
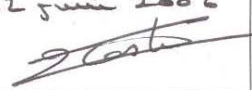
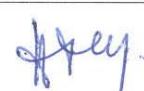




PLANETE SCIENCES - Secteur Espace
16, place Jacques Brel - 91130 RIS-ORANGIS
Tél. : () 1 69 02 76 10 / Fax : () 1 69 43 21 43
Site Internet : www.planete-sciences.org/espace

Document :	PRINCIPE ET UTILISATION D'ALLUMEURS A FIL RESISTIF EN MICROFUSEE	
	<i>Noms et sigles</i>	<i>Date et Signatures</i>
Rédigé par :	- <i>Matthieu SANLAVILLE (Planète Sciences)</i>	21/06/06 
Approuvé par :	- <i>Laurent COSTY (responsable sauvegarde Planète Sciences)</i>	22 juin 2006 
Autorisé pour application par :	- <i>Jean-Pierre LEDEY (président Planète Sciences)</i>	 24 juin 2006

PRINCIPE ET UTILISATION D'ALLUMEURS A FIL RESISTIF EN MICROFUSEE

Cahier Planète Sciences

Références	MICRO/NT/1/PLASCI/V1.4
Version	1.4
Etat	Validé au sein du réseau - Applicable
Date d'édition	Juin 2006

REFERENCES

1. Analyse documentaire

Classe (Confidentialité) : N.C.	Type : Note Technique
Mots clés : Microfusées, allumeurs, pupitre, sécurité	
Rédacteur(s) : Matthieu SANLAVILLE	
Résumé : Principe de fonctionnement d'allumeurs pour micropropulseurs à base de fil résistif. Guide pratique pour la réalisation et l'utilisation d'un pupitre de mise à feu associé.	
Date de première parution : février 2006	Date de dernière mise à jour : juin 2006
Gestion en configuration (figé ou amené à évoluer) : Oui	
Logiciel(s) hôte(s) : MS Word 2000 ®	Nombre de pages : 28
Emplacement : \\Serveur\Espace\2006_DOCUMENTS EN COURS DE REDACTION\microfu\FIL RESISTIF\allumeur_microFu_fil_resistif_et_pupitre_v1_4.doc	

2. Diffusion

Organisme/Groupe	Sigle	Nom
CNES	Responsables Sauvegarde	Bernard SALVETAT, Isabellino DENIS
CNES	Responsable Comité Technique	Bruno LAZARE
CNES	CNES/DCE/D	Arnaud BENEDETTI
CNES	Responsable projet CNES/DCE	Pierre-Louis CONTRERAS
CNES	CNES/DCE/CS	Anne SERFASS-DENIS, Jean-Jacques VELASCO
Planète Sciences	Responsable Sauvegarde	Laurent COSTY
Planète Sciences	Président	Jean-Pierre LEDEY
Planète Sciences	Responsable national activités espace	David VAN PEVENACGE
Planète Sciences	Responsable permanent activité microfusées	Vincent RICHE
Planète Sciences	Lanceurs Microfusées	Toutes les personnes habilitées actives
Planète Sciences	Référents espace régionaux	Tous les référents espace dans les délégations, antennes et relais Planète Sciences
FRANCAS	Coordinatrice nationale microfusées	Florence MACON

Ce document a fait l'objet de relecture(s) au sein du CNES [cette mention sera définitivement portée après retours du (des) relecteur(s) CNES]

3. Modifications/Historique

Version	Date	Modifications ... par ...	Observations
1.0	Février 2006	Première version de document rédigée par Matthieu SANLAVILLE	
1.1	Mai 2006	Evolutions : Laurent COSTY, Etienne MAIER Mise en page : Etienne MAIER	
1.2	Juin 2006	Relectures : Laurent COSTY, Gil DENIS, Etienne MAIER, Valérie PERON Evolutions : Laurent COSTY, Etienne MAIER	Ajout d'une clé de sécurité au Boîtier Relais
1.3	Juin 2006	Dernières modifications mineures pour proposition au CNES	
1.4	21 juin 2006	Mise en forma définitive, retrait logo CNES suite à la réunion CNES / Planète Sciences du 19 juin 2006	Première version diffusable

SOMMAIRE

REFERENCES.....	2
1. Analyse documentaire	2
2. Diffusion.....	2
3. Modifications/Historique	3
SOMMAIRE	4
A. PREAMBULE - MISE EN GARDE	5
B. OBJET DU DOCUMENT : PROBLEMATIQUE.....	6
C. SAUVEGARDES ET SECURITE : QUELQUES RAPPELS.....	7
1. Une politique sauvegarde	7
2. Une base de données centralisée	7
3. Pupitre de mise à feu	7
D. LE NOUVEAU PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	8
E. CHOIX DES COMPOSANTS PRINCIPAUX	9
1. Références de fil résistif.....	9
2. Choix du relais de puissance.....	9
3. Choix de la source de tension.....	10
F. REALISATION D'UN PUPITRE DE MISE A FEU	11
1. Ligne de mise à feu simple	11
a. Schéma d'ensemble	11
b. Matériels nécessaires	11
c. Réalisation du Pupitre de Commande.....	13
d. Réalisation du Boîtier Relais.....	14
2. Ligne de mise à feu double.....	15
a. Ligne de mise à feu supplémentaire	15
b. Schéma d'ensemble	15
c. Matériels nécessaires	15
d. Réalisation	16
e. Réalisation du Pupitre de Commande.....	17
f. Réalisation du Boîtier Relais.....	18
G. PROCEDURE DE MISE EN ŒUVRE DU FIL RESISTIF	19
1. Mise en garde	19
2. Préparation du fil résistif.....	19
3. Chronologie.....	19
H. VARIANTES	21
1. Utilisation des anciennes lignes de mise à feu	21
2. Charge de la batterie du Boîtier Relais	21
I. ETAPES PHOTOGRAPIEES	22
1. Le Boîtier Relais.....	22
2. Le pupitre de mise à feu.....	24
J. ANNEXE : REFERENCES COMPOSANTS ET COÛTS INDICATIFS	28

