

Quelques éléments pour s'initier aux fusées à eau.

Eh bien oui, on passe tous par là, et on se pose toujours une multitude de questions qui se résume en une seule : mais pourquoi est-ce qu'elle ne veut pas voler !? Ce petit document a justement pour but d'essayer de vous aider en vous expliquant les méthodes pour avoir une fusée stable et une base de lancement fonctionnelle. Il ne sera donc pas abordé les fusées à deux ou trois étages, les fusées à booster tout autant les bases de lancements complexes. En effet, si vous arrivez à faire des étages à vos fusées, des bases de lancements plein goulot à mâchoires, vous êtes déjà un grand fuséiste et ce post n'est pas fait pour vous (même si un rappel des bases n'est jamais superflu).

Avant de rentrer dans le vif du sujet, sachez que tout ce qui est écrit ici est le fruit de la pratique des fusées à eau par toute une communauté de fuséistes partageant leur passion sur [le forum de Techno-challenge](#). Toutes les techniques présentées ont donc déjà été testées et il faut bien réaliser que ce ne sont pas des solutions miracles, seulement des solutions qui fonctionnent et que vous devrez sans doute les adapter à ce que vous avez. On notera d'ailleurs que toutes les participations au [forum](#) pour améliorer ces techniques sont les bienvenues, nous vous attendons !

Allez, bonne lecture !

Remarquons que tout ce que fera le lecteur (vous !) à partir de ce document est sous sa seule responsabilité, autrement dit, l'auteur et Techno-Challenge ne peuvent pas être tenus responsables de l'utilisation de ce document et des éventuels accidents qui peuvent en découler.

Par ailleurs, le texte, les photos et les schémas sont la propriété de leurs auteurs respectifs. Par voie de conséquence, aucune utilisation ne peut être entreprise sans leurs consentements respectifs. Merci de votre compréhension.

SOMMAIRE

Un petit plan tout bête de l'ensemble pour ne pas se perdre trop vite :

- **L'introduction !**

- **Les fusées**
 1. *Schéma explicatif.*
 2. *Avec quoi construire sa première fusée ?*
 3. *Précision sur leur tuyère.*
 4. *Petite explication sur la stabilité de nos engins.*
 5. *Comment obtenir une fusée stable ?*
 6. *Comment la ramener en entier ?*
 7. *Les liens pour plus de détails.*

- **Les bases de lancement**
 1. *Schéma explicatif.*
 2. *Avec quoi la construire pour débiter ?*
 3. *Comment raccorder le raccord gardena à une pompe ?*
 4. *Comment déclencher le décollage à distance ?*
 5. *Les liens pour plus de détails*

- **Les réparations d'urgence sur le terrain**
 1. *Sur nos fusées*
 2. *Sur nos bases*

- **La conclusion !**

Introduction :

Décrivons notre arsenal de fuséistes:

- La fusée à eau : elle est constituée d'une bouteille ou d'un assemblage de bouteilles d'eau **gazeuse**, parce que ces dernières résistent mieux à la pression. Cela n'empêche **qu'il ne faut jamais dépasser les 10 bar**. En effet, les bouteilles d'eau gazeuse (qui sont toujours en PET) explosent aléatoirement à partir de cette pression. En pratique, **on ne tirera d'ailleurs jamais à des pressions supérieures à 6 bars**. Pourquoi 6 bar et pas 8 ? Tout simplement parce qu'à force d'être mise sous pression et de subir d'éventuels crashes, le PET des bouteilles et les collages (s'il y a) s'affaiblissent et la fusée explose. N.B : On parle aussi de FAE et de FHP (= [fusée hydro-pneumatique](#)) pour désigner nos fusées à eau.

