

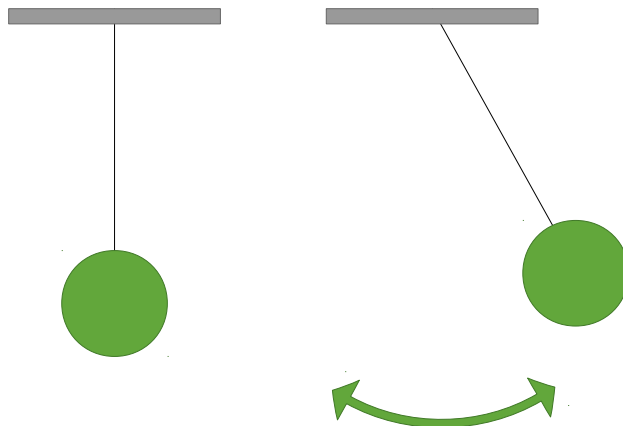
A decorative graphic on the left side of the slide consists of a grid of colored squares in shades of orange, purple, and green, arranged in a stepped pattern. Below this grid is a horizontal bar composed of several colored segments: purple, teal, red, green, magenta, grey, red, cyan, yellow, and dark blue.

# La stabilité des fusées

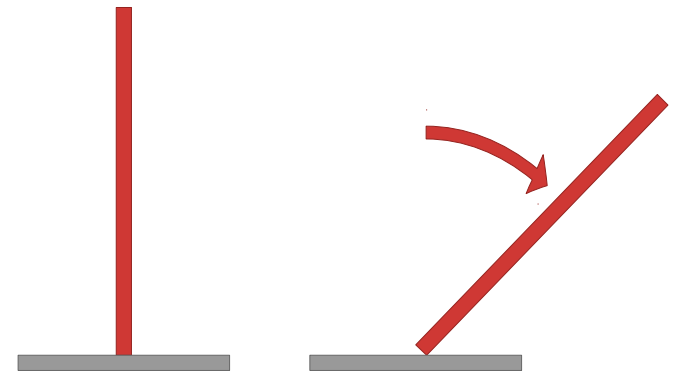
# Définir la stabilité

Stable :

Se dit d'un système qui, lorsqu'il est écarté de sa position d'équilibre, revient naturellement à celle-ci.



Pendule : système stable

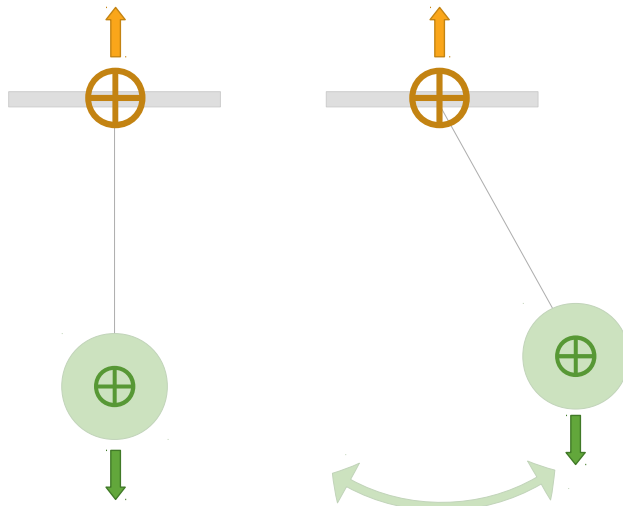


Baton : système instable

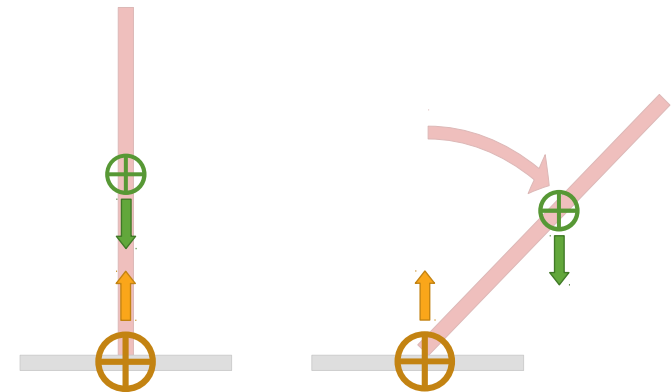
# Définir la stabilité

Stable :

Se dit d'un système qui, lorsqu'il est écarté de sa position d'équilibre, revient naturellement à celle-ci.

