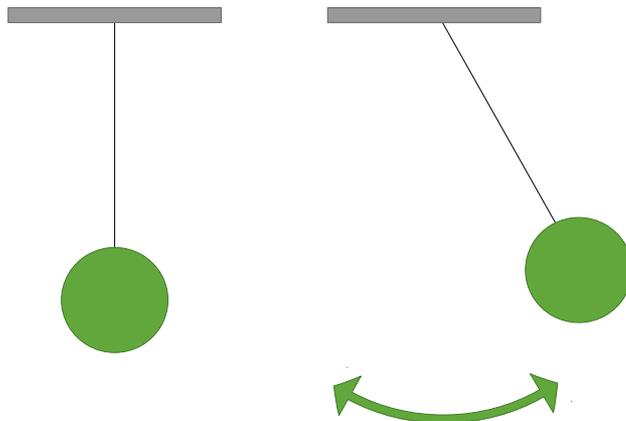


# La stabilité des fusées

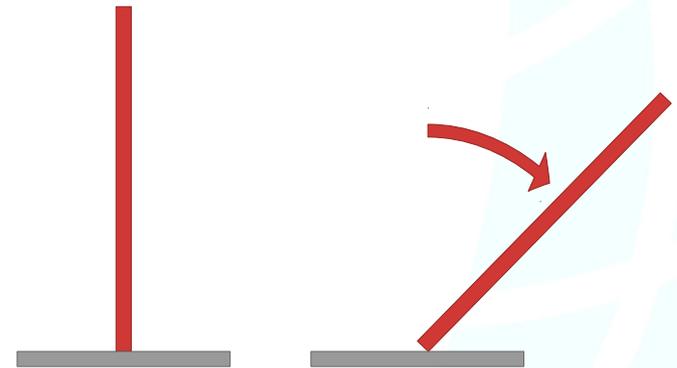
# Définir la stabilité

Stable :

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



Pendule : système stable

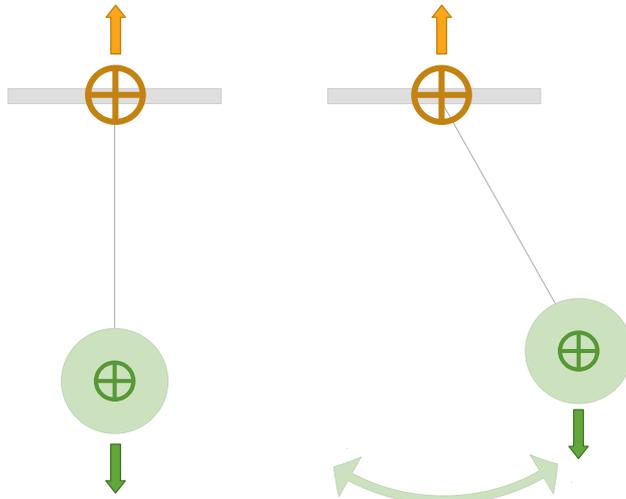


Baton : système instable

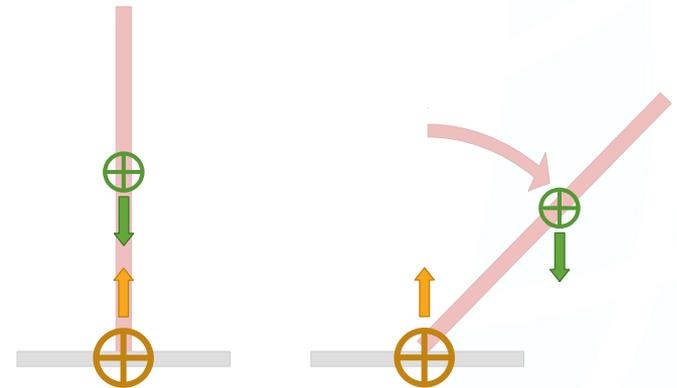
# Définir la stabilité

Stable :