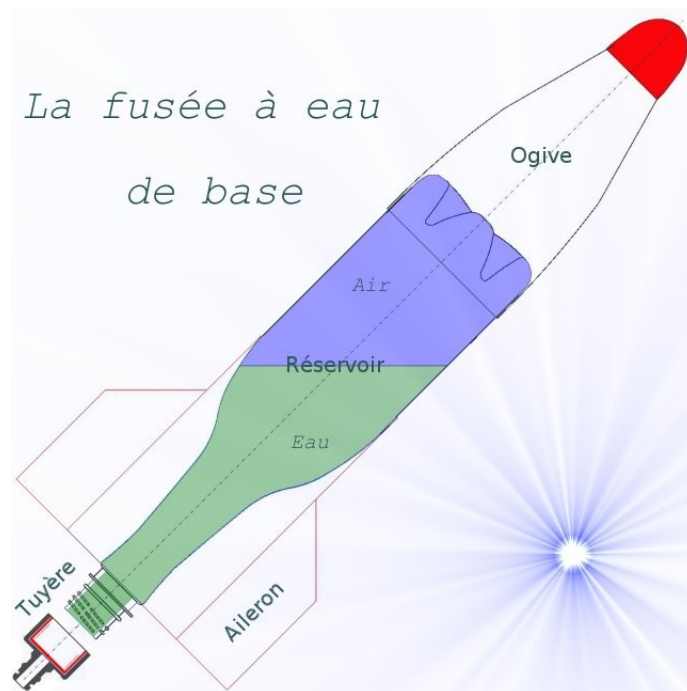
- La base de lancement : elle permet de tenir la fusée au sol pendant qu'on la met sous pression et de provoquer **volontairement** le décollage à distance tout **en se tenant éloigné d'une dizaine de mètres**.

- Mais une base de lancement est **obligatoirement** sur ... une zone de lancement adaptée. Celle-ci doit être dégagée de tous obstacles **comme des personnes**, ou encore des animaux, des arbres, des voitures afin d'**éviter tous accidents humains et matériels**.

Pour plus de précisions sur les précautions à prendre, lire ces deux articles : [Sécurité](#) et [Sécurité et responsabilité](#)

Les fusées :

Petit schéma explicatif conçu par Papyjo :



Maintenant que vous savez de quoi on parle, on peut vraiment aborder le sujet qui nous intéresse. D'abord, **avec quoi peut-on construire sa première fusée ?** Il faut :

- deux bouteilles d'eau **gazeuse** : une pour le réservoir principal et l'autre pour fabriquer l'ogive
- une petite plaque de carton pour construire les ailerons, ou tous autre matériau à la fois **rigide, léger et non blessant**).

Une fois ces matériaux rassemblés, vous pouvez construire une fusée sur le modèle de la fff (fusée facile à faire) de Nono78 : [Forum : "Ma fff \(fusée facile à faire\)"](#) Cette fusée a d'ailleurs l'avantage de posséder un système pour amortir sa chute. Nous aborderons justement ce thème plus tard.

Comment sont faites les tuyères des fusées à eau ? La tuyère peut être soit directement le goulot de bouteille **soit un raccord gardena qui vient se visser sur la bouteille et qui est la meilleure option pour une première fusée.**

Je ne vais pas aller plus en avant dans sa description d'autant que d'autres personnes l'ont déjà très bien fait. Donc, pour plus de détails, consulter :

[Forum : "Tuyère Gardena de 4gr"](#)

[La rubrique de site de PasyImat consacré aux tuyères Gardena](#)

Maintenant, essayons de comprendre **pourquoi certaines fusées sont plus stables que d'autres.**

La théorie :

Il existe en fait deux points essentiels sur nos fusées : le centre de gravité d'une part et le centre latéral de portance.

Le **centre de gravité (CdM)** se détermine facilement, c'est le point d'équilibre de la fusée quand on la pose sur une règle par exemple.

Le **centre latéral de portance (CLP)** est aussi un centre d'équilibre mais un peu différent ! On retiendra que sa position est issue de forces s'exerçant latéralement sur la fusée et **notamment sur les ailerons.**

Leurs positions en elles-mêmes ne présentent pas vraiment d'intérêt, c'est surtout leur différence de position (= la marge statique) qui est intéressante. En effet, **une fusée n'est stable que pour une valeur de marge statique comprise dans un encadrement précis.**

Comme le CLP dépend de la taille des ailerons, **il est nécessaire d'avoir des ailerons bien calibrés.**

