

Chap.1 : Généralités sur vol d'une fusée à eau

1.1. Les phases de vol.

Le vol d'une fusée se décompose en plusieurs phases :

- La phase propulsée.
- La phase balistique.
- La descente sous parachute.

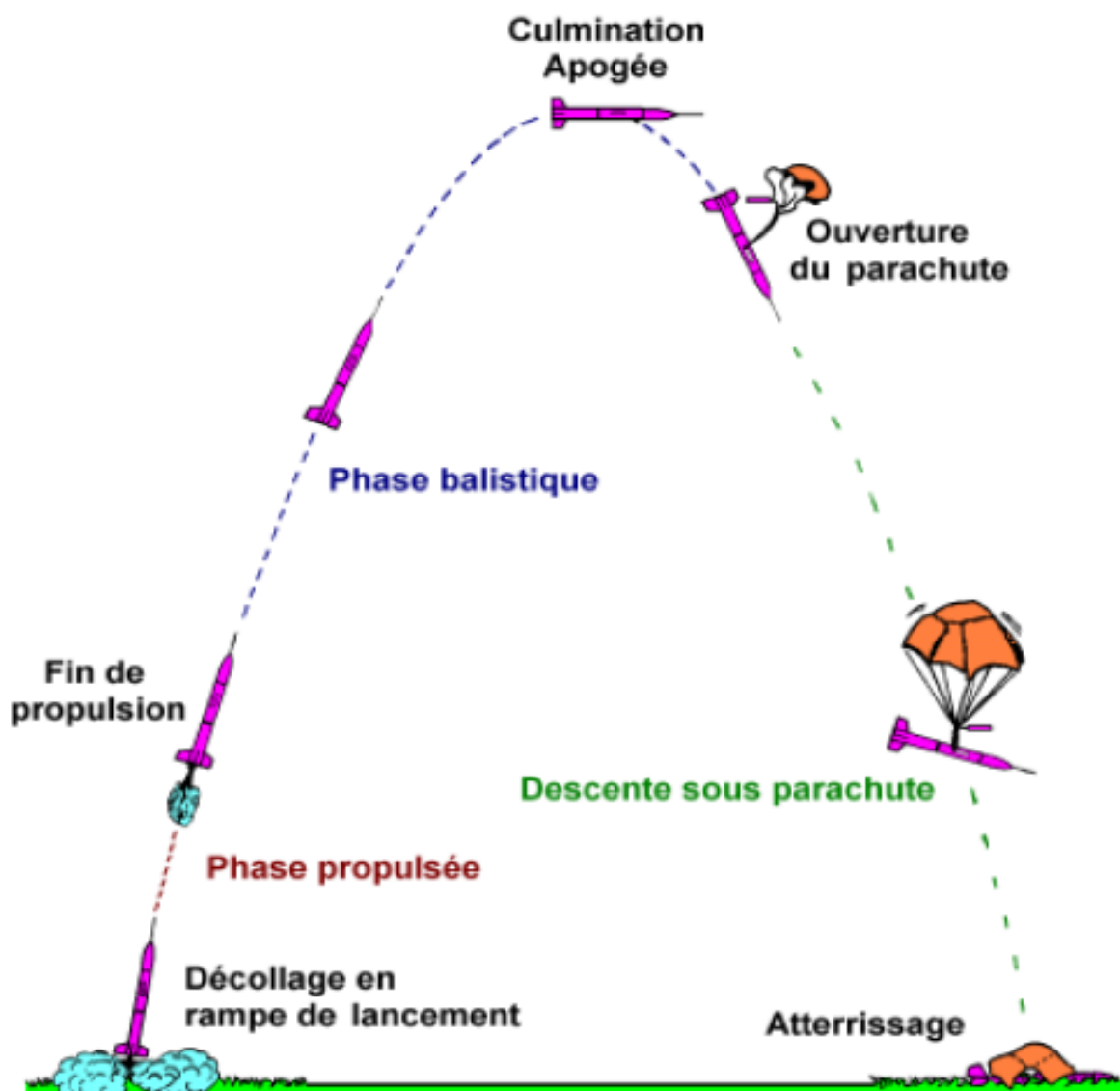
Ces phases s'articulent autour d'évènements majeurs :

La période s'écoulant de l'instant de la mise à feu à la fin de combustion du propulseur, et qui s'appelle la **phase propulsée**. Elle comprend une partie où la fusée est guidée par la rampe de lancement et une partie où la fusée est livrée à elle-même.

