NOM – Prénom :

C06 – TP3 : ECE Blanche

CONTEXTE DU SUJET

Tout objet est attiré vers le centre de la Terre. Dans des conditions particulières, on peut néanmoins faire disparaître les effets de cette attraction. C'est ce qu'il se passe lors de « vols paraboliques » en avion, permettant pendant quelques secondes d'accéder aux conditions d'apesanteur tout en restant à proximité de la Terre.

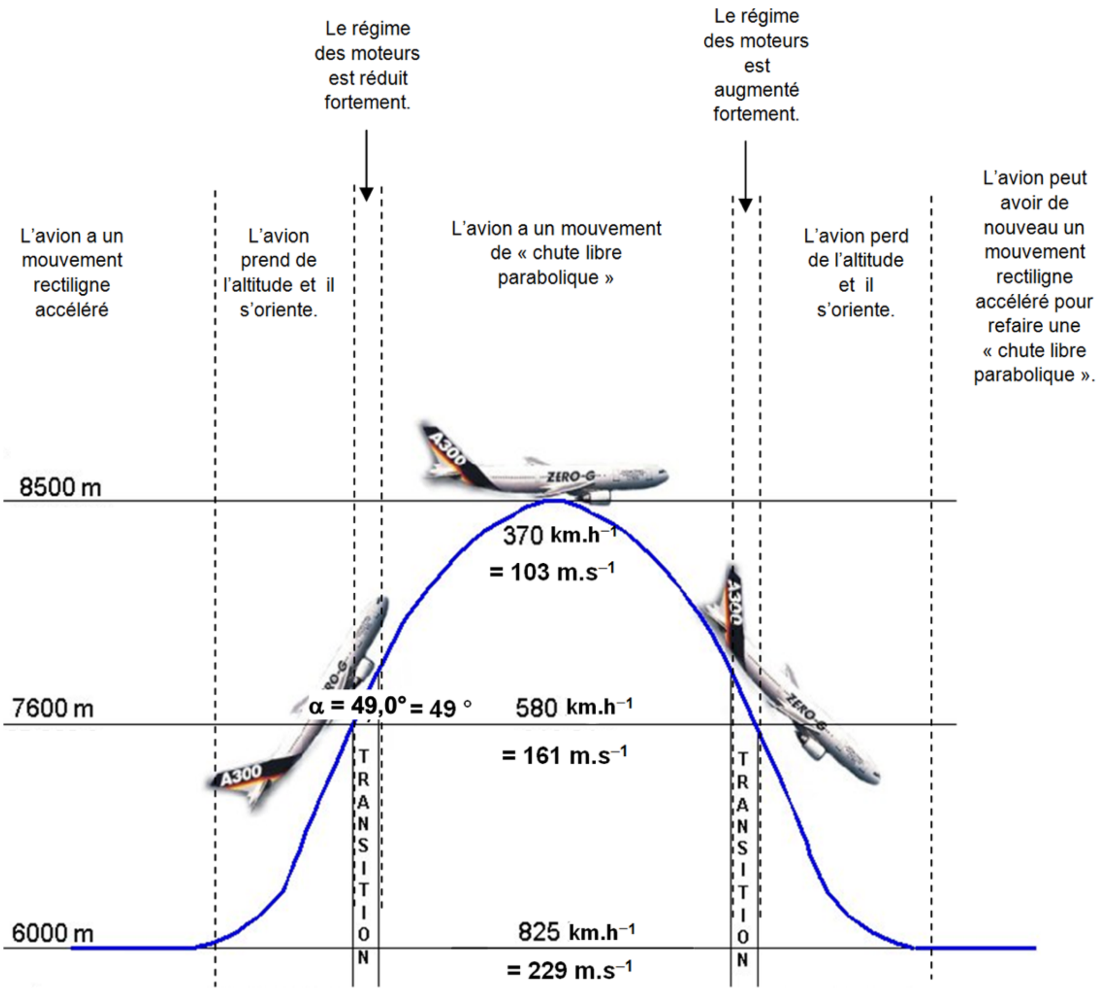
Depuis 1988, le Centre national d'études spatiales (CNES) mène un programme de vols paraboliques permettant de réaliser des expériences scientifiques en apesanteur sans recourir à un dispositif spatial coûteux. LE CNES utilise depuis 1997 un Airbus A300 spécialement aménagé : l'A300 Zéro-G.
Au cours de ces vols, l'avion monte puis pique du nez suivant la courbe de « chute-libre » d'un objet lancé en l'air : si la trajectoire est soigneusement suivie, l'intérieur de l'avion se retrouve en état d'apesanteur : tout y « flotte » comme si la pesanteur avait disparu.

