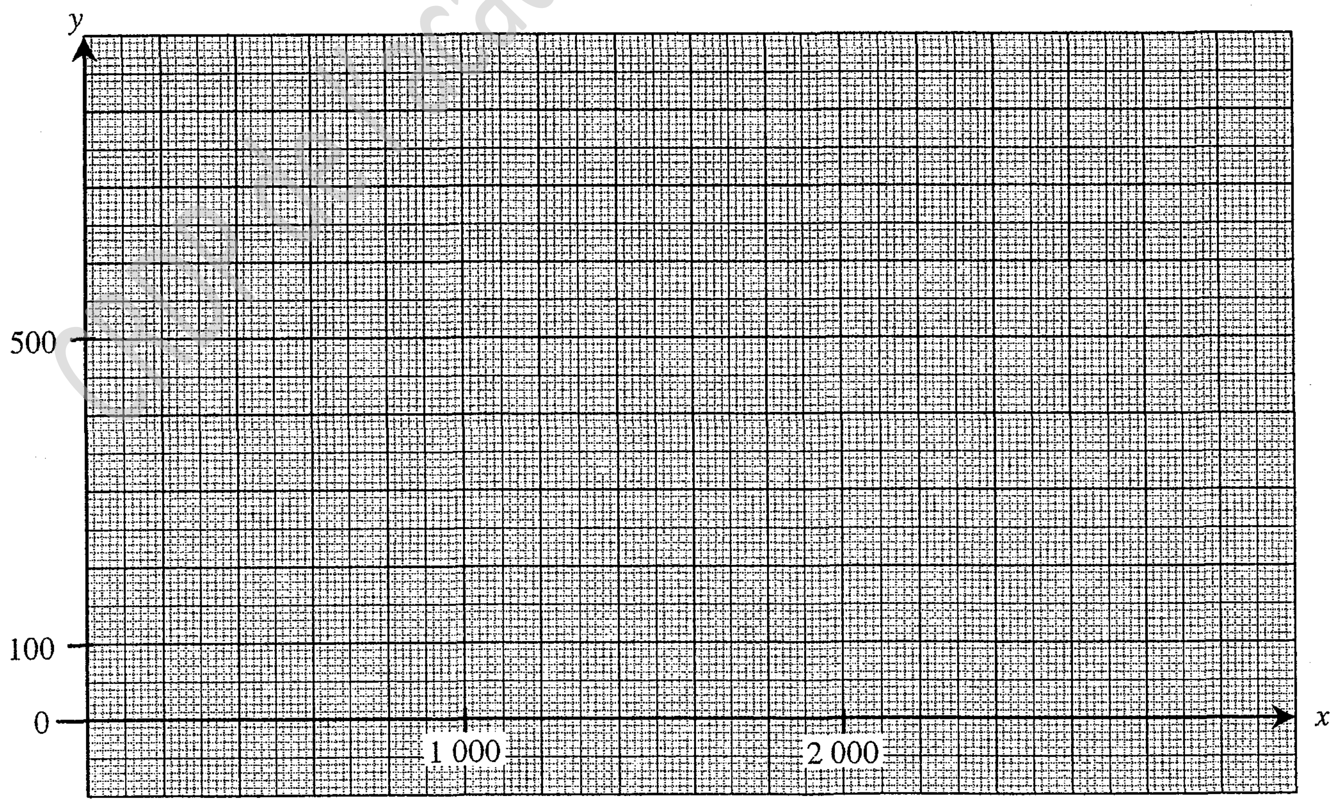
Tableau de variation :

x	0	1469	3 000
Signe de $f'(x)$		0	
Variation de f			

Tableau de valeurs :

