

# Les Bases - "Rocket Science"

Tout d'abord, une courte définition de ce qu'est une fusée. "En [astronautique](#), une **fusée** est un véhicule qui se déplace dans l'atmosphère ou l'espace propulsé par un ou plusieurs [moteurs-fusées](#)".

## Différent moteurs fusée

Les données importante dans un moteur fusée sont pour comme tout élément dans un objet volant:

- sa masse
- sa masse à vide
- son impulsion (sa puissance).

Nous pouvons aussi regarder son ISP qui est grossièrement le temps maximal où le moteur peut pousser 10N avec 1kg de carburant.

### Moteurs à ergol liquides

### Moteurs hybride

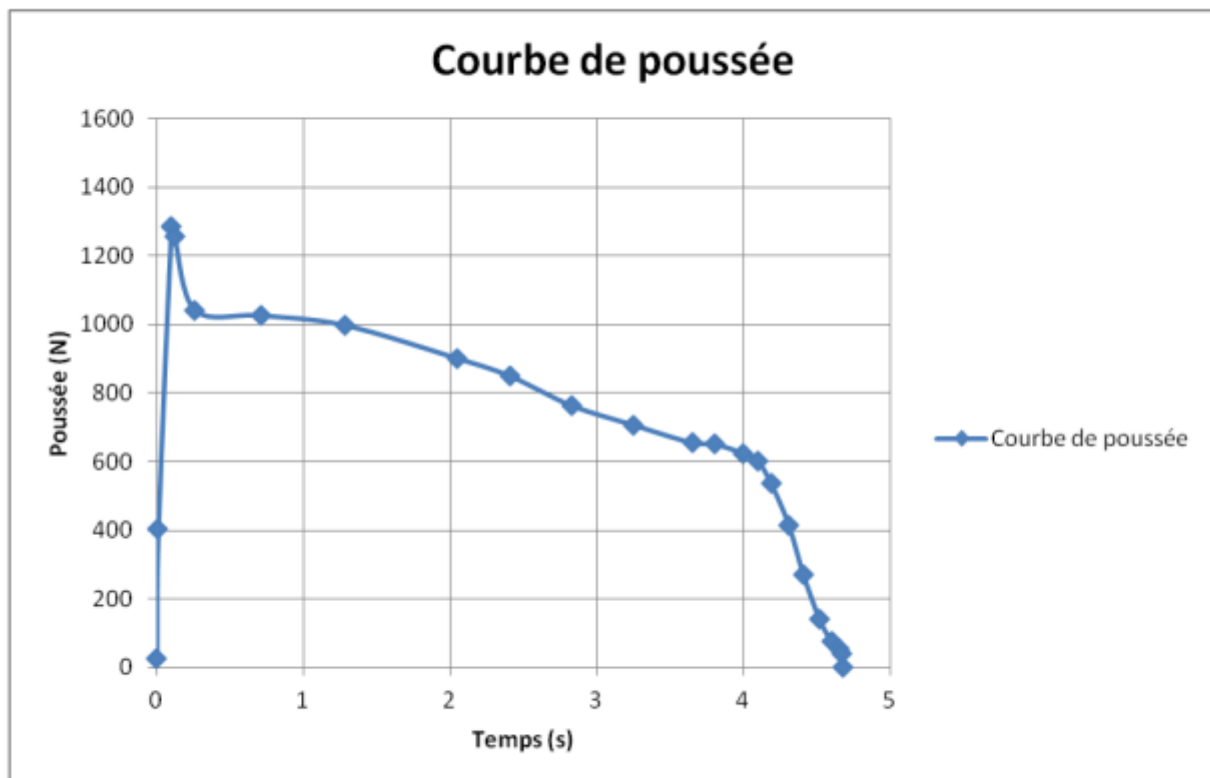
### Moteurs à ergol solide:

C'est dans cette catégorie que nous retrouverons les moteurs utilisés dans l'association. Il y'en a des petits des grands des très grands. Mais les moteurs à ergol solide se différencient par un classement noté de A à ZZ les moteurs utilisés majoritairement dans l'association ont une puissance de A à L:

| Classe | Impulsion (N.s) | Catégorie            | Exemple                    |
|--------|-----------------|----------------------|----------------------------|
| A      | 0 à 2.5         | MicroFusée           | A8-3                       |
| B      | 2.5 à 5         |                      | B4-4                       |
| C      | 5 à 10          |                      | C6-3                       |
| D      | 10 à 20         | MiniFusée            |                            |
| E      | 20 à 40         |                      | Wapiti (R10)               |
| F      | 40 à 80         |                      |                            |
| G      | 80 à 160        |                      | Cariacou (G150)<br>Pandora |
| H      | 160 à 320       | Fusée Expérimentale  |                            |
| I      | 320 à 640       |                      |                            |
| J      | 640 à 1280      |                      | Isard (J600)               |
| K      | 1280 à 2560     |                      | Pro54-5G (K570)            |
| L      | 2560 à 5120     |                      | Pro75-3G (L800)            |
| M      | 5120 à 10240    | Fusée sonde          | Caribou (M3780)            |
| N      | 10240 à 20480   |                      |                            |
| O      | 20480 à 40960   |                      |                            |
| P      | 40960 à 81920   | Lanceur de satellite |                            |
|        |                 |                      |                            |

Comme vous pouvez le constater la puissance double entre chaque catégorie.