A. PREAMBULE - MISE EN GARDE

L'activité microfusée existe en France depuis le début des années 1970. Délivré par le CNES et l'association Planète Sciences, l'agrément microfusées¹ favorise la mise en œuvre de micropropulseurs en toute sécurité tant pour le public que pour les opérateurs ou l'environnement.

Malgré l'autorisation en vente libre des micropropulseurs, le CNES et Planète Sciences imposent que tout adulte responsable de lancements et exerçant dans un cadre labellisé CNES ou Planète Sciences, soit détenteur de l'agrément microfusées et respecte les règles de pratiques transmises durant cette formation.

Ainsi, ce document est principalement destiné à des personnes en possession de leur agrément microfusées !

¹ Rendez-vous sur www.planete-sciences.org/espace pour plus de renseignements sur l'agrément microfusées et les différents organismes habilités à délivrer cette formation.

B. OBJET DU DOCUMENT : PROBLEMATIQUE

Suite à des difficultés récurrentes d'approvisionnement des allumeurs électriques de micropropulseurs et à une augmentation régulière de leur coût, Planète Sciences a effectué une étude technique d'un nouveau système d'allumage de microfusées.

Ce système à base de fil résistif ne contient aucune charge pyrotechnique.

Il permet ainsi :

Explications

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">- d'alléger les conditions de stockage, transport et manipulation des allumeurs
- de garantir un allumage à distance par commande électrique
- de baisser de façon significative le coût récurrent de mise en œuvre d'un propulseur | <p><i>Réglementation moins contraignante puisque pas de propergol ; moins de sensibilité à l'humidité, aux chocs et aux frottements que les allumeurs « pyro-électriques » actuels</i></p> <p><i>respect des règles de mise en œuvre actuelles</i></p> <p><i>environ 10 fois moins chères que les allumeurs électriques actuels</i></p> |
|---|---|

En contre partie, ce nouveau système impose une adaptation des pupitres de mise à feu actuels : rajout d'un boîtier interface d'environ 100 €.

Ce document a pour objectifs de :

- présenter le principe des allumeurs à fil résistif,
- donner toutes les indications permettant aux agréés microfusées d'effectuer l'adaptation nécessaire à leur pupitre de mise à feu,
- donner aux agréés microfusées le descriptif des différentes étapes de mise en œuvre de ces nouveaux allumeurs.

L'ancien système d'allumeurs reste évidemment autorisé et utilisable.

Le nouveau pupitre détaillé dans ce document permet également l'utilisation des allumeurs électriques actuels.

Nota : du fait du coût d'investissement du boîtier d'adaptation, le passage au nouveau système n'est pertinent que pour les « grands lanceurs ». Un rapide calcul permet de dire que le nouveau système devient financièrement intéressant au delà de 100 lancements.

Cependant, la fourniture des allumeurs pyro-électriques actuels devenant de plus en plus difficiles et de plus en plus coûteuse, il est conseillé à tous, à terme, de passer au nouveau système présenté dans ce document, sans aucun doute plus pérenne.

Par souci de clarté dans la lecture de ce document, nous nommerons « allumeurs pyro-électriques » les allumeurs actuels composés (d'une petite perle de poudre) et « allumeurs à fil résistif » les nouveaux allumeurs proposés.

C. SAUVEGARDES ET SECURITE : QUELQUES RAPPELS

1. Une politique sauvegarde

L'ensemble des activités fusées réalisées dans le cadre des opérations éducation-jeunesse Planète Sciences / CNES sont régies par des conditions de pratiques et procédures strictes. Afin de garantir les meilleures conditions de pratique et l'application des procédures associées, le CNES et Planète Sciences ont mis en place une politique sauvegarde en désignant au sein de Planète Sciences, comme au sein du CNES un responsable sauvegarde chargé du suivi et du contrôle des pratiques.

2. Une base de données centralisée

Planète Sciences tient à jour une base de données sur les problèmes de fonctionnement des propulseurs et des allumeurs ainsi que sur les vols de microfusées sur toute la France. Les incidents survenus lors des lancements doivent faire l'objet de comptes-rendus. La collecte de ces éléments permet aux responsables sauvegarde de faire évoluer, pour plus de sécurité, les règles qui s'appliquent aux activités. Il est de la responsabilité de chaque agréé de tenir informée Planète Sciences de tout incident survenu lors de la mise en œuvre de microfusées !

