BACCALAURÉAT SÉRIE S

Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE
Évaluation des Compétences Expérimentales

Ce sujet fait partie de la banque nationale de sujets dans laquelle les sujets d'une session sont tirés au sort.

Ce sujet est soumis à la clause de STRICTE ET TOTALE CONFIDENTIALITÉ.
Il ne peut faire l'objet d'AUCUNE DIFFUSION, y compris après la tenue de la session du baccalauréat.

SECONDE PARTIE
ÉNONCÉ ET ÉVALUATION

Sommaire

IIIb. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT 2
1. Sélection de la séquence vidéo à exploiter (10 minutes conseillées) 5
2. Modélisation du mouvement parabolique de la balle (30 minutes conseillées) 5
3. Durée de la « chute libre parabolique » de l'Airbus A300 Zéro-G (20 minutes conseillées) 7
IV. REPÈRES POUR L'ÉVALUATION 9
1. Sélection de la séquence vidéo à exploiter (10 minutes conseillées) 10
2. Modélisation du mouvement parabolique de la balle (30 minutes conseillées) 11
3. Durée de la « chute libre parabolique » de l'Airbus A300 Zéro-G (20 minutes conseillées) 12
V . GRILLE D'ÉVALUATION 14

IIIb. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	N° d'inscription :

Ce sujet comporte **sept** feuilles individuelles sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examinateur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.
L'utilisation de la calculatrice est autorisée.

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 CNES mène un programme de vols paraboliques afin de réaliser des expériences scientifiques en apesanteur sans recourir à un dispositif spatial coûteux. L'établissement 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.

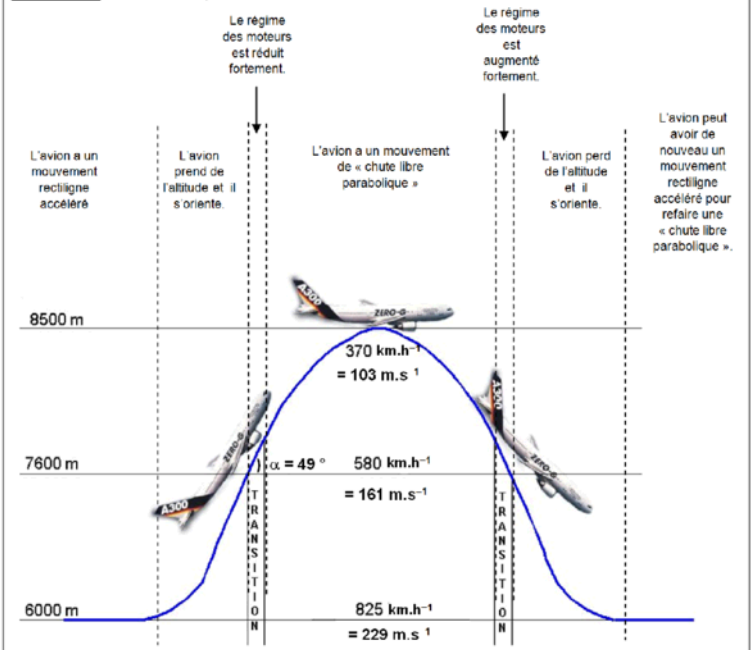
Au cours du vol de 2 h 30 au-dessus du golfe de Gascogne, une série de paraboles offre environ cinq minutes d'apesanteur au total. Durant chaque manœuvre, l'avion monte puis pique du nez, suivant la courbe de « chute libre » d'un objet lancé en l'air : si la trajectoire est précisément suivie, à l'intérieur, tout flotte comme si la pesanteur n'existait plus.

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

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

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT

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



D'après : http://www.novespace.fr

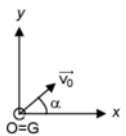
Document 2 : « Chute libre parabolique » de l'A300 Zéro-G

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 7600 m et 8500 m est $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$.

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 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 ($0° \leq \alpha \leq 90°$) par rapport à l'axe horizontal (O, *x*).