D'après : http://www.cnes.fr et http://www.futura-sciences.com

Le but de cette épreuve est de modéliser la « chute libre parabolique » de l'A300 Zéro-G et d'évaluer la durée de cette chute.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT

Schéma simplifié d'un vol de l'A300 Zéro-G



D'après : http://www.novespace.fr

La durée de la chute libre parabolique est de 22 secondes.

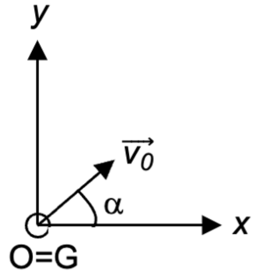
« Chute libre parabolique » de l'A300 Zéro-G

Pendant la phase de « chute libre parabolique », l'avion semble n'être soumis qu'à son propre poids. Les actions de l'air qui sont importantes sont compensées par la propulsion produite par les moteurs. On considérera que la valeur de l'intensité du champ de pesanteur entre 7600 m et 8500 m est g = 9,81 m.s^{-2}.

Modélisation de la chute libre parabolique d'une balle

Un repère (O,x,y) est placé au centre G d'une balle ***à l'instant t = 0 s. Cet instant correspond au début de la chute libre parabolique***.

La vitesse initiale de la balle est notée v_0 et le vecteur vitesse correspondant $\overrightarrow{v_0}$ fait un angle α (0°≤ α ≤ 90°) par rapport à l'axe horizontal (O, x).



Les coordonnées $\begin{pmatrix} v_x(t) \\ v_y(t) \end{pmatrix}$ du vecteur vitesse se calculent en dérivant les coordonnées $\begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix}$ du vecteur position par rapport au temps.

Les coordonnées $\begin{pmatrix} a_x(t) \\ a_y(t) \end{pmatrix}$ du vecteur accélération se calculent en dérivant les coordonnées $\begin{pmatrix} v_x(t) \\ v_y(t) \end{pmatrix}$ du vecteur vitesse par rapport au temps.

Matériel mis à disposition du candidat

La vidéo « balles » contenant l'enregistrement de deux balles en mouvements sur Terre est disponible sur le réseau pédagogique dans le dossier <u>*dont le chemin est indiqué au tableau*</u>.

La hauteur réelle de la règle verticale présente sur cette vidéo est 1,14 m.

<u>TRAVAIL À EFFECTUER</u>

1. Proposition d'une stratégie pour exploiter la séquence vidéo (20 minutes conseillées)

On simulera le vol parabolique par la chute libre d'une balle. Visualiser la vidéo « balles ».

On choisit la balle <u>venant de la gauche</u> pour modéliser le mouvement parabolique de l'Airbus A300-Zéro G. Ainsi la « chute libre parabolique » de l'avion est modélisée par la chute libre d'une balle.

1.1. Expliquer pour quelle raison la vidéo de cette balle n'est pas exploitable dans sa totalité.

………
………
………
………
………
………
………

1.2. Indiquer les numéros des images entre lesquelles il est possible d'étudier la vidéo de cette balle.

………
………
………

1.3. Pourquoi aurait-il été moins judicieux d'étudier la balle venant de la droite pour conduire cette modélisation ?

………
………
………
………

……..

Dans cette partie, on considère ***uniquement la balle venant de la gauche et les images sélectionnées précédemment.***

1.4. Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer les équations horaires numériques du mouvement $x(t)$ et $y(t)$. On indiquera aussi comment déterminer, à partir de la modélisation précédente, les équations horaires numériques des coordonnées $\begin{pmatrix} v_x(t) \\ v_y(t) \end{pmatrix}$ du vecteur vitesse $\vec{v}$, et $\begin{pmatrix} a_x(t) \\ a_y(t) \end{pmatrix}$ du vecteur accélération $\vec{a}$ du centre G de cette balle.

……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..
……..

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter les réponses aux questions et le protocole ou en cas de difficulté	

2. Modélisation du mouvement parabolique de la balle (**20 minutes conseillées**)

Mettre en œuvre le protocole puis recopier ci-dessous les équations horaires numériques obtenues.
On rappelle que dans la vidéo « balles », la hauteur réelle de la règle verticale présente est 1,14 m.

