BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

AÉRONAUTIQUE
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 : (10 points)

Une société de travail aérien par hélicoptère est chargée de réaliser une série d'essais de "crash-test" sur un nouveau modèle de container destiné au largage par avion en zone difficile. Ce nouveau container est équipé d'un mini-parachute automatisé dont l'ouverture est commandée en fonction de la distance au sol. Des essais en cours sont conduits pour évaluer les conséquences d'un défaut d'ouverture dans les derniers instants.

Pour cela, un hélicoptère se maintient en vol stationnaire au dessus de la plate-forme d'essai, à une altitude de 360 m. À l'instant $t_0 = 0$ s, il lâche le container sans vitesse initiale.

Dans cette partie, on considère que le frottement de l'air sur le container est négligeable.

La distance d parcourue par le container entre le lâcher et l'instant t est donnée par :

$$d = \frac{1}{2}gt^2$$

avec d en mètre et t en seconde.

On prendra dans tout le problème $g = 9,8$ m/s².

1. **a)** Quelle est la distance parcourue par le container en une seconde ?
   b) Calculer la valeur de t_S, instant où le container frappe le sol ? Le résultat sera arrondi au centième.

2. On considère la fonction f définie sur l'intervalle [0 ; 8] par $f(t) = \frac{1}{2}gt^2$. On a donc $d = f(t)$.
   La représentation graphique de la fonction f dans le repère situé en annexe est notée $\mathscr{C}$.
   a) Compléter le tableau de valeurs situé en annexe. Les résultats seront arrondis au dixième.
   b) Déterminer $f'(t)$, f' désignant la dérivée de la fonction f
   c) Calculer $f'(0)$ et $f'(2)$.
   d) Déterminer l'équation de $\mathcal{T}_0$, tangente à $\mathscr{C}$ au point d'abscisse 0.

e) Déterminer l'équation de $\mathcal{T}_2$, tangente à $\mathscr{C}$ au point d'abscisse 2.

3. Dans le repère situé en annexe, tracer les droites $\mathcal{T}_0$, $\mathcal{T}_2$ et la courbe $\mathscr{C}$.
Unités graphiques : 2 cm pour 1 s sur l'axe des abscisses ;
0,05 cm pour 1 m sur l'axe des ordonnées.

4. a) Exprimer l'altitude h du container en fonction de d.

b) En utilisant la représentation graphique et le résultat précédent, donner l'intervalle de temps pendant lequel le container se situe entre 100 et 200 m du sol.

EXERCICE 2 : (5 points)

Le container est équipé d'un capteur de vitesse. Ce capteur permet de mesurer les distances parcourues durant chaque seconde.
On note e_1 l'espace parcouru pendant la première seconde de chute,
e_2 l'espace parcouru pendant la deuxième seconde de chute,
...
e_n l'espace parcouru pendant la n-ième seconde de chute.

1. On considère que la suite (e_n) est une suite arithmétique de premier terme $e_1 = 4{,}9$ et de raison $r = 9{,}8$.

a) Calculer e_2 et e_3.

b) Exprimer e_n en fonction de n.

c) Calculer la valeur de e_{10}.

d) Calculer la somme des 10 premiers termes de la suite (e_n).

2. Le container touche le sol au bout de 10 s.

a) Déduire de la question **1.** la hauteur H de largage du container.

b) Retrouver cette valeur à l'aide de l'expression $f(t) = 4{,}9\, t^2$ définie dans l'exercice 1.

<u>SCIENCES PHYSIQUES</u> (5 points)

Lors d'un vol d'essais, on étudie le comportement d'un avion de transport commercial en fonction du centrage (le centrage est la répartition des masses).
On s'intéresse en particulier au transfert du carburant du réservoir placé dans le PHR* vers le réservoir central.
Ce vol s'effectue en palier et à vitesse constante.