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

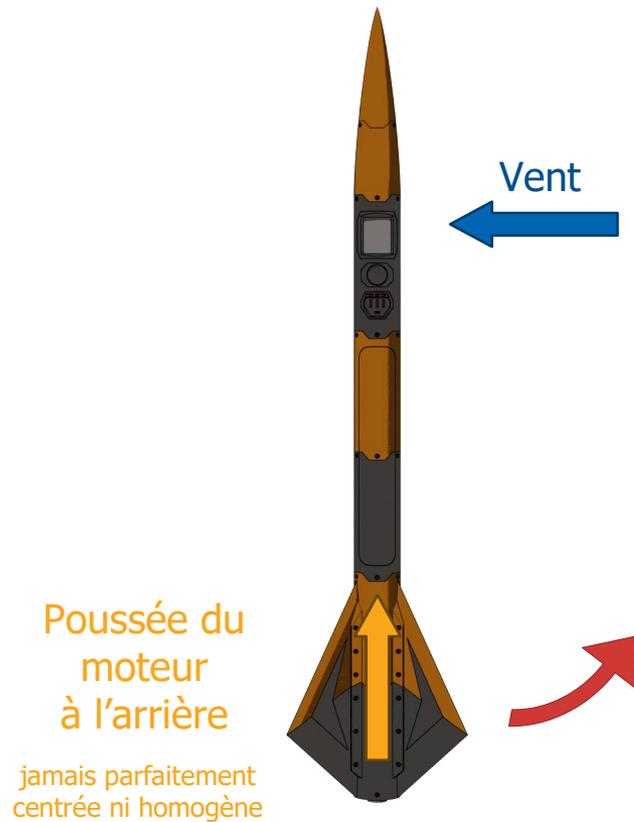


Pendule : système stable



Baton : système instable

# La stabilité des fusées



Principales causes d'instabilité

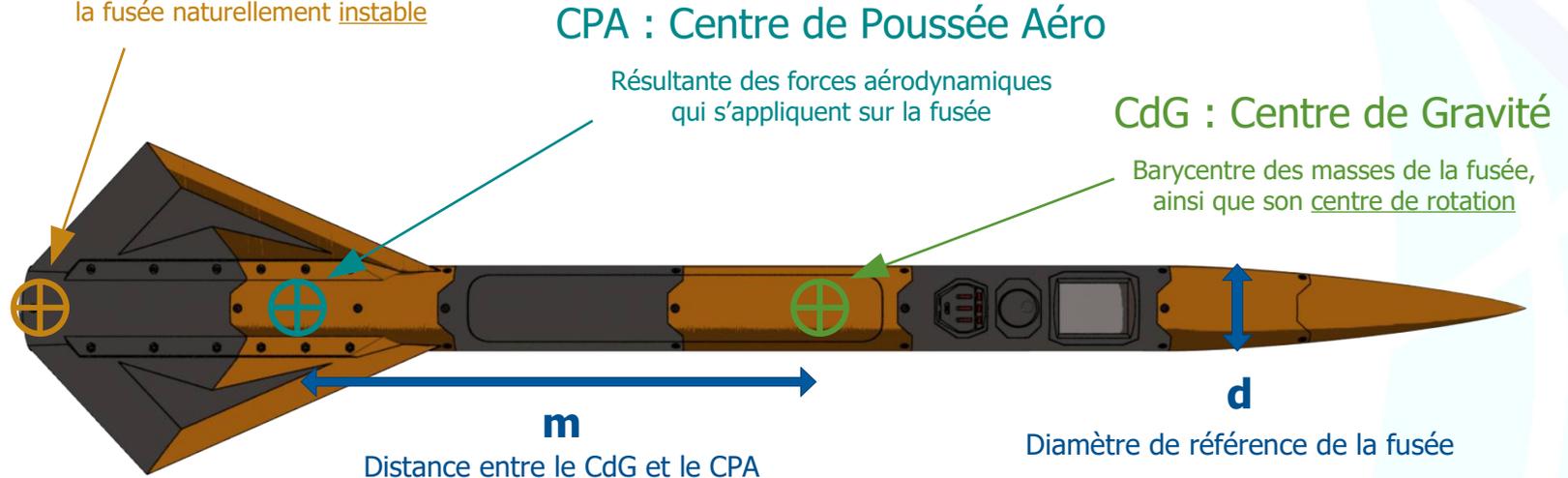


