

Projet fusée



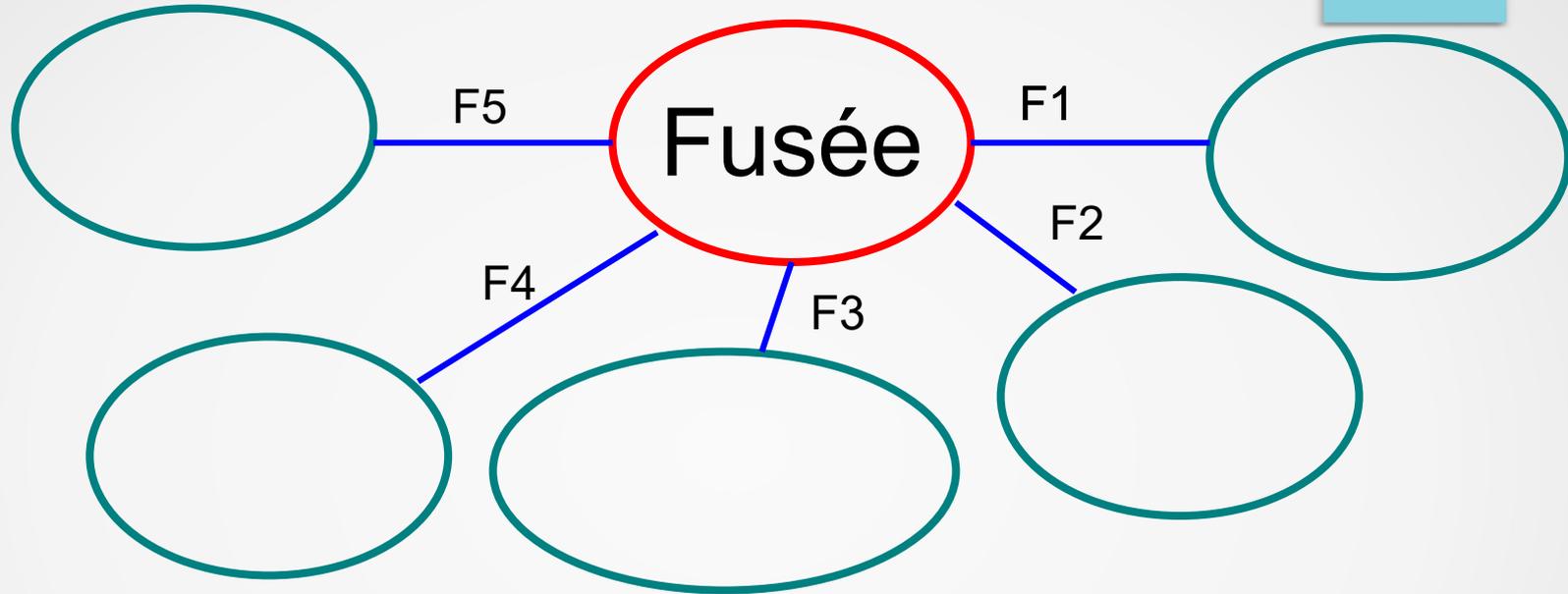
Etapes

- Rappel des objectifs
- Cahier des charges de la fusée
- Les différentes phases de vol
- Poussée et masse
- Forme de la fusée
- La stabilisation de la fusée
- Conception et réalisation

Rappel des objectifs

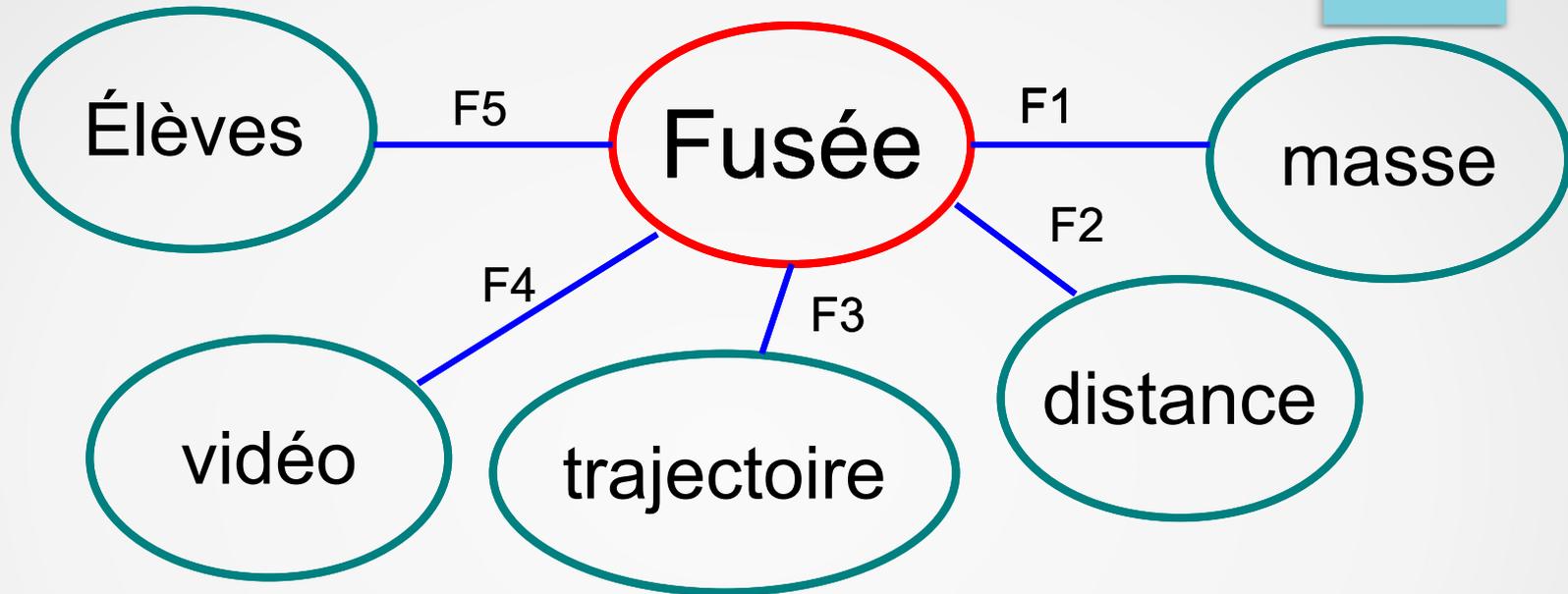
- Le résultat final est la vidéo d'un mouvement rectiligne vertical vers le haut.
- L'objet filmé doit avoir une masse constante.
- La distance minimale observable est de 3m minimum.
- L'objet doit être réalisable par des élèves avec des outils et matériaux simples et sécurisés.
- Le lancement ne doit pas présenter de risques pour les biens et les personnes

Cahier des charges de la fusée



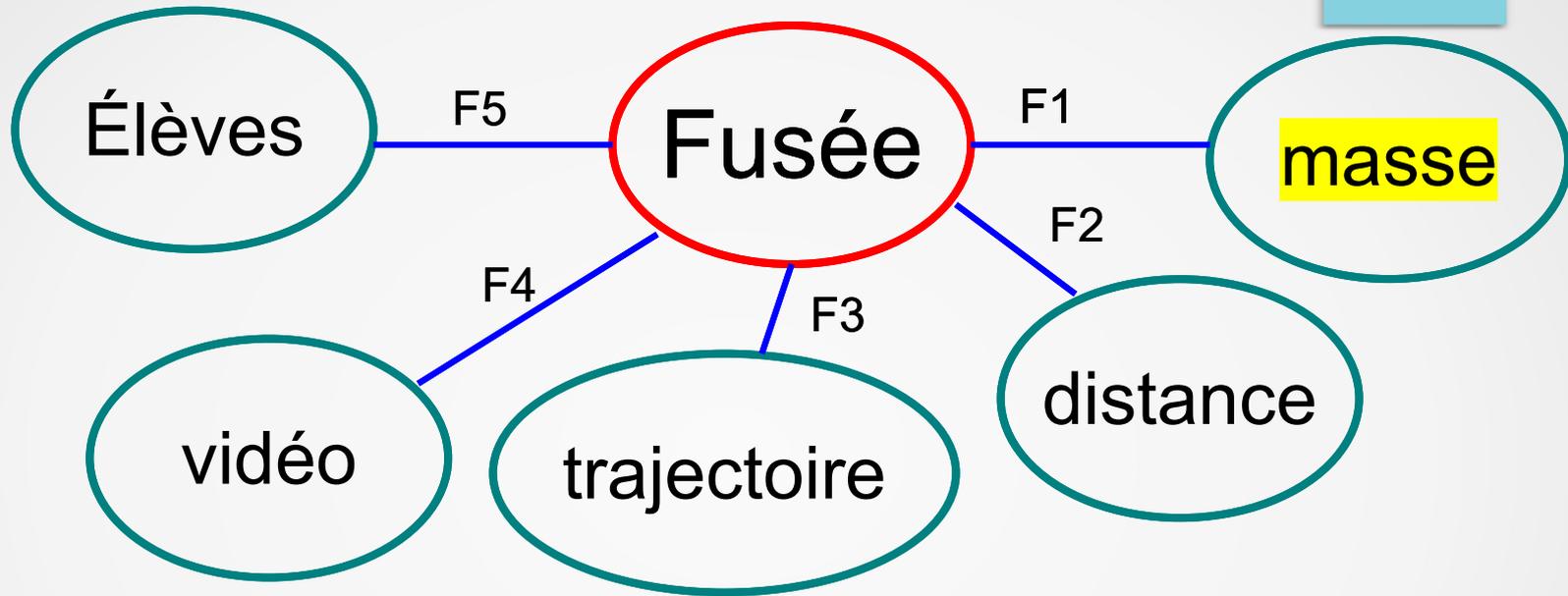
	Fonctions Techniques/Secondaires /Contraintes	Critères	Niveaux
F1			
F2			
F3			
F4			
F5			