Début de la chute libre parabolique de la balle
($t = 0$ *s*)

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 :

$$v_x = \frac{dx}{dt} \text{ et } v_y = \frac{dy}{dt}$$

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 :

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} \text{ et } a_y = \frac{dv_y}{dt}$$

Matériel mis à disposition du candidat :

- un ordinateur ;
- une vidéo « vol parabolique » relative à l'Airbus A300 Zéro-G ;
- une vidéo « balles » contenant la vidéo de deux balles en mouvement sur Terre. **La hauteur réelle de la règle verticale présente sur cette vidéo est 1,14 m.**
- un logiciel de visualisation de vidéo ;
- un logiciel de pointage avec une notice simplifiée ;
- un tableur avec une notice simplifiée ;
- un casque audio déjà branché à l'ordinateur.

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Sélection de la séquence vidéo à exploiter (10 minutes conseillées)

Visualiser la vidéo « vol parabolique ».
À l'aide du logiciel de pointage vidéo, visualiser la vidéo « balles ».

La « chute libre parabolique » de l'avion est modélisée par la chute libre d'une balle.
On choisit la balle venant de gauche pour modéliser le mouvement parabolique de l'Airbus A300-Zéro G.
Expliquer pour quelle raison la vidéo de cette balle n'est pas exploitable dans sa totalité.

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

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

2. Modélisation du mouvement parabolique de la balle (30 minutes conseillées)

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

Proposer un protocole expérimental utilisant les logiciels mis à disposition pour obtenir les équations horaires numériques des coordonnées $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ du vecteur position $\overrightarrow{OG}$, $\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix}$ du vecteur vitesse $\vec{v}$, et $\begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix}$ du vecteur accélération $\vec{a}$ du centre G de cette balle.

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

Vecteur accélération :

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

Vecteur vitesse :

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

Vecteur position :

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

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

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

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

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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) permet de déterminer 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 :

$$t_{chute\ balle} = \frac{2\,v_0.\sin\alpha}{g}$$

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 $t_{chute\ avion} = \frac{2\,v_0.\sin\alpha}{g}$.

Exploiter les documents 1 et 2 afin de calculer la durée approximative $t_{chute\ avion}$.

.....

.....

.....

Calculer l'écart relatif entre cette durée $t_{chute\ avion}$ et la durée réelle $t_{réelle}$ annoncée dans la vidéo « vol parabolique » en utilisant la relation : écart relatif (en %) = $\frac{|t_{chute\ avion} - t_{réelle}|}{t_{réelle}} \times 100$. Commenter le résultat.

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

IV. REPÈRES POUR L'ÉVALUATION

Niveau	APP, REA, VAL, APP Coefficient 1	APP, REA, VAL, APP Coefficient 2 ou 3	COM Coefficient 1
A	Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou avec une ou deux interventions de l'examinateur, concernant des difficultés identifiées et explicitées par le candidat et auxquelles il apporte une réponse quasiment de lui-même.	Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou avec une ou deux interventions de l'examinateur, concernant des difficultés identifiées et explicitées par le candidat et auxquelles il apporte une réponse quasiment de lui-même, **ou bien grâce à une ou deux questions ouvertes** de l'examinateur concernant des difficultés **non identifiées** par le candidat **mais résolues** par celui-ci, après y avoir réfléchi.	Le candidat a réalisé une communication cohérente, complète et avec un vocabulaire scientifique adapté.
B	Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet **grâce à une ou deux questions ouvertes** de l'examinateur concernant des difficultés ou erreurs **non identifiées** par le candidat **mais résolues** par celui-ci, après y avoir réfléchi.	Le candidat a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet mais **grâce à plus de deux questions ouvertes** de l'examinateur concernant des difficultés ou erreurs **non identifiées** par le candidat **mais résolues** par celui-ci, après y avoir réfléchi ou bien avec l'apport d'une seule solution partielle.	Le candidat a réalisé une communication cohérente, incomplète, mais il l'a exprimée pour l'essentiel avec un vocabulaire scientifique adapté.
C	**Dans le cas où il n'y a qu'une seule tâche demandée**, le candidat reste bloqué dans son avancement, malgré les questions ouvertes posées par l'examinateur. **Des** solutions partielles sont apportées au candidat, lui permettant finalement d'achever seul le travail demandé. Ou bien, plusieurs tâches distinctes sont demandées pour évaluer la compétence et au moins une tâche est menée à bien par le candidat, les autres solutions totales étant données.		Le candidat a réalisé une communication manquant de cohérence, incomplète ou bien avec un vocabulaire scientifique non adapté.
D	Dans le cas où il n'y a qu'une seule tâche demandée, le candidat a été incapable de la réaliser malgré **les** solutions partielles apportées par l'examinateur. Ou bien, le candidat a été incapable de réaliser au moins une des tâches demandées malgré l'apport d'une ou de plusieurs solutions totales quand plusieurs tâches sont demandées pour évaluer la compétence. Cette situation conduit l'examinateur à fournir une solution complète correspondant à l'ensemble de la tâche **(ou des tâches)**: par exemple un protocole à réaliser ou des valeurs à exploiter pour permettre l'évaluation des autres compétences du sujet. **La ou les solutions totales ne sont pas fournies lorsque la compétence est évaluée en fin d'épreuve.**		Le candidat a réalisé une communication incohérente ou bien la communication est absente.