Principale cause de stabilité

# 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

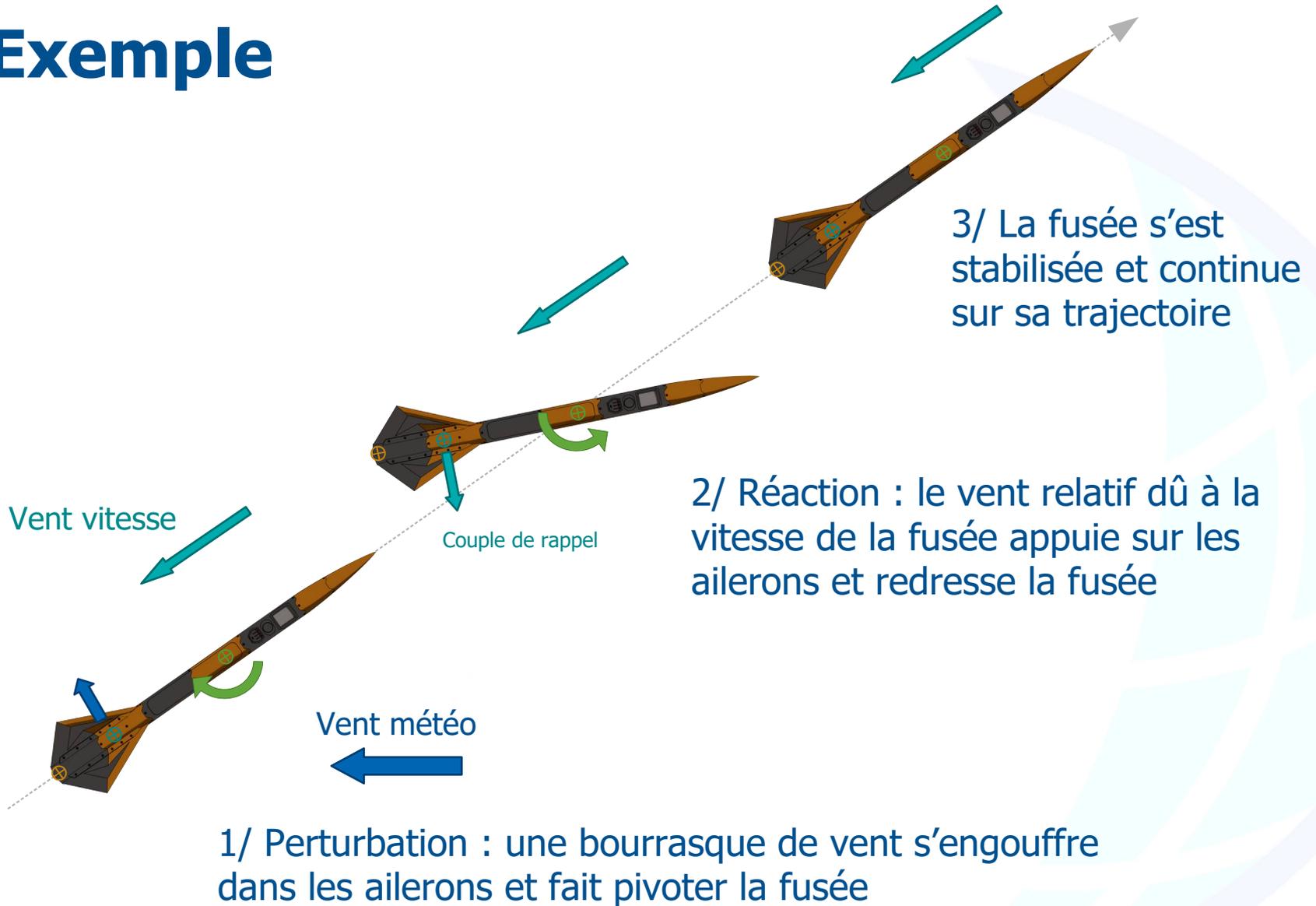
Gradient de portance :  $Cna$

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

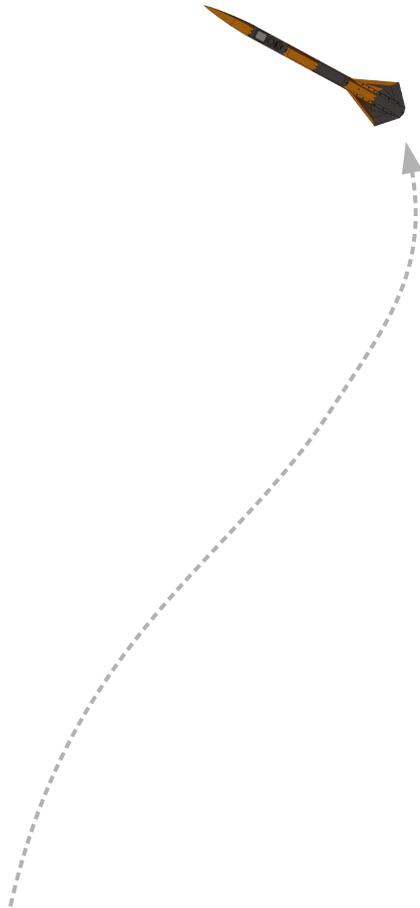
Couple de rappel :  $MS \times Cna$