3. Pupitre de mise à feu

La constitution d'un pupitre de mise à feu est régie par des règles de sécurité strictes à respecter :

- L'allumage doit se faire par fermeture manuelle d'un contact électrique ;
- Pour les micropropulseurs définis par le CNES (classe A, B et C), la distance de sécurité est de 20 mètres au minimum entre la rampe et le pupitre de lancements (25 m entre la rampe et le public) ;
- Le pupitre de mise à feu doit posséder un coupe-circuit de sécurité empêchant tout allumage intempestif pendant la mise en œuvre du propulseur ;
- Aucune commande automatique ou électronique de mise à feu n'est autorisée, la personne habilitée responsable des lancements doit pouvoir intervenir sur le déroulement des opérations jusqu'à la dernière seconde.

Le suivi scrupuleux des consignes rappelées ci-dessus, tout comme toutes les recommandations effectuées dans ce document, est indispensable pour obtenir un pupitre fiable garantissant des lancements en toute sécurité.

D. LE NOUVEAU PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

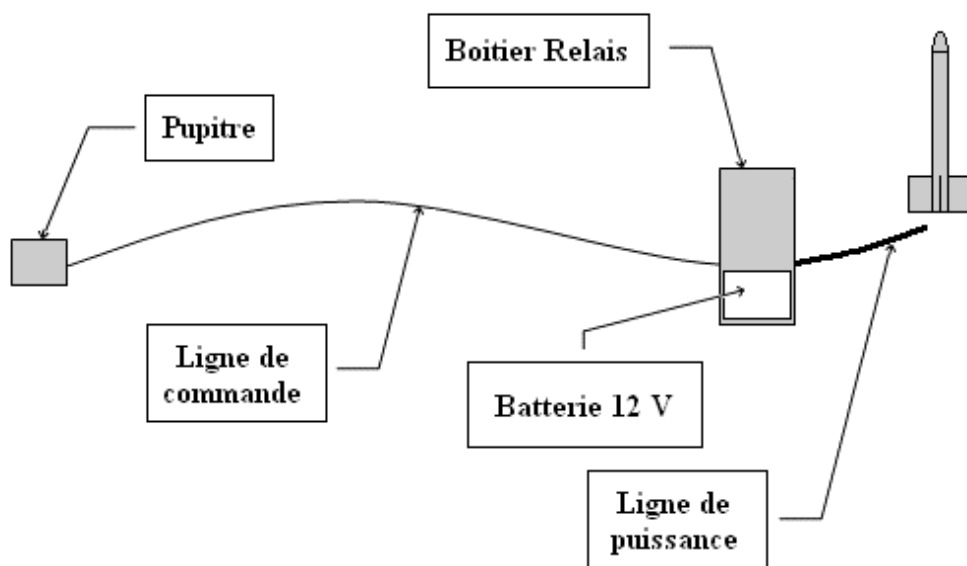
Le nouveau principe de fonctionnement proposé dans ce document consiste à utiliser le dégagement de chaleur d'un fil résistif alimenté en courant, pour allumer le micropropulseur. Le diamètre du fil et ses caractéristiques permettent de faire varier l'intensité de la chaleur produite et le temps de réaction.

Dans la majeure partie des cas, le fil résistif sera rompu par la chaleur et devra être changé dès sa première utilisation.

Les lignes deancements actuelles fonctionnent avec une unique batterie, située au niveau du boîtier de commande (sur lequel se situent les boutons).

Le nouveau type de ligne demande une pile supplémentaire située dans le boîtier de commande, et la batterie est alors située au niveau de la rampe deancements.

Deux boîtiers sont donc désormais nécessaires. Un premier permettant la commande de mise à feu (en utilisant de faibles courants), et l'autre traduisant l'information pour délivrer la puissance nécessaire au rougissement du fil résistif. Entre les deux, la connexion est assurée par un câble de faible section.



Les boîtiers actuels peuvent donc être adaptés à cette nouvelle technologie.

E. CHOIX DES COMPOSANTS PRINCIPAUX

1. Références de fil résistif

Les caractéristiques du fil données par les catalogues Selectronic et Conrad (les deux principaux fournisseurs à proposer ce produit) sont :

- le diamètre
- la résistivité qui est exprimée en Ohm par mètre (Ω/m) à température ambiante.

Plus la résistance électrique du fil sera faible (pour une même longueur), plus la puissance dissipée lors de sa mise sous tension sera forte ($P=U^2/R$)¹.

Cependant, la résistance électrique d'un fil résistif est généralement directement liée à son diamètre. Ainsi, plus la résistance est faible, plus le diamètre du fil résistif sera faible. Et plus le diamètre du fil résistif est faible, plus ce dernier sera souple et difficile à manipuler pour l'usage que nous souhaitons en faire (lui donner une forme et lui faire garder).

Il s'agit donc de trouver le meilleur compromis entre faible résistance électrique (forte puissance dissipée) et forte section (rigidité maniable).

Chez Conrad, nous avons sélectionné deux références intéressantes correspondant au fil de diamètre 0,5 mm et 0,35 mm.

Chez Selectronic, nous n'avons retenu que le fil résistif de diamètre 0,2 mm.

Dans les deux cas, le prix est d'environ 3 à 4 €² pour 5 mètres.

Les références fournisseurs sont données en annexe.

2. Choix du relais de puissance

Le relais de puissance préconisé a été choisi pour répondre à tous les impératifs de sécurité et de fiabilité liés à l'usage que nous souhaitons en faire.

Ce relais est prévu pour tenir des intensités de 30 A sous 12 V. Les allumeurs à fil résistif ne consommant que 15 à 20 A maximum, nous restons toujours dans la zone nominale de fonctionnement du relais.

Il est donc impératif de n'utiliser que le relais préconisé dont les références sont données en annexe.

Attention :

L'introduction d'un relais dans le circuit de mise à feu microfusée peut induire une nouvelle cause de dysfonctionnement. En effet, lors du passage du fort courant dans le relais, un arc électrique peut apparaître et souder le relais en position de travail.

Le risque est alors que le relais reste « passant ». Sans moyen de contrôle, le lanceur déroulant sa chronologie normale est amené à connecter l'allumeur à fil résistif directement sur une source de tension active. Que l'allumeur soit dans le propulseur ou que dans les mains du lanceur, les risques de brûlures (ou pire) sont inévitables.

¹ P la puissance exprimée en Watt, U la Tension exprimée en Volts et R la résistance exprimée en Ohms

² Tarifs 2005

Bien évidemment, cette « panne » classique des relais de puissance est prise en compte dans la conception que propose ce document. Elle l'est même à 3 niveaux :

- ✓ d'une part le relais préconisé est choisi pour couvrir la plage de fonctionnement des allumeurs rendant donc improbable un tel dysfonctionnement,
- ✓ d'autre part, un interrupteur de sécurité a été rajouté sur le Boîtier Relais pour renforcer la sécurité pendant la manipulation de l'allumeur (voir chronologie),
- ✓ enfin, la chronologie impose une première connexion de l'allumeur hors propulseur.

D'autres sécurités pourraient être imaginées (led témoin de tension, buzzer, ...) mais pour différentes raisons, elles n'ont pas été retenues.

3. Choix de la source de tension

Type d'emploi	Utilisation exceptionnelle ou ponctuelle (variant de quelques fusées par an à une campagne par mois)	Utilisation intensive (festival)
Solutions	Batterie 12 Volts 2,2 A.h	Prévoir évidemment plusieurs batteries (12 Volts 2,2 A.h)
Inconvénients	Le déchargement peut être rapide en cas de nombreux lancements. Prévoir un chargeur pour recharger la batterie	Prévoir un chargeur pour recharger la batterie (coût non négligeable à l'investissement)

Les alimentations interdites : les batteries de voiture (trop puissantes) et les alimentations liées au réseau 230 V, même passant par un transformateur.

Attention : la puissance des batteries de ce type implique un danger non nul (électrocution, dégagement toxique, ...). Il faut donc être vigilant lors de la manipulation, du stockage et du transport. Veillez à bien protéger les deux cosses positives et négatives !

F. REALISATION D'UN PUPITRE DE MISE A FEU

1. Ligne de mise à feu simple

Ce pupitre ne permet le lancement que d'une seule fusée à la fois. Il sera utilisé pour des manipulations peu fréquentes.

La ligne est constituée de deux boîtiers.

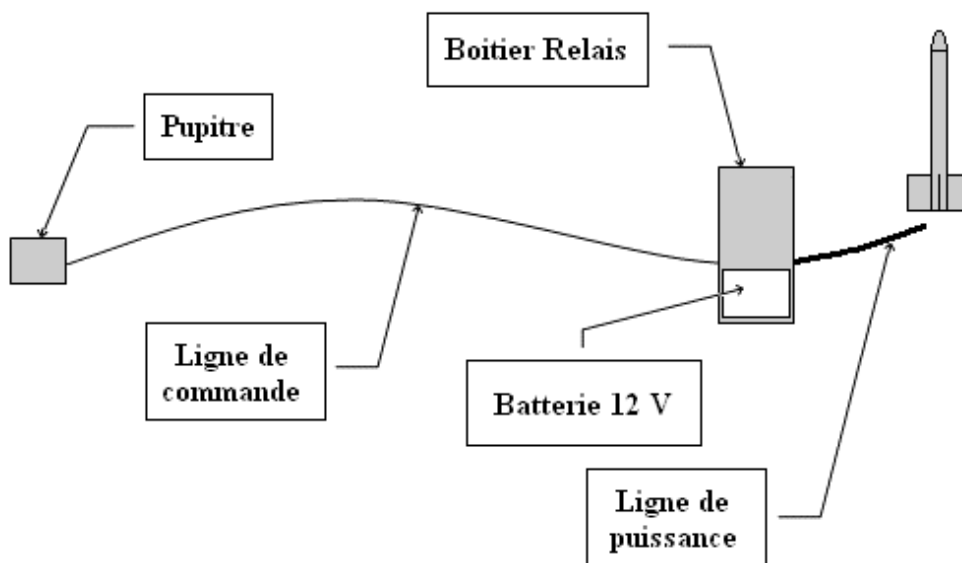
Un premier sur lequel le bouton de mise à feu sera placé, permettant la commande de décollage immédiat de la fusée. L'autre boîtier contenant une batterie alimentant le fil résistif lors de la demande de décollage (par le biais d'un relais).

Ils se nomment respectivement le Pupitre et le Boîtier Relais (voir schéma).

Entre les deux, la connexion est assurée par un câble (double fils de faible section), que l'on nommera Ligne de commande.

