

MISE EN ORBITE D'UNE FUSÉE

Mohamed Bechir Thebti

20 août 2018

Table des matières

1	Introduction	3
2	Schémas	4
3	Etude cinématique	4
3.1	les constantes	4
4	Formules utiles	5
5	Procédure de calcul	6
6	Calcul plus poussé	6
7	Conclusion	6

1 Introduction

Etudier la cinématique du lancement et de la mise en orbite d'une fusée
la mise en orbite sera faite en prenant en compte les aspects dynamiques

2 Schémas

schéma représentatif de la situation

schéma de l'atmosphère, avec formules de températures et pression selon altitude

3 Etude cinématique

3.1 les constantes

- G :
- altitude de la position de départ
- k : coefficient caractéristique de la géométrie du solide
- C_x
- S : surface à l'air
-

$$B_1 \vec{B}_{2R_1} = \begin{bmatrix} v_1 \cdot \cos(\beta_4) \\ 0 \\ v_1 \cdot \sin(\beta_4) \end{bmatrix}_{R_1} \quad B_1 \vec{C}_{1R_1} = \begin{bmatrix} c_1 \cdot \cos(\beta_1) \\ 0 \\ c_1 \cdot \sin(\beta_1) \end{bmatrix}_{R_1} \quad C_1 \vec{C}_{R_1} = \begin{bmatrix} c \cdot \cos(\beta_1) \\ 0 \\ c \cdot \sin(\beta_1) \end{bmatrix}_{R_1} \quad (1)$$

$$C_1 \vec{C}_2 = \begin{bmatrix} v_2 \cdot \cos(\gamma_1) \\ 0 \\ v_2 \cdot \sin(\gamma_1) \end{bmatrix}_{R_1} \quad C \vec{C}_{2R_1} = \begin{bmatrix} -c_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}_{R_2} \quad C_2 \vec{D}_{R_2} = \begin{bmatrix} -d \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}_{R_2} \quad D \vec{D}_{1R_3} = \begin{bmatrix} -d_1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}_{R_3} \quad (2)$$

$$D_1 \vec{D}_{2R_3} = \begin{bmatrix} -d_2 \cdot \cos(\delta_1) \\ 0 \\ d_2 \cdot \sin(\delta_1) \end{bmatrix}_{R_3} \quad (3)$$

—
—
—

L : longueur représentative de la fusée

$$ggagsfaaf \quad (4)$$

4 Formules utiles

nombre Reynolds

$$Re = \frac{\rho_{air} \cdot L \cdot v_{fusee}}{\mu} \quad (5)$$

accélération terrestre

$$g = G \frac{m_{terre}}{(rayon_{terre} + altitude_{z_0} + z)^2} \quad (6)$$

Force de pesanteur

$$F_g = m_{fusee} \cdot g \quad (7)$$

frottement laminaire

$$F_{fl} = -k \cdot \eta \cdot v_{fusee} \quad (8)$$

frottement turbulent

$$F_{ft} = -\frac{1}{2} \cdot \rho_{air} \cdot C_x \cdot S \cdot v_{fusee}^2 \quad (9)$$

quantité de mouvement conservée

$$p_{fusee} = p_{gaz} \quad (10)$$

$$P_{fusee} = m_{fusee} \cdot v_{fusee} \quad (11)$$

$$P_{gaz} = m_{gaz} \cdot v_{gaz} \quad (12)$$

$$dp/dt = somme F = m_{fusee} \cdot a_{fusee} + dm_{fusee}/dt \cdot v_{fusee} \quad (13)$$

$$dp/dt = m_{gaz} \cdot a_{gaz} + dm_{gaz}/dt \cdot v_{gaz} = F_{poussee} \quad (14)$$

equilibre des forces

$$\sum F = F_{poussée} - F_g - F_{frottement} \quad (15)$$

$$a = \frac{\sum F}{m_{fusee}} \quad (16)$$

Les formules standards de la cinématique donnent vitesse et position.

$$v_{fusee} = a \cdot \Delta t \quad (17)$$

$$z = a \cdot \Delta t^2 + v_{fusee} \cdot \Delta t + z_0 \quad (18)$$

5 Procédure de calcul

itérer à chaque pas de temps

calculer Re selon valeur Re , le frottement est laminaire ou turbulent. limite environ vers 3000

force gravité les frottements équilibre des forces accélération pas de temps vitesse position

6 Calcul plus poussé

masse variable quantité de mouvement et poussée des gaz. perte de masse à cause des gaz

g change selon l'altitude

les propriétés de l'air change, ρ, μ, η, \dots

L de la fusée si elle perd des étages

calcul précis du C_x : cf TAero, ou cours mécanique fluide incompressible EPFL

7 Conclusion