

LA FÊTE DE LA SCIENCE SE VIT DANS LYCÉE !

Défis scientifiques académiques
du 13 au 24 novembre 2023

Le défi au lycée : "Propulsion verticale"

Pour illustrer leur participation à ce défi sur la propulsion verticale, les élèves produiront une vidéo accompagnée d'une solide argumentation scientifique du phénomène observé.

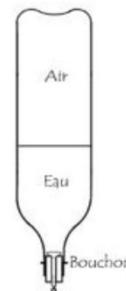
Les productions lauréates seront mises en ligne sur le site de l'établissement et sur le site web académique de la DACST.

Une proposition : la fusée à eau

FICHE ENSEIGNANT

Une fusée à eau, c'est quoi ?

- Une bouteille en plastique que l'on remplit d'un tiers d'eau environ.
- Une mise en pression de cette bouteille à l'aide d'une pompe à vélo.
- Le lancement : quand on va libérer la bouteille (le bouchon va céder sous la pression), l'air sous pression va éjecter l'eau et ainsi propulser la bouteille.



Attention : comme lorsqu'on gonfle un ballon de baudruche et qu'on le lâche, la bouteille risque de partir un peu dans tous les sens. Pour que la bouteille maintienne une trajectoire rectiligne lors du vol, on adopte la même méthode que pour les flèches d'un arc, c'est-à-dire effiler et lester l'avant puis mettre un empennage à l'arrière.

Une potence ou un tuteur planté dans le sol servent de **rampe de lancement** pour la fusée.

La solution que nous proposons utilise 2 bouteilles en plastique pour une seule fusée.

Une première bouteille (appelée **bouteille 1**) servira de **corps pour la fusée** : elle sera remplie au 1/3 d'eau et sera mise sous pression avec la pompe. C'est cette bouteille qui sera fermée par un bouchon type « bouchon de vin ».

La seconde bouteille sera découpée. La partie haute servira d'ogive ou de « tête » pour la fusée. La partie basse de la bouteille pourra être utilisée comme une jupe arrière pour y fixer les ailerons (non obligatoire).

Le matériel nécessaire pour lancer une bouteille avec ailerons est précisé dans le tableau suivant :

Matériel	Origine
Une pompe (un modèle à pied est conseillé pour le confort et, si possible, avec un manomètre)	EPS ou matières professionnelles ou personnelles
2 bouteilles en plastique (lisses, type eau pétillante ou un soda)	À collecter par les professeurs ou élèves en amont du défi
Un verre doseur pour mesurer avec précision le volume d'eau à placer dans la bouteille	Laboratoire de sciences ou effet personnel
Un cutter et une paire de ciseaux	Laboratoires ou effet personnel
Du ruban adhésif si possible renforcé (type « scotch américain »)	À commander, ou à prendre dans les ateliers
Un bouchon de bouteille de vin si possible en plastique	À collecter par les professeurs ou élèves en amont du défi
Une aiguille de gonflage de ballon	EPS ou personnelle ou commande préalable en amont (voir exemple annexe 3)
Du carton pour fabriquer les ailerons	Cartons d'emballage des ramettes de papier d'imprimante (à récupérer en amont)
Non obligatoire mais pratique : potence ou tuteur	Laboratoire de sciences ou achat préalable dans une jardinerie
Ficelle type ficelle de cuisine pour le test de stabilité	Laboratoires ou achat préalable
Balance	Laboratoire de sciences