Expérience : Pour ceux qui n'ont pas bien compris ce concept de marge statique, construisez un avion en papier dont vous avez le secret, et lestez le en arrière, en avant et voyez le résultat. (Un avion en papier stable est un avion qui se remet dans l'axe si on le lance de travers)

Par conséquent, pour avoir une fusée stable, il faut avoir des ailerons de la bonne taille et un centre de gravité bien placé. Pour résoudre ce problème, il existe le **logiciel Carina** disponible [ici](#) qui fera tous les calculs pour vous. Si décidément, le calcul de la taille de vos ailerons vous rebutent, vous pouvez voir ce post : "[Tous vos ailerons](#)"

La pratique maintenant :

– pour les ailerons :

Pour tailler les ailerons, selon le matériau, il suffit d'avoir une paire de ciseaux, un cutter ou ce que vous voulez.

Leur fixation peut ensuite se faire à la colle à chaud (il sera alors nécessaire de remplir la bouteille avec de l'eau froide pour éviter qu'elle ne se déforme), à la

superglue ou encore à la sikaflex 11FC.

Pour plus de précisions sur les ailerons, vous pouvez consulter ce post du forum : "[Tous vos ailerons](#)"

Il faut noter l'existence des ailerons ACVJV d'une grande fiabilité, basés sur un gabarit universel et pouvant être agrafés. Plus de détails sur cet exemple ici : [Fabrication d'ailerons ACVJV ancien modèle](#). Si vous voulez le nouveau modèle d'ailerons ACVJV : [Forum : "Nouveaux ailerons tubulaires"](#)

- pour le centre de gravité :

Pour changer sa position, on peut lester l'ogive de la fusée avec un peu tout ce qu'on a sous la main : plâtre, balle, colles, etc **Eviter tout ce qui peut blesser une personne** à la retombée de la fusée ou au décollage.

Test : Pour voir si votre fusée est stable, il suffit de la lancer à la main, si sa trajectoire est une parabole, c'est gagné !

Concernant le retour de vos fusées en un seul morceau, il existe deux possibilités simples : **les ogives absorbantes** (cf la fusée facile à faire de Nono78) **ou les parachutes**.

Pour la construction d'un parachute, on pourra suivre le modèle de Sirius35 en toile: [ici](#) ou le faire dans un sac poubelle. Penser à faire le trou au milieu (=la cheminée).

Quand au diamètre du parachute, il pourra se déterminer à partir de cette table :

Vitesse de chute :	3,0 m/s
--------------------	---------

Diamètre d'un parachute hémisphérique avec une cheminée de 8 cm

Poids (en g)	Diamètre (en cm)
30	26,5
40	30,3
50	33,6
60	36,7
70	39,5
80	42,1
90	44,6
100	46,9
120	51,3
140	55,3
160	59,0
180	62,5
200	65,9
220	69,0

Poids (en g)	Diamètre (en cm)
240	72,0
260	75,0
280	77,8
300	80,5
320	83,1
340	85,6
360	88,1
380	90,5
400	92,8
420	95,1
460	99,5
480	101,6
500	103,7
520	105,7

