

Correction : Mouvement système AD 01 trace variation vecteur vitesse et relation avec la somme des vecteurs force

Problématique : **Comment expliquer que la première fusée spatiale A4 possède, au décollage, une accélération plus forte qu'une version de dernière génération d'Ariane 5 ?**

Partie 1 : Caractéristiques du vecteur accélération en un point de la trajectoire

1) Décrire le mouvement des fusées :

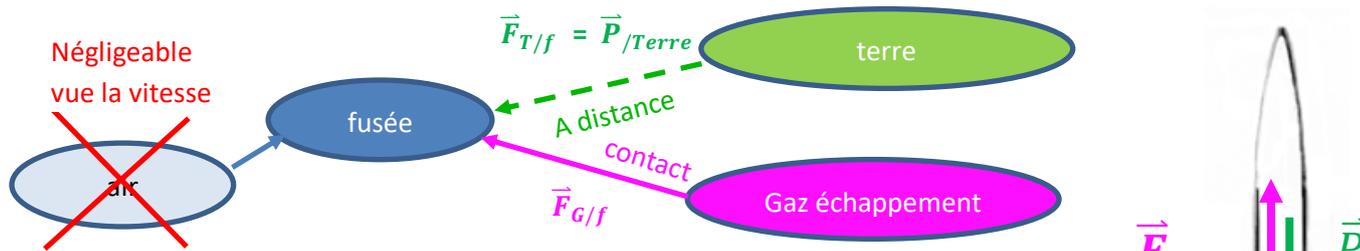
Dans le référentiel terrestre, la fusée a un mouvement rectiligne vertical, accéléré (sa vitesse instantanée augmente puisque la distance entre 2 points consécutifs ne cesse de croître pour le même intervalle de temps).

2) **Voir la FEUILLE ANNEXE 1**

Partie 2 : Relation (2^{ème} loi de Newton) entre le vecteur accélération en un point de la trajectoire et la résultante des forces extérieures appliquées au système

1) Dessiner un diagramme d'interaction Objet-Interaction pour une fusée au décollage.

La poussée représente la force (exercée par les gaz d'échappement sur la fusée lors de leur éjection vers l'arrière).



2) Représenter les vecteurs-force pour la fusée A4 au décollage.

Loi de Newton : $m \times \vec{a}_{G3} = \sum \vec{F}_{ext\ G3}$ **alors** \vec{a}_{G3} (donc $\Delta \vec{v}_{G3}$) **et** $\sum \vec{F}_{ext\ G3}$ **sont colinéaires**

Pour la fusée A4 : $\sum F_{ext} = m \times a = 12800 \times 14,4 = 185\ 000\ N = 185\ kN$ (1,85 cm si 1,00 cm → 100 kN)

Poids de la fusée A4 : $P = m \times g = 125\ 500\ N = 125\ kN$ (1,25 cm, vecteur placé en G)

Les vecteurs sont colinéaires, la poussée est donc : $F_{g/f} = \sum F_{ext} + P = 185 + 125 = 310\ kN$

$F_{g/f} = 310\ kN$ (attendue 307) (3,10cm, vecteur placé en sortie de tuyère)

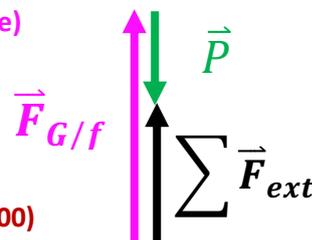
Pour la fusée Ariane 5 : mêmes caractéristiques :

- Sa norme (ou intensité) est : $a = 14,4 / 2 = 7,2\ m/s^2$

Soit $\sum F_{ext} = m \times a = 71000 \times 7,2 = 5\ 100\ 000\ N = 5\ 100\ kN$

Poids de la fusée Ariane 5 : $P = m \times g = 6\ 965\ 000\ N = 6\ 965\ kN$

Donc poussée : est $\sum F_{ext} + P = 12\ 000\ 000\ N = 12\ 000\ kN$ (attendue 12000)



3) Retrouve-t-on les valeurs des poussées (des 2 fusées) présentes dans le tableau ? **OUI**

Partie 3 : Synthèse de l'activité. Connaissant les forces qui s'exercent sur un objet :

1) Quelles informations peut-on en déduire quant au mouvement de l'objet étudié (système) ?

À partir des forces qui s'exercent sur un objet, la somme vectorielle des forces permet de prévoir son mouvement.

Dans la situation du décollage de la fusée : le vecteur force résultante (somme ici de 2 vecteurs) a la même direction et le même sens que la variation du vecteur vitesse : **les 2 vecteurs force sont, dans ce cas, colinéaires.**

Seule la vitesse évolue dans ce cas au cours du temps.

Si $\sum \vec{F}_{ext\ G3}$ dans le même sens que celui du mouvement : le mouvement est **rectiligne** et **accélééré**

Ou Si $\sum \vec{F}_{ext\ G3}$ dans le sens contraire de celui du mouvement : le mouvement est **rectiligne** et **décélééré**

On verra dans une activité suivante une autre situation : le vecteur force résultante peut ne pas avoir pas la même direction que le vecteur vitesse initial, alors la direction du mouvement sera modifiée.

La direction des vecteurs vitesse successifs peut être trouvée, point après point, en sachant que **la résultante des forces qui s'exercent sur le système ont une direction et un sens identique.**



2) Répondre à la problématique : **D'après la 2^{ème} loi de Newton :** $\vec{a}_{G3} = \sum \vec{F}_{ext\ G3} / m$ **et l'accélération subie par un corps de masse m (constante) est proportionnelle à la résultante des forces qu'il subit, et inversement proportionnelle à sa masse m.**

$\|\vec{a}_{G3}\|$ (fusée A4) > $\|\vec{a}_{G3}\|$ (fusée Ariane 5) ou autre écriture : a (fusée A4) > a (fusée Ariane 5)

car $\|\sum \vec{F}_{ext} / m\|$ (fusée A4) > $\|\sum \vec{F}_{ext} / m\|$ (fusée Ariane 5)

ou autre écriture : F_{ext} (fusée A4) / m (fusée A4) > F_{ext} (fusée Ariane 5) / m (fusée Ariane 5)

Correction :

FEUILLE ANNEXE 1 :

Caractéristiques			
A4		Ariane 5	
Longueur totale (m)	17	Longueur totale (m)	45
Masse (tonnes)	12,8	Masse (tonnes)	710
Poussée (kN)	307	Poussée (kN)	12 000

Trajectoire des fusées Ariane 5 et A4 (ou V2) au décollage

$\Delta t = 0,40$ s entre 2 images consécutives

Pour la fusée A4 (trajectoire de droite - cercle) :

- le vecteur a pour point d'application le point G considéré
- la direction du vecteur accélération est verticale,
- ce vecteur est dirigé vers le haut.
- Sa norme (ou intensité) est : $a = \Delta V / \Delta t = (3,7/20 \times 50) / (2 \times 0,40)^2$

$$= 14,4 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta V (G3)_{A4} = 2 \Delta V (G3)_{Ariane5}$$

Vecteur de longueur 3,7 cm

Vecteur de longueur 1,8 cm

(Pour la fusée Ariane 5 : $a = 14,4 / 2 = 7,2 \text{ m/s}^2$)

$$\Delta \vec{V}_{G3} = \Delta \vec{V}_{G5}$$