*PHR plan horizontal réglable

1) Première opération : transfert de carburant

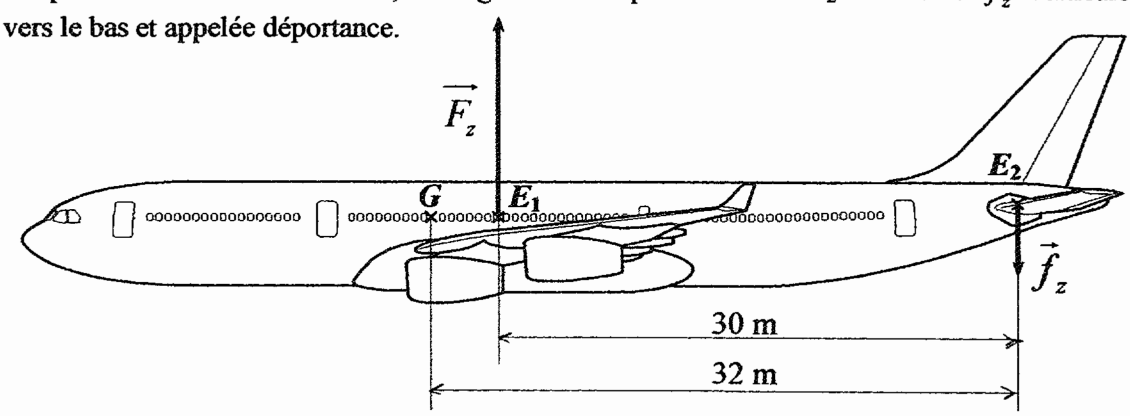
Le volume de kérosène transféré à l'aide d'une électropompe est de 5 500 L.

a) Quelle est la masse de carburant transféré, sachant que la masse volumique du kérosène est de 730 kg/m^3 ?
b) L'électropompe débite 800 kg de carburant par minute.
Calculer la durée du transfert.
c) La puissance mécanique fournie par la pompe est de 5 500 W et son rendement est de 55%.
Calculer la puissance électrique nécessaire.

Puissance électrique → **Électropompe** → Puissance mécanique **5 500 W**

2) Deuxième opération : équilibrage longitudinal de l'avion

Le transfert du carburant entraîne le déplacement du centre de gravité de l'avion. Pour maintenir l'avion en palier et à vitesse constante, on règle le PHR pour créer en E_2 une force $\vec{f}_z$ verticale, dirigée vers le bas et appelée déportance.



$\vec{F}_z$: portance de point d'application E_1,
$\vec{f}_z$: déportance de point d'application E_2,
$\vec{P}$: poids de l'avion de point d'application G.

$\vec{F}_z$, $\vec{f}_z$ et $\vec{P}$ ont même direction.

Masse de l'avion : 250 tonnes.
$g = 10$ m/s^2.

a) Calculer le poids de l'avion.

b) On note $\mathscr{M}_{/E_1}(\vec{P})$ le moment de $\vec{P}$ par rapport à un axe horizontal passant par E_1.

Calculer $\mathscr{M}_{/E_1}(\vec{P})$.

c) À l'aide du théorème des moments (applicable compte tenu des conditions de vol), calculer la valeur de la déportance $\vec{f_z}$. Arrondir le résultat à 10^3 N.