Cahier des charges de la fusée



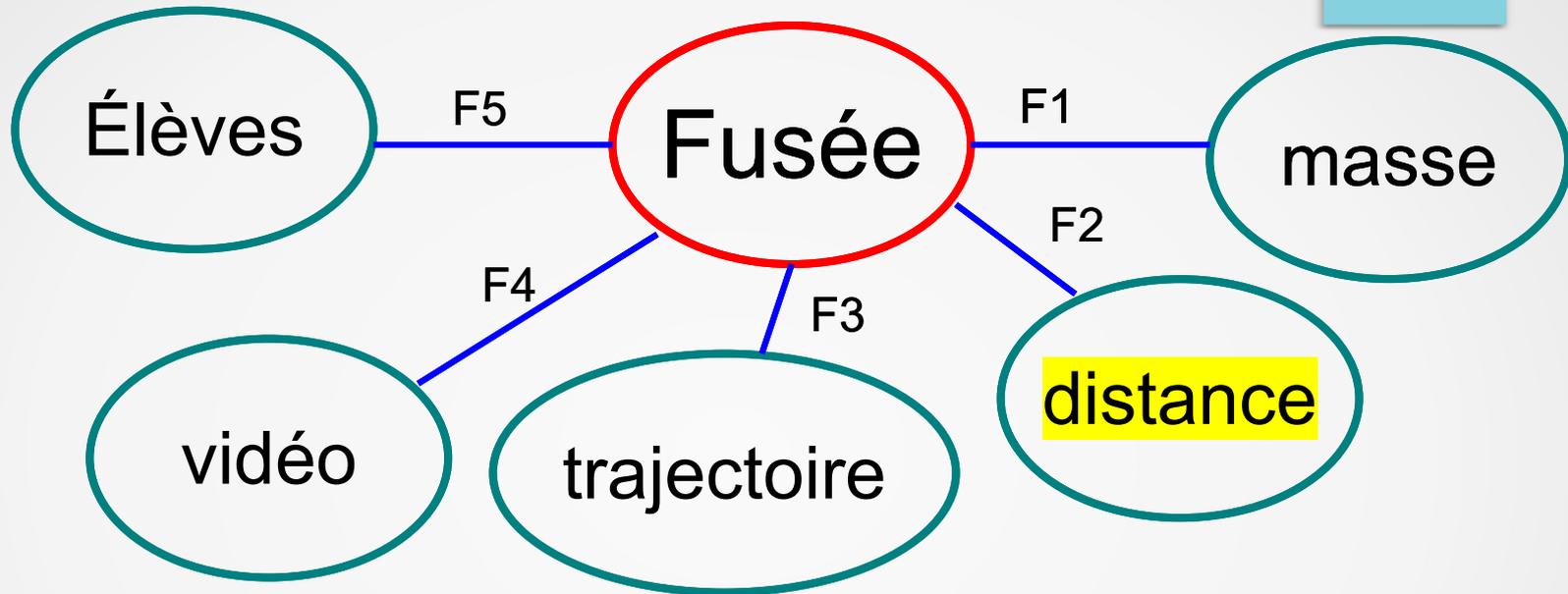
	Fonctions Techniques/Secondaires /Contraintes	Critères	Niveaux
F1			
F2			
F3			
F4			
F5			

Cahier des charges de la fusée



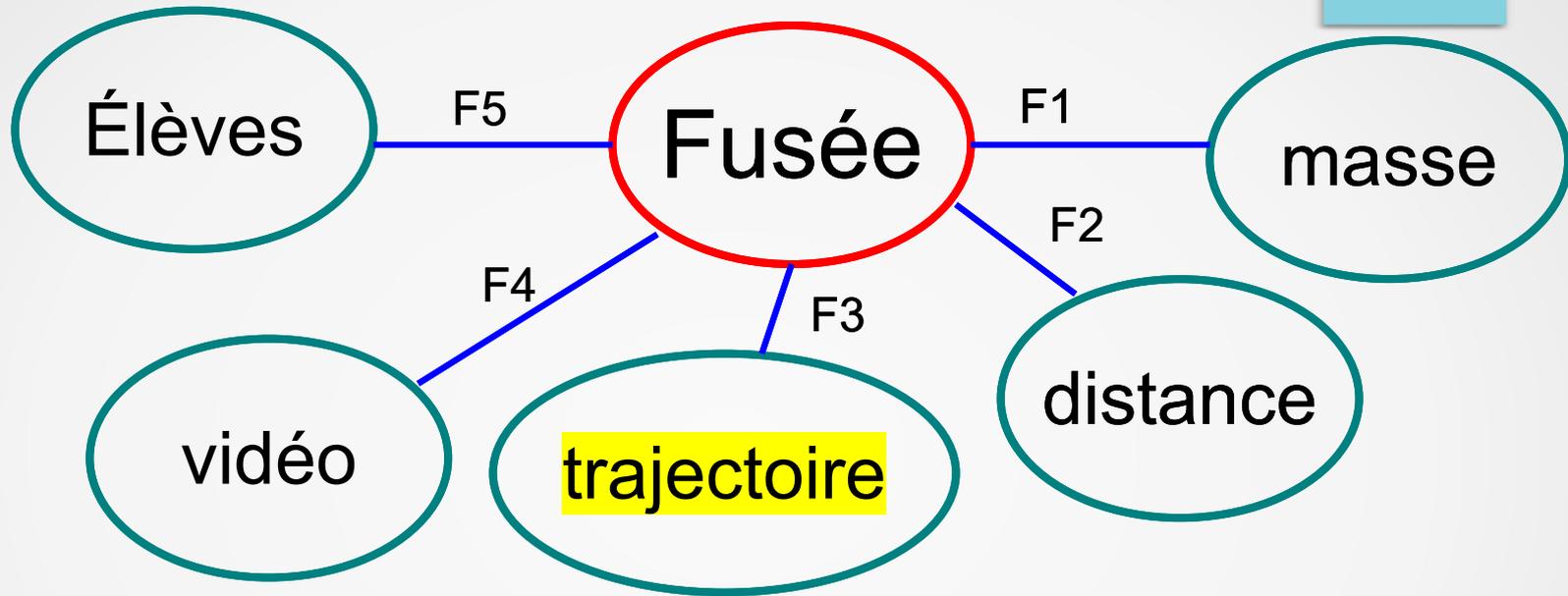
	Fonctions Techniques/Secondaires /Contraintes	Critères	Niveaux
F1	<u>Conserver</u> la masse initiale		
F2			
F3			
F4			
F5			

Cahier des charges de la fusée



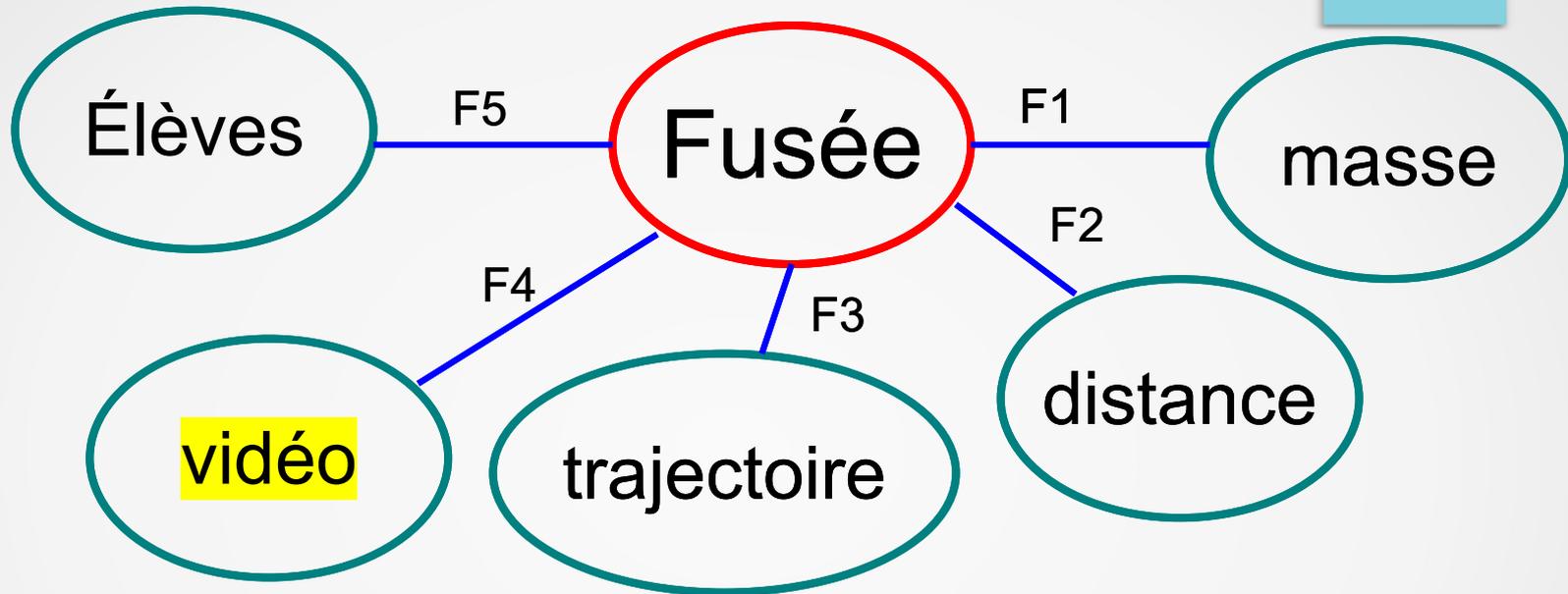
	Fonctions Techniques/Secondaires /Contraintes	Critères	Niveaux
F1	Conserver la masse initiale		
F2	<u>Parcourir</u> une distance suffisante		
F3			
F4			
F5			

Cahier des charges de la fusée



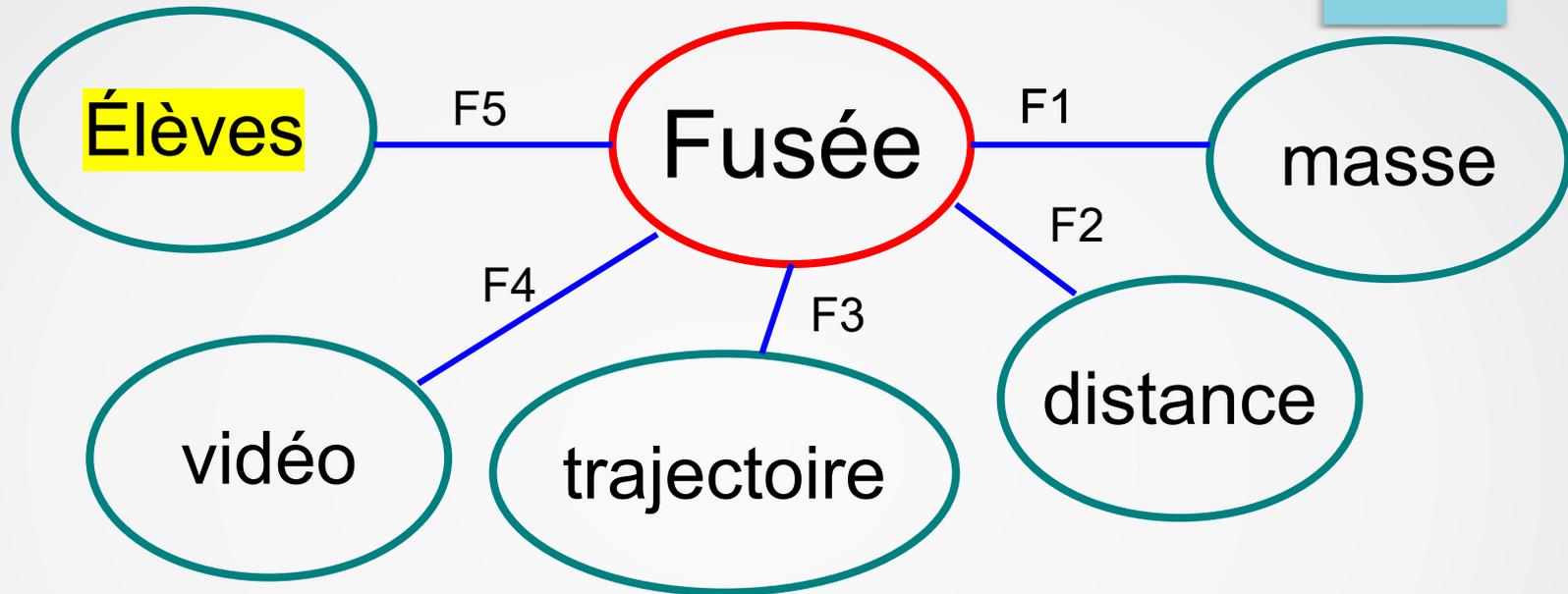
	Fonctions Techniques/Secondaires /Contraintes	Critères	Niveaux
F1	Conserver la masse initiale		
F2	Parcourir une distance suffisante		
F3	Suivre une trajectoire précise		
F4			
F5			