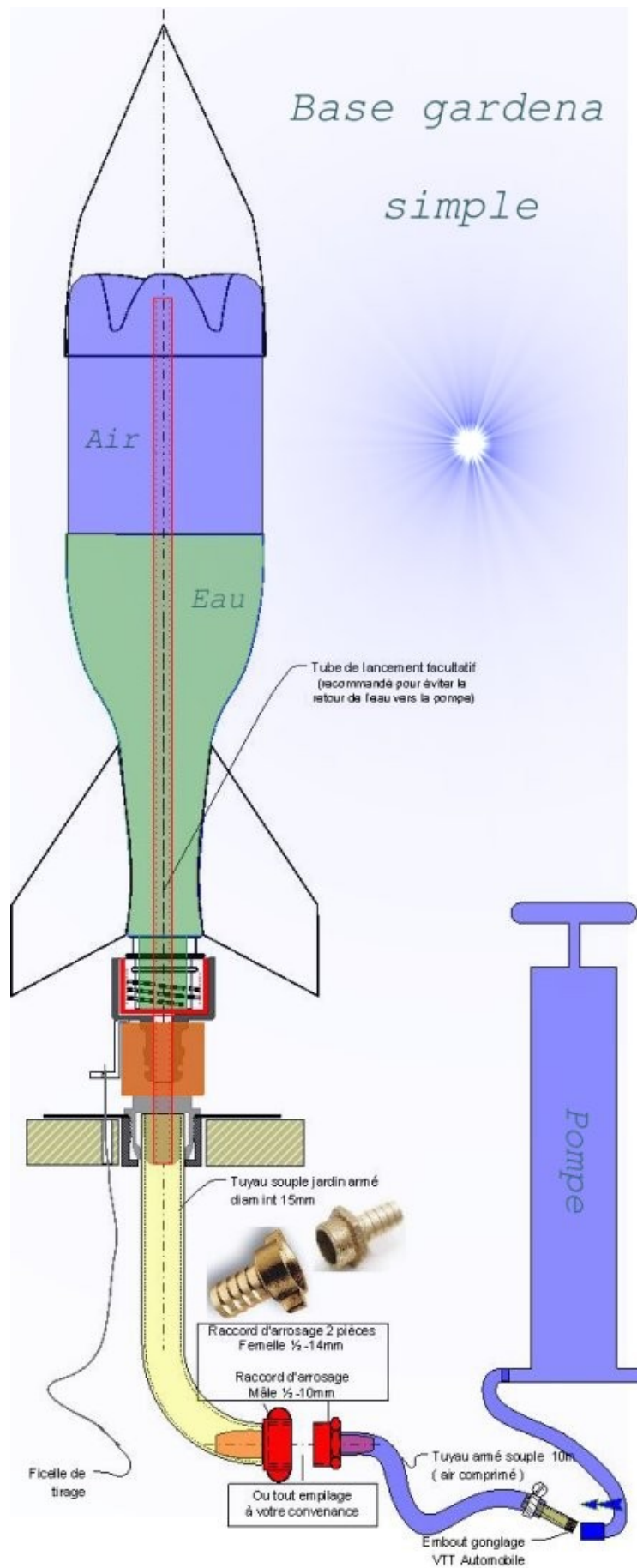
Pour le mécanisme d'ouverture du parachute à l'apogée, chacun y va de sa technique, la plus simple étant celle de Nono78, "[le SYLAPUS](#)" décrit sur le forum. Pour des explications plus techniques sur le fonctionnement de ce système d'ouverture de parachute, vous pouvez consulter ce post : "[Ouverture parachute à l'apogée \(ou le "Graal" du fuséiste\)](#)"

Pour plus de détails sur le fonctionnement des fusées à eau, vous pouvez consulter [le forum Techno-Challenge](#), poster des messages et consulter les sites :

- [Le site de Pasylnat](#) pour avoir plus d'informations sur la fabrication de fusées à eau.
- [Le site de Papyjo](#) pour des explications autant sur la théorie des fusées à eau que sur leur fabrication.
- [Le site de GoMars](#) notamment pour tous ses dossiers expliquant le fonctionnement de nos fusées à eau
- et tous les autres dont on parle sur [le site Techno-Challenge](#) et ceux que vous pourrez trouver avec Google.

Les bases de lancement :

Commençons encore une fois par un schéma explicatif de Papyjo :



Maintenant voyons **comment construire une base de lancement fonctionnelle**. Précisons que ce tutorial a pour objectif de vous donner *un point de départ* dans la construction de votre base en vous décrivant un des systèmes possibles pour **ne pas avoir de fuites** et arriver à **déclencher le système à distance**.

