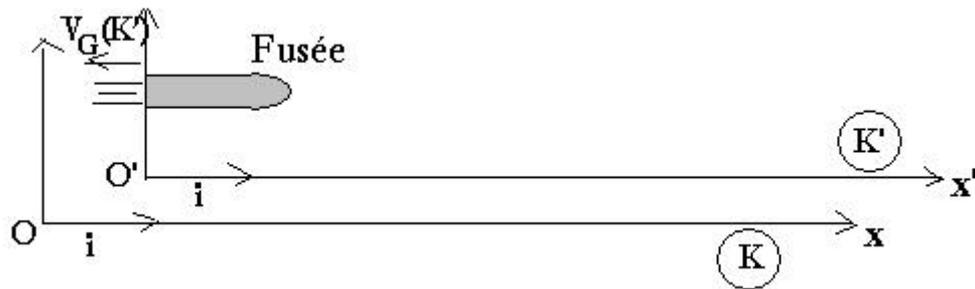


PROPULSION D'UNE FUSEE



K = repère inertiel et K' , d'origine la fusée, parallèle à K , a la vitesse $V_F(K)$ par rapport à K et est donc accéléré, d'où non-inertiel.

V_G = vitesse des gaz éjectés ; V_F = vitesse de la fusée.

Dans l'espace, hors de l'atmosphère et sans pesanteur, la fusée et les gaz éjectés forment un système isolé par rapport à K , donc la quantité de mouvement totale du système fusée-gaz est constante par rapport à K , c'est-à-dire :

$$m_G V_G(K) + m_F V_F(K) = \text{Cte} \quad (\text{égalité 1})$$

(m_G = masse des gaz éjectés et m_F = masse de la fusée).

Pendant tout son parcours la fusée est censée éjecter ses gaz toujours à la même vitesse par rapport à elle (donc à K') $\Rightarrow V_G(K') = \text{Cte} = A = -ai$ ($a = \| A \|$). Or, d'après les lois de composition des mouvements :

$$V_G(K) = V_G(K') + V_F(K) \quad (\text{égalité 2}) \Rightarrow V_G(K) = A + V_F(K) \quad (\text{égalité 3}).$$

D'autre part, la masse de la fusée est à tout instant égale à sa masse initiale M (avec son plein de carburant) diminuée de la masse totale m_G des gaz éjectés.

$$m_F = M - m_G. \text{ D'où l'égalité 1 devient : } m_G(A + V_F(K)) + (M - m_G)V_F(K) = \text{Cte} \\ \Leftrightarrow m_G A + M V_F(K) = \text{Cte} \Leftrightarrow -m_G a i + M V_F(K) = \text{Cte}.$$

m_G croît au cours de la propulsion ce qui entraîne : $-m_G a i$ décroît donc $M V_F(K)$ croît. Comme M est constante puisque masse initiale de la fusée (avec son plein de carburant), $V_F(K)$ s'accroît. La fusée gagne en vitesse, ce que nous savions déjà.

Maintenant, s'il advient un moment où $V_G(K') = -V_F(K) \Rightarrow V_G(K) = 0$ d'après l'égalité 2, les gaz éjectés sont immobiles par rapport à K et, d'après l'égalité 3, $V_F(K) = -A$ donc la fusée semble n'être plus accélérée (par rapport à K). Mais, lorsque $V_G(K) = 0$, l'égalité 1 devient $m_F V_F(K) = \text{Cte}$. Or m_F diminue par l'évacuation des gaz, donc $V_F(K)$ s'accroît. La fusée continue donc à accélérer. Et elle accélèrera ainsi jusqu'à épuisement de son carburant, avec $V_G(K)$ positif.

Par contre, dans le cas d'un avion à réaction, qui subit la traînée due à l'air, il ne s'agit plus d'un système vraiment isolé et si celui-ci maintient une vitesse constante, donc sans accélération, les gaz évacués sont tels que $V_G(K) = 0$ et ceux-ci apparaissent dans le ciel sous forme d'un filet de buée qui semble immobile pour un observateur terrestre.

J. Legout