Après l'extinction du propulseur commence la **phase balistique** pendant laquelle la fusée, uniquement soumise à son poids et à la résistance de l'air, exploite la vitesse acquise pendant la propulsion pour atteindre son altitude maximale.

Après la culmination, lorsque l'engin commence à retomber, la phase balistique se poursuit jusqu'à l'ouverture du **parachute**.

Bien sûr, on peut rencontrer des phases balistiques avortées lorsque le parachute s'ouvre avant la culmination, ou des vols balistiques complets sans ouverture de parachute (mais c'est moins souhaitable !).




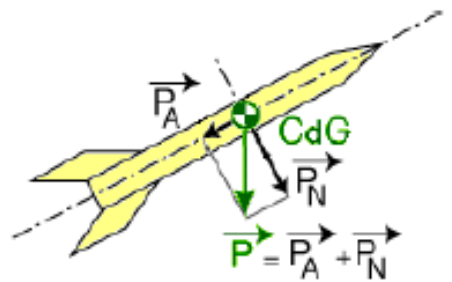
1.2. Les forces en présence.

Au cours de son vol, la fusée est soumise à trois forces :

- le **poids** de la fusée,
- la **poussée** du moteur,
- la **résistance de l'air**.

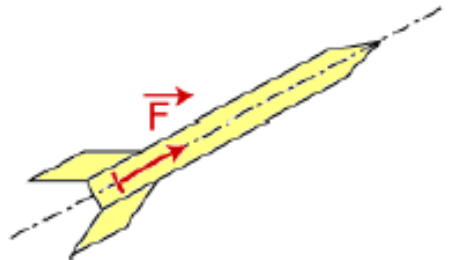
Le poids de la fusée

Le **poids** \vec{P} s'exerce au Centre de Gravité (**CdG** ) de la fusée et est dirigé verticalement vers le bas. Si la fusée n'est pas verticale, on procède à la décomposition sur les axes de la fusée : $\vec{P} = \vec{P}_A + \vec{P}_N$



La poussée du moteur

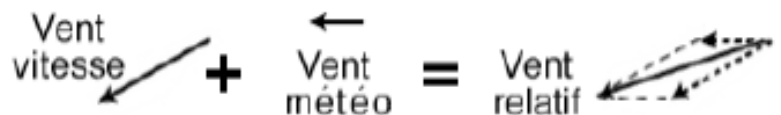
La **poussée** \vec{F} s'applique au niveau du moteur, suivant l'axe longitudinal, vers l'ogive. En supposant que le propulseur est correctement positionné, la poussée s'applique au milieu de la plaque de poussée.



La résistance de l'air

La **résistance de l'air** \vec{R} s'oppose à l'avancement de la fusée dans l'air.

Elle dépend donc du **vent relatif**, somme du vent créé par la vitesse de la fusée (**vent vitesse**) et du **vent météo**. Le vent relatif, ou "vent apparent", est le vent ressenti par la fusée.



elle se décompose en **portance** (qui a tendance à soulever la fusée) et la **traînée** (qui ralentit la fusée).