Cahier des charges de la fusée



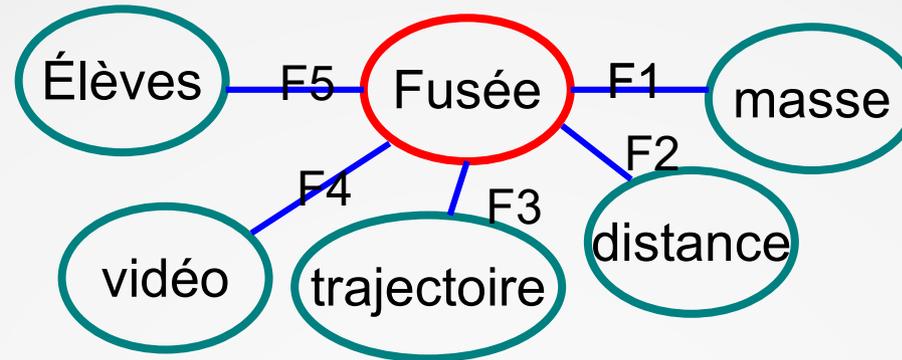
	Fonctions Techniques/Secondaires /Contraintes	Critères	Niveaux
F1	Conserver la masse initiale		
F2	Parcourir une distance suffisante		
F3	Suivre une trajectoire précise		
F4	Être visible sur la vidéo		
F5			

Cahier des charges de la fusée



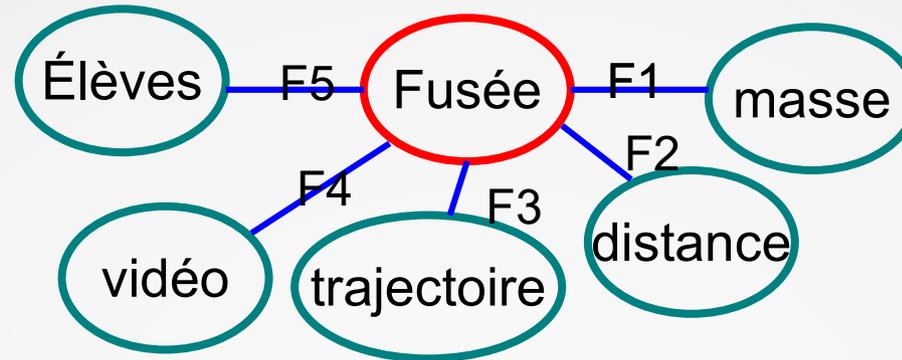
	Fonctions Techniques/Secondaires /Contraintes	Critères	Niveaux
F1	Conserver la masse initiale		
F2	Parcourir une distance suffisante		
F3	Suivre une trajectoire précise		
F4	Être visible sur la vidéo		
F5	Être réalisable par des élèves		

Cahier des charges de la fusée



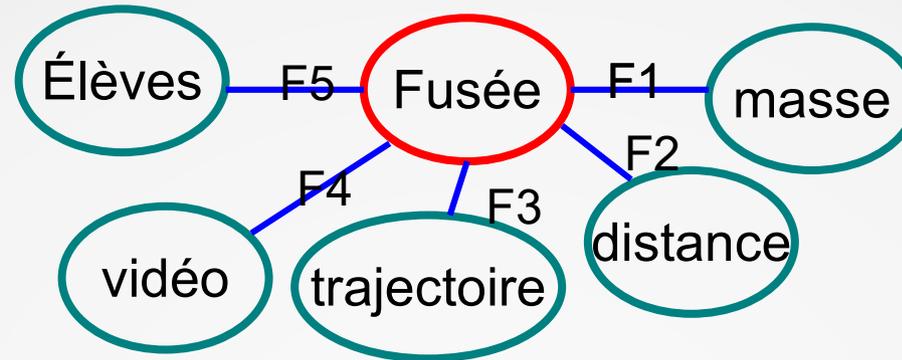
F1	Conserver la masse initiale	Masse maximale	Inconnue
F2	Parcourir une distance suffisante		
F3	Suivre une trajectoire précise		
F4	Être visible sur la vidéo		
F5	Être réalisable par des élèves		

Cahier des charges de la fusée



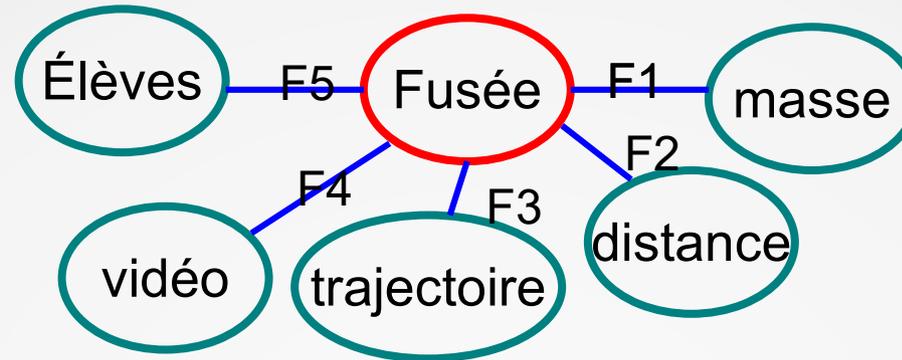
F1	Conserver la masse initiale	Masse maximale	Inconnue
F2	Parcourir une distance suffisante	Poussée Hauteur	Inconnue >3m
F3	Suivre une trajectoire précise		
F4	Être visible sur la vidéo		
F5	Être réalisable par des élèves		

Cahier des charges de la fusée



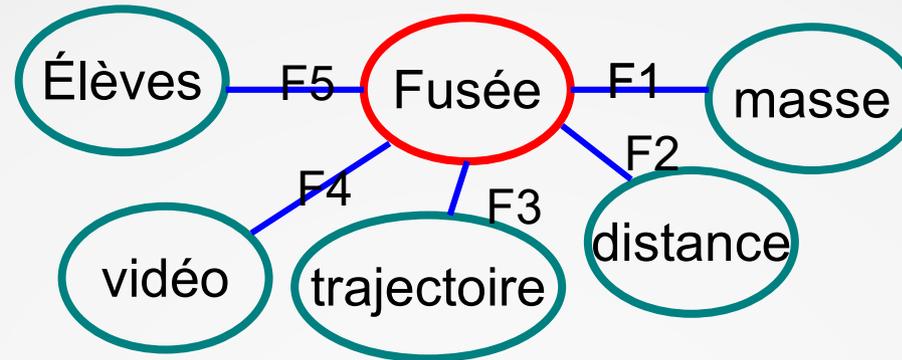
F1	Conserver la masse initiale	Masse maximale	Inconnue
F2	Parcourir une distance suffisante	Poussée Hauteur	Inconnue >3m
F3	Suivre une trajectoire précise	Direction Forme	90° vers le haut Rectiligne
F4	Être visible sur la vidéo		
F5	Être réalisable par des élèves		

Cahier des charges de la fusée



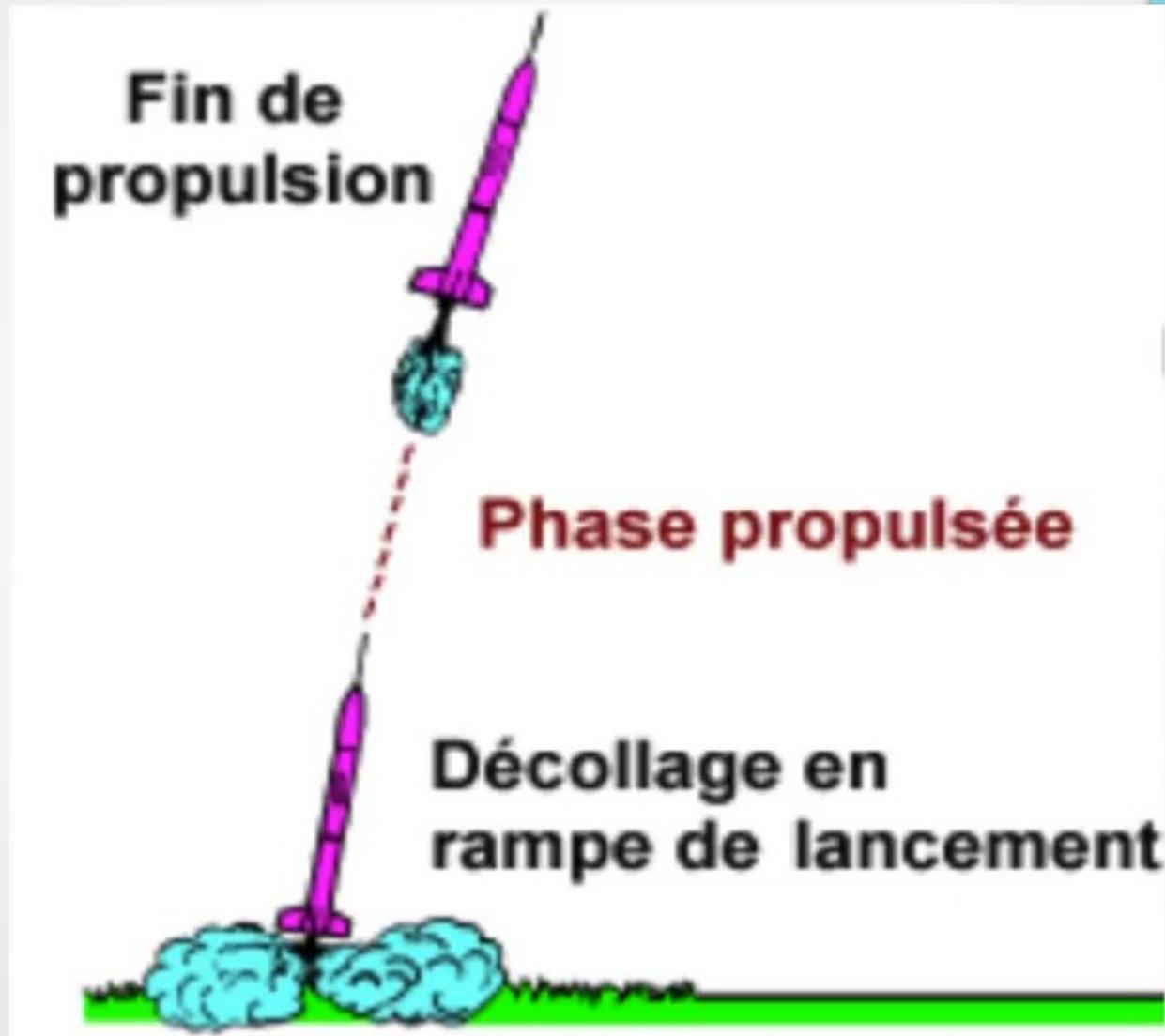
F1	Conserver la masse initiale	Masse maximale	Inconnue
F2	Parcourir une distance suffisante	Poussée Hauteur	Inconnue >3m
F3	Suivre une trajectoire précise	Direction Forme	90° vers le haut Rectiligne
F4	Être visible sur la vidéo	Couleur Surface	Vive >10cm ²
F5	Être réalisable par des élèves		