x	0	500	1 000	1 250	1 500	1 750	2 000	2 250	2 500	3 000
$f(x)$										

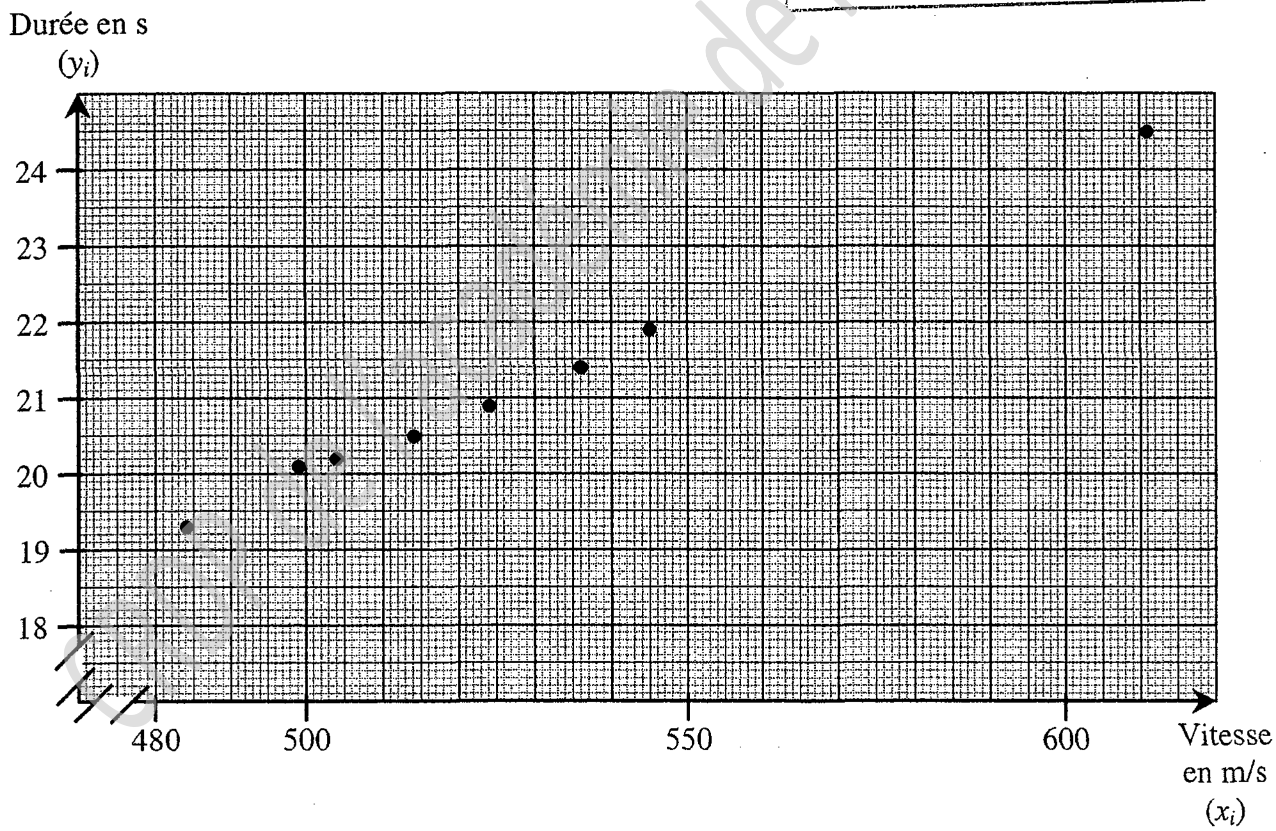
Représentation graphique :



ANNEXE 2
(à remettre avec la copie)

Points manquants à placer :

Vitesse en m/s (x_i)	490	509	519	565
Durée en s (y_i)	19,6	20,4	20,8	22,4



FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES DU BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
Secteur industriel : Artisanat, Bâtiment, Maintenance – Productique
(Arrêté du 9 mai 1995 - BO spécial n°11 du 15 juin 1995)

Fonction f	Dérivée f'
$f(x)$	$f'(x)$
$ax+b$	a
x^2	$2x$
x^3	$3x^2$
$\dfrac{1}{x}$	$-\dfrac{1}{x^2}$
$u(x)+v(x)$	$u'(x)+v'(x)$
$a\,u(x)$	$a\,u'(x)$

Logarithme népérien : ln

$\ln(ab) = \ln a + \ln b$ $\qquad \ln(a^n) = n \ln a$

$\ln(a/b) = \ln a - \ln b$

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

$\Delta = b^2 - 4ac$

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

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

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

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

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

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

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 :

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

Suites géométriques

Terme de rang 1 : u_1 et raison q

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

Somme des k premiers termes :

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

Trigonométrie

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

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

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

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

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

Statistiques

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

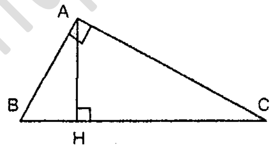
Moyenne $\bar{x} = \dfrac{\sum_{i=1}^{p} n_i x_i}{N}$

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

Ecart type $\sigma = \sqrt{V}$

Relations métriques dans le triangle rectangle

$\mathrm{AB}^2 + \mathrm{AC}^2 = \mathrm{BC}^2$



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

Résolution de triangle

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

R : rayon du cercle circonscrit

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

Aires dans le plan

Triangle : $\frac{1}{2} bc \sin\widehat{\mathrm{A}}$

Trapèze : $\frac{1}{2}(B+b)h$

Disque : πR^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 : $4\pi R^2$ $\qquad$ Volume : $\frac{4}{3}\pi R^3$

Cône de révolution ou pyramide de base B et de hauteur h : Volume $\frac{1}{3} Bh$

Calcul vectoriel dans le plan - dans l'espace

Plan	Espace
$\vec{v}.\vec{v}' = xx' + yy'$	$\vec{v}.\vec{v}' = xx' + yy' + zz'$
$\lVert\vec{v}\rVert = \sqrt{x^2+y^2}$	$\lVert\vec{v}\rVert = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$

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

$\vec{v}.\vec{v}' = \lVert\vec{v}\rVert \times \lVert\vec{v}'\rVert \cos(\vec{v}, \vec{v}')$

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