

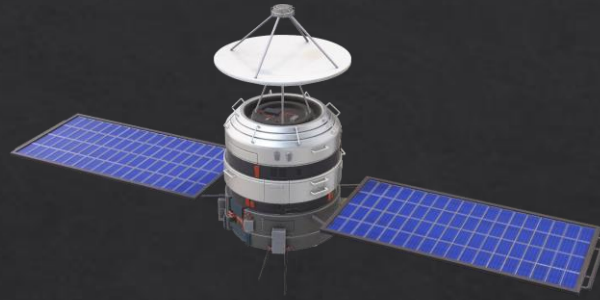
CHUTE LIBRE

Etude de la chute libre de Felix Baumgartner



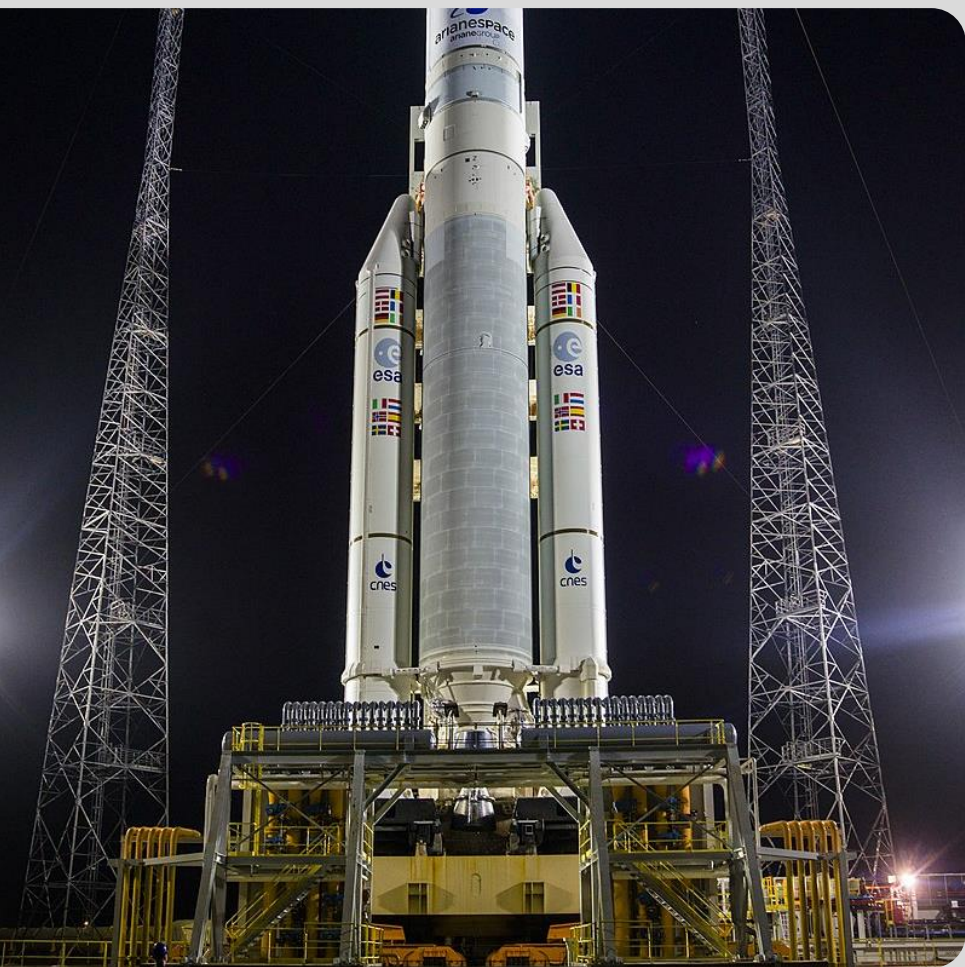
Fait par :
Rezzazgui Sofia
Azem Louise
Hamidi Shaheen

Sommaire



- 1 – Présentation du sujet
- 2 - Partie 1 : Exploitation des données expérimentales
- 3 – Partie 2 :Modélisation de la chute libre
- 4 – Partie 3 :Simulation de la chute libre de Felix Baumgartner
- 5 - Conclusion





INTRODUCTION

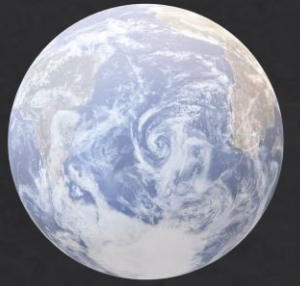
Le 14 octobre 2012, le parachutiste autrichien Felix Baumgartner a établi plusieurs records du monde en sautant de 39 km au-dessus de la Terre. Atteignant une vitesse maximale de 377 m/s, il a dépassé le mur du son. Sa chute libre a duré 4 min 20 s avant l'ouverture du parachute à 2,5 km d'altitude, portant la durée totale du saut à 9 min 3 s.