Cahier des charges de la fusée

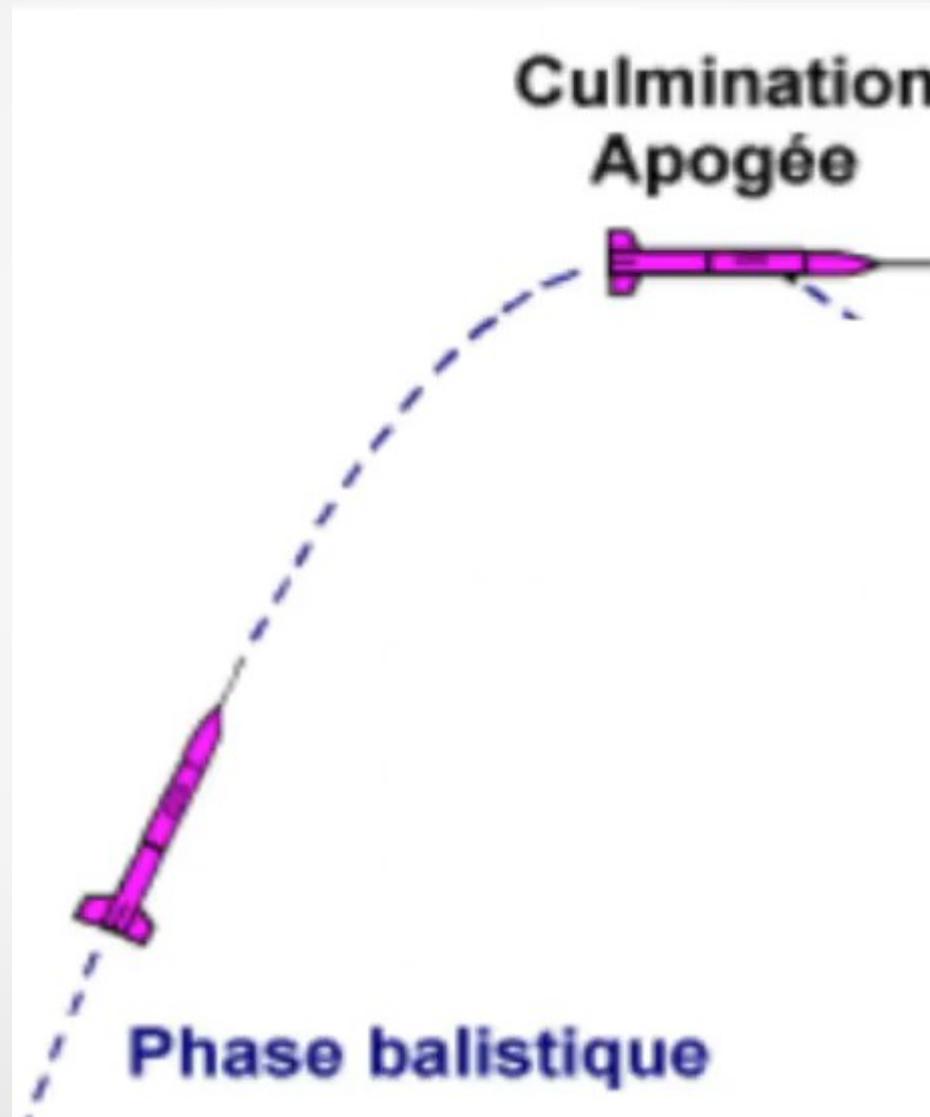


F1	Conserver la masse initiale	Masse maximale	Inconnue
F2	Parcourir une distance suffisante	Poussée Hauteur	Inconnue >3m
F3	Suivre une trajectoire précise	Direction Forme	90° vers le haut Rectiligne
F4	Être visible sur la vidéo	Couleur Surface	Vive >10cm ²
F5	Être réalisable par des élèves	Outils Matériaux	Outils à mains simples Matières plastiques, carton, scotch