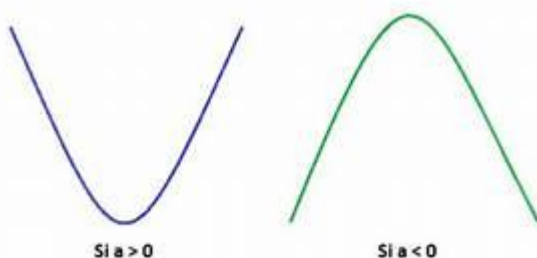
Remarque : on négligera la résistance de l'air dans les calculs à venir, d'où l'extrême utilité de proposer des fusées à eau les plus aérodynamiques possibles.

1.3. Etude de la trajectoire

En l'absence de frottements, la trajectoire de la fusée à eau est modélisée par une **parabole**. Elle représente typiquement des **fonctions du second degré** (vous les verrez en détail en Seconde) de la forme $ay^2 + by + c$ où a , b et c sont des nombres quelconques (avec a non nul).

Exercice 1 :

Voici les deux types de paraboles générales :



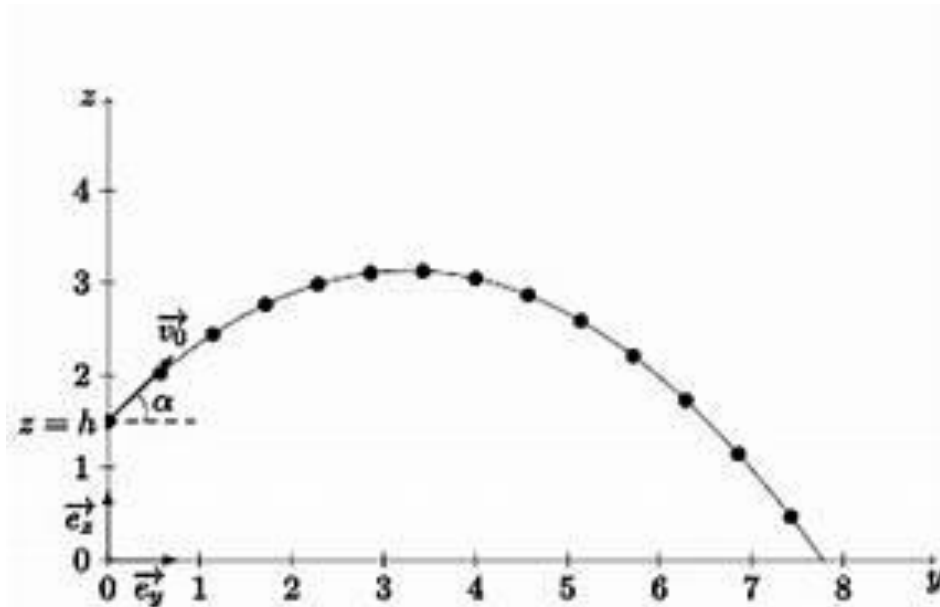
- Entourer** la parabole pouvant convenir pour décrire la trajectoire d'une fusée.
- En déduire** qu'une fonction f définie par la relation $f(y) = 3y^2 - 2y + 6$ ne peut pas être un modèle convenable pour décrire la trajectoire d'une fusée à eau.

Exercice 2 :

Voici la représentation de la trajectoire d'une fusée à eau.

a) Que **représente** α sur la courbe ?

b) (Groupe) Même **question** pour \vec{v}_0 .



c) Pour que la fusée atteigne l'apogée maximale, quelle **angle** doit faire α ?

Exercice 3 : On néglige les frottements.

Voici la modélisation générale de la hauteur atteinte par une fusée (notée z) **tirée à la verticale** en fonction du temps écoulé :

$$z = -0,5 \times g \times t^2 + v_0 \times t + h$$

Données :

- h vaut 1,5 m
- v_0 vaut 20 m/s
- g vaut 9,8 N/kg

a) **Vérifier** que $z = -4,9t^2 + 20t + 1,5$.

b) La hauteur maximale H atteinte est donnée par la formule $H = \frac{v_0^2}{2 \times g} + h$.

Estimer la hauteur atteinte (à 0,1 mètre près).