→ 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 :

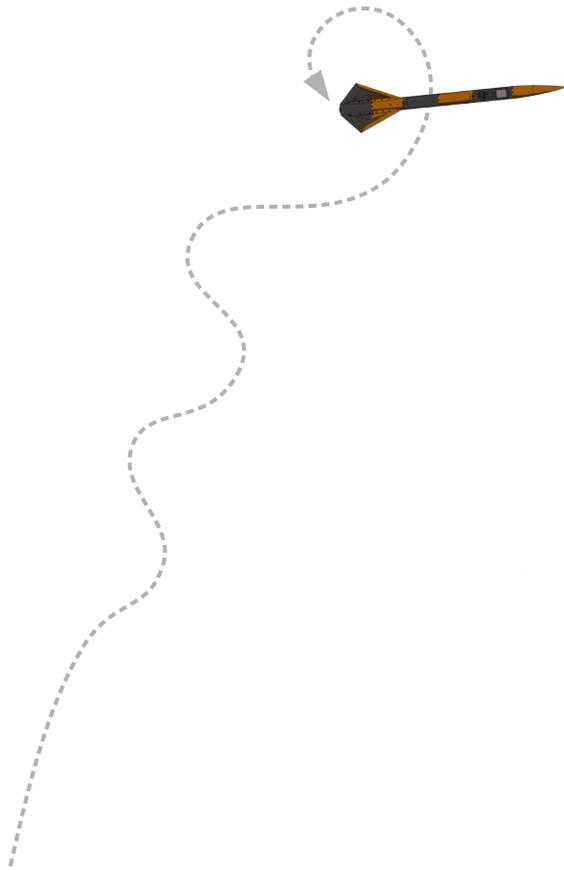
- Ailerons trop petits
- Marge statique trop faible

➔ **VOL INSTABLE**

Solutions :

- Agrandir 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 :

