

TS	Thème : Lois et modèles	TP n°18
Physique	Vol parabolique de l'airbus A300 Zéro-G	Chap.6

Barème, compétences et NOTE

NOM : **Prénom** : **Classe** : TS ...

NOM : **Prénom** : **Classe** : TS ...

	1.1 à 1.4	1.5 et 2	3 et 4	Rédaction - Unités Chiffres Significatifs -	
Compétences	Analyser	Réaliser	Valider	Communiquer	NOTE
Critère	A-B-C-D	A-B-C-D	A-B-C-D	A-B-C-D/20
Coefficient	3	6	6	3	

But du TP : Modéliser la « chute libre parabolique » de l'A300 Zéro-G et déterminer la durée de cette chute.

Vol parabolique de l'Airbus A300 Zéro-G

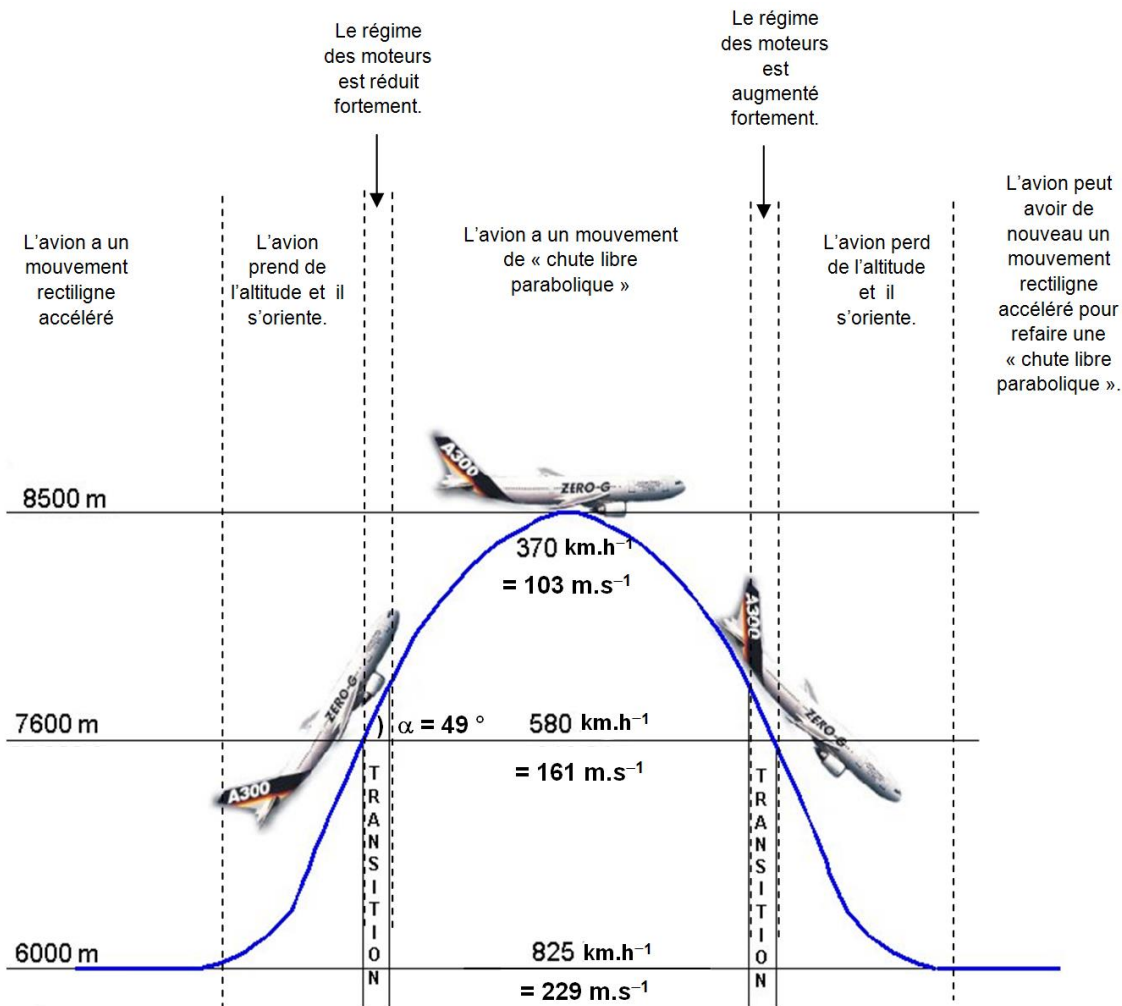
Contexte du sujet

- *Sous l'effet de l'attraction terrestre, tout objet est attiré vers le centre de la Terre. Dans des conditions particulières, on peut néanmoins faire disparaître certains effets de cette attraction. C'est le cas des astronautes qui semblent flotter dans leur vaisseau. C'est également ce qu'il se passe lors de vols paraboliques qui permettent 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 afin 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.*
- *L'entreprise Novespace, qui gère l'Airbus A300 Zéro-G, permet désormais au public de découvrir cette sensation que seuls les astronautes connaissent. Pour environ 6000 €, il est possible de monter à bord de l'Airbus A300 Zéro-G aux aéroports de Bordeaux-Mérignac ou de Paris-Le Bourget.*
- *Au cours du vol de 2 h 30 au-dessus du golfe de Gascogne, une série de paraboles offre environ cinq minutes d'apesanteur au total. Durant chaque manœuvre, l'avion monte puis pique du nez, suivant la courbe de « chute libre » d'un objet lancé en l'air : si la trajectoire est précisément suivie, à l'intérieur, tout flotte comme si la pesanteur n'existait plus.*

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

- Visualiser la vidéo « [vol parabolique](#) ». (Sciences et Avenir)

Document 1 : Schéma simplifié d'un vol de l'A300 Zéro-G



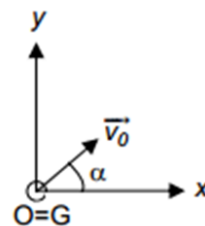
D'après : <http://www.novespace.fr>

Document 2 : « 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.
- La valeur de l'intensité du champ de pesanteur entre 7 600 m et 8 500 m est $g = 9,78 \text{ m.s}^{-2}$.

Document 3 : 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 $t = 0 \text{ s}$. 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 \vec{v}_0 fait un angle α ($0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$) par rapport à l'axe horizontal (Ox) .