Le candidat est en situation d'évaluation, l'examinateur ne doit pas fournir d'explicitation des erreurs ni de la démarche à conduire. Ses interventions sont précises, elles servent de relance pour faire réagir le candidat ou bien pour lui permettre d'avancer pour être évalué sur d'autres compétences.
Les erreurs détectées par l'évaluateur en continu ou lors d'un appel sont forcément suivies d'un questionnement ou d'un apport de solution si ces erreurs conduisent le candidat à une impasse.

1. Sélection de la séquence vidéo à exploiter (10 minutes conseillées)

La compétence **S'APPROPRIER** est mobilisée et évaluée dans cette partie.

Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence **S'APPROPRIER** est le suivant :

- rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation.

Pour évaluer cette compétence, l'examinateur observe en continu le travail expérimental du candidat et vérifie, au cours de **l'appel n°1** :

- le choix des images correspondant à une chute libre parabolique ;
- la validité des réponses aux questions posées.

Si nécessaire, l'examinateur intervient d'abord de façon ponctuelle et sous forme de questions pour guider le candidat ou l'amener à se rectifier de lui-même. Ensuite, l'examinateur peut intervenir pour apporter au candidat une solution partielle. Enfin, si le candidat ne parvient toujours pas à progresser dans sa tâche, l'examinateur peut lui apporter une solution totale.

Exemples de solutions partielles pour la compétence S'APPROPRIER

Solution partielle 1
La balle doit être en chute libre.

Solution partielle 2
La balle ne doit pas être en contact ni avec la main du lanceur, ni avec le sol.

Exemple de solution totale pour la compétence S'APPROPRIER

Solution totale
Toutes les images de la vidéo ne correspondent pas à une chute libre. Il faut sélectionner uniquement les images sur lesquelles la balle n'est en contact ni avec la main du lanceur ni avec le sol.

Par exemple, il est possible de choisir comme origine des dates (t = 0 s) l'instant où la balle quitte la main du lanceur (image n° 6). De même, l'étude peut s'interrompre à t = 0,84 s, instant qui précède le contact de la balle avec le sol (image n° 27).

La balle venant de gauche a une trajectoire parabolique plus ample et plus longue que celle venant de droite. La précision sera meilleure pour modéliser le mouvement parabolique avec la balle venant de gauche.

2. Modélisation du mouvement parabolique de la balle (30 minutes conseillées)

La compétence **RÉALISER** est mobilisée et évaluée dans cette partie.

Attention, il est impératif de remarquer que la compétence RÉALISER est affectée d'un fort coefficient.

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence **RÉALISER** sont les suivants :

- utiliser le matériel (dont l'outil informatique) de manière adaptée ;
- effectuer des mesures avec précision.

Pour évaluer cette compétence, l'examinateur observe en continu le travail expérimental du candidat :

- utilisation du logiciel de pointage :
  - étalonnage cohérent avec l'énoncé ;
  - pointage correctement réalisé ;
  - transfert des pointages dans le tableur.
- utilisation du tableur :
  - modélisation des coordonnées $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ du vecteur position à partir des pointages ;
  - modélisation des coordonnées $\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix}$ du vecteur vitesse ;
  - modélisation des coordonnées $\begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix}$ du vecteur accélération.

L'examinateur vérifie au cours de **l'appel n°2** :

- les résultats des modélisations, recopiés par l'élève.

Si nécessaire, l'examinateur intervient d'abord de façon ponctuelle et sous forme de questions pour guider le candidat ou l'amener à se rectifier de lui-même. Ensuite, l'examinateur peut intervenir pour apporter au candidat une solution partielle. Enfin, si le candidat ne parvient toujours pas à progresser dans sa tâche, l'examinateur peut lui apporter une solution totale.

