Métropole 2019

EXERCICE II - DÉCOLLAGE DE LA FUSEE ARIANE 5 (6 points)

La propulsion de la fusée Ariane 5 est assurée par :

- un étage principal cryotechnique (EPC) constitué du moteur Vulcain, de puissance transmise à la fusée de l'ordre de 10 MW en moyenne au cours des deux premières secondes du décollage ;
- deux boosters (étages d'accélération à poudre EAP) qui contribuent à environ 90 % de la puissance totale transmise à la fusée au début du décollage.

Le but de cet exercice est de vérifier certaines des caractéristiques de la fusée Ariane 5 à partir d'une chronophotographie de son décollage.

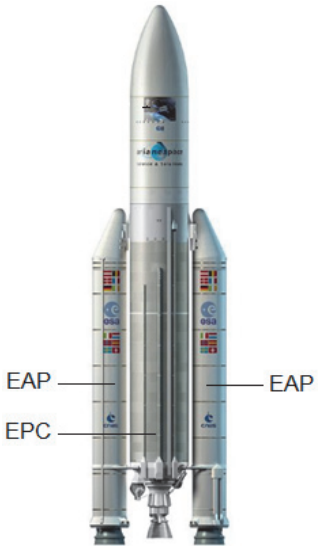


Figure 1. Représentation d'un modèle de la fusée Ariane 5 *d'après CNES.fr*

Données :

- intensité de la pesanteur : $g = 9{,}8\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$;
- débit massique d'éjection de gaz du moteur Vulcain : $270\ \text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$;
- débit massique d'éjection de gaz de chaque booster : $1{,}8 \times 10^{3}\ \text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$;
- caractéristiques des différentes fusées Ariane :

Fusée	Ariane 1	Ariane 2	Ariane 3	Ariane 4	Ariane 5
Masse au décollage (en tonne)	210	219	234	243 à 480	750 à 780
Poussée * (en kN)	2500	2700	2700	2700 à 5400	12000 à 13000
Hauteur de la fusée (en m)	47	49	49	59	52

* La poussée, qui s'exprime en kilonewton (kN), est une action qui s'exerce sur la fusée. C'est l'action de réaction des gaz éjectés au cours de la combustion du carburant. Au décollage, cette action est modélisée par une force verticale et orientée vers le haut.