- Les coordonnées $\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix}$ du vecteur vitesse se calculent en dérivant les coordonnées $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ du vecteur position par rapport au temps.
- Les coordonnées $\begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix}$ du vecteur accélération se calculent en dérivant les coordonnées $\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix}$ du vecteur vitesse par rapport au temps.



1. Protocole expérimental

- A l'aide du logiciel *Regressi*, visualiser la vidéo « balles » qui modélise la « chute libre parabolique » de l'avion.
 - 1.1. Quelle balle choisir pour modéliser le mouvement parabolique de l'Airbus A300-Zéro G ?
 - 1.2. Expliquer pour quelle raison la vidéo de cette balle n'est pas exploitable dans sa totalité.
 - 1.3. Indiquer à partir de quel instant il est possible d'étudier la vidéo de cette balle.
 - 1.4. Pourquoi aurait-il été moins judicieux d'étudier l'autre balle pour conduire cette modélisation ?

- Dans cette partie, on considère uniquement la balle venant de la gauche et les images sélectionnées précédemment.
- 1.5. Proposer un protocole expérimental utilisant les logiciels pour obtenir les équations horaires numériques des coordonnées du vecteur position $\overrightarrow{OG} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$, du vecteur vitesse $\overrightarrow{v} \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix}$, et du vecteur accélération $\overrightarrow{a} \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix}$ du centre G.

Appeler le professeur pour lui présenter les réponses et le protocole ou en cas de difficulté.

2. Modélisation du mouvement parabolique de la balle

- 2.1. Mettre en œuvre le protocole puis recopier ci-dessous les équations horaires numériques obtenues.

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

$$\text{vecteur accélération } \overrightarrow{a} \begin{cases} a_x = \\ a_y = \end{cases}$$

$$\text{vecteur vitesse } \overrightarrow{v} \begin{cases} v_x = \\ v_y = \end{cases}$$

$$\text{Vecteur position } \overrightarrow{OG} \begin{cases} x = \\ y = \end{cases}$$

Appeler le professeur pour lui présenter les réponses et le protocole ou en cas de difficulté.