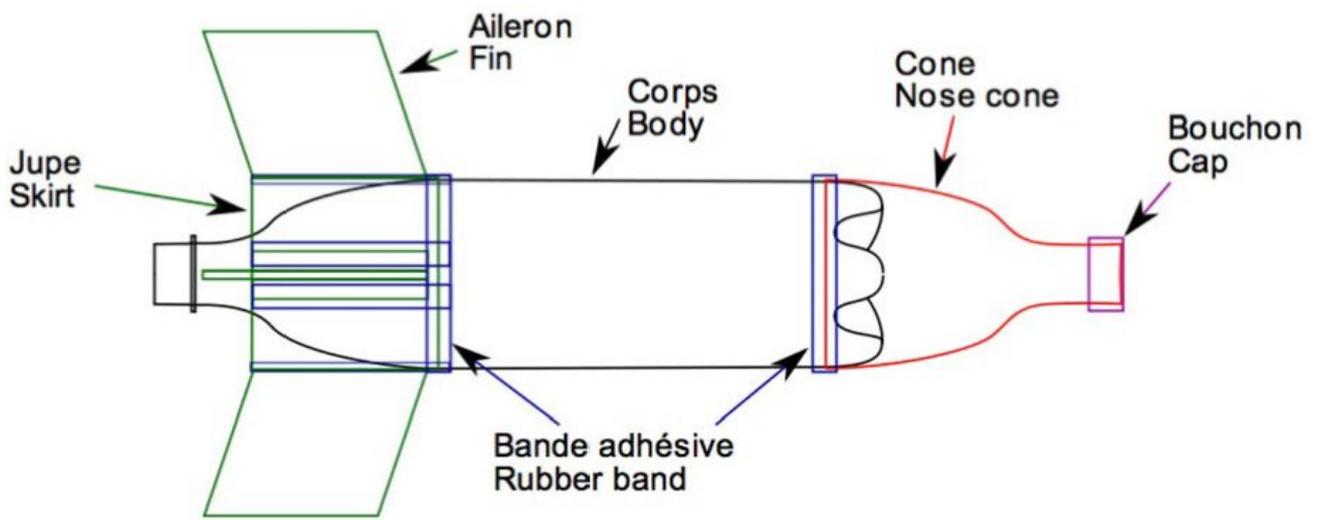
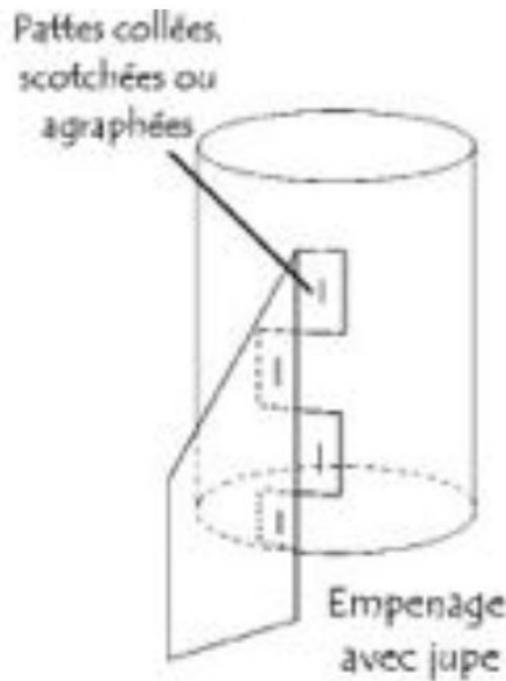


Fig. 1 : schéma de la fusée complète

Annexe 1 : fixation possible des ailerons sur la jupe



Annexe 2 : exemple de fabrication pour le bouchon de la bouteille 1

Percer avec un cure-dent le bouchon en faux liège et y introduire l'embout de gonflage servant pour le gonflage des ballons.

Annexe 3 : exemple de devis pour les aiguilles de gonflage

Devis à transmettre au gestionnaire comptable de l'établissement pour création d'un bon de commande.

[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]
BP R5
98851 NOUMEA Cedex
tel :410.460
[Redacted]
Ridet : 326785-047
RIB: 18319 06705 86029941000 24

Devis# [Redacted]
Date 06/28/2023 03:21AM
Prepared For [Redacted]
Email [Redacted]@ac-noumea.nc
Status Created
Société Lycée professionnel
Adresse Nouméa 98800 NC

Les devis sont valables 3 mois. (Hors solde & promotion)

Votre bon de commande doit être envoyé 48H avant la récupération de votre commande.

Pour les bons pour accord, si vous souhaitez nous régler par virement il doit être fait et validé par notre comptabilité avant récupération de la marchandise

	Produit	SKU	Quantité	Prix	Total
	Lot de 3 aiguilles à ballon	873496	3	650 FCFP TTC	1 950 FCFP TTC
					Total 1 950 FCFP TTC (Taxe de 193 FCFP incluse)

Annexe 4 : le lancement

Le système le plus simple consiste en la mise en place d'une tige métallique dans le sol. Une paille, coupée et collée (à l'aide d'un ruban adhésif par exemple) le long du corps permet à la fusée de rester en position proche de la verticale avant le moment fatidique et de guider la fusée pendant l'accélération jusqu'à rendre les ailerons efficaces.