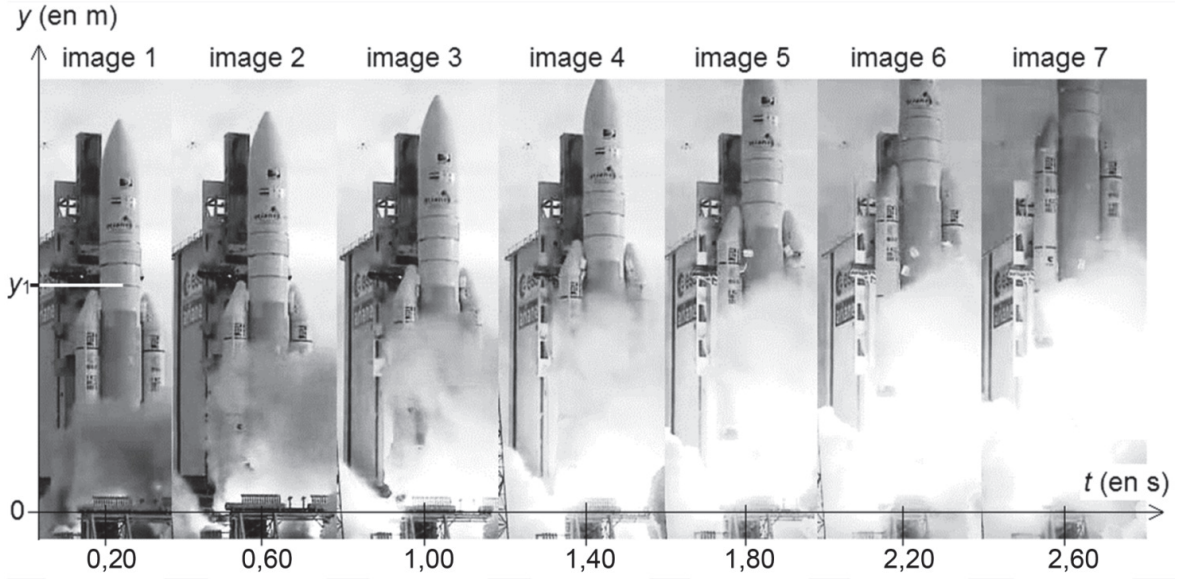


Figure 2. Chronophotographie du début du décollage d'Ariane 5

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 3
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Métropole 2019

Pour faciliter les mesures, les différentes images de la fusée ont été décalées horizontalement les unes par rapport aux autres.
L'étude de cette chronophotographie donne les résultats suivants. L'axe vertical a pour origine la base de la fusée.

Image	t (s)	y (m)	v_y (m·s^{-1})
1	0,20	y_1 = 30,1	
2	0,60	31,5	v_2
3	1,00	33,3	6,8
4	1,40	36,9	9,6
5	1,80	y_5	12
6	2,20	46,5	15
7	2,60	52,9	

Figure 3. Détermination expérimentale de la position et de la vitesse de la fusée

L'image 1 de la figure 2 précise l'endroit de la fusée qui sert à repérer son mouvement vertical. Son ordonnée sur l'axe des y est notée y_1.

1. Estimation de la poussée

1.1. Calculer la masse des gaz éjectés pendant la durée de l'étude, soit 2,40 s. La comparer à la masse au décollage de la fusée. Commenter.

On considère dans la suite de l'exercice que la masse totale de la fusée est constante pendant la durée de l'étude.