Problématique

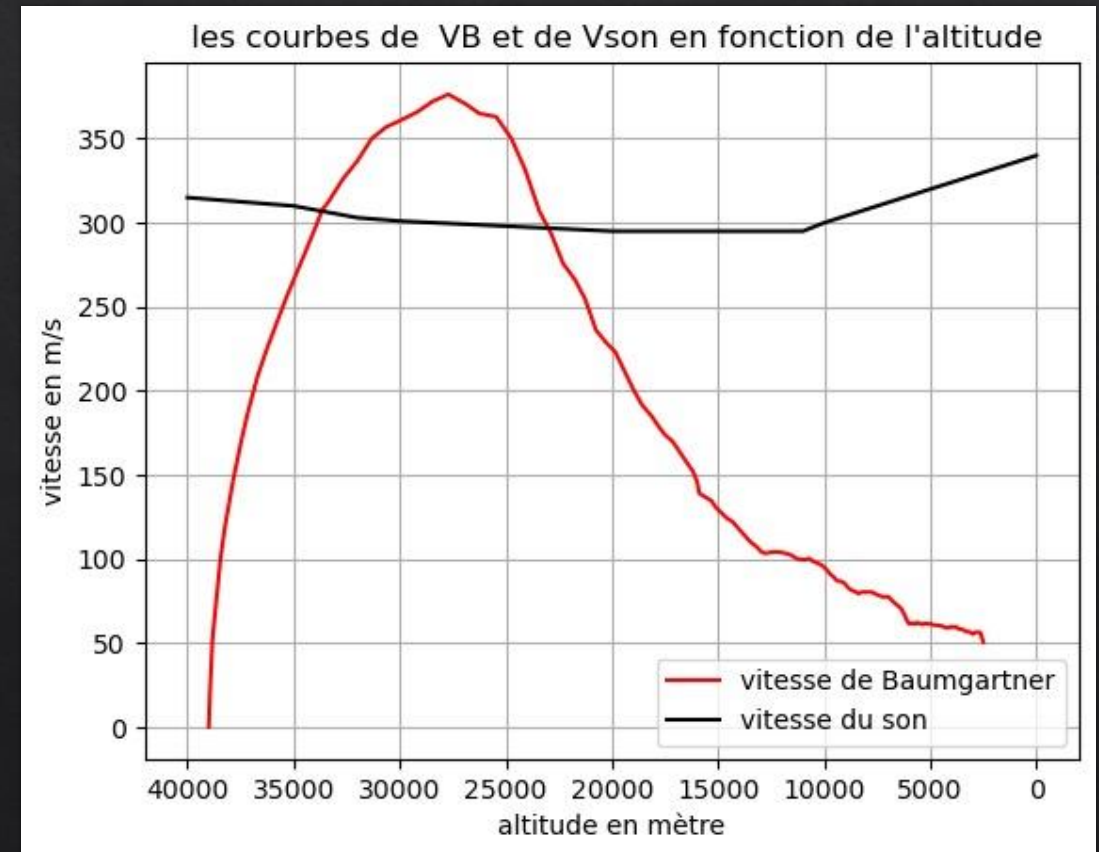
Quelle est la méthode la plus adaptée pour calculer la vitesse maximale théorique de Baumgartner ?



PARTIE 1:Exploitation des données expérimentales



- ➔ La vitesse maximale atteinte par Baumgartner est : **367.389 m/s** à une altitude de **27710m**.
- ➔ La vitesse moyenne jusqu'à 20km(20000m) est estimée a : **261.451m/s** .
- ➔ La vitesse moyenne sur toute la chute libre (avant ouverture du parachute) est : **141.031 m/s** .
- ➔ Les valeurs d'altitudes des vitesses supers soniques de Baumgartner sont comprises de **33600 m jusqu'à 23100m**



