

# L'AVION ZERO-G



## Capacité(s) contextualisée(s) mise(s) en jeu durant l'activité :

- ✓ Mettre en œuvre les trois lois de Newton pour étudier des mouvements dans un champ de pesanteur uniforme.
- ✓ Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour étudier un mouvement.

## I. But

- Vérifier expérimentalement qu'un objet en chute libre avec une vitesse initiale non nulle suit une trajectoire parabolique.

## II. Introduction

(s'approprier)



L'Airbus A300 ZERO-G est un avion de la société Airbus aménagé en laboratoire de recherche scientifique. Il est utilisé en particulier pour réaliser des vols permettant d'atteindre jusqu'à une vingtaine de secondes d'impesanteur. Il appartient à la société Novespace, filiale du Centre national d'études spatiales (CNES) et est basé sur l'aéroport de Bordeaux/Mérignac.

## Que doit faire un avion pour que ses passagers soient en impesanteur



## III. Documents

(s'approprier)



### III.1. Doc.1 : L'impesanteur

L'impesanteur est l'absence apparente de pesanteur dans un référentiel donné.

### Animation :

<http://www.cnes-multimedia.fr/>

Le terme « apesanteur » est le terme fort valorisant français pour désigner cet état d'absence de pesanteur ; cependant les confusions orales fréquentes entre l'apesanteur et « la pesanteur » ont conduit à utiliser le terme « impesanteur » en lieu et place.

### III.2. Doc.2 : La chute libre

La chute libre est par définition une chute au cours de laquelle seule la gravité s'exerce. Le corps en chute libre n'est alors soumis qu'à son poids.

Un objet en chute libre avec une vitesse initiale a une trajectoire parabolique (Fig.1).

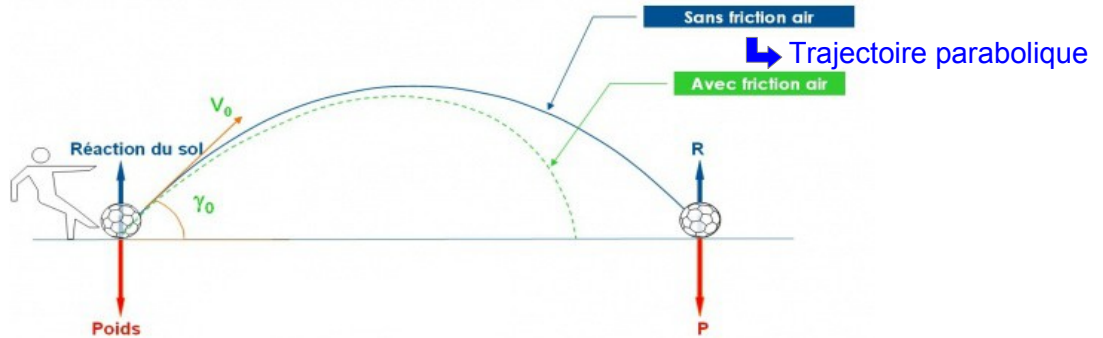


Fig.1 : Trajectoire parabolique d'un objet en chute libre avec vitesse initiale

Source : <http://www.cnes.fr/>

### III.3. Doc.3 : Le vol parabolique

L'Airbus « Zéro G » qui est en vol horizontal à 6300 mètres d'altitude monte en se cabrant à  $47^\circ$ . Il est alors en hyperpesanteur à 1,8 g (1 g correspond à l'accélération de la pesanteur à la surface de la Terre). Le pilote diminue ensuite la poussée des réacteurs de façon à juste compenser le frottement de l'air et l'avion entre en phase de chute libre dès 8 200 mètres. Son contenu est en impesanteur. Son élan lui permet d'atteindre 8 700 mètres puis il retombe (phase descendante de la parabole). Après avoir remis les gaz à 8 200 mètres et retrouvé une phase d'hyperpesanteur l'avion reprend son vol horizontal à 6 300 mètres. L'opération dure environ une minute pour obtenir une vingtaine de secondes d'impesanteur ou micropesanteur intercalées entre deux périodes d'hyperpesanteur.