Exemples de solutions partielles pour la compétence RÉALISER

Solution partielle 1 L'examinateur aide le candidat à réaliser l'étalonnage.	**Solution partielle 2** L'examinateur aide le candidat à réaliser le pointage.
Solution partielle 3 L'examinateur fournit au candidat le fichier contenant les données extraites du pointage vidéo déjà réalisé.	**Solution partielle 4** L'examinateur fournit au candidat le fichier contenant les données t, x, y dans le tableur grapheur.
Solution partielle 5 L'examinateur fournit au candidat le fichier contenant les données t, x, y, v_x et v_y.	**Solution partielle 6** L'examinateur fournit au candidat le fichier contenant les données t, x, y, v_x, v_y, a_x et a_y.

Exemples de solutions totales pour la compétence RÉALISER

Solution totale 1
L'examinateur fournit au candidat le fichier contenant la modélisation des coordonnées du vecteur position :
$x = 2{,}325\ t$
$y = -\ 4{,}848\ t^2 + 3{,}077\ t$

Solution totale 2
L'examinateur fournit au candidat le fichier contenant la modélisation des coordonnées du vecteur vitesse :
$v_x = 2{,}318 =$ constante
$v_y = -\ 9{,}686\ t + 3{,}078$

Solution totale 3 :
L'examinateur fournit au candidat le fichier contenant la modélisation des coordonnées du vecteur accélération :
$a_x = 0$
$a_y = -\ 9{,}7\ \text{m.s}^{-2}$

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

La compétence **VALIDER** est mobilisée et évaluée dans cette partie.

Attention, il est impératif de remarquer que la compétence VALIDER est affectée d'un fort coefficient.

Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence **VALIDER** sont les suivants :

- vérifier les résultats obtenus ;
- valider une information ;
- analyser des résultats de façon critique.

Pour évaluer cette compétence, l'examinateur observe en continu le travail expérimental du candidat et vérifie, éventuellement au cours de **l'appel facultatif** :

- que le candidat a choisi la proposition n°3 pour la modélisation.

Si nécessaire, l'examinateur intervient d'abord de façon ponctuelle et sous forme de questions pour guider le candidat ou l'amener à se rectifier de lui-même. Ensuite, l'examinateur peut intervenir pour apporter au candidat une solution partielle. Enfin, si le candidat ne parvient toujours pas à progresser dans sa tâche, l'examinateur peut lui apporter une solution totale.

Exemples de solutions partielles pour la compétence VALIDER

Solution partielle 1
Comparer les équations obtenues expérimentalement avec celles des trois propositions.

Solution partielle 2
Le document 2 donne la valeur de la vitesse initiale v_0 de l'Airbus A300 Zéro-G ainsi que l'angle α.

Solution partielle 3
Le document 3 donne la valeur de g.

Solution partielle 4
La durée d'une « chute libre parabolique » de l'Airbus A300 Zéro-G est :
$t_{\text{chute avion}} = \dfrac{2 v_0 . \sin \alpha}{g} = 25$ s.

Exemples de solutions totales pour la compétence VALIDER à destination de l'examinateur

La solution totale correspondant à la dernière compétence évaluée est donnée à l'évaluateur à titre d'information et ne doit pas être fournie au candidat.

Solution totale 1

Pour l'avion, le document 2 indique $v_0 = 161\ m.s^{-1}$ et $\alpha = 49°$.

À l'altitude de la « chute libre parabolique » e l'avion, le document 3 indique $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$.

Donc $t_{chute\ avion} = \frac{2\,v_0 \sin\alpha}{g} = 25$ s, durée de l'ordre de grandeur des 22 secondes annoncées.

Solution totale 2

L'écart relatif est proche de 14 %.

Les phases de transitions (document 2) peuvent, par exemple, expliquer cet écart.

Toute autre proposition cohérente est acceptée.

V . GRILLE D'ÉVALUATION

N°					N°					N°					N°				
Nom					Nom					Nom					Nom				
Prénom					Prénom					Prénom					Prénom				

Compétences	Coef-ficient	niveaux validés				niveaux validés				niveaux validés				niveaux validés				
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
S'APPROPRIER	1																	
RÉALISER	3																	
VALIDER	2																	
NOTE sur 20 :																		
Remarques																		