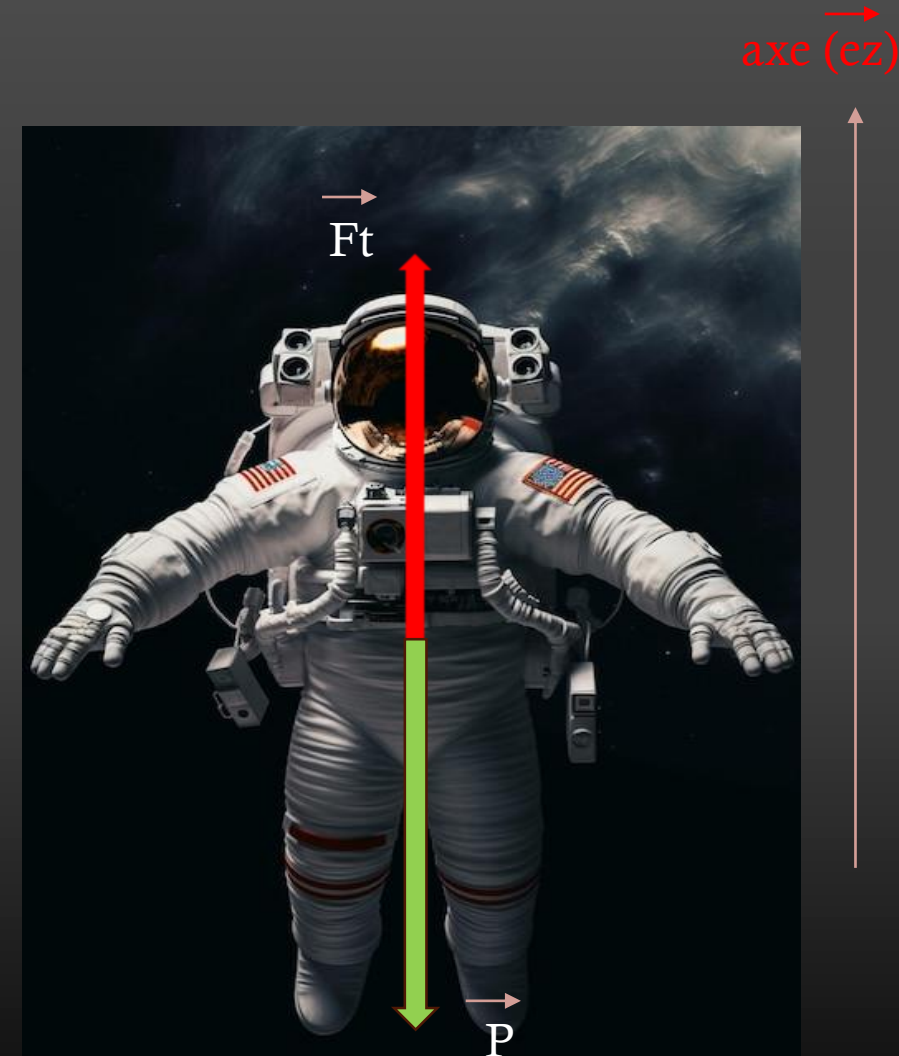
PARTIE 2:Modélisation de la chute libre

◇ Masse volumique de l'air constante : $\rho = 1.225 \text{ Kg/m}^3$

Bilan des forces extérieures :

- La force de trainée $\vec{F}_t = 0.5 \cdot \rho \cdot C_x \cdot S \cdot V_i^2 \vec{e}_z$
- Le Poids de Baumgartner $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$
- D'une autre part: $\vec{P} = - (G \cdot M_t \cdot M_b) / (R_t + z) \vec{e}_z$
- En projetant , On en déduit : $g = (G \cdot M_t) / (R_t + z)^2$
- En utilisant la condition d'équilibre : $V_{\max 2} = \sqrt{(2 \cdot \text{masse} \cdot g) / (\rho \cdot C_x \cdot S)}$