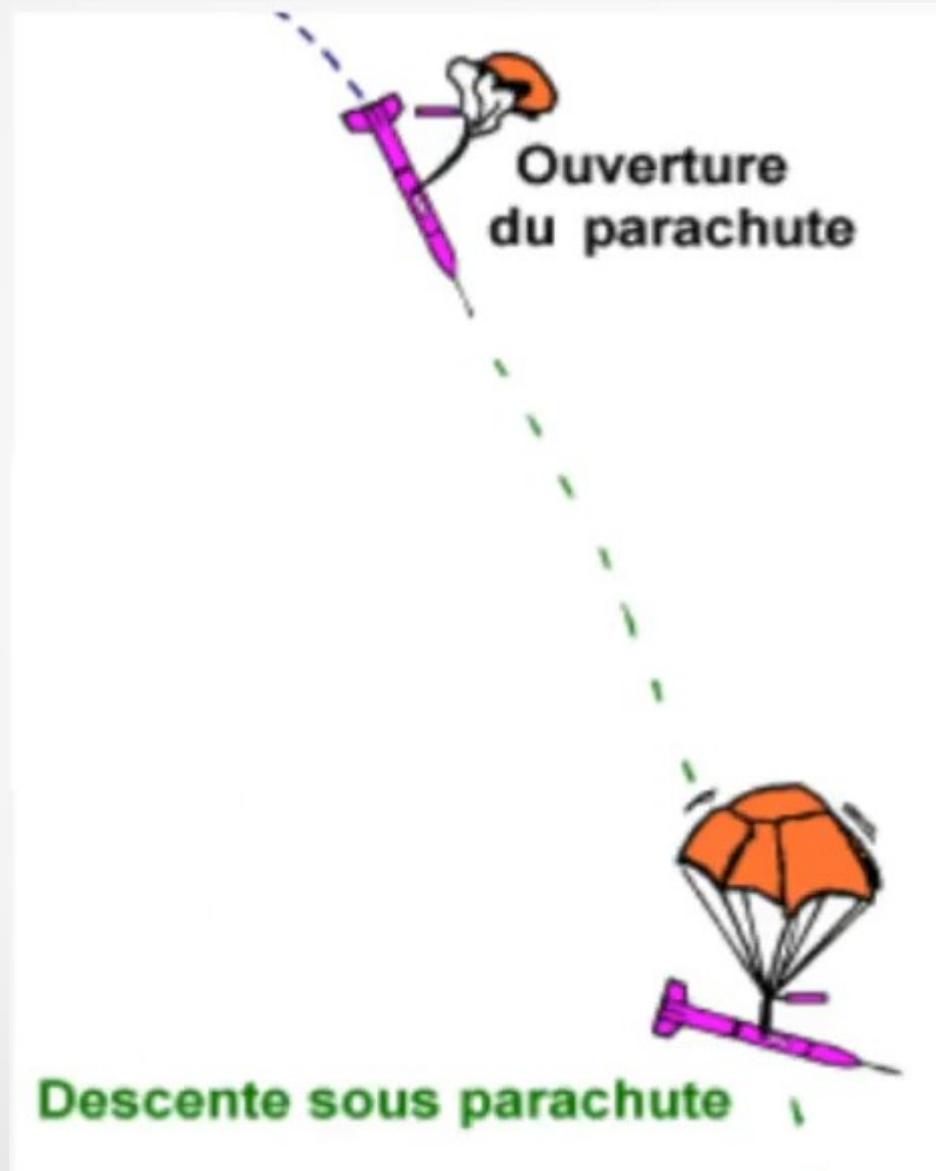
Phase 1



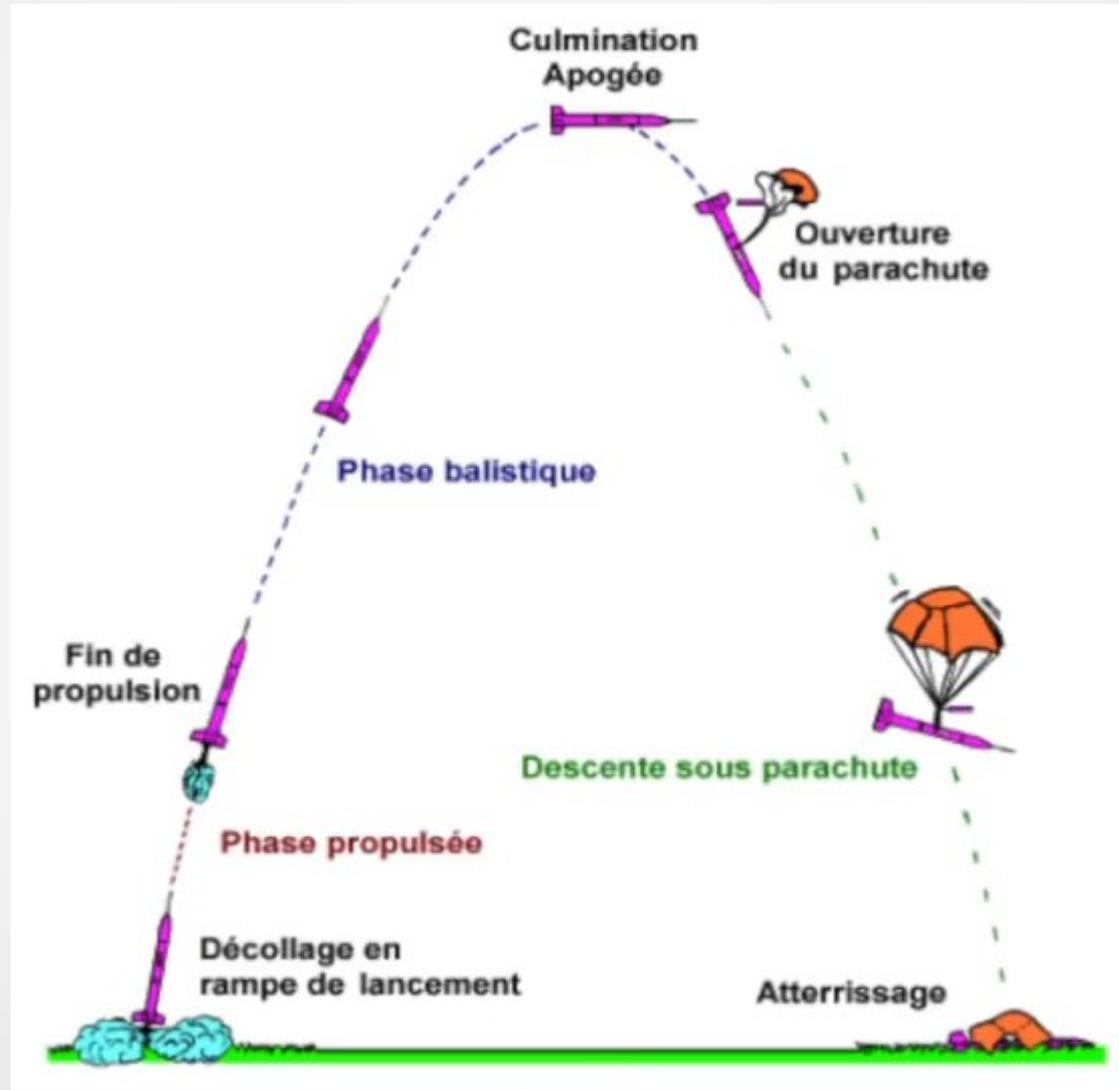
Phases 2 et 3



Phase 4



Les phases de vol



Les phases de vol

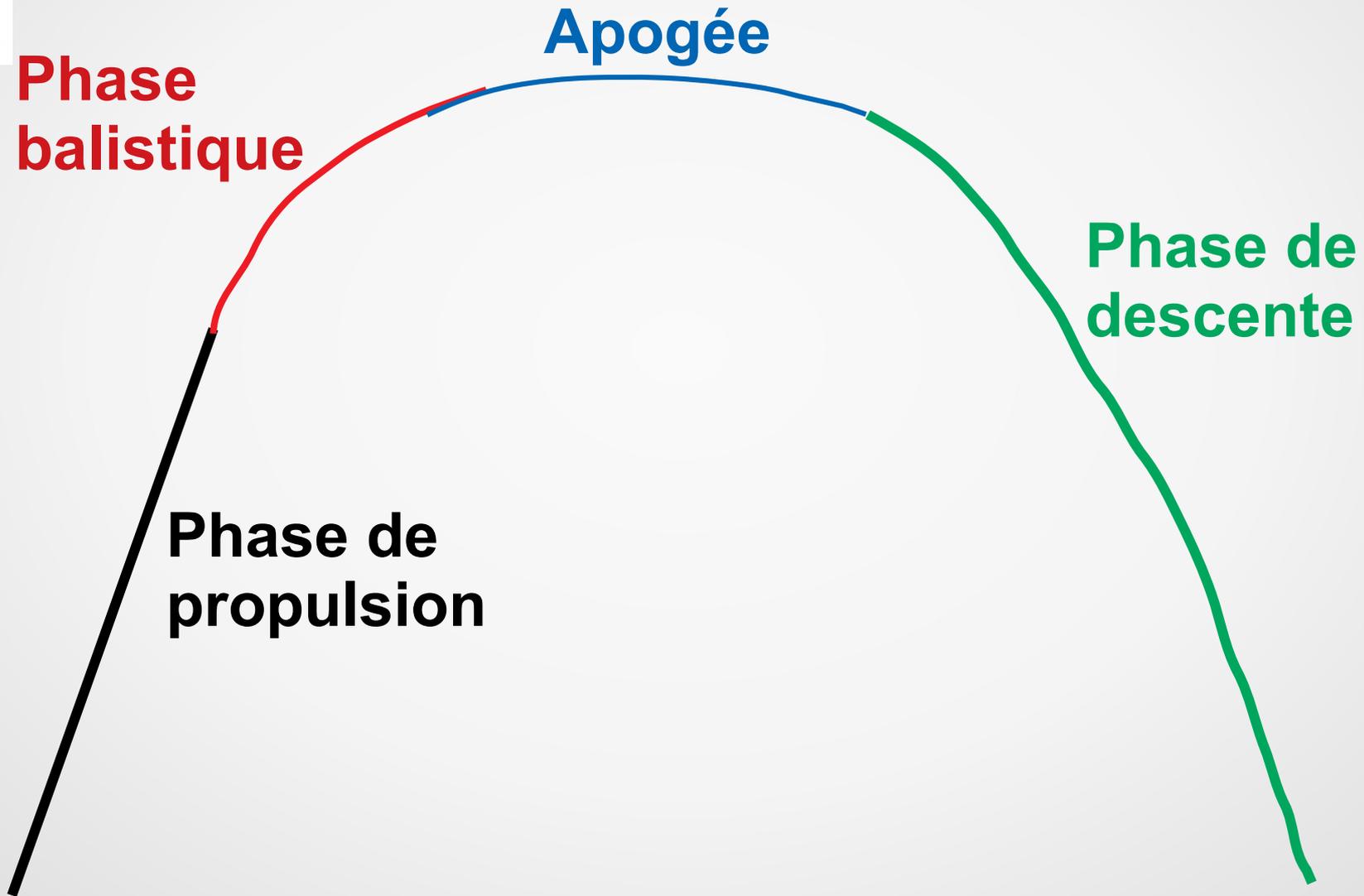


**Phase
ballistique**

Apogée

**Phase de
descente**

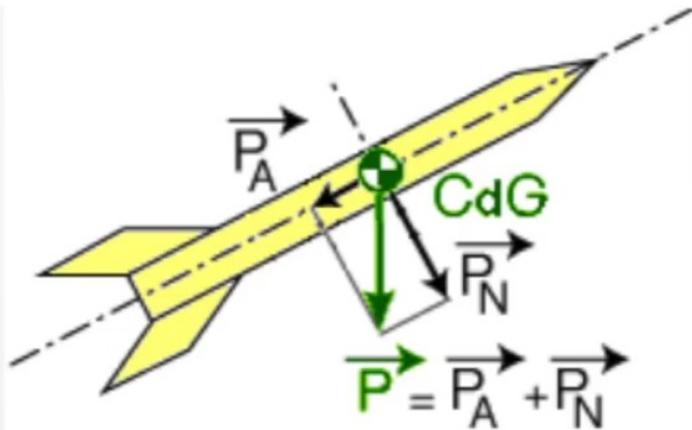
**Phase de
propulsion**



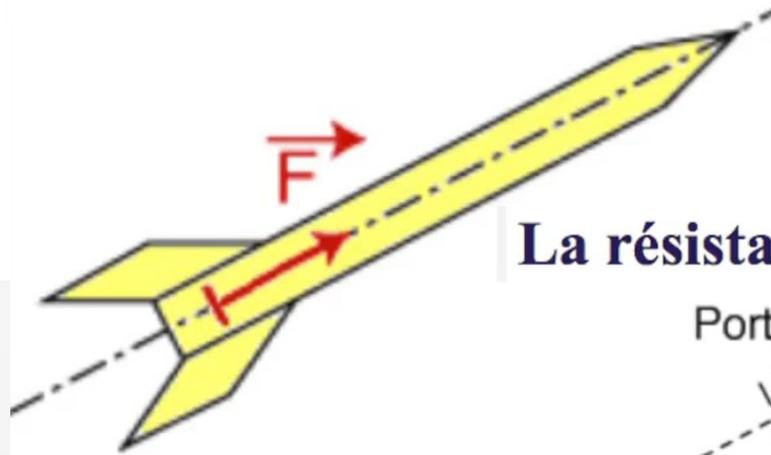
Poussée et masse

- Pour décoller, la fusée prend en compte 3 forces :

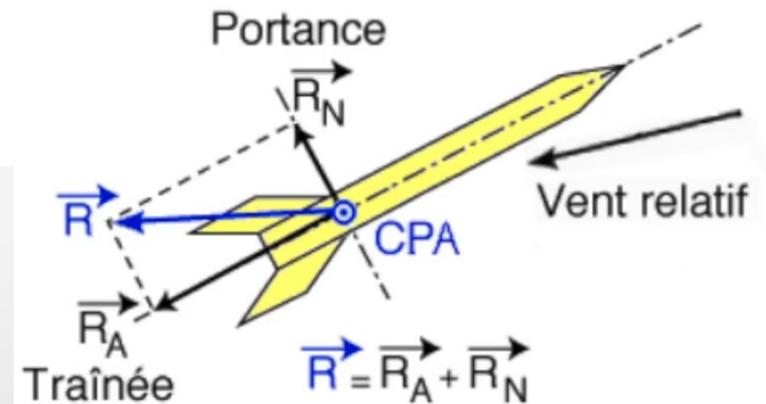
Le poids de la fusée



La poussée du moteur



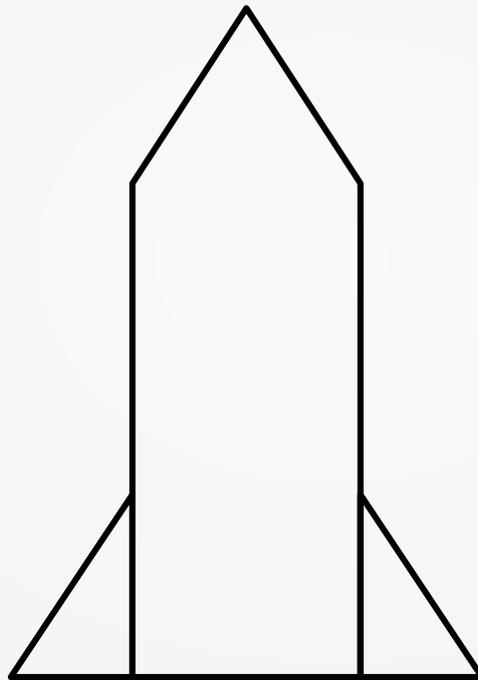
La résistance de l'air



Poussée et masse



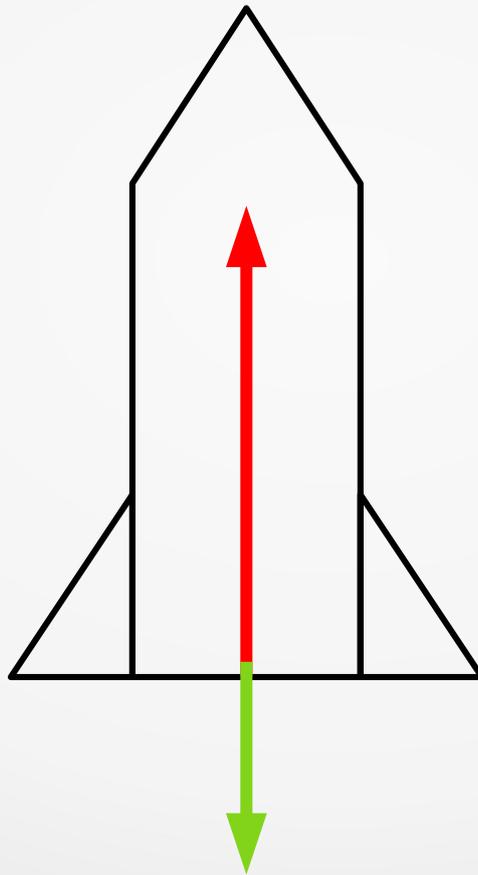
- Représentation des forces de poids et de poussée :



Poussée et masse



- Représentation des forces de **poids** et de **poussée** :



Poussée et masse (avec de l'eau)



Force de poussée = 2 x Pression x Surface d'éjection

Avec :

Force de poussée en Newton (N)

Pression en Pascal (Pa) → 1 bar = 100 000 Pa

Surface d'éjection en m² → Surface = $\pi \times R^2$

Pour une bouteille de soda standard :

- Diamètre du goulot 21 mm → formule à utiliser $\pi \times R^2$ → 0,000346m²
- Pression 5 bars → 500 000Pa

Combien fait la force de poussée de la fusée au démarrage?

Poussée et masse

$$\text{Force de poussée} = 2 \times 500\,000 \times 0,000346$$

$$\text{Force de poussée} = 346\text{N}$$

Si une bouteille de 0,25L a une masse de 25g, son poids est de :

$$P = m \times g \quad (P \text{ en Newton, } m \text{ en kg et } g=9,806\text{m/s}^2)$$

$$P = 0,025 \times 9,806$$

$$P = 0,245 \text{ N} < 346\text{N}$$

La pression à 5 bars donne donc une poussée suffisante pour soulever une fusée faite avec une bouteille de 0,25L.

Poussée et masse

- 1) Déterminer pour chaque bouteille si la poussée est suffisante :
(Rappel : $P = m \times g$ avec P en Newton, m en kg et $g=9,806\text{m/s}^2$)
- 2) Sans eau, la force de poussée pour 5 bars est d'environ 70 N
Les bouteilles sont-elles adaptées ?



Bouteille	Masse (g)	Masse (kg)	Poids (N)	<346N	<70N
Bouteille 0,25L	25g	0,025	0,245	OUI	OUI
Bouteille 0,5L	29g				
Bouteille 1L	36g				
Bouteille 1,5L	44g				
Bouteille 2L	51g				
Bouteille de gaz 25L	13000g				

Poussée et masse

1) Déterminer pour chaque bouteille si la poussée est suffisante :
(Rappel : $P = m \times g$ avec P en Newton, m en kg et $g=9,806\text{m/s}^2$)

2) Sans eau, la force de poussée pour 5 bars est d'environ 70 N

Les bouteilles sont-elles adaptées ?



Bouteille	Masse (g)	Masse (kg)	Poids (N)	<346N	<70N
Bouteille 0,25L	25g	0,025	0,245	OUI	OUI
Bouteille 0,5L	29g	0,029	0,284	OUI	OUI
Bouteille 1L	36g				
Bouteille 1,5L	44g				
Bouteille 2L	51g				
Bouteille de gaz 25L	13000g				

Poussée et masse

- 1) Déterminer pour chaque bouteille si la poussée est suffisante :
(Rappel : $P = m \times g$ avec P en Newton, m en kg et $g=9,806\text{m/s}^2$)
- 2) Sans eau, la force de poussée pour 5 bars est d'environ 70 N
Les bouteilles sont-elles adaptées ?



Bouteille	Masse (g)	Masse (kg)	Poids (N)	<346N	<70N
Bouteille 0,25L	25g	0,025	0,245	OUI	OUI
Bouteille 0,5L	29g	0,029	0,284	OUI	OUI
Bouteille 1L	36g	0,036	0,353	OUI	OUI
Bouteille 1,5L	44g				
Bouteille 2L	51g				
Bouteille de gaz 25L	13000g				

Poussée et masse

- 1) Déterminer pour chaque bouteille si la poussée est suffisante :
(Rappel : $P = m \times g$ avec P en Newton, m en kg et $g=9,806\text{m/s}^2$)
- 2) Sans eau, la force de poussée pour 5 bars est d'environ 70 N
Les bouteilles sont-elles adaptées ?



Bouteille	Masse (g)	Masse (kg)	Poids (N)	<346N	<70N
Bouteille 0,25L	25g	0,025	0,245	OUI	OUI
Bouteille 0,5L	29g	0,029	0,284	OUI	OUI
Bouteille 1L	36g	0,036	0,353	OUI	OUI
Bouteille 1,5L	44g	0,044	0,431	OUI	OUI
Bouteille 2L	51g				
Bouteille de gaz 25L	13000g				

Poussée et masse

- 1) Déterminer pour chaque bouteille si la poussée est suffisante :
(Rappel : $P = m \times g$ avec P en Newton, m en kg et $g=9,806\text{m/s}^2$)
- 2) Sans eau, la force de poussée pour 5 bars est d'environ 70 N
Les bouteilles sont-elles adaptées ?



Bouteille	Masse (g)	Masse (kg)	Poids (N)	<346N	<70N
Bouteille 0,25L	25g	0,025	0,245	OUI	OUI
Bouteille 0,5L	29g	0,029	0,284	OUI	OUI
Bouteille 1L	36g	0,036	0,353	OUI	OUI
Bouteille 1,5L	44g	0,044	0,431	OUI	OUI
Bouteille 2L	51g	0,051	0,5	OUI	OUI
Bouteille de gaz 25L	13000g				

Poussée et masse

- 1) Déterminer pour chaque bouteille si la poussée est suffisante :
(Rappel : $P = m \times g$ avec P en Newton, m en kg et $g=9,806\text{m/s}^2$)
- 2) Sans eau, la force de poussée pour 5 bars est d'environ 70 N
Les bouteilles sont-elles adaptées ?



Bouteille	Masse (g)	Masse (kg)	Poids (N)	<346N	<70N
Bouteille 0,25L	25g	0,025	0,245	OUI	OUI
Bouteille 0,5L	29g	0,029	0,284	OUI	OUI
Bouteille 1L	36g	0,036	0,353	OUI	OUI
Bouteille 1,5L	44g	0,044	0,431	OUI	OUI
Bouteille 2L	51g	0,051	0,5	OUI	OUI
Bouteille de gaz 25L	13000g	13	127,478	OUI	NON

Poussée et masse

La pression à 5 bars dans une fusée à air est suffisante pour le projet.

Cependant, Cette poussée de 70N est valable seulement pendant $5/100$ de seconde environ.

Pour une bouteille de 1,5L et une masse totale de 150g, la vitesse finale est de 18m/s.

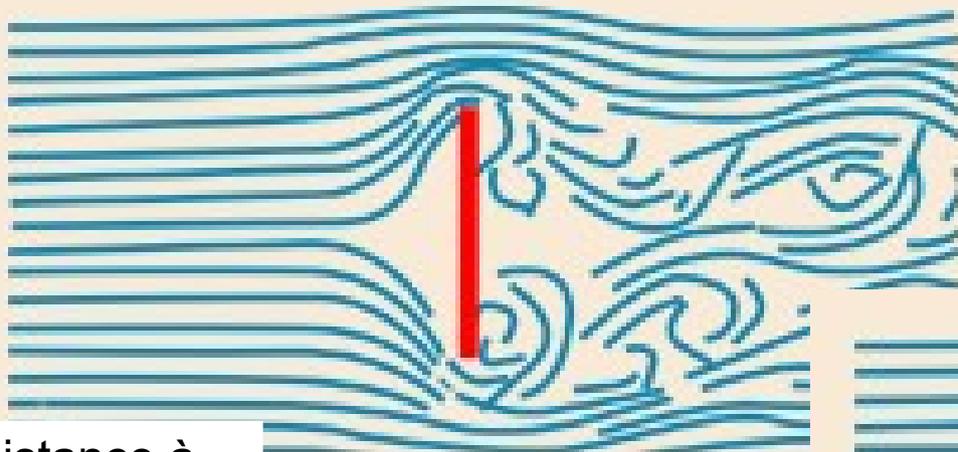
Nous garderons donc la masse de 150g pour l'ensemble de la fusée.

Forme de la fusée

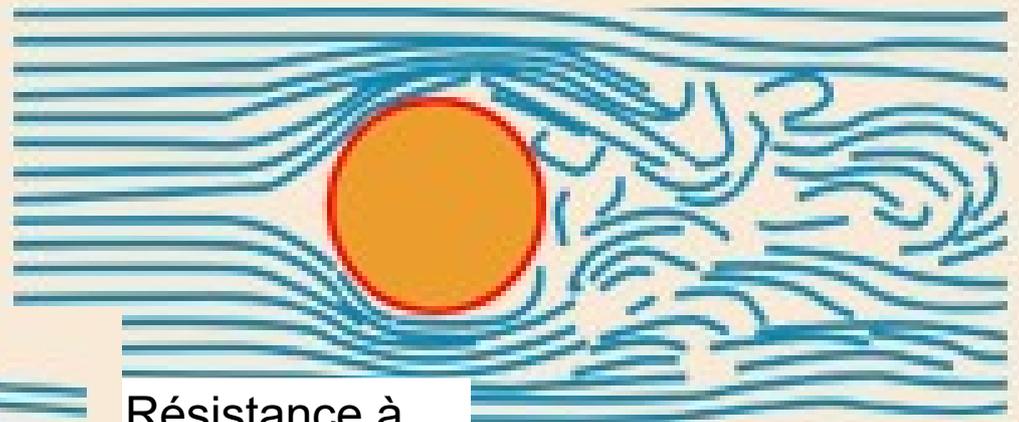
La forme de l'objet est très importante pour influencer les forces liées à la résistance de l'air.

VIDEO SUR L'AERODYNAMISME

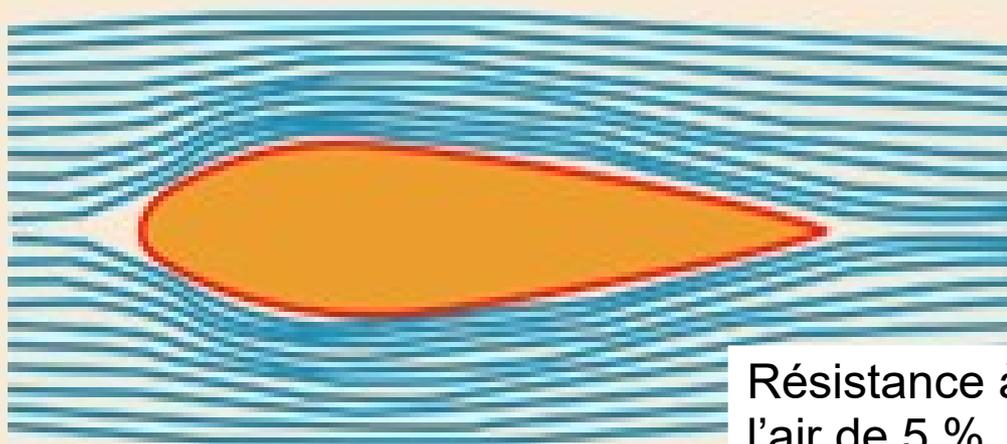
Forme de la fusée



Résistance à l'air de 100 %



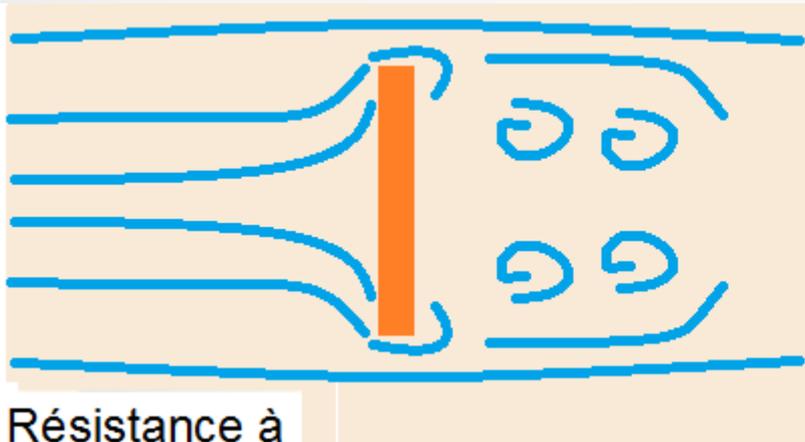
Résistance à l'air de 50 %



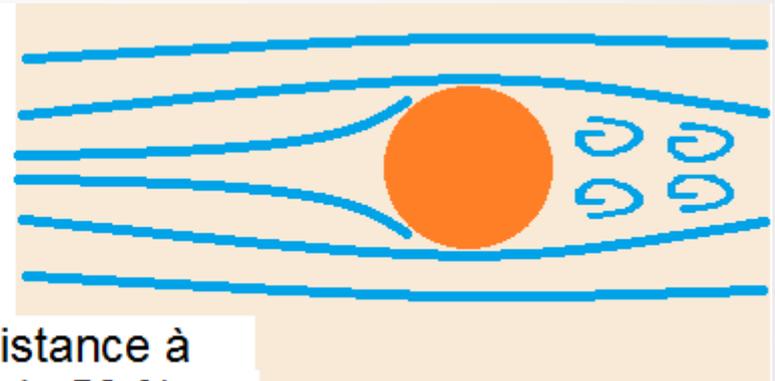
Résistance à l'air de 5 %

Forme de la fusée

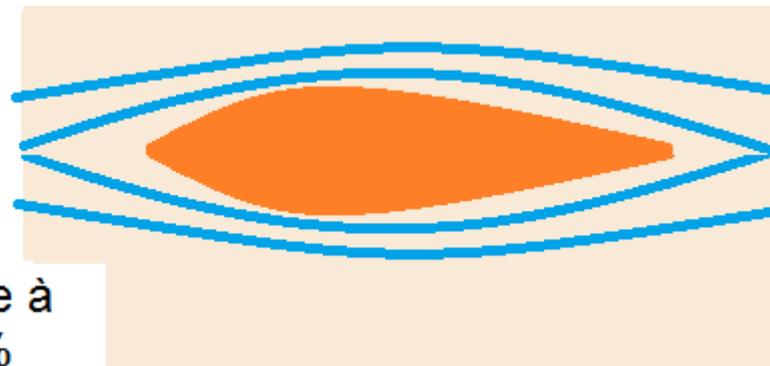
La forme de l'objet doit donc tendre vers une forme allongée avec le moins de surfaces planes perpendiculaires à la trajectoire.



