



D'après Encyclopedia Universalis (1998) : Le premier lanceur Ariane est une fusée à trois étages dont la hauteur totale est de 47,4 m et qui pèse, avec sa charge utile (satellite),  $m = 208 \text{ t}$  au décollage ( $1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$ ). Le premier étage qui fonctionne pendant 145 secondes est équipé de 4 moteurs Viking V alimentés par du peroxyde d'azote  $\text{N}_2\text{O}_4$  (masse de peroxyde emportée : 147,5 tonnes). A l'issue des 145 secondes la totalité de peroxyde a été consommée. L'intensité de la force de poussée totale  $\vec{F}$  de ces 4 réacteurs est constante pendant leur fonctionnement: elle vaut  $F = 2,4 \times 10^3 \text{ kN}$ . On considère qu'elle s'exerce au point C. Ce lanceur peut mettre en orbite circulaire basse de 200 km d'altitude

un satellite de 4850 kg; il peut également placer sur une orbite géostationnaire un satellite de 965kg; il peut aussi être utilisé pour placer en orbite héliosynchrone des satellites très utiles pour des applications météorologiques. Le champ de pesanteur  $\vec{g}$  est supposé uniforme : son intensité est  $g_0 = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ . On choisit un axe Oy vertical dirigé vers le haut. On étudie le mouvement de la fusée dans le référentiel terrestre qu'on suppose galiléen. Le poids de la fusée est notée P. On néglige les forces de frottements et la poussée d'Archimède.

- 1) Calculer, à l'instant  $t = 0$ , le poids P de la fusée.
- 2) Représenter clairement, sur le schéma donné dans l'énoncé, en les nommant, les deux vecteurs forces qui agissent sur la fusée Ariane lorsqu'elle s'élève verticalement. On néglige les frottements et la poussée d'Archimède dans l'air. L'échelle choisie est 1cm représente  $0,5 \times 10^3 \text{ kN}$ .
- 3) On considère que dans les premières secondes la masse de la fusée est sensiblement constante. Enoncer la seconde loi de Newton dans ce cas et en déduire la valeur de l'accélération 'a' au décollage.
- 4) On envisage la situation qui est celle immédiatement avant que tout le peroxyde d'azote ne soit consommé. La masse de la fusée vaut alors  $m_2$  Calculer la valeur numérique de  $m_2$  et le nouveau poids  $P_2$  de la fusée. En déduire la valeur de l'accélération  $a_2$  à cet instant. Le mouvement d'ascension de la fusée est-il uniformément accéléré ?
- 5) La vitesse d'éjection  $\vec{V}_e$  des gaz issus de la combustion du peroxyde d'azote est donnée par la relation :  $\vec{V}_e = \frac{\Delta t}{\Delta m} \cdot \vec{F}$  où  $\frac{\Delta t}{\Delta m}$  est l'inverse de la variation de masse de la fusée par unité de temps et caractérise la consommation des moteurs. Vérifier l'unité de  $V_e$  par analyse dimensionnelle (vérifier les unités de la formule). ( $\Delta m = m_{\text{finale}} - m_{\text{initiale}}$ ).
- 6) Déterminer la valeur de  $\Delta m$  pendant les 145 premières secondes de l'ascension de la fusée. puis Calculer la valeur numérique de  $V_e$ .
- 7) Comment appelle-t-on le type de propulsion permettant à la fusée de décoller ?