Il ne vous reste plus qu'à pomper jusqu'à ce que la pression à l'intérieur de la bouteille devienne suffisante pour faire partir le bouchon : la pression est telle, que le bouchon est éjecté avec la masse d'eau contenue dans la bouteille. Le manomètre de la pompe vous permettra de vous rendre compte de la pression dans la bouteille : on atteint sans difficulté l'équivalent de 5 fois la pression atmosphérique (approximativement 5 bars) !

Il est conseillé de prendre quelques précautions si vous tentez de passer les 5 bars de pression : en effet, l'éclatement d'une bouteille peut se révéler dangereux.

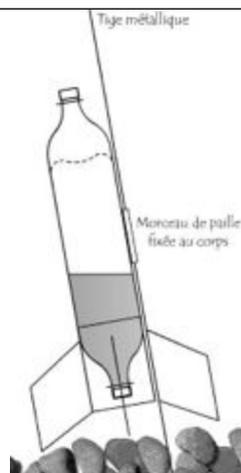


Fig. 4 : Rampe de lancement simple

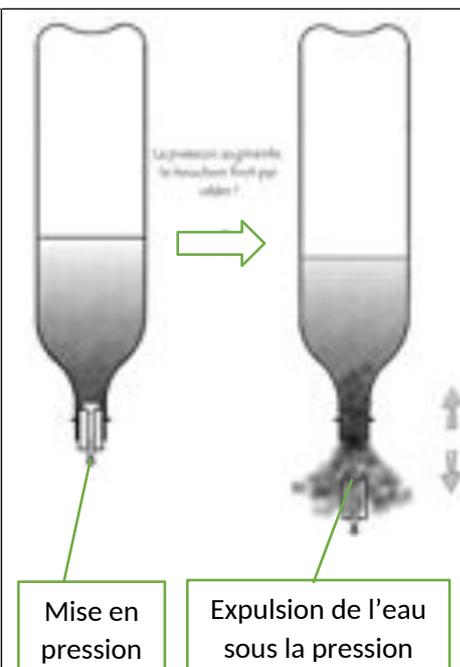


Fig. 5 : Mise en pression

D'autres alternatives existent pour la « rampe de lancement ». Par exemple, l'utilisation d'une potence utilisée au laboratoire de chimie. Cette potence permet notamment de faciliter le réglage de la hauteur de serrage en fonction de la taille de la fusée, grâce à la « noix de serrage ».



Fig. 6 : Potence avec noix de serrage

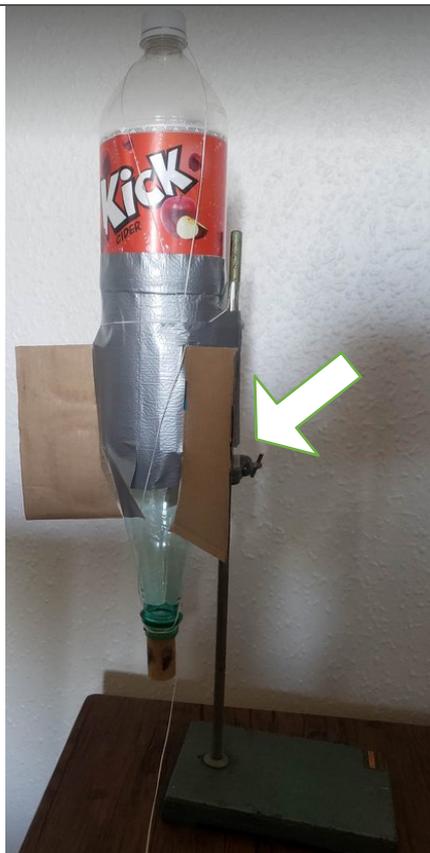
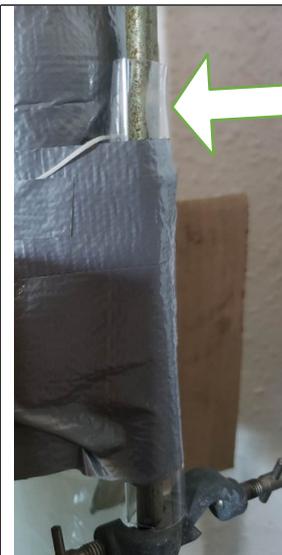


Fig. 7 : Réglage de la hauteur avec la noix de serrage



NB : pour guider la fusée le long de la potence nous avons « fabriqué » un cylindre avec un morceau du corps de la bouteille 2 et du scotch.