1.2. Estimer, à l'aide de la figure 2, la valeur de y_5. Détailler la démarche.

1.3. On donne en figure 4 le graphe représentant l'évolution de la vitesse de la fusée au cours du temps.

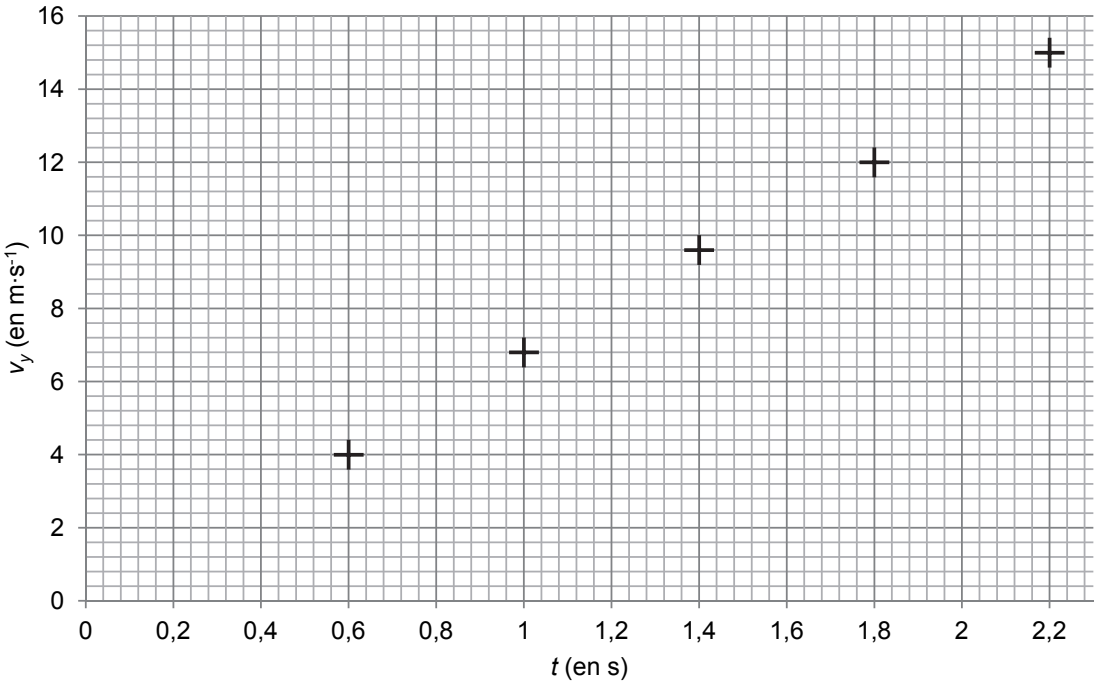


Figure 4. Évolution de la valeur de la vitesse de la fusée au cours du temps

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Métropole 2019

1.3.1. Estimer, à l'aide du tableau de la figure 3, la valeur de v_2. Détailler la démarche et vérifier que ce résultat est cohérent avec le graphe de la figure 4.

1.3.2. Montrer que la valeur de l'accélération de la fusée pendant la durée de l'étude est proche de 7 $m \cdot s^{-2}$.

1.3.3. Préciser, en justifiant, la direction et le sens du vecteur accélération de la fusée.

1.4. Choisir parmi les propositions de la figure 5, le schéma compatible avec le décollage de la fusée. Justifier.

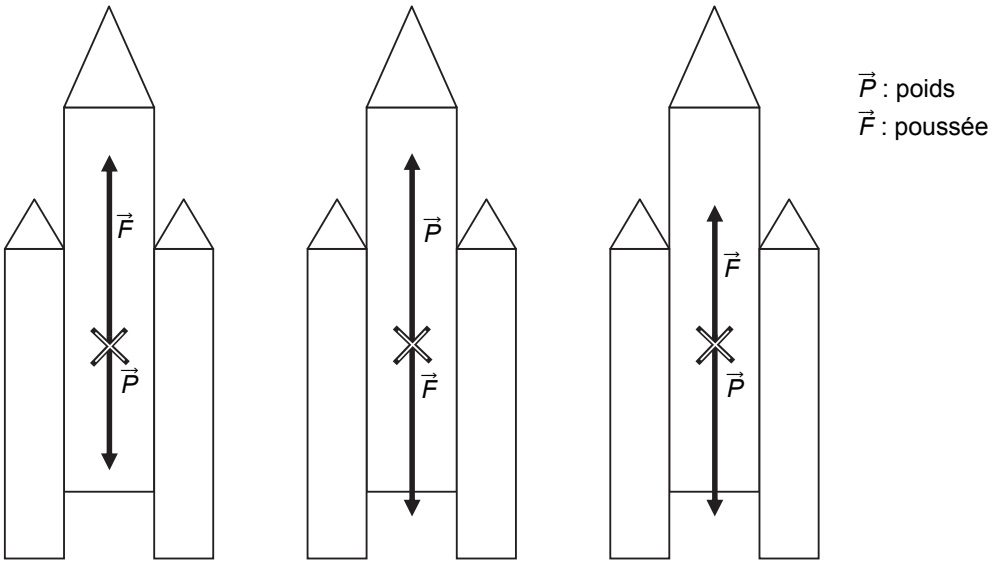


Schéma 1 Schéma 2 Schéma 3

Figure 5. Propositions de représentation des forces s'appliquant sur la fusée qui vient de quitter le sol

1.5. À partir des résultats précédents, estimer la valeur de la force de poussée. Vérifier la cohérence de ce résultat avec les données.

2. Estimation de la puissance totale développée par la fusée Ariane 5 au début du décollage

En utilisant les données sur la fusée Ariane 5 et le tableau de la figure 3, estimer la puissance moyenne fournie à la fusée par l'ensemble {moteur Vulcain + boosters} pendant les deux secondes de l'étude comprises entre 0,2 s et 2,2 s.
Comparer cette valeur avec les données du texte d'introduction.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 3
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer