



Cahier des Charges Rocketry Challenge



www.rocketry-challenge.org

Rédaction : AUGÉ Pauline, DALECHAMPS Olivier, GEOFFROY David,
GUEURCE Amandine, SERIN Pierre
Relecteur : BESSON Sylvain, DOUREY Patrick
Diffusion : Equipes, Contrôleurs et Lanceurs Rocketry Challenge
Version : 1.2
Date : 05/06/2011

IDENTIFICATION

Références	RC/CDC/1/PLASCI/V1 [YUN1]
Version	1.2
Etat	Applicable
Date d'édition	05/06/2011 [YUN2]
Nb pages	14 [YUN3]

ANALYSE DOCUMENTAIRE

Classe (Confidentialité) : N.C.	Type : Cahier des charges
Mots clés : fusées, Rocketry Challenge, Cahier des charges / Contrôles	
Rédacteur(s) : AUGE Pauline, DALECHAMPS Olivier, GEOFFROY David, GUEURCE Amandine, SERIN Pierre	
Résumé : Document de référence relatif aux conditions de qualification du concours Rocketry Challenge	
Date de première parution : 20/02/2011 [YUN5]	Date de dernière mise à jour : 05/06/2011
Gestion en configuration (figé ou amené à évoluer) : amené à évoluer [YUN6]	
Logiciel(s) hôte(s) : MS word 2003 / 2007	16
Emplacement : Serveur/Espace/Rocketry Challenge/Notes et documents/Cahier des charges [YUN8]	

DIFFUSION

Organisme/Groupe	Sigle	Nom
Planète Sciences	Président	Jean-Pierre LEDEY
Planète Sciences	Président secteur Espace	Gilles POIREY
Planète Sciences	Responsable national activités espace	Paula BRUZZONE
Planète Sciences	Responsable permanent Rocketry Challenge	Olivier DALECHAMPS
Planète Sciences	Responsable bénévole Rocketry Challenge	Pierre SERIN
Planète Sciences	Responsable Sauvegarde	Clément MARION
Planète Sciences	Contrôleurs Rocketry Challenge	Tous les contrôleurs Rocketry Challenge
Planète Sciences	Lanceurs Rocketry Challenge	Tous les lanceurs Rocketry Challenge actifs [YUN9]
GIFAS		Cédric POST
GIFAS		Gilles FOURNIER
GIFAS		Christian MEGRET
GIFAS		Corinne HAUKINGHAM
CNES		Anne SERFASS DENIS
CNES		Nicolas PILLET
Divers		Equipes Rocketry Challenge

MODIFICATIONS/HISTORIQUE

Version	Date	Modifications	Approbation	Autorisation d'application	Observations
1.0	08/04/2011	Version initiale. Ce document est en partie issu des précédents cahier des charges Wapiti et cahier des charges minifusées Koudou-Cariacou.			
1.1	29/05/2011	Corrections mineures			
1.2	05/06/2011	Corrections mineures			

[YUN11]

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	4
1.1	La minifusée	4
1.2	Le cahier des charges	4
2	GENERALITES	5
3	LE VOL	6
4	RECUPERATION	8
5	ELECTRONIQUE OU SYSTEMES OPTIONNELS	9
6	FICHES TECHNIQUES ANNEXES	10
6.1	Les rampes	11
6.1.1	Type cage	11
6.1.2	Type rail	11
6.2	Exemple d'aménagement du propulseur	13
6.3	Caractéristiques des propulseurs Cesaroni	14

Pour toute question ou documentation, n'hésitez pas à nous contacter :

- Soit par mail : espace@planete-sciences.org
- Soit par téléphone : 01 69 02 76 10 (si vous appelez d'un poste fixe, Planète Sciences vous rappelle sur demande) du lundi au vendredi de 10h à 12h et de 14 à 18h. Ou de préférence lors des permanences du secteur Espace, tous les mercredis soir entre 19h et 23h.

1 INTRODUCTION

1.1 La minifusée

Planète Sciences et le CNES classent les fusées de jeunes (propulsées par propulseur à poudre) en trois catégories : les microfusées, les minifusées et les fusées expérimentales. On appelle minifusées les objets propulsés avec des moteurs d'impulsion comprise entre 10 et 160 Newton-secondes pour lesquels l'objectif principal est la réalisation d'un système de récupération lui permettant de revenir au sol sans être endommagé par le choc lors de l'impact. La minifusée est aussi une bonne expérience de gestion de projet et de réalisation technique (intégration, validation d'un système de récupération). C'est un bon entraînement avant l'étape suivante : la fusée expérimentale.