Pour votre base de lancement, il vous faut :

- Une pompe à vélo ! Une de très bonne qualité est la Husky de chez Zefal. (environ 36€)
- Une valve de VTT que vous pourrez récupérer sur une ancienne chambre à air, chez un garagiste, ou sur des chambres à air neuves premier prix (quelques euros les deux).
- Un tuyau armé de 5-10 mètres pour compresseur (ils se vendent souvent par longueur de 10 mètres).
- Des raccords en laiton pour le passage du tuyau armé au tuyau d'arrosage ; il est tout à fait possible d'utiliser une combinaison directe ([cf le schéma plus haut](#)), ou utiliser quelques intermédiaires ([cf schéma plus bas](#)).
- Un petit bout de tuyau d'arrosage (15 cm) qui peut s'adapter au raccord gardena et qui est adapté aux raccords en laiton
- Un raccord Gardena femelle allant sur le tuyau d'arrosage
- Un collier en métal du diamètre de la bague orange du raccord gardena ([cf schéma plus bas](#)) ou un crochet en métal ([cf le schéma plus haut](#)).
- Une cordelette de 10 mètres et tout ce qui peut faire office de poignée.
- Un peu de bois pour construire le support qui maintient le circuit de mise sous pression.
- quelques autres trucs divers et variés...

Pour la connection de la pompe au raccord gardena, voici une manière de faire la connection entre le raccord gardena et le tuyau armé (moins directe que sur le [schéma](#)...) :



Précisons que pour l'étanchéité, on n'utilise ni mastic ni colle, on met seulement **un peu de ruban de téflon sur les raccords en laiton.**

Il existe toute une diversité de méthodes pour relier la pompe au raccord gardena. ([cf les liens sur les bases de lancements](#).)

Pour déclencher le départ de la fusée à distance, c'est-à-dire pour baisser la bague orange du raccord gardena, on peut utiliser un collier en métal sur lequel vient se fixer la cordelette. Là encore, une photo vaut mieux qu'un long discours :



Précisons qu'il faut tester ce système à l'atelier pour éviter toutes déconvenues lors de lancements : cordelette qui casse, qui se détache,...

Remarque de sécurité : votre base de lancement doit être **parfaitement stable sur le sol**. Ainsi, il est préférable de prévoir des piquets pour l'**ancrer en terre**. De plus, elle doit être suffisamment solide pour pouvoir subir de nombreux chocs sans broncher.

Pour conclure sur les bases de lancements, voilà une liste de liens qui renvoie à des modèles de rampes tout à fait différents :

- [Tutorial de Sirius35 sur une base de lancement simple mais sans gardena](#)
- [Le lanceur de Fijac basé sur celui d'Ivan Lanoe](#)
- [Une base de lancements construites par Nono78](#)
- [Les rampes de PasyImat](#)
- [Toutes une liste de bases de lancements](#)

Les réparations d'urgence sur le terrain :

On est tous confrontés à des fusées qui perdent leur ailerons, qui se crashent, qui perdent leur tuyère, des fuites dans les bases de lancement,... Il est justement très utile de savoir réparer presque tous ces problèmes qui peuvent nous arriver pendant nos séances de lancement, ce qui évite de revenir bredouille et de mauvaise humeur. :) Cette partie a donc pour but de vous aider à constituer une petite trousse de secours sans qu'elle prenne l'allure d'un semi-remorque, donc **il faudra parfois s'avouer vaincu**. Précisons qu'il ne faut pas s'attendre à une révolution dans ce qui va suivre.

Remarque de sécurité, le fait de pouvoir faire des réparations sur le terrain **ne doit pas entraîner des approximations et des erreurs lors de la fabrication**. Histoire de vous donner une idée des forces en jeu, dites vous qu'à 6 bars, il s'exerce une force de 300kg sur le fond de votre bouteille (vulgarisation abusive).

Pour se préparer aux incidents de fusées à eau, il faut déjà savoir ce qui peut arriver. On oublie déjà les incidents comme une fusée en haut d'un arbre. Vous n'allez pas apprendre ici comment on plante une échelle ou escalade un arbre, ce n'est pas le sujet.

Un des risques majeurs est **la perte d'ailerons**. Malgré le soin important accordé à leur collage (à la sikaflex 11FC+ de préférence), ils peuvent être arrachés. Sur le terrain, il n'existe plus beaucoup d'autres recours que **le scotch**. Peut-être que certains arrivent à se débrouiller avec de la superglue, mais ce n'est pas pratique pour l'alignement surtout quand on est perdu au milieu d'un champ. Détaillons un peu cette technique du scotch. Déjà, il faut un bon scotch, un scotch qui colle même si une goutte d'eau passe par là. Il est donc à proscrire le scotch classique et scotch d'emballage. L'idéal est en fait le **scotch orange de maçon**, épais, solide, résistant à l'eau. On remarque d'ailleurs qu'il est identique au scotch d'électricien à la taille près.