Résistance à l'air de 100 %



Résistance à l'air de 50 %



Résistance à l'air de 5 %

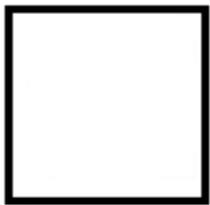
La stabilisation de la fusée

Les ailerons ont pour rôle de stabiliser la fusée pendant son vol.

Sans eux, elle n'aurait pas de trajectoire rectiligne et l'on ne pourrait pas étudier le vol.

L'inconvénient est qu'ils augmentent aussi la force de traînée et la masse de la fusée.

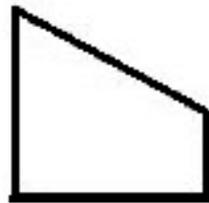
Il faut trouver le bon compromis entre ces deux forces en jouant sur leurs dimensions, les angles, leur surface, leurs formes...



Carré



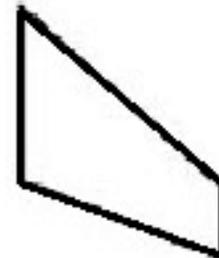
Losange



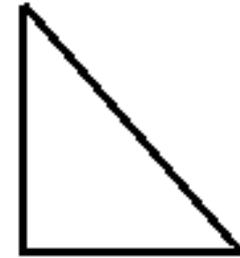
Delta
tronqué



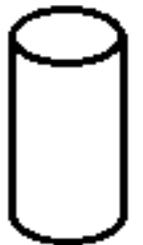
Trapèze



Flèche

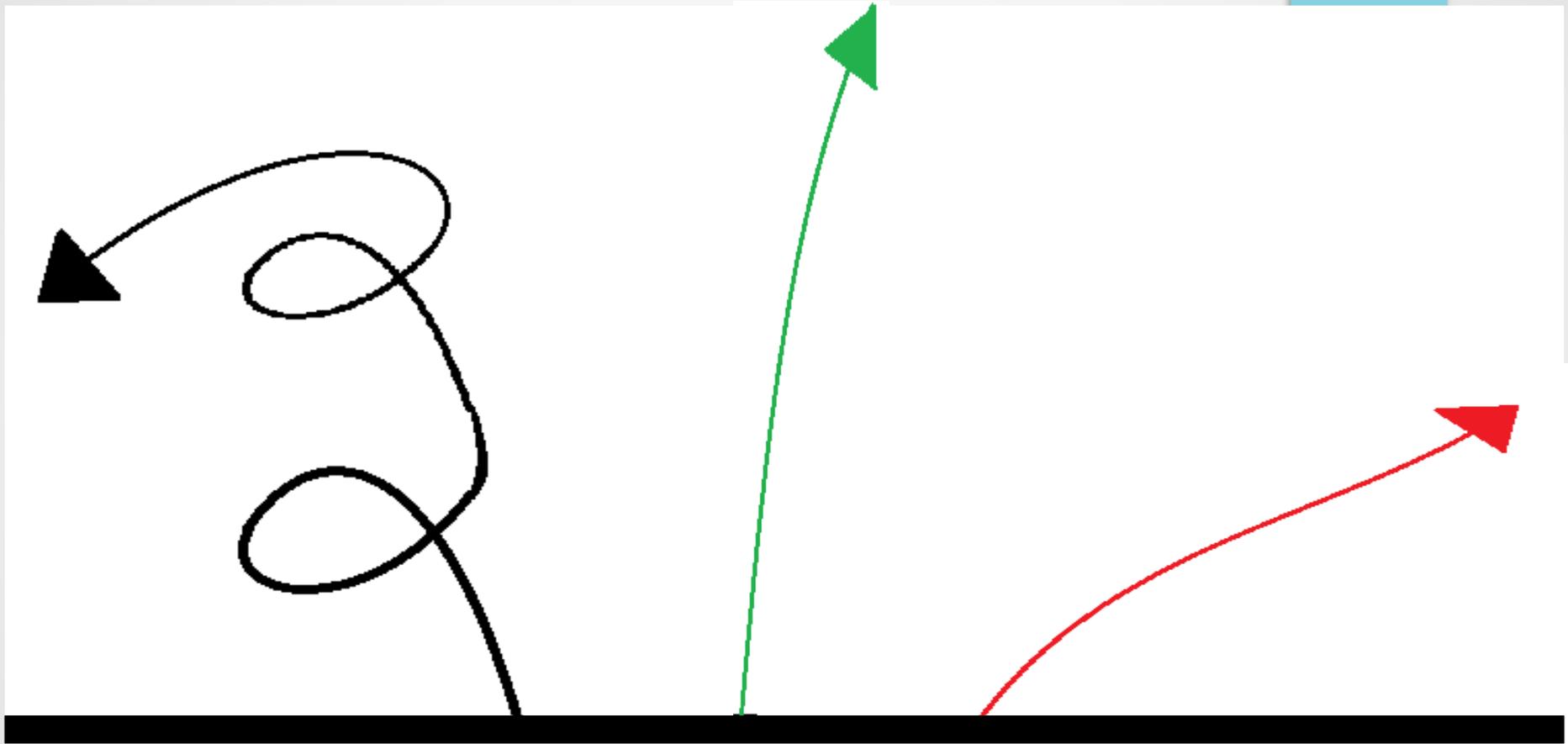


Triangle



Tube

La stabilisation de la fusée



Ailerons trop petits :
instabilité

Ailerons corrects :
stabilité

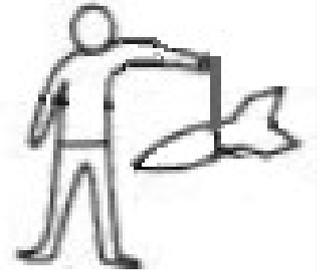
Ailerons trop grands:
surstabilité

La stabilisation de la fusée

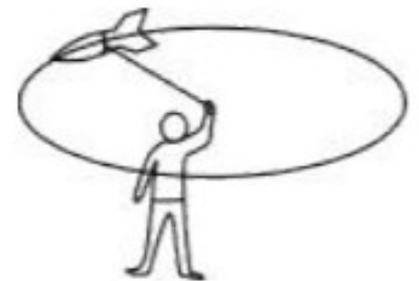
Tests des ailerons :

Les ailerons doivent être placés au dessous du centre de gravité de la fusée.

Pour le trouver, il suffit de suspendre à un fil la fusée et de l'équilibrer. Le centre de gravité se trouve là où la fusée reste à l'horizontale.



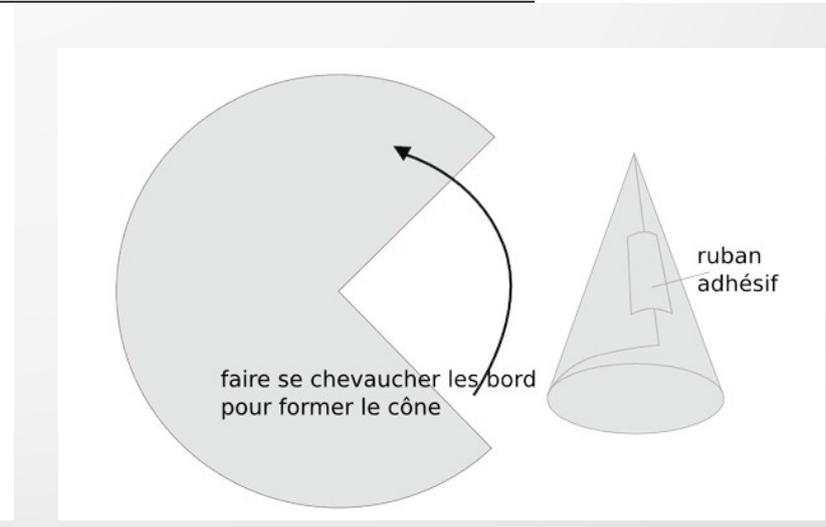
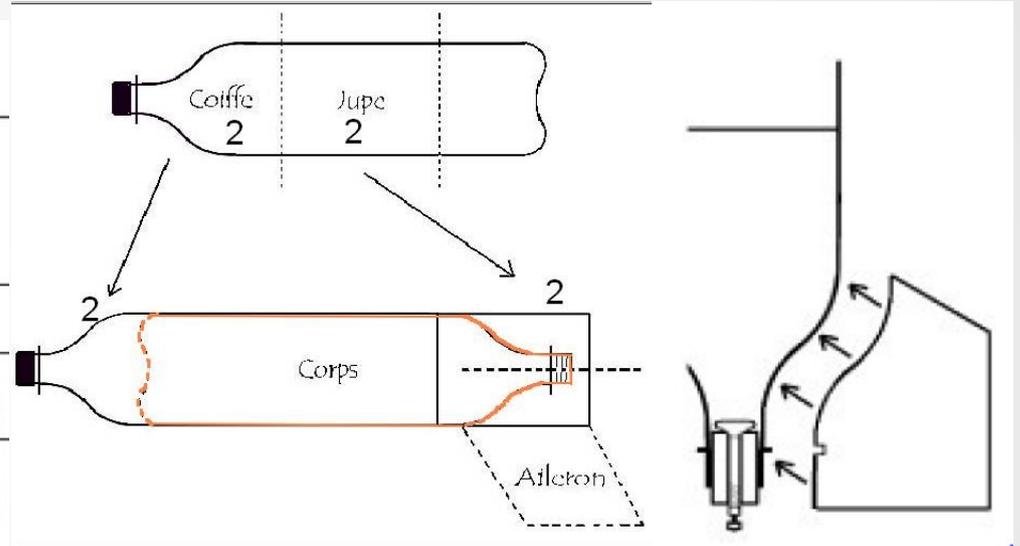
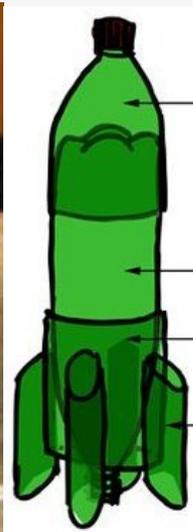
Pour savoir si une fusée est stable avec ses ailerons, on la suspend de la même manière que précédemment et on la fait tourner au dessus de sa tête.