Lorsque le Boîtier Relais alimentera le fil résistif, ce dernier deviendra incandescent et permettra l'allumage du micropropulseur.

a. Schéma d'ensemble



b. Matériels nécessaires

L'outillage pour la réalisation n'est pas très important :

- Un fer à souder (avec de l'étain),
- Une pince coupante, une pince plate et une pince à dénuder,
- Quelques tournevis, et limes,
- Outils pour perçages et usinages simples.

Il vous faut pour commencer, rassembler les différents éléments. Vous trouverez dans les tableaux suivants la liste nécessaire à la réalisation de ce pupitre (vous trouverez en annexe une liste type de commande).

Dans le premier tableau se trouvent les éléments constituant le Pupitre :

Désignation	Quantité
Connecteur femelle 2 contacts	1
Commutateur à clef	1
Interrupteur On / Off	1
Bouton poussoir	1
Voyant à LED	1
Petit boîtier plastique	1
Fil électrique multibrins de petite section	-
Pile 9 Volts	1

Nota : rappelons que les pupitres de mise à feu actuels sont théoriquement compatibles avec ce nouveau système.

Si vous disposez déjà d'une ligne de mise à feu, il n'est normalement pas nécessaire de réaliser un nouveau pupitre. Vous n'avez uniquement qu'à réaliser un Boîtier Relais.

Dans le deuxième tableau apparaissent les éléments qui constituent le Boîtier Relais :

Désignation	Quantité
Relais G8P -1A2T	1
Connecteur femelle 2 contacts	1
Prise mâle C8	1
Interrupteur de sécurité 2 positions	2
Cordon C8 230 Volts	1
Pinces crocodile	2
Cosse Clip 4,8 mm	2
Cosse Clip 6,3 mm	4
Boîtier plastique	1
Fil électrique multibrins de grosse section pour les connexions internes	
Batterie 12 Volts 2,2 A.h	1

Il ne faut pas oublier la ligne de commande (câble de 25 m reliant les deux boîtiers entre eux).

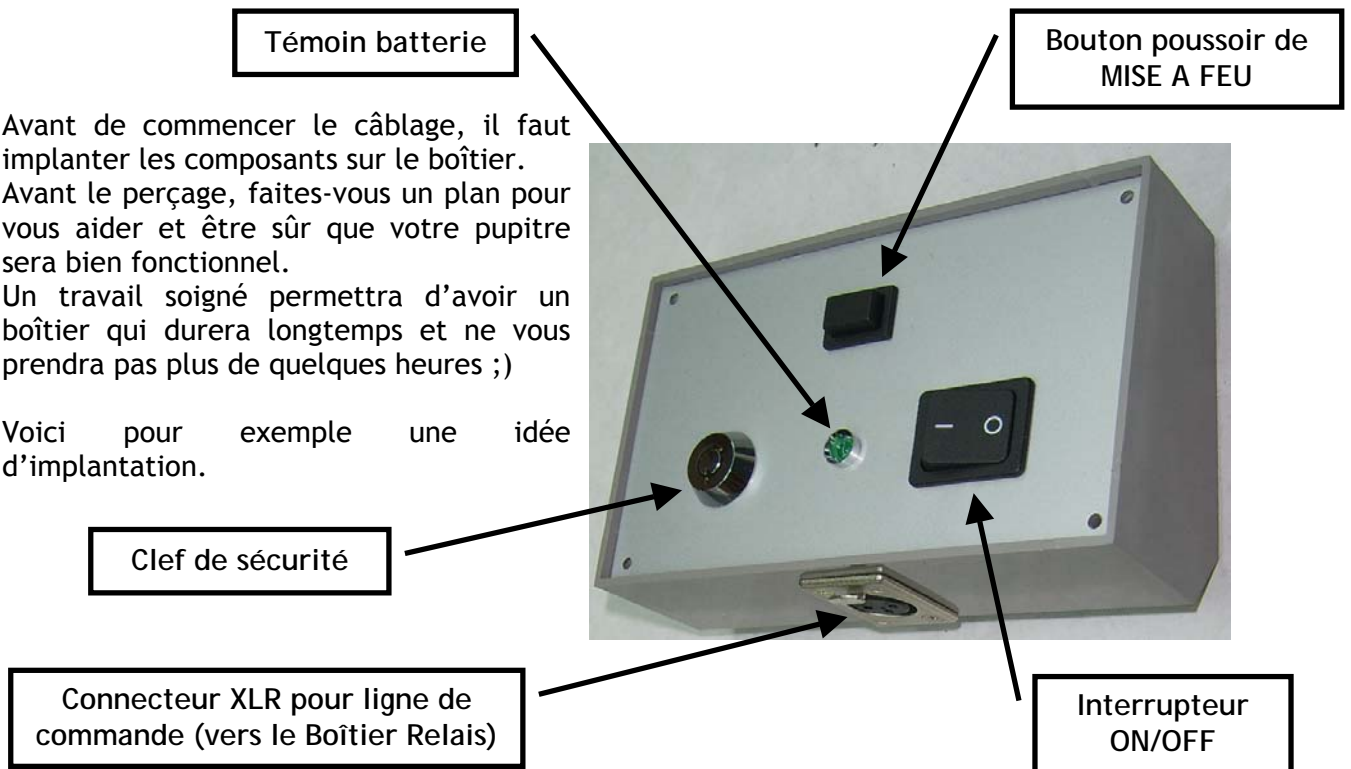
Désignation	Quantité
Fil électrique multibrins de petite section	50 m (ou 2 x 25 m)
Connecteur mâle 2 contacts	2

c. Réalisation du Pupitre de Commande

Avant de commencer le câblage, il faut implanter les composants sur le boîtier. Avant le perçage, faites-vous un plan pour vous aider et être sûr que votre pupitre sera bien fonctionnel.