Fig. 8 : le cylindre de guidage en plastique

--	--	--

Annexe 5 : la sécurité

On peut classer, arbitrairement, les risques en trois catégories : **les risques liés à la construction des engins, ceux liés aux essais au sol et enfin ceux relatifs aux lancements.**

1. Construction

Usage d'outils, tels les cutters, et de matériaux, principalement les colles, qui ne sont pas inoffensifs. Il est important pour éviter les accidents de travailler avec ordre et méthode en respectant les consignes de sécurité données par les fabricants.

En particulier lors de collages avec des colles polyuréthane ou cyanoacrylate, portez des gants et des lunettes de protection.

2. Essais

Avant de lancer une fusée toute neuve, il est bon de tester sa tenue à la pression, pour ne pas avoir de mauvaise surprise lors du lancement. C'est tout spécialement nécessaire si le corps de cette fusée est composé de deux bouteilles assemblées.

Le risque majeur est évidemment l'explosion de la bouteille. Une telle explosion peut être dangereuse d'une part à cause du bruit qui peut provoquer des lésions auditives et d'autre part à cause de la projection de débris de plastique acérés.

Pour limiter les effets de telles explosions, toujours tester ses fusées remplies d'eau et rester à distance respectable de l'engin sous pression.

3. Lancements

C'est évidemment la phase la plus dangereuse (il ne faut toutefois rien dramatiser), d'autant qu'elle a lieu souvent avec du public autour et qu'il règne une sorte d'atmosphère de fête et d'excitation, peu propice à la vigilance et à la sécurité.

Premier risque, et le plus important par les dégâts qu'il peut causer, la retombée d'une fusée sans dispositif de ralentissement (qu'il soit inexistant ou qu'il n'est pas fonctionné). Il faut savoir qu'une fusée toute simple faite avec une bouteille de 1,5 litres, munie d'ailerons et d'un cône réalisé avec la partie supérieure d'une autre bouteille atteint une altitude d'environ 50 m et retombe au sol à plus de 100 Km/h. Mieux vaut ne pas se trouver dessous. Il n'est pas facile de prédire le lieu exact de retombée aussi la vigilance est de mise.

Première précaution, ne réaliser des lancements que sur des terrains suffisamment dégagés où il est possible de vérifier l'absence de personnes (ou de biens) avant d'effectuer un lancement.

Avant chaque lancement, prévenir toutes les personnes présentes pour qu'elles soient vigilantes pendant le vol de l'engin et inviter les adultes à surveiller leurs enfants. Pendant toute la durée du vol, tous les participants doivent être debout et doivent regarder la fusée.

Deuxième risque, l'explosion de la fusée pendant la mise en pression. Cela peut arriver si on n'a pas pris la précaution de la tester avant (voir paragraphe 2. Essais), ou si l'engin a déjà effectué plusieurs vols avec des retours sur terre plus ou moins doux ou qu'il a été endommagé d'une quelconque autre manière (transport, stockage, réparation, etc...).

Lors de la mise en pression, se tenir suffisamment loin de l'engin, au moins 5m, et surtout éloigner tout le monde de la zone tant qu'un engin sous pression est sur le lanceur.

Troisième risque, le désordre et l'agitation. Une campagne de lancement nécessite d'amener sur le terrain pas mal de matériel (des fusées, des pompes, des bidons d'eau, des outils, un lanceur, etc.) s'il y a du désordre et de l'agitation autour, il y a risque de chute ou de blessure avec des outils.

Annexe 6 : le test de stabilité

En final, il sera toujours fructueux de tester la stabilité de la fusée en réalisant un **test « en vol circulaire »**. C'est à dire que l'on attache la fusée à une ficelle au niveau de son centre de gravité, comme pour déterminer celui-ci. Donc la fusée doit être en équilibre comme sur la Figure 15, On la fait alors tourner autour de soi, comme une fronde sauf qu'ici on ne lâche jamais la ficelle. Si elle reste bien en ligne, perpendiculaire à la ficelle, pointe en avant et ailerons en arrière, la fusée est stable. Si au contraire elle tourne dans tous les sens, ou pire si elle tourne ailerons en avant, alors la stabilité est à revoir.