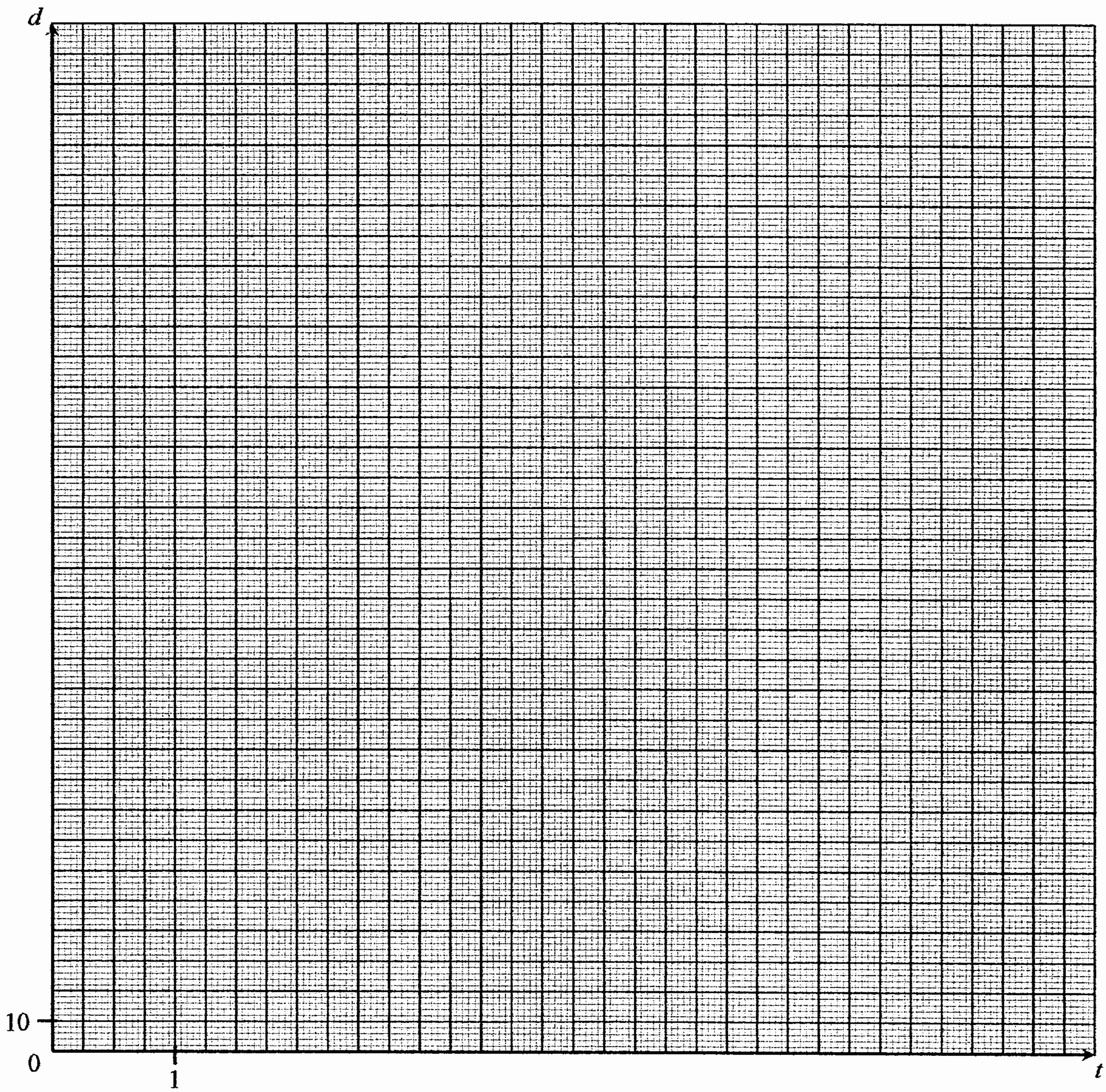
d) En déduire la valeur de $\overrightarrow{F_z}$.

ANNEXE
(à remettre avec la copie)

Tableau de valeurs :

t	0	1	2	3	4	5	6	8
$f(t)$								

Représentation graphique :



FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUE DU BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

Secteur industriel : Artisanat, Bâtiment, Maintenance-Productique (Arrêté du 9 mai 1995 - BO spécial n°11 du 15 juin 1995)

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

Logarithme népérien : ln

$\ln(a\,b)=\ln a+\ln b$ $\ln(a^n)=n\ln a$

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

Équation du second degré $a\,x^2+b\,x+c=0$

$\Delta=b^2-4\,a\,c$

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

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

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

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

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

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

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 :

$u_1+u_2+\ \ldots\ +u_k=\dfrac{k(u_1+u_k)}{2}$

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 :

$u_1+u_2+\ \ldots\ +u_k=u_1\,\dfrac{1-q^k}{1-q}$

Trigonométrie

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

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

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

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

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

Statistiques

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

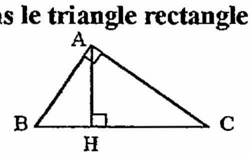
Moyenne $\bar{x}=\dfrac{\displaystyle\sum_{i=1}^{p}n_ix_i}{N}$

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

Écart type $\sigma=\sqrt{V}$

Relations métriques dans le triangle rectangle

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



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

Résolution de triangle

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

R : rayon du cercle circonscrit

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

Aires et plan

Triangle : $\dfrac{1}{2}\,b\,c\sin\widehat{A}$

Trapèze : $\dfrac{1}{2}(B+b)\,h$

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 $B\,h$

Sphère de rayon R :

Aire : $4\,\pi\,R^2$ Volume : $\dfrac{4}{3}\pi\,R^3$

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

Calcul vectoriel dans le plan – dans l'espace

$\vec{v}\,.\,\vec{v'}=x\,x'+y\,y'$ $\vec{v}\,.\,\vec{v'}=x\,x'+y\,y'+z\,z'$

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

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

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

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