Si, pour des raisons techniques ou expérimentales, il vous paraît difficile de respecter une règle, vous pouvez préalablement solliciter Planète Sciences pour une dérogation avant de commencer la réalisation de votre projet.

1.2 Le cahier des charges

Un cahier des charges est un document qui regroupe des spécifications techniques pour la réalisation d'un projet. Il est, en quelque sorte, la "règle du jeu" à suivre pour construire des fusées en amateur. **C'est un document contractuel que toute équipe qui entame la construction d'une fusée s'engage à respecter.** Dans le cas contraire, il ne lui sera pas attribué de propulseur. Ce document a été créé afin que les lancements se déroulent en toute sécurité pour les différentes personnes présentes. En le respectant, vous avez l'assurance de réaliser une fusée qui est apte au lancement en fin de réalisation.

[B12]

Ce cahier s'applique aux minifusées propulsées par les propulseurs CESARONI PRO-x, ESTES Dx, et AEROTECH et lancées dans le cadre du Rocketry Challenge.

Les règles énoncées dans le cahier des charges sont regroupées par thèmes. Pour chacune d'elles sont présentées :

- LES REGLES.

Elles sont à respecter pour toutes les phases du projet.

- LES CONTROLES :

Ceux-ci seront effectués par des contrôleurs pour vérifier le respect des règles.

La validation de l'ensemble des contrôles est nécessaire pour permettre l'attribution du propulseur.

2 Généralités

GN1	<p>Règle : La fusée ne doit présenter aucun danger pour les personnes ou l'environnement. Aussi, sont interdits : les fumigènes, l'embarquement d'animaux morts ou vifs², les expériences dangereuses pour l'environnement, tout élément inflammable ou explosif.</p> <p>Contrôle : La vérification est faite lors d'un contrôle visuel et d'un échange entre le contrôleur et l'équipe projet en s'appuyant sur la définition même du projet.</p> <p>Les interdits énoncés sont à respecter impérativement.</p>
-----	---

GN2	<p>Règle : L'utilisation d'inflammateurs de quelque nature que ce soit, est interdite.</p> <p>Contrôle : Il sera vérifié qu'aucun inflammateur ne soit présent dans la fusée</p>
-----	--

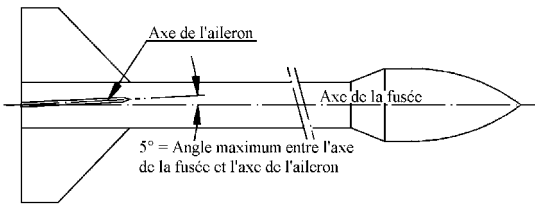
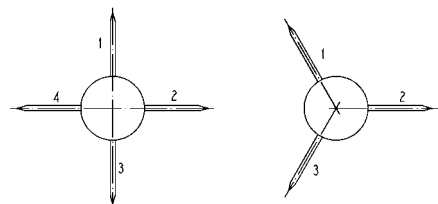
GN3	<p>Règle : La fusée doit être compatible avec la rampe utilisée lors de la campagne de lancement (rampe de type rail ou de type cage : voir fiches technique en annexes).</p> <p>Dans le cas de l'utilisation d'une rampe rail, les patins, au nombre de deux minimum, doivent être parfaitement alignés entre eux et fixés solidement à la fusée.</p> <p>Contrôle : Un essai de compatibilité rampe est effectué afin de vérifier la mise en place de la fusée et l'accessibilité des commandes et des voyants éventuels.</p> <p>Il est préconisé d'utiliser de préférence la rampe rail. Des patins associés vous seront fournis sur simple demande de votre part.</p> <p>La fixation des patins doit permettre de retenir une portion de rampe pesant 1.2 kg, selon les 3 directions suivantes, lorsque l'on tient la fusée à la main horizontalement.</p> <div style="text-align: center;"> </div>
-----	---

² Les œufs utilisés pour le Rocketry Challenge ont été préalablement mirés. Ces derniers sont donc lancés uniquement si ils n'ont pas été fécondés. Les œufs en question ne sont pas considérés comme un animal mort ou vif.