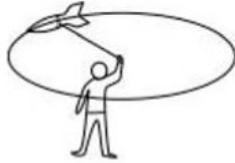


Fig 9 : le test de stabilité

Annexe 7 : pour approfondir - Principes régissant la fusée à eau - La propulsion

Le mode de propulsion de la fusée est dû à l'air contenu au départ dans le réservoir.

Le principe de propulsion utilise les propriétés de l'air qui sont sa compressibilité et son élasticité. L'énergie, que l'on va transférer de nos biceps, alors souvent tétanisés et exsangues après un gonflage, vers l'air contenu dans la bouteille, va servir à éjecter la masse de l'eau contenue dans la bouteille (ainsi que la masse d'air comprimé d'ailleurs). Nous retrouvons donc bien le même principe que pour la fusée Ariane : c'est l'éjection d'un fluide qui fait avancer le véhicule. Ce même principe d'action-réaction ne diffère d'Ariane, que dans la manière d'emmagasiner l'énergie.

Notre fusée, que l'on peut donc qualifier d'hydropneumatique fonctionne aussi bien dans le vide spatial que dans l'atmosphère !

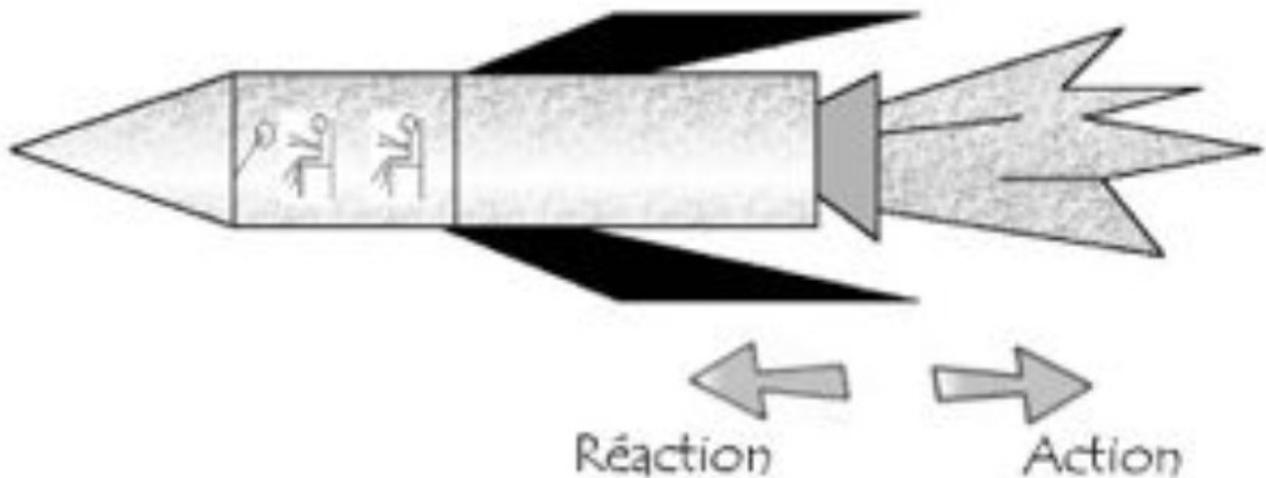


Fig 9 : Principe de l'action et de la réaction

Note : on peut faire l'expérience avec plus ou moins d'eau pour voir les effets, sachant que la quantité optimale est 30-35% du volume

Critères d'évaluation	Points
Conception de la fusée	
Les ailerons sont symétriques et découpés avec soin	/ 1
La quantité d'adhésif utilisée est adaptée	/ 1
La bouteille (corps de la fusée) est bien remplie au tiers	/ 2
Mise en mouvement de la fusée	
La hauteur maximale atteinte par la fusée	/ 10
<i>hauteur maximale atteinte (comparaison académique)</i>	
Argumentation scientifique	
Le phénomène observé est convenablement décrit par des arguments scientifiques (poussée, réaction, pression, proportion d'eau, pesanteur, ...)	/ 2
Note finale	/ 16

Conseils et remarques

- Le « tiers d'eau » peut être vérifié par une **pesée** par le professeur.
- Risque d'erreurs de la part des élèves :
 - mauvaise lecture du verre-doseur
 - mauvais calcul du tiers
 - remplissage aux deux-tiers
 - erreur sur le volume de la bouteille 1 (les bouteilles d'eau pétillante font souvent 1,25L)
 - ...
- La hauteur de la fusée peut être estimée par le traitement de la vidéo du lancement de la fusée via le logiciel Avimeca (logiciel libre de droit) ou l'atelier scientifique de Jeulin.
- Le jury académique modifiera le nombre points attribués à « la hauteur maximale atteinte par la fusée » en fonction des résultats obtenus dans les différents lycées.