Si elle tourne normalement, c'est qu'elle est stable. Sinon il faut refaire des essais de taille et de position des ailerons sur le fuselage de la fusée

Conception et réalisation

Exemples de fusées :

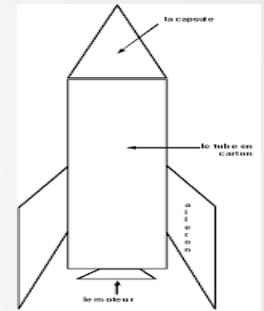


Conception et réalisation

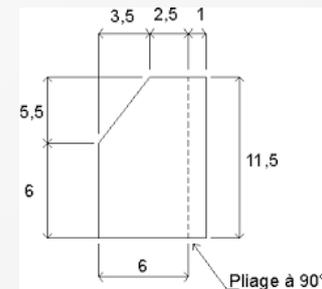
Réaliser un dossier de fabrication :

Plan du dossier :

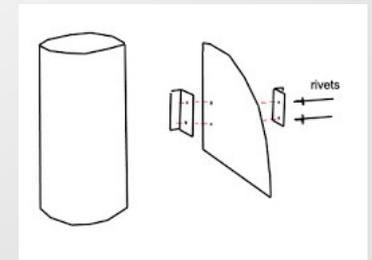
- 1) Noms des élèves du groupe
- 2) Croquis général légendé de la fusée :
Faire apparaître les moyens de fixation ainsi que les matériaux utilisés



- 3) Plan avec mesures de l'ogive
- 4) Plan avec mesures des ailerons



- 5) Instructions d'assemblages des parties

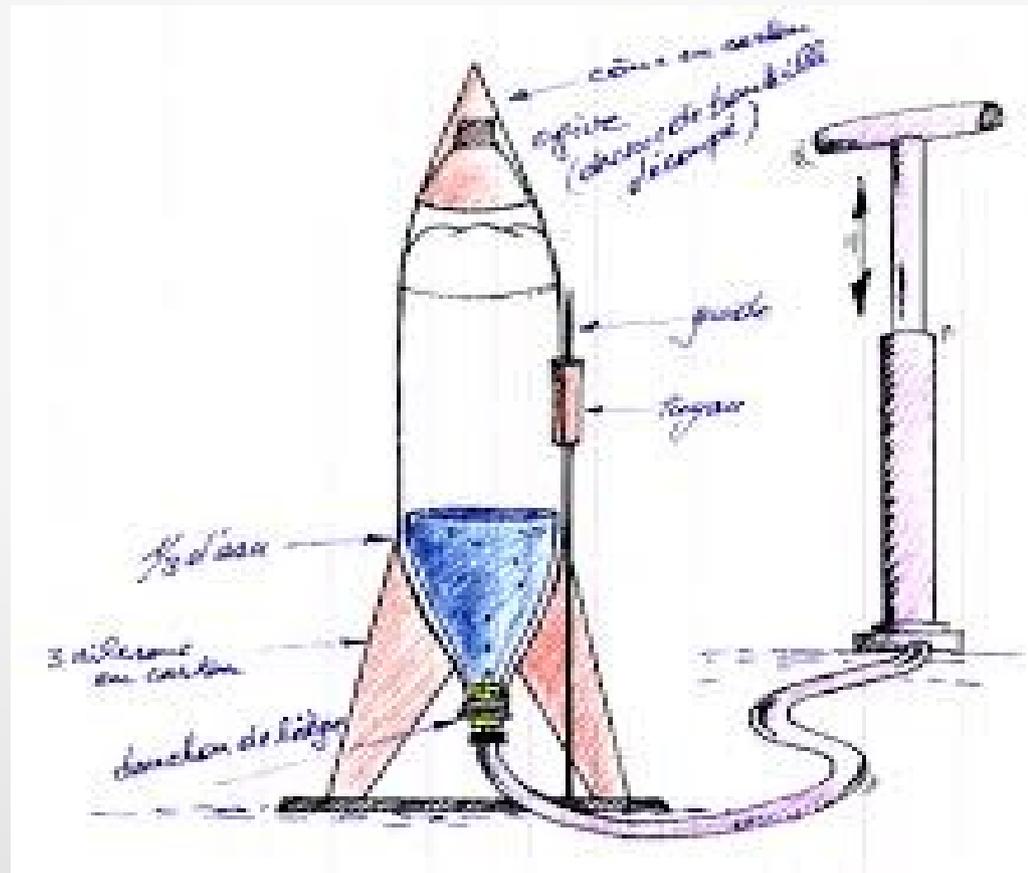


- 6) Résultats (ne placer que le titre)

Conception et réalisation

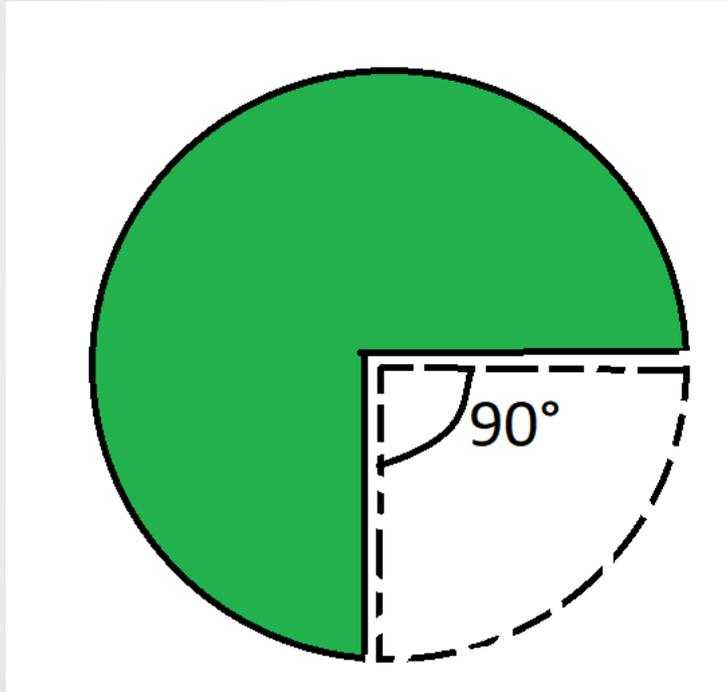
Exemple de dossier de fabrication :

- 1) Noms des élèves du groupe
- 2) Croquis général légendé de la fusée :



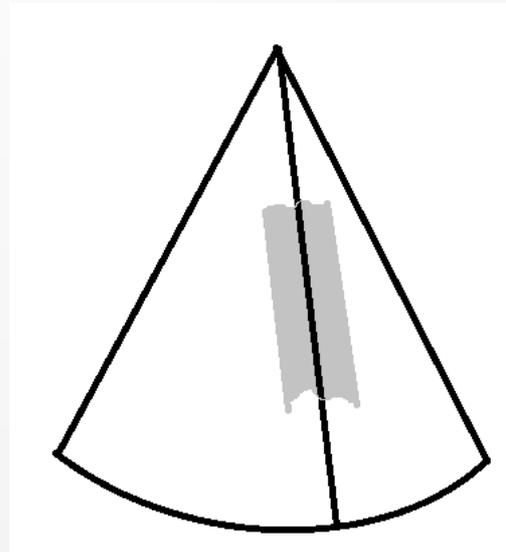
Conception et réalisation

3) Plan avec mesures de l'ogive



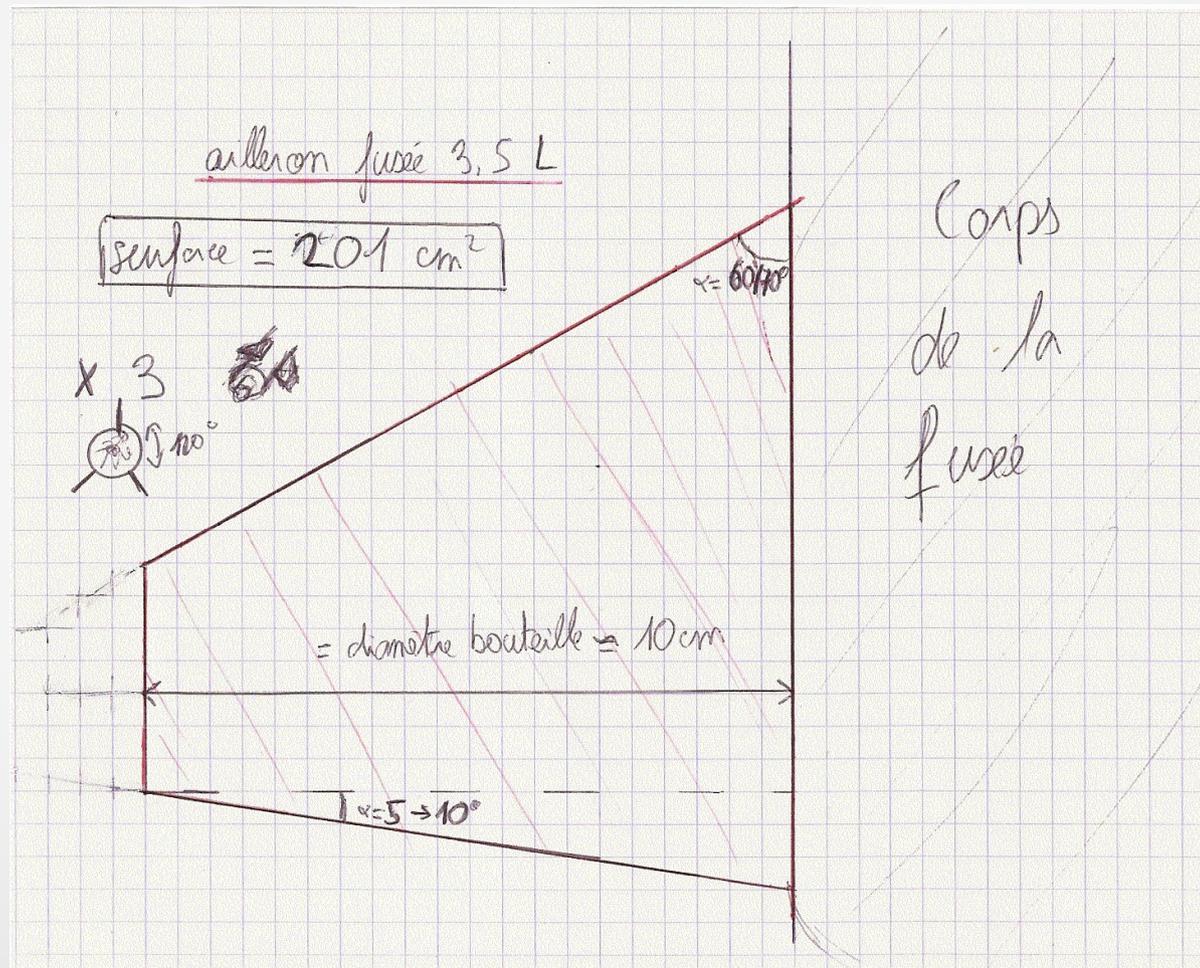
Rayon = 10cm

Cône maintenu avec de la bande adhésive



Conception et réalisation

4) Plan avec mesures des ailerons



Conception et réalisation

5) Instructions d'assemblages des parties