Vecteur position :

$$\overrightarrow{OG}(t) \begin{cases} x(t) = \\ \\ y(t) = \end{cases}$$

Vecteur vitesse :

$$\vec{v}(t) \begin{cases} v_x(t) = \\ \\ v_y(t) = \end{cases}$$

Vecteur accélération :

$$\vec{a}(t) \begin{cases} a_x(t) = \\ \\ a_y(t) = \end{cases}$$

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	

3. « Chute libre parabolique » de l'Airbus A300 Zéro-G (20 minutes conseillées)

3.1. À l'aide des résultats expérimentaux obtenus dans la partie 2, indiquer parmi les trois propositions suivantes, celle qui modélise le mieux le mouvement du centre *G* de cette balle.

Proposition n° 1	Proposition n° 2	Proposition n° 3
$\vec{a}(t)\begin{cases} a_x(t)= 0 \\ a_y(t)= -g \end{cases}$ $\vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t)= v_0 .\cos\alpha \\ v_y(t)= -g.t - v_0 .\sin\alpha \end{cases}$ $\overrightarrow{OG}(t)\begin{cases} x(t) =(v_0 .\cos\alpha).t \\ y(t)= -\dfrac{1}{2}\ g.t^2 - (v_0 .\sin\alpha).t \end{cases}$	$\vec{a}\begin{cases} a_x(t)= 0 \\ a_y(t)= g \end{cases}$ $\vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t)= v_0 .\cos\alpha \\ v_y(t)= g.t - v_0 .\sin\alpha \end{cases}$ $\overrightarrow{OG}(t)\begin{cases} x(t)=(v_0 .\cos\alpha).t \\ y(t)=\dfrac{1}{2}\ g.t^2 - (v_0 .\sin\alpha).t \end{cases}$	$\vec{a}\begin{cases} a_x(t)= 0 \\ a_y(t)= -g \end{cases}$ $\vec{v}\begin{cases} v_x(t)= v_0 .\cos\alpha \\ v_y(t)= -g.t + v_0 .\sin\alpha \end{cases}$ $\overrightarrow{OG}\begin{cases} x(t)=(v_0 .\cos\alpha).t \\ y(t)= -\dfrac{1}{2}\ g.t^2+(v_0 .\sin\alpha).t \end{cases}$

Proposition choisie : n°…….

APPEL FACULTATIF		
✋	**Appeler le professeur pour lui présenter la réponse ou en cas de difficulté**	✋

La proposition retenue précédemment (n° 1, n° 2 ou n° 3) pour modéliser le mouvement parabolique du centre *G* de la balle est transposable au mouvement parabolique de l'Airbus A300 Zéro-G en chute libre.

Les équations de la proposition retenue avec un axe (Oy) ascendant permettent de déterminer les expressions suivantes :

Vitesse de l'avion au sommet *S* de la parabole	Altitude de l'avion au sommet *S* de la parabole	Durée totale de la « chute libre parabolique » de l'avion
$v_S = v_0 .\cos\alpha$	$h_s = -\dfrac{1}{2}\ g.t_S{}^2+(v_0 .\sin\alpha).t_S + 7600$ avec $t_S = \dfrac{v_0 .sin\ \alpha}{g}$	$\Delta t = \dfrac{2\, v_0 .\sin\ \alpha}{g}$

3.2. Exploiter les données des documents pour calculer la vitesse et l'altitude de l'avion au sommet *S* de la parabole ainsi que la durée totale de sa « chute libre parabolique ».

………
………
………
………
………
………
………
………
………
………
………

……………………………………………………………………………………………………..………………..
……………………………………………………………………………………………………..………………..
……………………………………………………………………………………………………..………………..
……………………………………………………………………………………………………..………………..
……………………………………………………………………………………………………..………………..
……………………………………………………………………………………………………..………………..

3.3. Vérifier que les résultats des calculs sont cohérents avec des valeurs extraites du schéma de la trajectoire de l’avion.

……………………………………………………………………………………………………..………………
……………………………………………………………………………………………………..………………..
……………………………………………………………………………………………………..………………..
……………………………………………………………………………………………………..………………..
……………………………………………………………………………………………………..………………..
……………………………………………………………………………………………………..………………..
……………………………………………………………………………………………………..………………..
……………………………………………………………………………………………………..………………..
……………………………………………………………………………………………………..………………..

Fermer les logiciels et les vidéos avant de quitter la salle.