Maintenant, concernant la façon de le(s) fixer, il faut partir du principe que **la zone la plus sensible à l'arrachement sur les ailerons est leur zone supérieure**. Donc, on va prendre bien soin que le scotch maintienne cette zone (plusieurs épaisseurs croisées à la rigueur). Ca marche, si vous avez mieux, faites comme vous le pensez.

Un second risque, c'est le **crash** ! Pour les petites fusées, ce n'est pas

gravissime, on s'en remet assez vite et les dégats sont réparés en quelques heures. Par contre, quand vous voyez une fusée de quelques mètres s'écraser sur elle-même réduisant à un accordéon quelques dizaines d'heures de travail, ça passe très mal ! (reconnaissable par une forte tendance à partir au quart de tour à la moindre petite blague...) Le meilleur moyen d'éviter ça, c'est la prévention. (sans aucune référence politique !) La prévention, outre avoir un système de parachute, c'est s'arranger pour **équilibrer la fusée de telle manière qu'elle chute à l'horizontale**. C'est difficile à faire, mais si on a du matériel sophistiqué et cher à bord, c'est mieux... Enfin, ça, c'est pour vous, après, assumez...

Le crash peut entraîner différents dégats à la fusée :

- D'abord, une perte d'ailerons, sujet que nous avons déjà traité.
- Ensuite, un écrasement de l'ogive. Dans ce dernier cas, les dégats sont souvent considérables sur cet élément. Il faut donc prévoir **une ogive de remplacement** avec système de parachute, celui-ci étant pratiquement toujours détruit.
- Le réservoir de la fusée peut aussi s'écraser sur lui-même. Dans ce cas, il faut procéder à une "inspection de sécurité", c'est-à-dire rechercher le moindre trou sur celui-ci. En effet, un trou signifie une explosion assurée à la première mise sous pression. Si aucun trou n'a été détecté, ne pas être rassuré pour autant. Il faut effectuer **un test de pression**. Le principe est simple, on remplit **entièrement** le réservoir d'eau et on connecte la fusée à la base. On met alors sous pression le réservoir jusqu'à la pression de tir (inférieur à 7 bar !). Si la bouteille explose, c'est fini. Si la bouteille tient, c'est parti pour un nouveau tir !

Petit détail important : pourquoi met-on de l'eau pour un test de pression ? Parce que l'explosion est moins violente lorsqu'un réservoir est rempli d'eau.

On peut ajouter que le principe du test de pression est très utile puisqu'on l'utilise toujours pour tester nos nouvelles fusées qui ont des collages.

- Voilà, lors d'un crash, nous n'avons pas tellement d'autres dommages corporels. Peut-être l'esthétique encore. Là, vous ne pourrez pas faire grand chose sur le terrain. Peut-être un petit morceau de scotch d'électricien de la couleur de la peinture de votre fusée pour la photo...

Parfois, vous pouvez aussi observer des **défauts au niveau de la tuyère gardena**. La solution n'a rien de magique, il en faut une en double pour sauver le coup.

Le parachute peut aussi vous lâcher : une suspente qui lache voire la ligne de vie... Prévoir donc un peu de ficelle pour réparer les éventuels incidents/accidents, et aussi un peu de scotch si le parachute s'abîme dans un arbre. L'idéal serait sans doute

un double parachute...

Un dernier petit truc plus général : prévoir une bouteille d'eau gazeuse en plus, c'est toujours utile pour réparer quelques petits trucs divers et variés. Si vous n'aimez pas transporter des bouteilles vides, mettez de l'eau dedans, celle-ci servira pour un lancement.

Voilà, ça doit faire le tour des différents problèmes qui arrivent à nos fusées.