$$V_{\max 2} = 49.81 \text{ m/s} \lllll V_{\max 1} = 367.389 \text{ m/s}$$

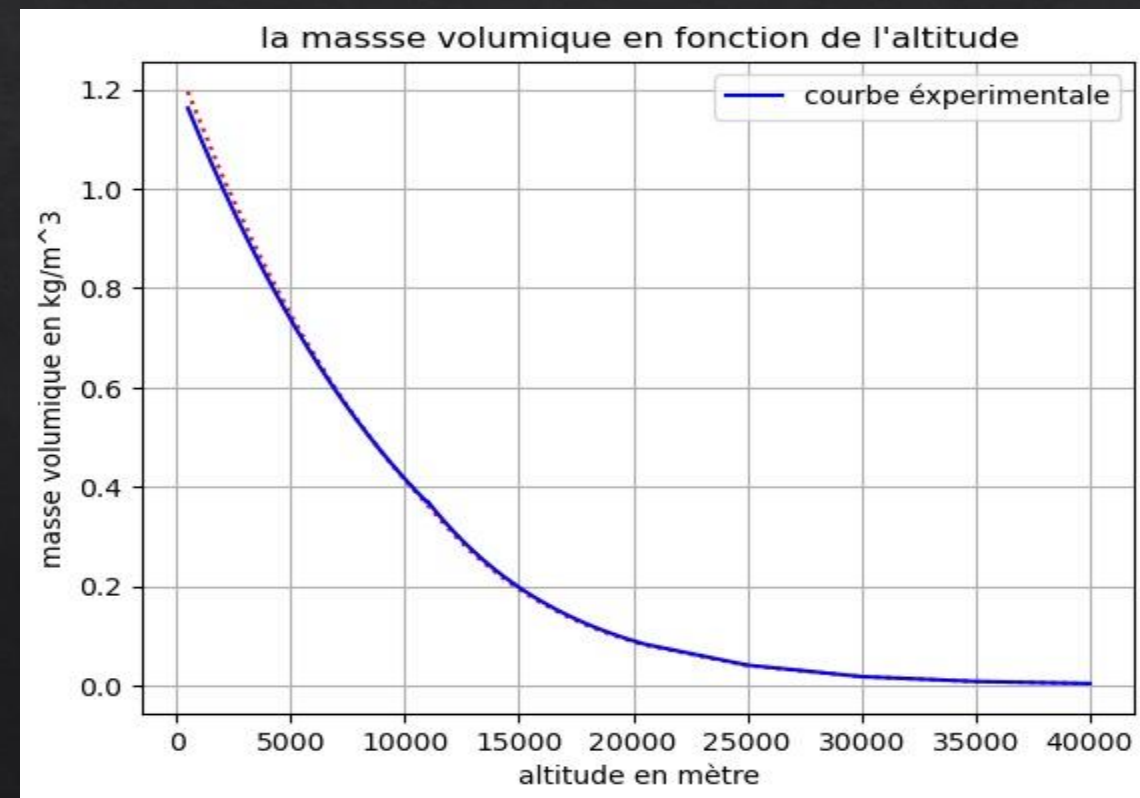
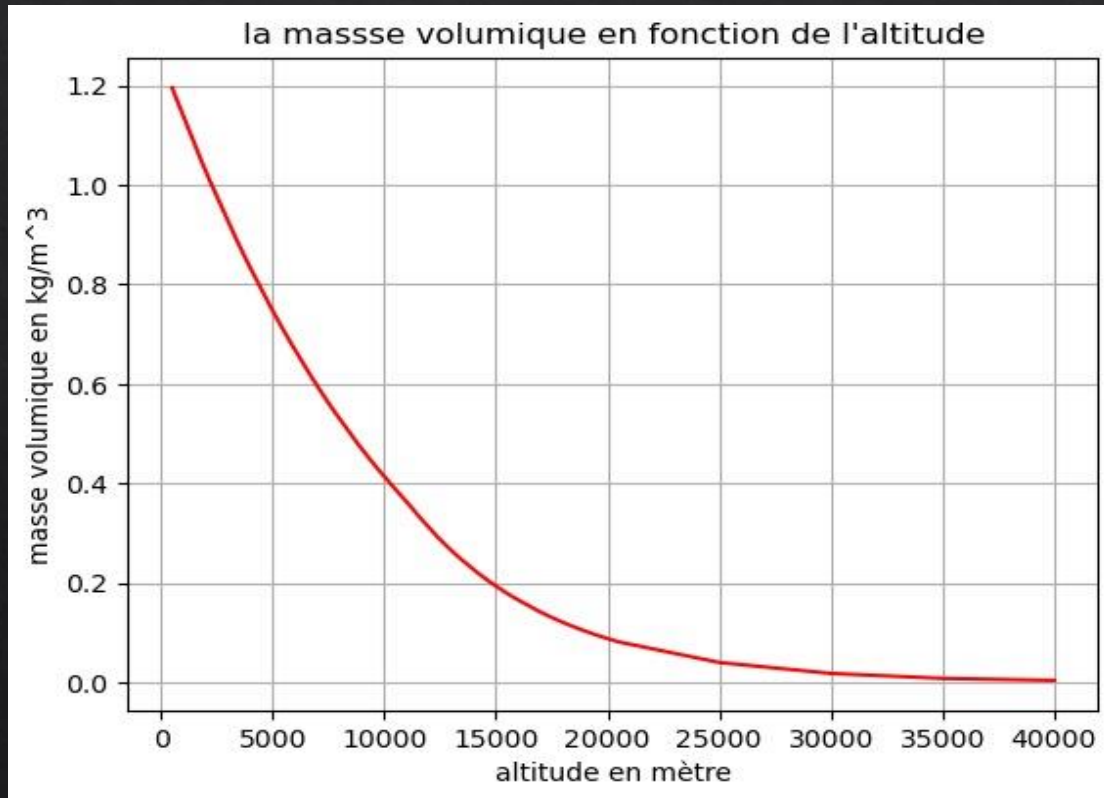