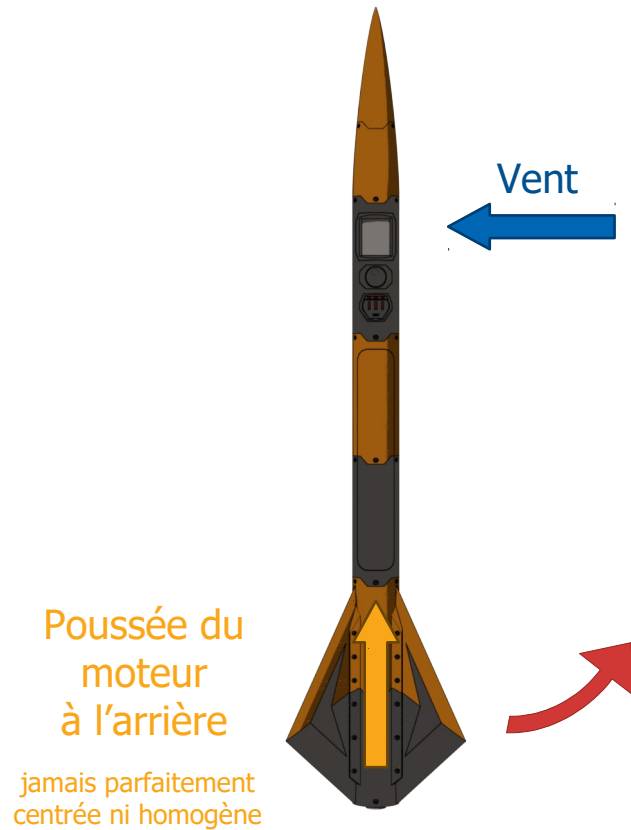


Pendule : système stable



Baton : système instable

# La stabilité des fusées



Principales causes d'instabilité

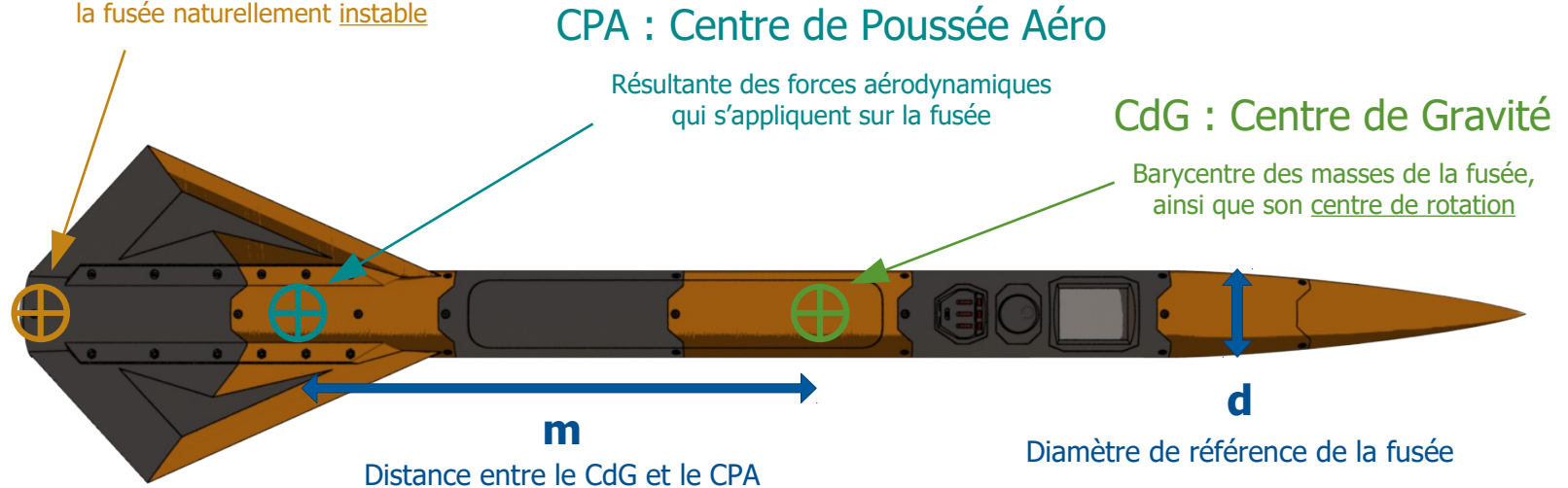


Principale cause de stabilité

# La théorie

## CPM : Centre de Poussée Moteur

Sa position à l'arrière du centre de gravité rend la fusée naturellement instable



## Marge Statique : $MS = m / d$

→ Distance entre le CdG et le CPA, exprimé en diamètres de référence

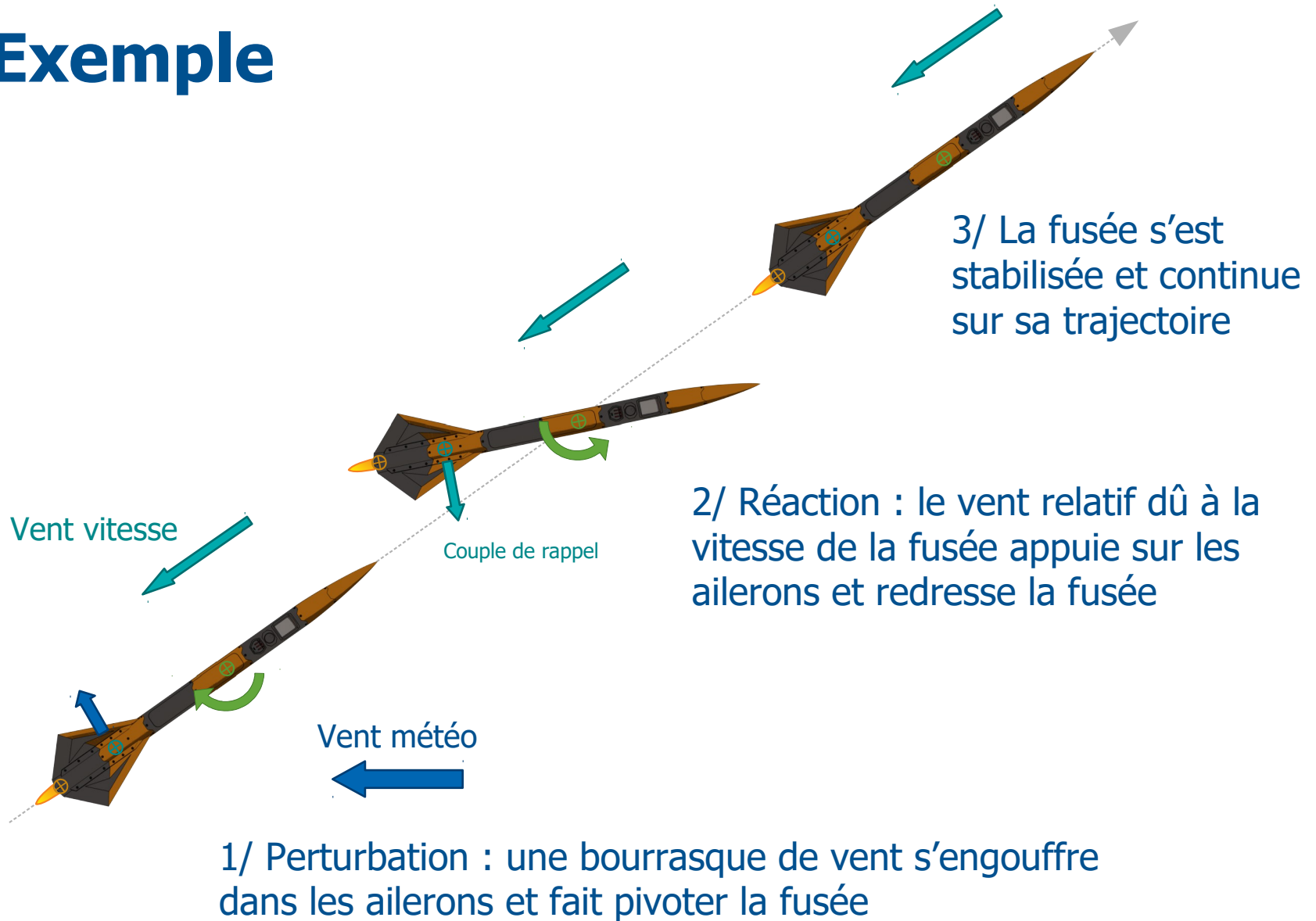
## Gradient de portance : $Cna$

→ Intensité de la résultante des forces aéro appliquée au CPA, dépend principalement de la taille des ailerons

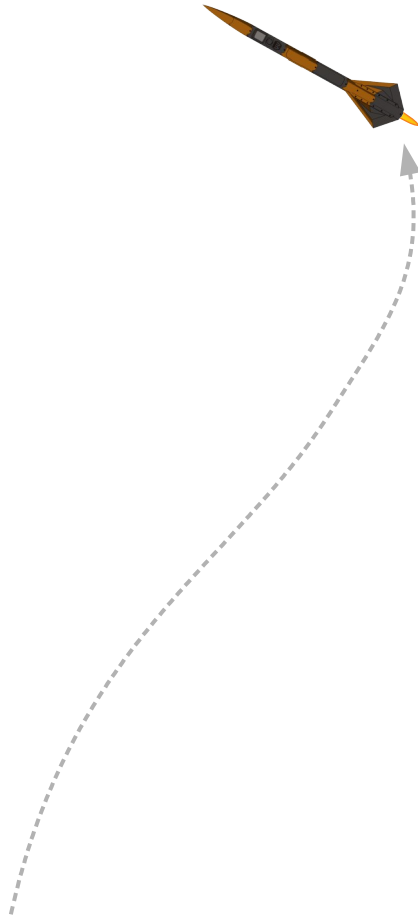
## Couple de rappel : $MS \times Cna$

→ Intensité avec laquelle la fusée va pivoter sur elle-même en réaction aux forces aéro

# Exemple



# Trois types de vol



Pas assez de poussée aérodynamique pour contrer les perturbations : la trajectoire devient imprévisible et dangereuse.

Principales causes :

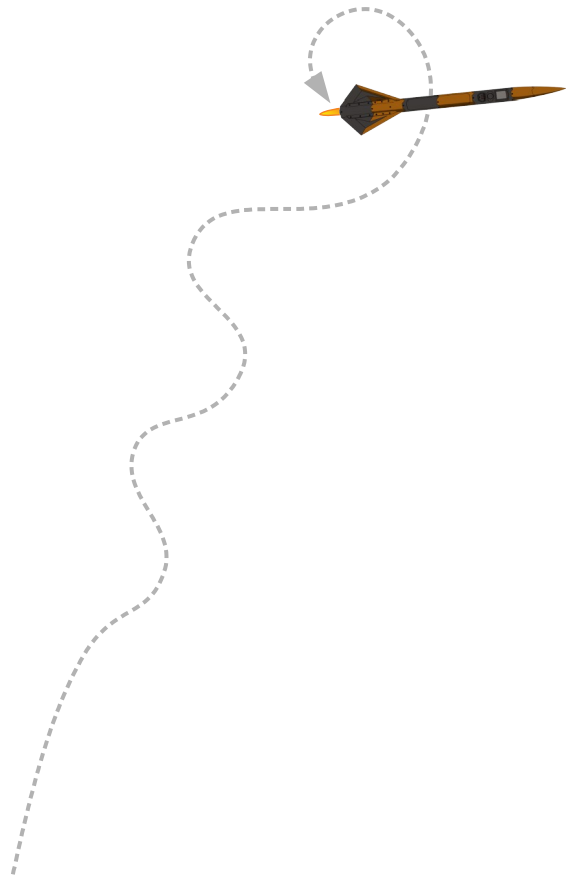
- Ailerons trop petits
- Marge statique trop faible