Un travail soigné permettra d'avoir un boîtier qui durera longtemps et ne vous prendra pas plus de quelques heures ;)

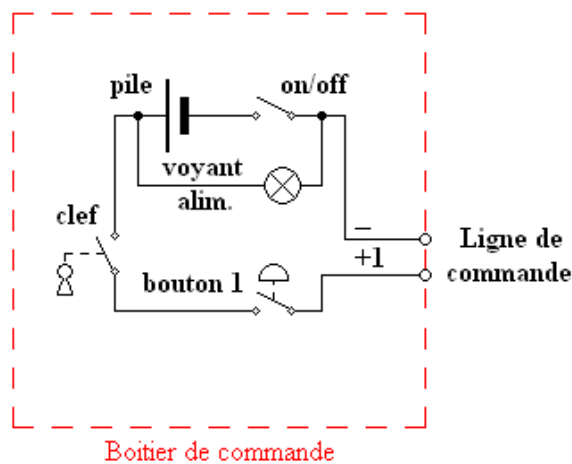
Voici pour exemple une idée d'implantation.



Une fois cette première étape franchie, il faut câbler les composants entre eux.

Pour cela, il faut un fer à souder et de l'étain. Pensez à bien étamer le fil avant de le poser sur le contact souhaité. L'utilisation de gaine thermorétractable permet d'éviter d'éventuels courts-circuits (notamment si l'on enferme une clef de recharge dans le boîtier).

Il suffit de relier les composants avec le fil électrique multibrins de faible section en suivant le plan ci-dessous.

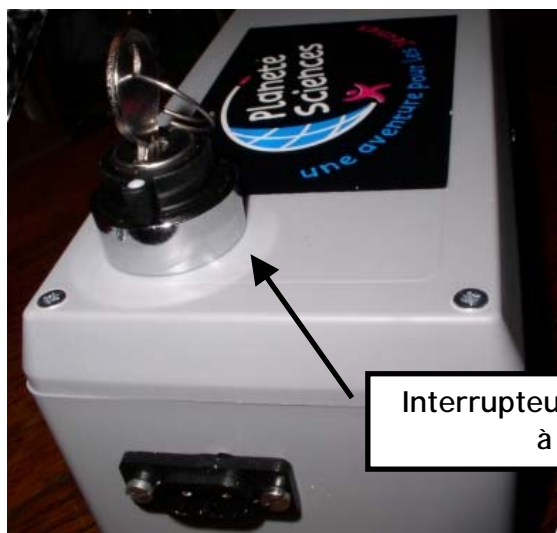


d. Réalisation du Boîtier Relais

Dans ce boîtier, tous les éléments se trouvent à l'intérieur. Il est important de veiller à bien fixer ces derniers, notamment la batterie qui a un poids non négligeable.

Voir la fin du document pour avoir une idée de fixation de la batterie.

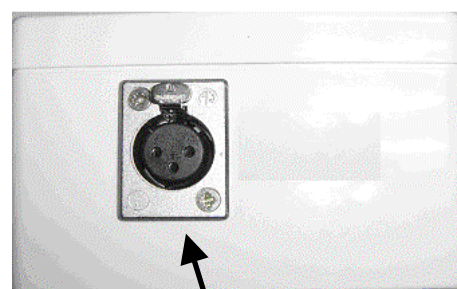
L'usinage du boîtier est plus rapide que pour le boîtier pupitre. Seuls les connecteurs électriques apparaîtront à l'extérieur du boîtier. Mettez d'abord en place les différents éléments dans le boîtier avant de commencer la réalisation.



Interrupteur de sécurité à clé

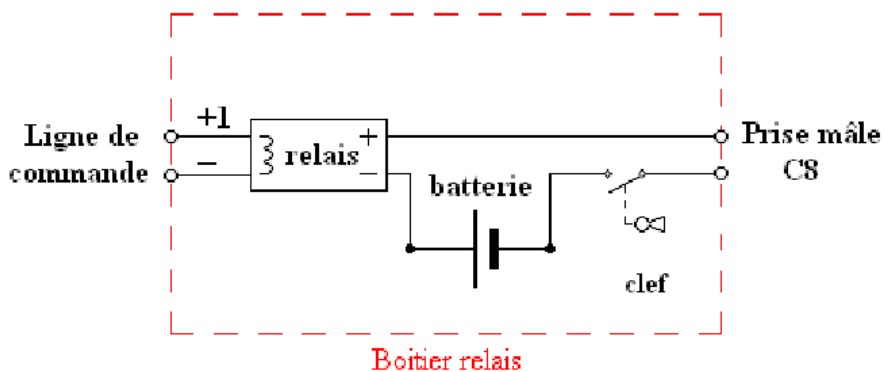
Prise mâle C8 (vers les pinces crocodile)

Face du boîtier pour la connexion au pupitre de commande



Connecteur XLR (en provenance du pupitre de mise à feu)

Ensuite vient l'étape de l'assemblage électrique. Les liaisons électriques se feront par soudure pour les connecteurs (Prise mâle C8 et Fiche XLR femelle) ou avec des cosses clip pour le reste des éléments (Batterie et Relais).