3 Le vol

VL1	<p>Règle : L'équipe projet doit fournir une chronologie³ au responsable du lancement.</p> <p>Contrôle : La chronologie sera testée lors du vol simulé.⁴</p>
------------	---

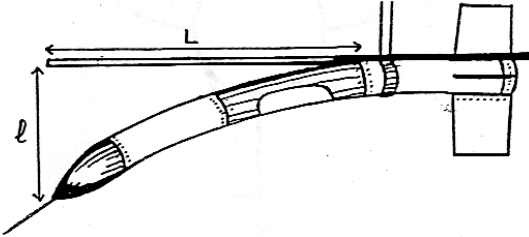
VL2	<p>Règle : Le propulseur doit entraîner la fusée. Sa fixation s'effectue quelques minutes avant le lancement, il doit donc pouvoir être monté ou démonté rapidement, être centré sur le diamètre et être maintenu dans l'axe de la fusée.</p> <p>Le maintien en fixation du propulseur doit obligatoirement être effectué au niveau de la collerette arrière.</p> <p>Contrôle : Le test de fixation du propulseur ne peut être validé qu'en présence d'un lanceur. Des essais de montage-démontage sont effectués avec un propulseur vide. Un exemple d'aménagement du propulseur est présenté dans les fiches techniques en annexes.</p>
------------	--

VL3	<p>Règle : L'axe longitudinal de chaque aileron doit être parallèle à l'axe longitudinal de la fusée. Les ailerons doivent être répartis de manière symétrique autour du corps de la fusée. Ils doivent supporter les fortes contraintes aérodynamiques du vol.</p> <p>Contrôle : Les schémas suivants doivent être respectés :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><u>Position de l'axe des ailerons</u></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><u>Gabarit suivant le nombre d'ailerons (à +/- 10°)</u></p> </div> </div> <p><i>Contrôle des ailerons</i></p> <p><i>Pour vérifier la tenue des fixations ailerons-fusée, la fusée sera basculée, par ses ailerons (en les portant manuellement, par leur extrémité : le plus loin de l'axe de la fusée), de la position ogive dirigée vers le sol à la position ogive dirigée vers le ciel. Et ce, pour toutes les combinaisons d'ailerons possibles.</i></p> <p><i>Lors de ce test, les ailerons ne doivent pas visuellement se déformer.</i></p>
------------	---

³ La chronologie est un document décrivant la totalité des actions nécessaires à la mise en œuvre de la fusée. La chronologie doit mentionner le nom de la personne exécutant chaque action, ainsi que le moment où celle-ci doit l'exécuter. Elle débute après la qualification de la fusée et prend fin après la récupération de l'œuf par la personne habilitée.

⁴ Le vol simulé est une répétition de l'ensemble du vol, de l'arrivée sur l'aire de lancement à la sortie du parachute, tout en gardant la fusée à côté de soi.

VL4	<p>Règle : La fusée doit avoir un vol stable. Pour cela, il est nécessaire de respecter les conditions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Une vitesse minimale⁵⁶ en sortie de rampe de 18 m/s * Finesse (rapport longueur sur diamètre) : $10 < f < 20$ * Portance⁷ : $15 < Cn < 30$ * Marge statique : $1,5 < MS < 6$ * Coefficient Marge statique x Portance : $30 < Ms \times Cn < 100$ <p>Si la géométrie ou la masse de la fusée est modifiée lors de la phase ascensionnelle, la stabilité de la fusée doit être vérifiée avant et après cette modification.</p> <p>Contrôle : <i>Tous les calculs sont vérifiés avec le logiciel TRAJEC.</i></p>
-----	---

VL5	<p>Règle : La flèche de la fusée doit être inférieure à 1% (entre l'extrémité supérieure de la fixation des ailerons sur le corps de la fusée et le bas de l'ogive).</p> <p>La flèche de la fusée sous un chargement de 100g appliqué à la base de l'ogive doit être inférieure à 2%.</p> <p>Contrôle : <i>La flèche est le rapport exprimé en pourcentage de la déformation mesurée à l'aide d'un régllet sur la longueur de contrôle ($f = def_mesurée / (L^8 - l^9)$).</i></p> <p><i>Elle est mesurée sur les quatre axes que la fusée, celle ci étant maintenue à l'horizontale à l'aide d'une sangle au sommet des ailerons sous une règle de maçon par exemple.</i></p> <div style="text-align: center;">  <p>[B15]</p> <p>$Flèche = < 1\% (=0.01)$</p> </div> <p><i>Le chargement de 100g est appliqué à l'aide d'une bouteille remplie de 10cl d'eau et suspendu à la base de l'ogive.</i></p>
-----	---

VL6	<p>Règle : Tous les éléments de la fusée doivent rester solidement fixés pour résister à l'accélération de cette dernière.</p> <p>Contrôle : <i>La fusée devra pouvoir être secouée vivement (manuellement) dans tous les sens lors des contrôles.</i></p>
-----	---

⁵ La vitesse en sortie de rampe, le coefficient de portance (Cn), la marge statique (MS) et le produit MS*Cn peuvent être calculés à l'aide du logiciel TRAJEC (faisant foi lors des contrôles) ou de l'outil STABILITO, tous deux disponibles en ligne sur le site internet de Planète Sciences.

⁶ Les ailerons ne sont efficaces qu'à partir d'une certaine vitesse, c'est pourquoi il est imposé une vitesse minimale en sortie de rampe qui est directement liée à la masse de la fusée et à la longueur de la rampe.

⁷ La portance et la marge statique sont fonction de la forme, de la taille, et de la position des ailerons.

⁸ Distance entre le sommet de l'ogive et l'extrémité supérieure de la fixation des ailerons sur le corps de la fusée.

⁹ Longueur de l'ogive.

4 Récupération

RC1	<p>Règle : La fusée doit être munie d'un système de récupération lui permettant de rejoindre le sol à une vitesse subsidente comprise entre 5 et 15 m/s.</p> <p>Tout élément éjecté doit être solidement relié à la fusée ou ralenti lors de sa chute dans les mêmes conditions que pour la fusée.</p> <p>Contrôle : La vitesse de descente est obtenue par calcul à l'aide de la formule suivante :</p> $V_d = \sqrt{\frac{2 \cdot M \cdot g}{\rho_0 \cdot C_x \cdot S}}$ <p>Avec :</p> <p><i>m</i> : la masse de la fusée en kg <i>g</i> : la constante de gravitation = 9,81 m/s² <i>ρ₀</i> : masse volumique de l'air = 1,3 kg/m³ <i>S</i> : Surface projetée du parachute en m² <i>C_x</i> : Le coefficient de trainée du parachute = 1</p> <p>Dans le cas d'une forme de parachute pour laquelle la formule ci dessus n'est pas applicable, l'équipe projet devra apporter les éléments de justification nécessaires.</p>
RC2	<p>Règle : Le ralentisseur et ses fixations doivent résister au choc lors de l'ouverture.</p> <p>Contrôle : Le contrôleur testera la solidité de l'ensemble ralentisseur (parachute, suspentes, sangles, fixations). Le parachute sera soumis à un chargement de 5kg attaché à ses suspentes.</p>
RC3	<p>Règle : En cas d'utilisation d'une trappe latérale : celle ci ne doit pas s'ouvrir sans être commandée (dépotage¹⁰ ou autre système optionnel) mais doit s'ouvrir malgré les contraintes du vol.</p> <p>Contrôle : La fixation de la trappe sera évaluée par le contrôleur alors que celui-ci exerce des efforts de torsions et de flexions sur le tube de la fusée.</p>
RC4	<p>Règle : La fusée doit retomber dans le gabarit de lancements défini. Ainsi, la portée balistique¹¹ maximale pour un lancement sur une rampe inclinée à 80° doit être inférieure à 300m.</p> <p>Contrôle : Les calculs de portée balistique maximale sont effectués à l'aide du logiciel TRAJEC.</p> <p>Dans le cas où la fusée ne répondrait pas à ce critère, l'équipe projet devra se rapprocher au plus vite de son correspondant Planète Sciences.</p>

¹⁰ Le dépotage désigne la charge pyrotechnique située au sommet du propulseur.

¹¹ Le terme balistique désigne un vol durant lequel le système de ralentissement ne s'est pas déclenché.