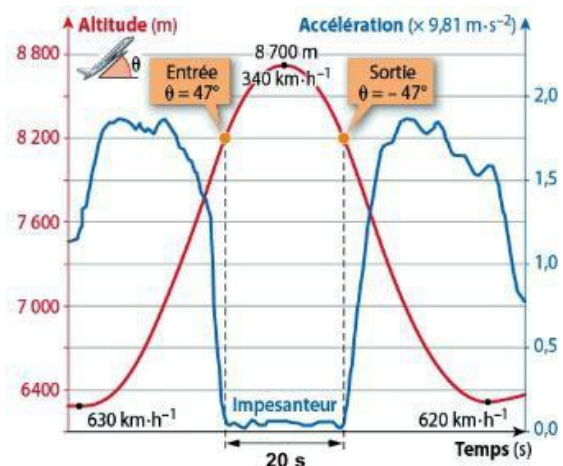


Fig.2 : L'Airbus A300 ZERO-G et sa trajectoire lors d'un vol parabolique

Source : <http://eduscol.education.fr/orbito/pedago/zerog/zerog2.htm>

## **Animation :**

<http://www.novespace.fr/>

### **IV. Etude préliminaire**

*(s'approprier, analyser)*



1. Etablir l'expression vectorielle de l'accélération du ballon du **Doc.2** une fois qu'il est en chute libre.
2. En déduire l'expression des coordonnées du vecteur vitesse du ballon ( $v_x(t)$  et  $v_y(t)$ ).
3. En déduire les équations horaires du mouvement ( $x(t)$  et  $y(t)$ ) puis la trajectoire ( $y(x)$ ) de ce ballon.

**Appel du professeur**

### **V. Mouvement d'un objet en chute libre avec une vitesse initiale non nulle**

#### **V.1. Manipulations**

*(élaborer, réaliser)*



- A l'aide du matériel disponible, élaborer et noter un protocole expérimental permettant de vérifier qu'un objet en chute libre lancé avec une certaine vitesse initiale non nulle a bien une trajectoire parabolique.

**Appel du professeur**

- Une fois le protocole mis en commun avec le reste de la classe, il est réalisé.
- Récupérer le document réalisé et l'exploiter suivant votre protocole.

**Appel du professeur**

#### **V.2. Exploitation des résultats**

*(analyser, valider)*



- A l'aide du logiciel, tracer les coordonnées de l'objet en fonction du temps  $x(t)$  et  $y(t)$
- Modéliser ces deux séries de points par des fonctions mathématiques adéquates et noter leurs expressions. Conclure.
- Tracer la trajectoire de l'objet  $y(x)$ .
- Modéliser cette trajectoire par une fonction mathématique adéquate et noter son expression. Conclure.

**Appel du professeur**

## VI. Conclusion

(analyser, valider)



1. Repérer sur la **Fig.2** du **Doc.3** à quel moment les passagers (et les objets) de l'avion sont en impesanteur.
2. Quelle est la trajectoire de l'avion durant la période d'impesanteur ? En quoi cela est-il cohérent avec les résultats obtenus précédemment ?
3. Retrouver les différents paramètres du vol :
  - o vitesse initiale de l'avion au commencement du vol en impesanteur ;
  - o altitude maximale atteinte par l'avion ;
  - o durée de vol en impesanteur.

Appel du professeur

## VII. Compte-rendu

(communiquer)



- Rédiger le compte rendu de cette activité expérimentale.



**Fiche méthode : Rédiger un compte rendu d'activité expérimentale**



### Pour les plus curieux...



#### Le vol parabolique lien vers l'ISS et au-delà

Moyen	Durée	Niveau de $\mu\text{p}$	Charge utile
Tours de chute	2 – 5 s	$10^{-5}$ to $10^{-6}$ g	200 - 300 kg
Vols paraboliques	20 s	$10^{-2}$ g	10 - 20 tonnes
Fusées sondes	3 – 15 min	$10^{-4}$ g	100 - 500 kg
Capsules	15 jours	$10^{-6}$ g	700kg
ISS	> semaine	$10^{-5}$ g	qq – 100aines kg

Flexibilité ↑ (à gauche) / Coût ↓ (à droite)

Source : [www.cnes.fr](http://www.cnes.fr)