La courbe de puissance n'est pas constante durant le vol. Ce qui est à prendre en compte. Dans le cahier des charges du Cspace II est conseillé d'avoir une vitesse de sortie de rampe de plus de 15m/s. Le pique initial de poussée est donc très important.



**(Attention en France vous n'avez pas le droit d'allumer de moteur au dessus de la catégorie C sans autorisation. et vous ne devez pas dépasser les 150m d'altitude non plus)**

# La stabilité d'une fusée

Pour qu'une fusée vole comme prévu, elle doit être stable - mais qu'est-ce que cela signifie exactement ?

Une petite leçon de vocabulaire avant de plonger directement dans la théorie :

- Centre de gravité: Le barycentre de toutes les masses de la fusée, et son centre de rotation
- Centre de poussée: Résultante des forces aérodynamiques qui s'appliquent sur la fusée

Pour déterminer le centre de poussée de la fusée, nous utilisons un ensemble d'équations appelées équations de Barrowman. Bien sûr, ces équations sont difficiles à résoudre à la main, c'est pourquoi nous utilisons des logiciels spécifiques (voir la section StabTraj) afin de les déterminer tout au long de la modélisation de la fusée.

Cependant, il est important de noter que ces équations font certaines hypothèses telles qu'un petit angle d'attaque et une géométrie courte et fine pour la fusée afin de simplifier les calculs. Il est donc important de noter que chaque fois que nous concevons des fusées, il est important de considérer certaines « marges de sécurité » sur les valeurs calculées.

La stabilité d'une fusée est définie par le fait que son centre de gravité se trouve toujours devant son centre de pression. En tant que concepteurs de fusées, notre devoir est d'éloigner le plus possible le centre de gravité du centre de pression. Nous voulons que notre fusée vole selon son plan de vol : c'est-à-dire être « stable » dans le sens le plus simple.

Si elle n'est pas stable : il y a deux conséquences :

## 1. Elle suivra une trajectoire erratique (Instable) :

Pas assez de portance aérodynamique présente sur la fusée, donc pas assez de « puissance » pour contrebalancer les effets perturbateurs sur la fusée. Cela peut être principalement dû à une configuration d'ailerons trop petite, ou à une distance insuffisante entre le CP et le CG.

## 2. Elle oscillera jusqu'à trébucher sur elle-même (Surstable) :

Cette fois, la portance aérodynamique sera trop présente sur la fusée, ce qui finira par la rendre trop « défensive » face aux forces extérieures. Contrairement au résultat précédent, cette conséquence est principalement due à des ailerons trop grands ou à une distance trop importante entre le CG et le CP.

A partir de ces défis, quelques conditions « numériques » imposées par Planète Sciences permettent d'assurer la stabilité :

- La marge statique
  - comme mentionné précédemment, la distance entre le CP et le CG n'est pas dimensionnée ( $MS = CG-CP/d$ )
- La gradient de portance  $Cn\alpha$ 
  - l'intensité de la résultante des forces aéro appliquée au CP
- Le couple de rappel  $MS \times Cn\alpha$ 
  - l'intensité avec laquelle la fusée va pivoter sur elle-même en réaction aux forces aérodynamiques
- La vitesse en sortie de la rampe
- La finesse
  - longueur totale / diamètre

Il existe différentes conditions selon le type de projet que nous modélisons.

Pour une mini fusée :

- $1,5 < MS < 6$
- $15 < Cn\alpha < 30$
- $30 < MS \times Cn\alpha < 100$
- Vitesse  $> 18 \text{ m/s}$
- $10 < \text{finesse} < 20$

Pour une fusée expérimentale :

- $2 < MS < 6$
- $15 < Cn\alpha < 40$
- $40 < MS \times Cn\alpha < 100$
- Vitesse  $> 20 \text{ m/s}$
- $10 < \text{finesse} < 35$

En respectant ces conditions, nous pouvons assurer la stabilité de notre fusée - et donc sa réussite lors de son voyage dans le ciel !

---

Revision #8  
Created 28 August 2024 15:12:34 by Saintot Nicolas  
Updated 30 August 2024 15:08:08 by Saintot Nicolas