5 Electronique ou systèmes optionnels

S01	<p>Règle : La fusée doit être munie d'un système permettant la mise en œuvre du ralentisseur à la culmination (point le plus haut de la trajectoire). La charge de dépotage peut assurer cette fonction. Cependant il est possible d'utiliser un système optionnel et de neutraliser la charge de dépotage.</p> <p>Contrôle : Si l'équipe choisit de neutraliser la charge de dépotage, elle devra assurer la récupération de la fusée à l'aide d'un système de sa conception. Ce dernier doit assurer un déploiement du ralentisseur dans une fenêtre de temps comprise entre 1s avant et 2s après la culmination.</p> <p>L'équipe doit prévoir un premier test d'ouverture sur table et un second lors du vol simulé.</p>
S02	<p>Règle : Tous les éléments de commande doivent être accessibles quand la fusée est sur rampe.</p> <p>Contrôle : Dans le cas de l'utilisation de systèmes optionnels, l'accessibilité des commandes et voyants éventuels ainsi que la fixation d'un éventuel initialiseur de ces systèmes devront être testés lors de la compatibilité rampe effectuée pour le contrôle de la règle GN3.</p>
S03	<p>Règle : Lors du lancement, les procédures peuvent prendre du temps. Pour cette raison, l'autonomie de l'alimentation électrique doit être d'au moins quinze minutes. La présence d'un interrupteur marche/arrêt est obligatoire.</p> <p>Contrôle : Il est demandé au club de justifier de l'autonomie minimale dans le dossier du projet. A défaut un test réel de 15 minutes devra être réalisé. L'interrupteur marche-arrêt permet aux membres du projet ainsi qu'au lanceur de stopper le système si la fusée est bloquée sur rampe pendant plusieurs minutes. Ainsi, un indicateur d'état de l'interrupteur est demandé.</p>
S04	<p>Règle : La fusée doit disposer d'indicateurs clairs pour permettre de savoir à tout moment dans quel état elle se trouve (marche / arrêt ; position de sécurité / position de vol, etc.).</p> <p>Contrôle : Ces indicateurs peuvent être des DELs (attention cependant à leur visibilité en plein jour), ou simplement des indications claires sur la position des interrupteurs. Un contrôle visuel sera effectué lors des qualifications.</p>
S05	<p>Règle : Les accélérations et décélérations peuvent faire basculer les interrupteurs. Ainsi, ces derniers doivent être positionnés de sorte que leur basculement s'opère de façon orthogonale à l'axe de la fusée. Si cela n'était pas possible, la position ON ou VOL d'un interrupteur devra être dirigée vers le propulseur de la fusée.</p> <p>Contrôle : Un contrôle visuel sera effectué lors des qualifications.</p>

6 FICHES TECHNIQUES ANNEXES

Sommaire

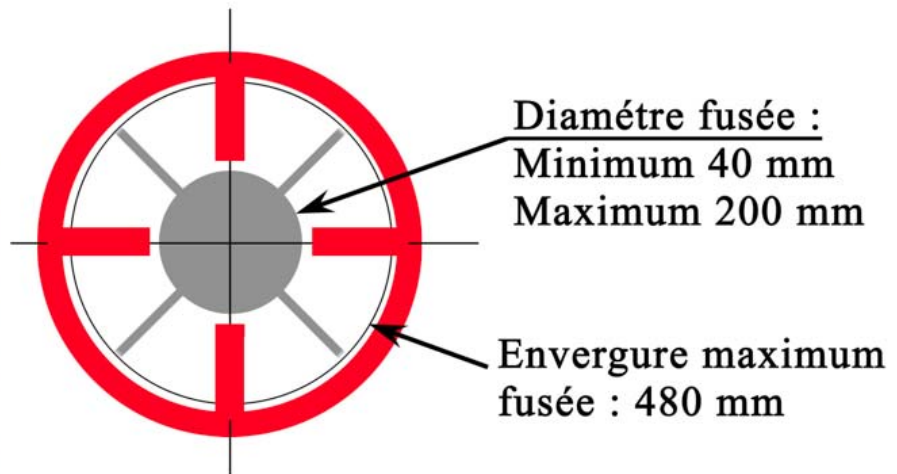
CLASSEMENT	TITRE / SUJET	NB. DE PAGE(S)
<i>ANNEXE 1</i>	Fiche Technique : Les rampes	1
<i>ANNEXE 2</i>	Fiche Technique : Exemple d'aménagement du propulseur	1
<i>ANNEXE 3</i>	Fiche Technique : Caractéristiques des moteurs Cesaroni PRO 29	1

ANNEXE - FICHE TECHNIQUE

6.1 Les rampes

6.1.1 Type cage

Les rampes type cage existent en une seule longueur : 3m. Leurs dimensions ainsi que le gabarit maximal des fusées pouvant être lancées grâce à elles sont présentées ci-dessous :