➔ **VOL INSTABLE**

Solutions :

- Aggrandir ou abaisser les ailerons
- Monter le centre de masse

# Trois types de vol



Trop de poussée aérodynamique, la fusée sur-réagit aux perturbations : la trajectoire oscille de plus en plus et la fusée risque de se retourner.

Principales causes :

- Ailerons trop grands
- Marge statique trop importante

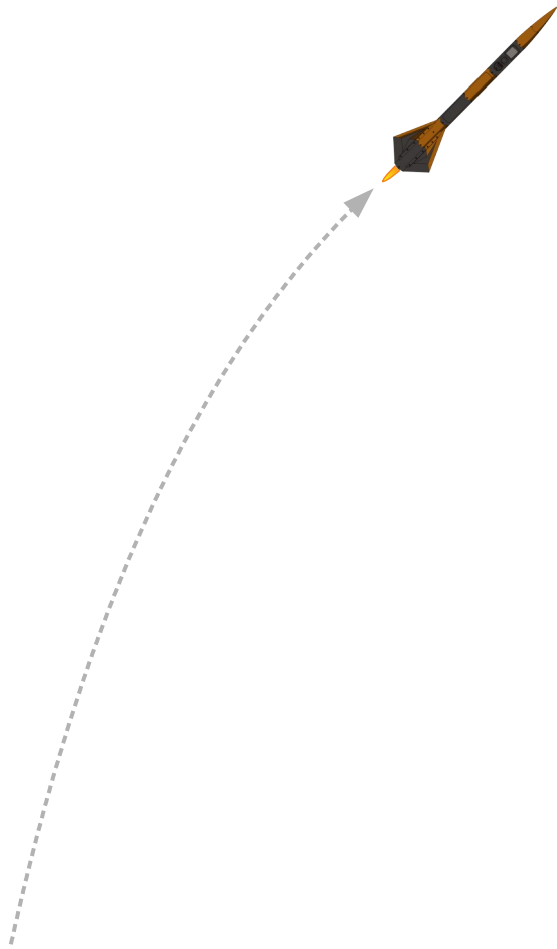
➔ **VOL SURSTABLE**

Solutions :

- Réduire ou élever les ailerons
- Abaisser le centre de masse



# Trois types de vol



La fusée est équilibrée, la poussée aérodynamique est suffisante pour contrer les perturbations mais pas trop importante pour déstabiliser le vol : la trajectoire est prévisible et sûre.