3. Durée de la « chute libre parabolique » de l'Airbus A300 Zéro-G

- 3.1. Parmi les trois propositions suivantes, quelle est celle qui modélise le mouvement du centre G de cette balle ? Justifier.

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

Appeler le professeur pour lui présenter la réponse choisie.

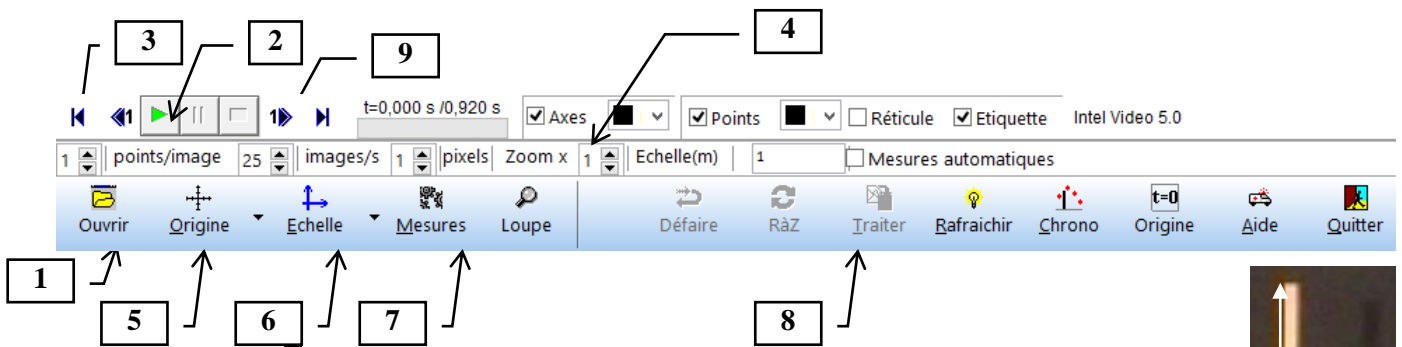
- 3.2. Démontrer l'expression de la durée mise par la balle pour revenir à son altitude initiale, c'est-à-dire la durée nécessaire pour réaliser une chute parabolique : $t_{\text{chute balle}} = \frac{2 v_0 \times \sin \alpha}{g}$
- 3.3. La « chute libre parabolique » de l'avion pouvant être modélisée par celle de la balle, la durée d'une « chute libre parabolique » de l'Airbus A300 Zéro-G peut se calculer avec la même formule. Exploiter les documents 1 et 2, afin de calculer la durée approximative $t_{\text{chute avion}}$.
- 3.4. Calculer l'écart relatif entre cette durée $t_{\text{chute avion}}$ et la durée réelle $t_{\text{réelle}}$ annoncée dans la vidéo « vol parabolique ». Commenter le résultat.
- 3.5. Quels paramètres faut-il modifier pour augmenter la durée d'apesanteur ? D'après vous, cela vous semblerait-il possible ?

4. Vitesse et altitude au sommet de la parabole

- 4.1. Déterminer par une méthode que vous explicitez la vitesse et l'altitude au sommet de la parabole.
- 4.2. Ces valeurs sont-elles cohérentes avec celles indiquées sur le document 1 ? Comment expliquer les différences ?

Acquisition du mouvement

- Lancer le logiciel Regressi puis faire Fichier Nouveau Vidéo.
- La barre de menus est ci-dessous :



- Cliquer sur Ouvrir **1** et charger le fichier balles dans le répertoire de votre classe.
- Faire défiler la vidéo **2** puis revenir **3** sur la 1^{ère} image du début du mouvement.
- Cliquer sur Origine **5** puis placer l'origine sur le centre de la balle. Les axes doivent être orientés positivement vers le haut et vers la droite. Voir la forme de l'icône **6**.
- Cliquer sur Echelles **6** puis, avec précision, **en haut et en bas de la règle graduée** ; indiquer la distance entre les deux points (en m), c'est-à-dire 1.14 m.
- Cliquer sur Mesures **7** puis cliquer sur la balle sur la 1^{ère} image avec précision ; l'image suivante s'affiche et ainsi de suite à des intervalles de temps égaux.
- Cliquer sur Traiter **8** pour exporter vos données dans Regressi.
- **Sauvegarder votre fichier** à intervalles de temps réguliers.
- Retourner à l'énoncé.



Outils mathématiques