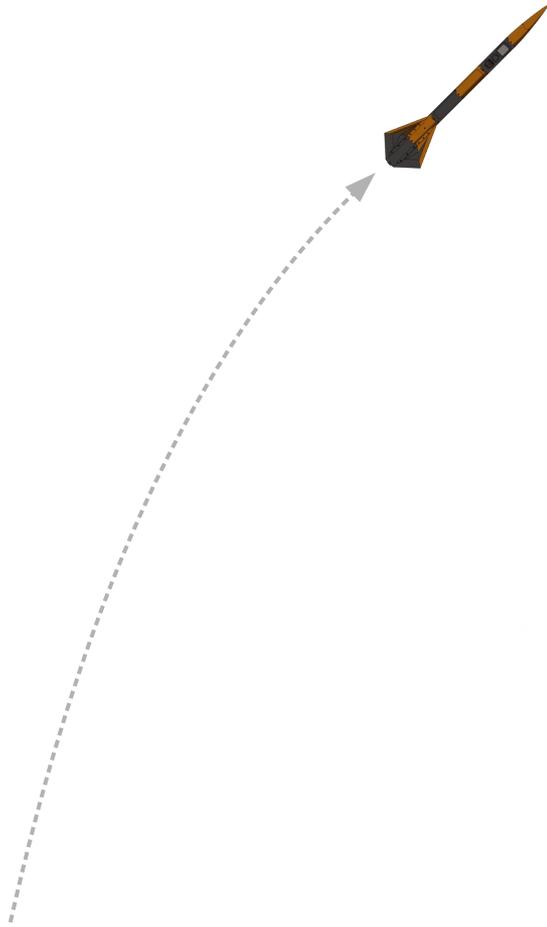
- Ailerons trop grands
- Marge statique trop importante