➔ **VOL STABLE**

# Les critères de stabilité : minif

$$1,5 < MS < 6$$

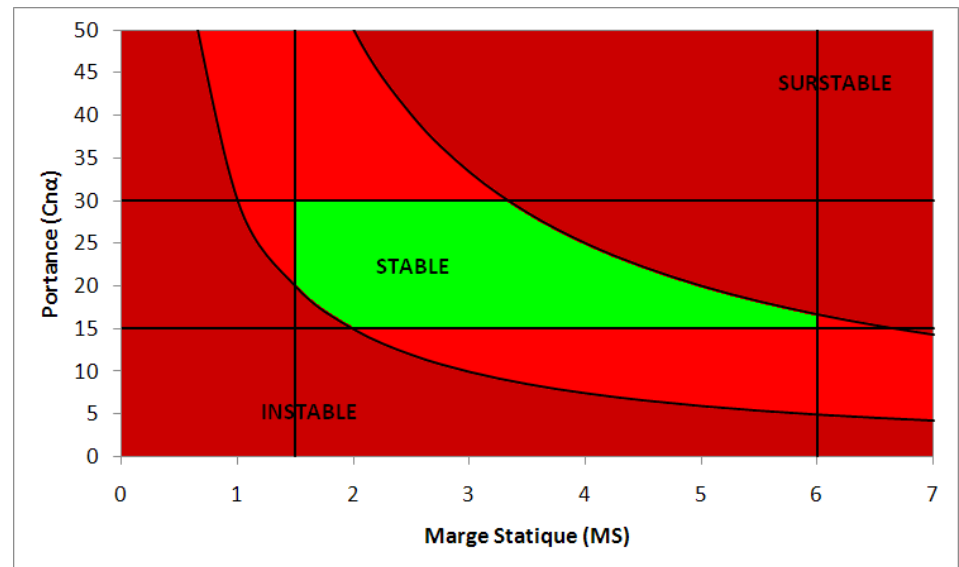
$$15 < Cna < 30$$

$$30 < MS \times Cna < 100$$

Vitesse > 18m/s  
en sortie de rampe

$$10 < finesse < 20$$

finesse = longueur totale / diamètre



→ Règle VL4 du cahier des charges

# Les critères de stabilité : fusex

$$2 < MS < 6$$

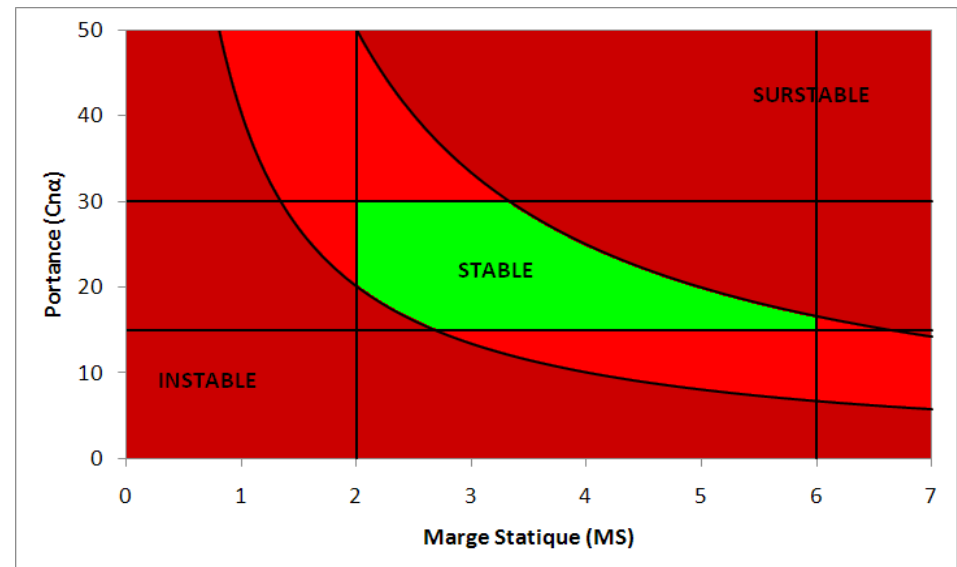
$$15 < Cna < 40$$

$$40 < MS \times Cna < 100$$

Vitesse  $> 20\text{m/s}$   
en sortie de rampe

$$10 < \text{finesse} < 35$$

finesse = longueur totale / diamètre



→ Règles STAB1 à STAB5 du cahier des charges

# StabTraj



## TRAJECTO

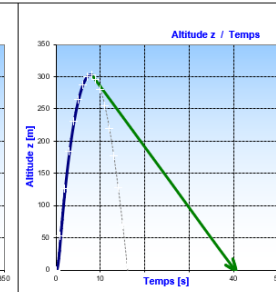
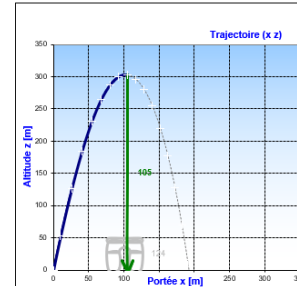
Trajectographie de fusée