PARTIE 2 : Modélisation de la chute libre

◇ Variation de la masse volumique de l'air avec l'altitude :

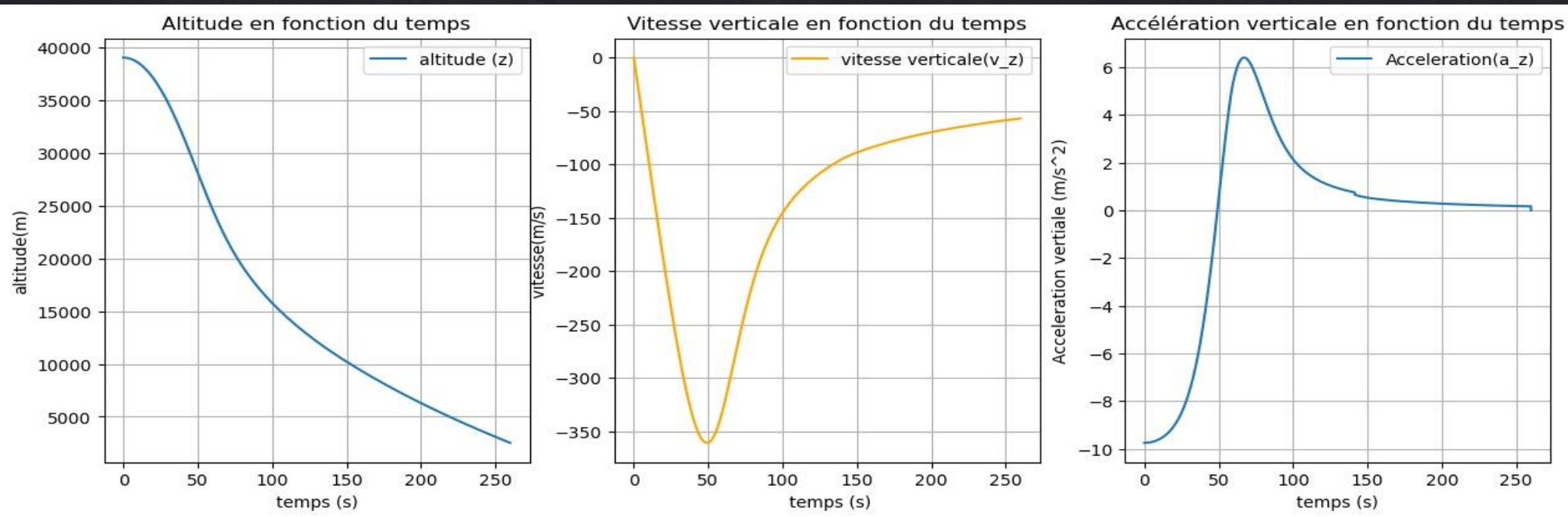
-La loi des gaz parfaits : $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$, $n = m/M$, $\rho = m/v$

-En développant on trouve que : $\rho = (P \cdot M)/(R \cdot T)$



PARTIE 3: Simulation de la chute libre de Felix Baumgartner

- Deuxième loi de Newton $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m * \vec{a}$
- $a(z) = (-g + (1/m) * (0.5 * C_z * \text{MassVol_th}(z) * v^{**2} * S)) * e_z$
- **En utilisant la méthode d'Euler_Cromer** :
 $V(i+1) = V(i) + \text{Accel}(V(i), Z(i)) * \text{delta}(t)$
 $Z(i+1) = Z(i) + V(i) * \text{delta}(t)$