Consignes

- Réaliser un classement des équipes d'élèves dans chaque classe, puis à l'échelle de l'établissement scolaire.
- Transmettre à l'inspection pédagogique de physique-chimie les vidéos des 3 premiers lauréats de l'établissement.

DÉFI 2023 : PROPULSION VERTICALE

Pour illustrer leur participation à ce défi sur la propulsion verticale, les élèves produiront une vidéo accompagnée d'une solide argumentation scientifique du phénomène observé.

Les productions lauréates seront mises en ligne sur le site de l'établissement et sur le site web académique de la DACST.

1. **Indiquer** le principe de fonctionnement d'une fusée à eau, après pris connaissance du cahier des charges de la construction d'une fusée.

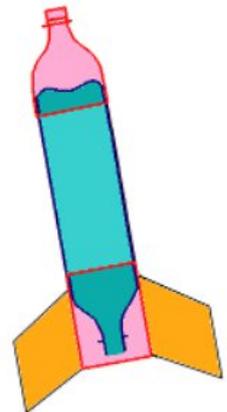
.....

.....

.....

2. **Cocher** la ou les bonnes réponses pour expliquer, selon vous, la présence des ailerons sur la fusée :

- pour l'esthétique
- pour guider la fusée en l'air
- pour que la fusée tienne à la verticale au sol
- pour qu'elle tourne en l'air
- pour qu'on puisse la voir quand elle est en hauteur
- ça ne sert à rien, on peut les enlever



3. **Entourer** le matériel nécessaire pour fabriquer votre fusée.

- | | | | |
|---------------------------|----------------|------------------------------|----------------|
| - bouteille en verre | - pompe à vide | - pompe à pied | - moteur |
| - bouteilles en plastique | - briquet | - essence | - boulons |
| - feuille de papier | - carton | - eau | - ficelle |
| - adhésif en ruban | - manomètre | - aiguille de gonflage | - bouchon |
| - tuteur ou potence | - coupe-coupe | - cutter ou paire de ciseaux | - verre doseur |
| - talc | - dé à coudre | - fourchette | - colle |

4. **Indiquer** les risques liés à la sécurité lors des trois étapes suivantes :

a. Les risques liés à la construction des engins

.....

.....

.....

b. Les risques liés aux essais au sol

.....
.....
.....

c. Les risques relatifs aux lancements

.....
.....
.....

5. **Construire** la fusée à eau en équipe, en respectant les consignes de sécurité précisées dans le cahier des charges. **Faire valider** la construction de la fusée par le professeur.
6. **Poser** le support de la fusée sur un terrain vague et **accrocher** un étalon (règle de longueur 50 cm ou 1 m) sur le support.
7. **Activer** la caméra de votre téléphone et la **placer** suffisamment loin (environ 10 m) afin de visualiser la hauteur maximale de la fusée. **La caméra ne doit pas bouger pendant le film.**
8. **Faire décoller** la fusée et **filmer** l'intégralité de son mouvement. **Recommencer** un deuxième essai si nécessaire.
9. **Enregistrer** la vidéo dans un dossier d'un ordinateur et **utiliser** le tutoriel « Aviméca » fourni ou l'appli fyssiq pour **mesurer** la hauteur maximale atteinte par la fusée.

$H_{\max} =$

10. **Réaliser** une vidéo de 1 min maximum qui :
 - montre la fusée qui décolle ;
 - explique le fonctionnement de la fusée construite.

Critères d'évaluation
Conception de la fusée
Les ailerons sont symétriques et découpés avec soin
La quantité d'adhésif utilisée est adaptée
La bouteille (corps de la fusée) est bien remplie au tiers
Mise en mouvement de la fusée
La hauteur maximale atteinte par la fusée
<i>hauteur maximale atteinte (comparaison académique)</i>
Argumentation scientifique
Le phénomène observé est convenablement décrit par des arguments scientifiques (poussée, réaction, pression, proportion d'eau, pesanteur, ...)

Valorisation : les élèves-constructeurs des fusées les plus performantes seront récompensés lors de la Fête de la Science, après la délibération du jury académique pilotée par l'inspection pédagogique de physique-chimie.