Boîtier relais

Rappelons que la Prise mâle C8 permet de relier le Boîtier Relais au fil résistif.

Un cordon d'alimentation C8 permettra la liaison électrique entre le connecteur et le fil résistif. Une petite modification du cordon sera tout de même nécessaire.

Il suffira de supprimer la prise mâle (type 230V) du cordon, et de la remplacer par les deux pinces crocodile. Ce sont ces pinces qui viendront tenir le fil résistif.

2. Ligne de mise à feu double

a. Ligne de mise à feu supplémentaire

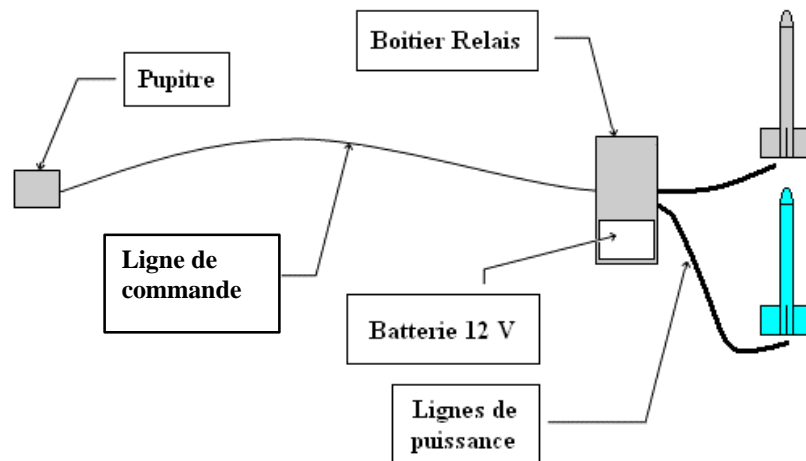
Si vous souhaitez lancer un grand nombre de fusées et que vous n'avez que peu de temps, vous avez la possibilité d'augmenter la capacité de la ligne de mise à feu.

Lorsque vous rejoindrez les rampes, vous pourrez mettre en oeuvre un plus grand nombre de propulseurs.

Le principe de fonctionnement reste inchangé. Cela revient à mettre en parallèle plusieurs lignes de commande.

Dans les exemples cités ci-dessous, il n'apparaît qu'une ligne de commande pour une raison évidente de lisibilité mais cette ligne contient 3 fils.

b. Schéma d'ensemble



c. Matériels nécessaires

L'outillage nécessaire pour un pupitre de ce type reste le même. Concernant les éléments à acheter, seules les quantités sont changées.

Dans le premier tableau, vous trouverez les éléments constituant le premier boîtier (le Pupitre).

Désignation	Quantité
Connecteur femelle 2 contacts	1
Commutateur à clef	1
Interrupteur On / Off	1
Bouton poussoir	2
Voyant à LED	1
Petit boîtier plastique	1
Fil électrique multibrins de petite section <i>pour les connexions internes</i>	
Pile 9 Volts	1

Dans le deuxième tableau apparaît les éléments constituant le Boîtier Relais.

Désignation	Quantité
Relais G8P -1A2T	2
Connecteur femelle 2 contacts	1
Prise mâle C8	2
Interrupteur de sécurité 2 positions	2
Cordon C8 230 Volts	2
Pinces crocodile	4
Cosse Clip 4,8 mm	4
Cosse Clip 6,3 mm	6
Vis auto taraudeuses de \varnothing 4 mm	4
Boîtier plastique	1
Fil électrique multibrins de grosse section	<i>pour les connexions internes</i>
Batterie 12 Volts 2,2 A.h	1

Il ne faut pas oublier de commander aussi la ligne de commande (câble reliant les deux boîtiers entre eux).

Désignation	Quantité
Fil électrique tri-brins de petite section	25 m
Connecteur mâle 2 contacts	3

d. Réalisation

Le principe de montage reste inchangé. Pour la sélection des lignes il y a deux principales façons de procéder.

La première est d'installer sur le pupitre de mise à feu autant de boutons poussoirs qu'il y a de lignes de puissance (raccordant les fils résistif).

La deuxième solution consiste à mettre un commutateur pour sélectionner la ligne de puissance souhaitée.

Les deux solutions répondent aux impératifs de sécurité et de simplicité d'utilisation.

Toutefois la première solution limite rapidement le nombre lignes, car au-delà de deux boutons poussoirs sur le boîtier, il est moins facile de repérer sur quel bouton appuyer. La physionomie du pupitre doit idéalement rester le plus simple possible, afin d'éviter les erreurs.

L'utilisation du commutateur simplifie beaucoup les choses puisqu'un seul bouton poussoir sera placé sur le pupitre, et son utilisation se verra simplifiée (cela évite surtout de ne plus savoir sur lequel des 10 boutons poussoirs le jeune doit appuyer...).