6.1.2 Type rail

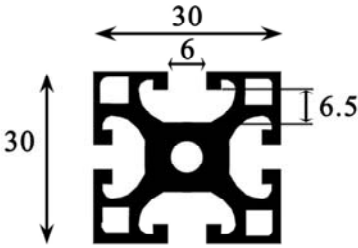
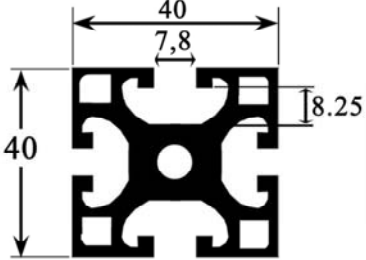
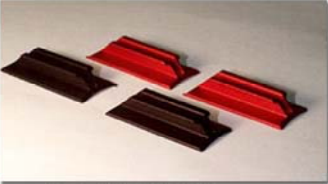




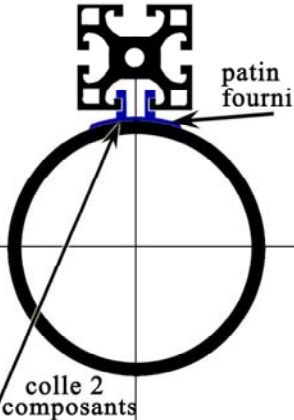
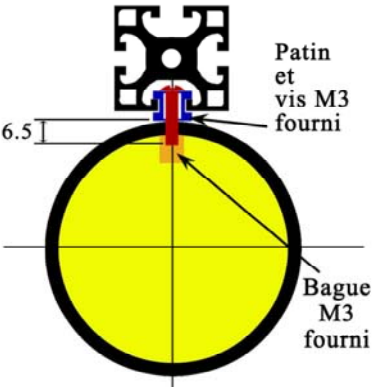
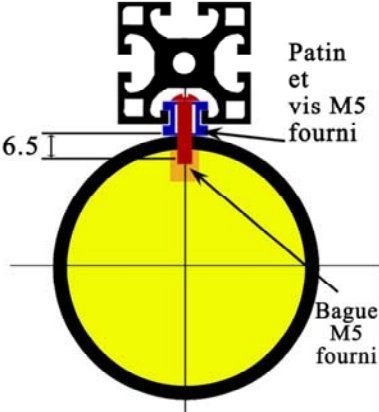
Les rampes type rail existent en deux longueurs : 2m et 4m. Leurs dimensions ainsi que celles des patins de fixation qui leurs sont liées sont présentées ci-après :