Remplir les cases jaunes

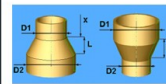
Nom	Fusée
Club	Cortex 2
Masse totale	1.5099 kg
Propulseur	Pandora

Surface Réf.	0.004327 m <sup>2</sup>
Cx	0.6

Longueur	2.5 m
Élévation	80 °



Temps	Altitude z	Portée x	Vitesse	Accélération	Efforts
			24.4 m/s		
			84 m/s	150 m/s <sup>2</sup>	
7.7 s	303 m	101 m	12 m/s		
8.0 s	303 m	105 m	12 m/s		24.2 N
16.2 s	~0 m	193 m	66.8 m/s		3201 J



Propulseur	
Haut	772 mm
Longueur	228 mm
Bas	1000 mm
Ailerons bas	
Haut	720 mm
Emplanture	280 mm
Bas	1000 mm

Pour localiser la fusée  
Brun/Orange...  
Rouge...

propu OK  
v3.4

Temps	Altitude z	Portée x	Vitesse	Accélération	Angle
0	0	0	0	-	80
0.20	2.35	0.41	24.4	121.8	80.0
-	-	-	84	149.6	-
1.1	60	12	82	17.1	78.5
7.7	303	101	12	9.8	4.6
16.2	~0	193	67	5.0	-82.7
8.0	303	105	12	9.8	-9.2
40	~0	-56   266	9	9.8	-



## STABILITO

Stabilité de fusée à ailerons

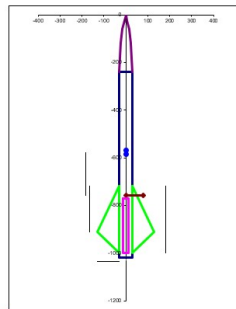
Remplir les cases jaunes

Nom	Fusée
Club	Cortex 2
Type	Planète Sciences
Masse	1350 g
Centre de Masse	550 mm
Longueur totale	1020 mm

Type	Propulseur
Position du bas	Pandora
	1000 mm

Forme	Coiffe
Hauteur	Ogivale (pointue)
Diamètre	240 mm
	60 mm

Ailerons	
Mono-empennage	
Emplanture 'm'	280 mm
Saumon 'n'	9 mm
Flèche 'p'	190 mm
Envergure 'E'	100 mm
Épaisseur 'ep'	5 mm
Nombre	3
Position du bas	1000 mm



Language/Langue Français

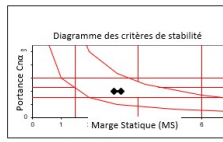
Fusée mono-diamètre,

Masse propu	0.16 kg	0.084 kg	-
CdmI propu	114 mm	114 mm	-
Masse fusée	1.51 kg	1.434 kg	1.35 kg
Cdm fusée	586 mm	570 mm	550 mm

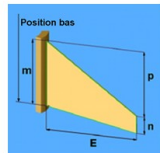
XcP	Cno	
112 mm	2.0	
Ailerons	830 mm	18.0

7/11/2018	Min	Résultats	Max
Finesse	10	17.0	20
Portance	15	20.0	20.0
MargeStat	1.5 D	2.88 D	3.14 D
Couple	30	57.5	62.8
XcP		758 mm	758 mm
MS/L		17% L	18% L

STABLE



Commentaire libre :



Maintenant que votre fusée est stable, vérifiez sa trajectoire via la feuille Trajecto

<http://www.planete-sciences.org/espace/Ressources/Trajectoire/?lang=fr>

**A compléter et à déposer dans l'espace SCAE de votre projet!**