➔ **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

$$1,5 < MS < 6$$

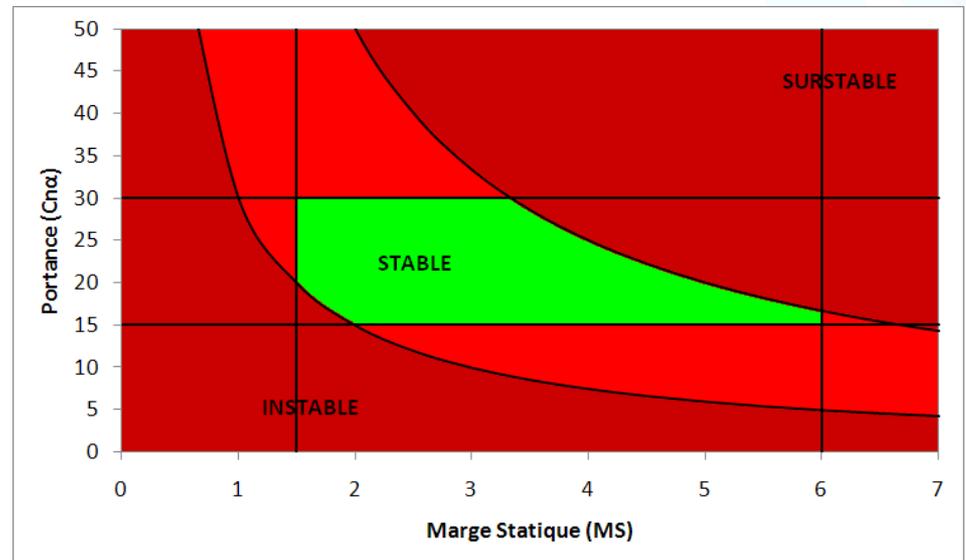
$$15 < Cna < 30$$

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

Vitesse  $> 18\text{m/s}$   
en sortie de rampe

$$10 < \text{finesse} < 20$$

finesse = longueur totale / diamètre



→ Règle VL4 du cahier des charges

# Les critères de stabilité : fusex

$$2 < MS < 6$$

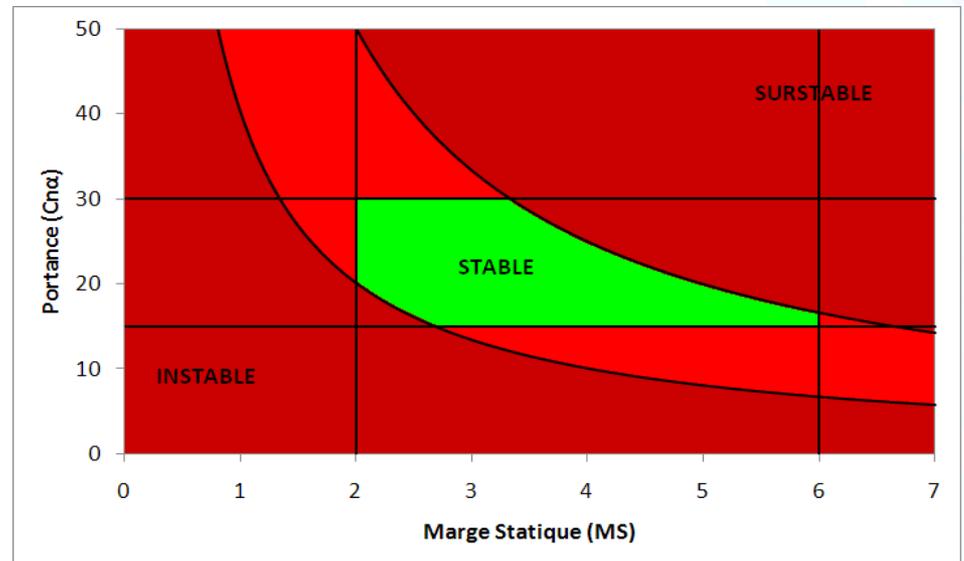
$$15 < Cna < 40$$

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

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

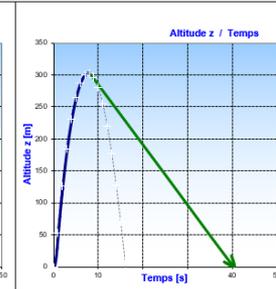
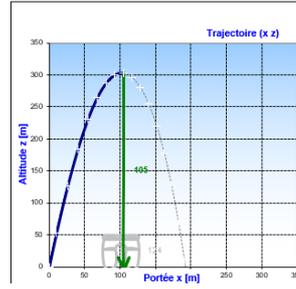
Trajectographie de fusée

Remplir les cases jaunes

Nom	Fusée
Club	Cortex 2
Masse totale	1.5099 kg
Propulseur	Pandora

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

Rampe de Lancement	
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



## STABILITO

Stabilité de fusée à ailerons

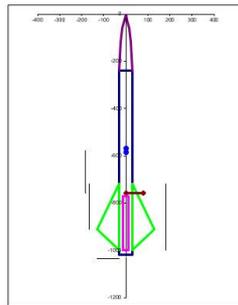
Remplir les cases jaunes

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

Propulseur	
Type	Pandora
Position du bas	1000 mm

Coiffe	
Forme	Ogivale (pointue)
Hauteur	240 mm
Diamètre	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



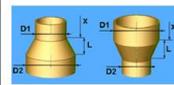
7/11/2018	Min	Résultats	Max
Finesse	10	17.0	20
Portance	15	20.0	30
MargeStat	1.5 D	2.88 D	3.14 D
Couple	30	57.5	62.8
		758 mm	758 mm
MS/L		17% L	18% L

Language/Langue: Français

Fusée mono-diamètre,

	Propu. plei	Propu. vide	Sans propu.
Masse propu.	0.16 kg	0.084 kg	-
Cdm/1 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
Coiffe	112 mm	2.0
Ailerons	830 mm	18.0



Propulseur	
Hauteur	772 mm
Longueur	228 mm
Bas	1000 mm

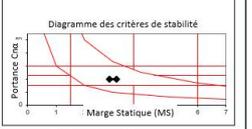
Ailerons bas	
Hauteur	720 mm
Emplanture	280 mm
Bas	1000 mm

pour localiser la fusée

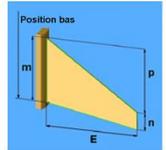
- Brun/Orange...
- Rouge...

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	-



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!