Pour la base de lancement, moins de réparations sont possibles que pour la fusée. En effet, il faut qu'elle soit **particulièrement solide** concernant sa structure dès sa construction. **Une base de lancement bancale est trop dangereuse pour pouvoir tirer des fusées.** Imaginez si elle se couche quand vous tirez sur la ficelle pour déclencher la fusée. Je doute que l'image d'un FHP vous arrachant la tête soit le meilleur souvenir que vous pouvez emporter avec vous. "hé, mais il exagère le mec ! C pas un ptit bout de plastique qui va me pêter la gueule !" Ouais, un petit bout de plastique à 150km/h, s'il l'arrache pas, il la déboite. Vous vous voyez vous prendre le rétroviseur d'une voiture sur l'autoroute, non ? Voir : [Rapports d'incidents et d'accidents](#) Vous allez peut-être dire : "Oui, mais on est à 10 mètres, tout va bien" Non, une fusée qui part à l'horizontale dans votre direction, peut très bien atteindre sa vitesse maximale vers les 10 mètres qu'on peut situer à la fin de la phase aqueuse (c'est le cas de certaines fusées gardena). Or, 10 mètres, c'est justement vous. Par conséquent, la base doit être parfaitement **stable et n'avoir subi aucun choc structurel.**

Les problèmes réparables sur une base de lancement sont donc peu nombreux.

On a d'abord **la fuite**. Celle-là, particulièrement énervante, peut se localiser au niveau des raccords en laiton. Les solutions : remplacer les joints et mettre un peu de ruban de teflon sur les pas de vis.

Ensuite, on a **la rupture de la cordelette de lancement** : là encore, pas de solution extraordinaire, on change la corde.

Voilà, on a fait un bref tour des incidents sur bases de lancement qui peuvent être réparés.

Pour résumer, que doit-on avoir dans sa trousse de secours FAE :

- du scotch orange de maçon.
- du scotch d'électricien (en prendre de la couleur de votre peinture, on verra moins les petits rafistolages)
- un peu de ficelle pour le parachute

- une ogive de rechange si possible
- un parachute de rechange si possible
- une bouteille d'eau gazeuse vide
- un ruban de téflon
- des joints de rechange
- de la cordelette solide !

Evidemment, la trousse de secours doit aussi contenir les outils minimums pour utiliser tout ça :

- tournevis adaptés aux boulons, vis que vous avez utilisés
- cutter (solide)
- paire de ciseaux
- pinces diverses et variées (multiprises et coupantes surtout !)
- couteau suisse parce que c'est toujours utile.
- Un téléphone portable ! Ca sert toujours si on a oublié la pompe à la maison, si on veut un conseil, si on a assomé son coéquipier, etc
- si c'est le vol inaugural de la fusée, prévoir de quoi la baptiser et fêter son retour au sol.
- tout ce que vous voulez !

Conclusion : On arrive à la fin, vous êtes maintenant apte à tirer des fusées à eau performantes en toute sécurité. Bien sûr, vous n'avez pu découvrir que les bases des fusées à eau, c'était le but en tout cas...

Vous pouvez maintenant envisager vos premiers collages de bouteilles, des fusées à 2 étages, à 3 étages, des multiboosters peut-être ? Vous pouvez aussi opter pour la voie de la haute technologie avec une caméra embarquée, un altimètre, un appareil photo embarqué et tout ce qui peut voler. Vous pouvez commencer votre petite révolution dans le domaine des fusées à eau. En somme, vous rentrez dans le vif du sujet, dans la partie la plus intéressante, la plus excitante aussi ! Des succès, des crashes parfois, des joies, des déceptions... Mais que cela ne vous empêche pas de partager votre expérience sur le [forum de Techno-Challenge](#) avec des merveilles en main ou simplement pour apprendre, partager vos soucis, on est tous là, on vous attend ! Bon vol, et à bientôt sur [Techno-Challenge](#) !

Je ne peux pas clôturer ce document sans remercier ceux qui m'ont aidé à le réaliser : Sirius et Papyjo pour leur rôle de critique au sens noble du terme. Mention spéciale à Papyjo qui a aussi dessiné les superbes schémas. Merci à eux deux et à toute la communauté du forum qui partage son expérience online et grâce à qui j'ai pu écrire tout ça.

Alexis.