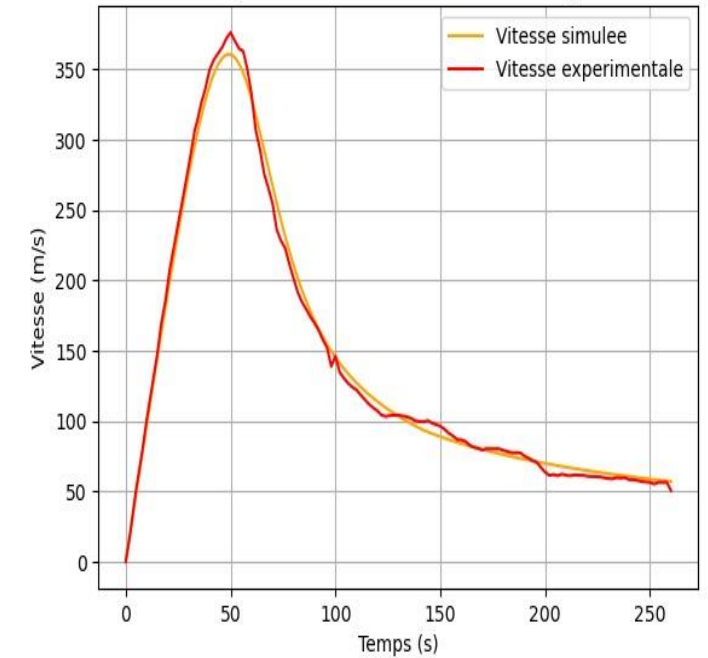
-L'étude de la méthode d'Euler Cromer :

- ◇ la vitesse maximale obtenue par simulation est 361.75m/s.
- ◇ Baumgartner ouvre son parachute à 260 secondes, ainsi d'après notre graphique, il ouvre son parachute à une altitude de 2495.13 m ce qui coïncide avec la valeur mesurée ..le graphique est donc correct .

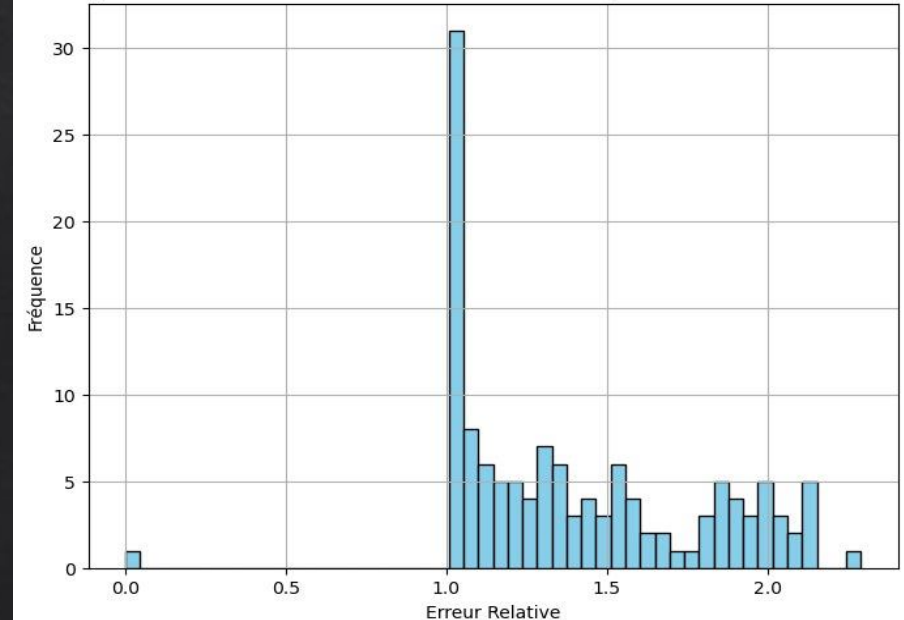
$$V_{\max 3}(49.81 \text{ m/s}) \approx V_{\max 1} = 367.389 \text{ m/s}$$



Comparaison de la vitesse expérimentale et simulée de Baumgartner en fonction du temps



Histogramme des Erreurs Relatives entre Vitesse Expérimentale et Vitesse Simulée



Conclusion

À l'issue de cette recherche, notre objectif est de participer activement à l'élaboration d'une modélisation avancée de la chute libre de Felix Baumgartner. De plus, nous souhaitons mettre en évidence la pertinence et la fiabilité de la méthode d'Euler-Cromer lorsqu'il s'agit de simuler des événements complexes de cette envergure.



Merci au jury pour sa précieuse expertise et à mes camarades pour leur collaboration exceptionnelle. 🏆