Longueur 4 mètres

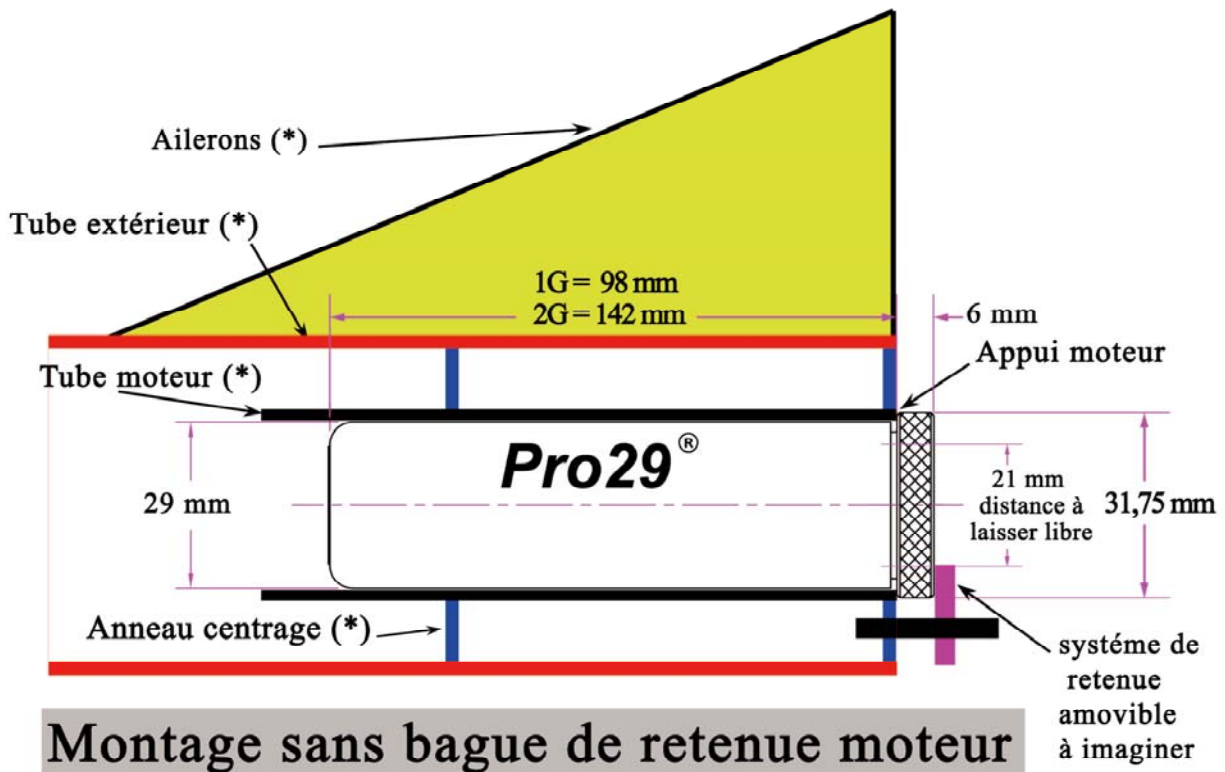


Longueur 2 mètres

nom	RAIL 30x30mm	RAIL 40x40	
profil			
Patin de fixation	 <p>Patin GL-ACME-2.1</p>  <p>Patin et vis REBEL-BUT-DEL-6</p>  <p>Bague REBEL-278-534</p>	 <p>Patin et vis REBEL-BUT-DEL-8</p>  <p>Bague REBEL-278-562</p>	
Montage	 <p>patin fourni</p> <p>colle 2 composants</p>	 <p>Patin et vis M3 fourni</p> <p>Bague M3 fourni</p>	 <p>Patin et vis M5 fourni</p> <p>Bague M5 fourni</p>

ANNEXE - FICHE TECHNIQUE

6.2 Exemple d'aménagement du propulseur



NB : toute les pièces notées (*) sont disponibles dans le kit rétrocedé par Planète Sciences

Disponible	Matériel
<input checked="" type="checkbox"/>	Tube Carton EXT Ø int 2,1' (diam int 54mmx58mm L=1m)
<input checked="" type="checkbox"/>	Anneau de centrage du tube moteur Ø1,1' (par paire)
<input checked="" type="checkbox"/>	Tube moteur Ø 1.1' (32mm ext 29mm int L=300mm)
<input checked="" type="checkbox"/>	Piston d'ejection du parachute avec sangle
<input checked="" type="checkbox"/>	Ogive diametre centrage Ø 2.1' (Ø54mm)
<input checked="" type="checkbox"/>	Patin de guidage pour rail à coller sur Ø2,1' (par paire)
<input checked="" type="checkbox"/>	bague de retenue du moteur (option)
<input checked="" type="checkbox"/>	Plaque de bois pour faire les ailerons (Ep 3 - 210mmx300mm) par paire
<input checked="" type="checkbox"/>	Toile de sple pour faire le parachute (48gr/M2) taille 155cmx100cm
<input checked="" type="checkbox"/>	Corde diam 3mm pour suspente parachute (4 mètres)

ANNEXE - FICHE TECHNIQUE

6.3 Caractéristiques des propulseurs Cesaroni

Les caractéristiques des propulseurs PRO29 proposés pour le Rocketry Challenge 2010-2011 sont présentées ci-dessous :

	PRO29 55F29	PRO29 93G80	PRO29 84G88
Impulsion totale (N.s)	54,8	84,3	92,9
Poussée maximale (N)	36,0	123,6	112,2
Poussée moyenne (N)	28,9	87,8	80,5
Durée de combustion (s)	1,9	0,96	1,15
Masse chargée (g)	105,8	152,0	143,2
Masse de propergol (g)	30,9	59,0	50,0
Masse à vide (g)	68,2	88,0	86,8
Dimensions du moteur (mm)	29,0 * 98,0	29,0 * 142,0	29,0 * 142,0
Durées de dépotage disponibles (s)	3, 5, 7, 9, 12	2, 4, 6, 8, 11	5, 7, 9, 11, 14

Les courbes de poussée des propulseurs PRO29 proposés pour le Rocketry Challenge 2010-2011 sont présentées ci-dessous :