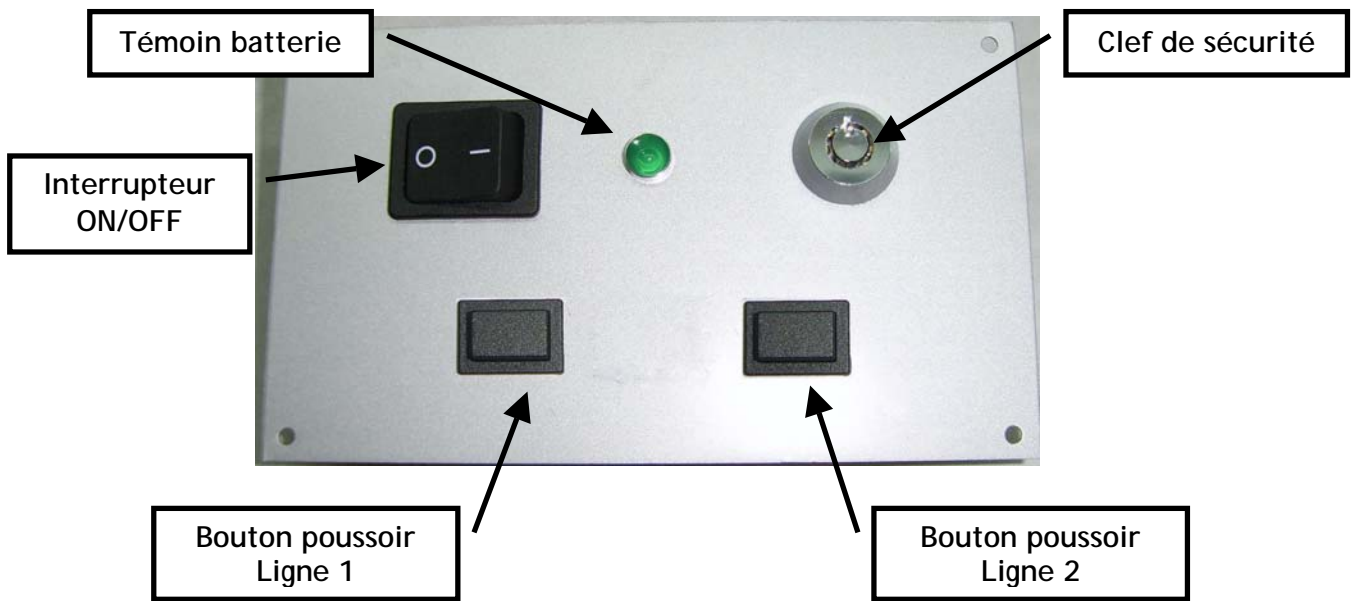
Pour la réalisation (câblage, soudure, ...), nous vous invitons à relire et à suivre les mêmes conseils que ceux préconisés pour la réalisation d'une ligne simple (chapitre précédent).

e. Réalisation du Pupitre de Commande

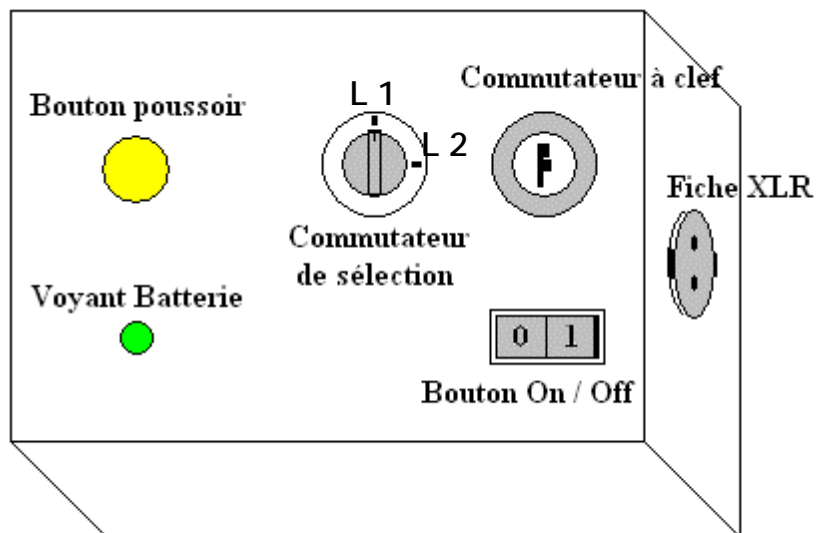
Avant de commencer le perçage, faites-vous un plan pour vous aider et être sûr que votre pupitre sera bien fonctionnel.

Pour vous donner une idée, voici des exemples d'implantation des composants sur le boîtier.

AVEC 2 BOUTONS POUSSOIR DE MISE A FEU

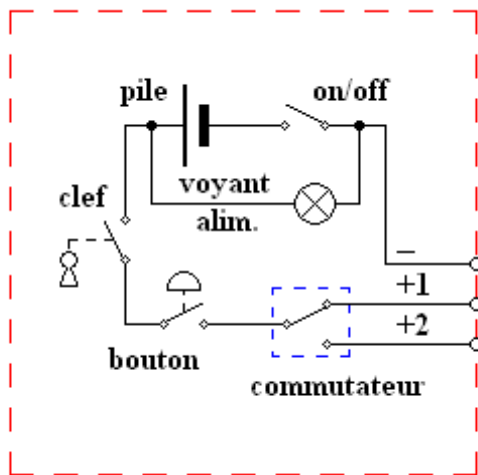


AVEC UN UNIQUE BOUTON POUSSOIR ET UN COMMUTATEUR DE SELECTION



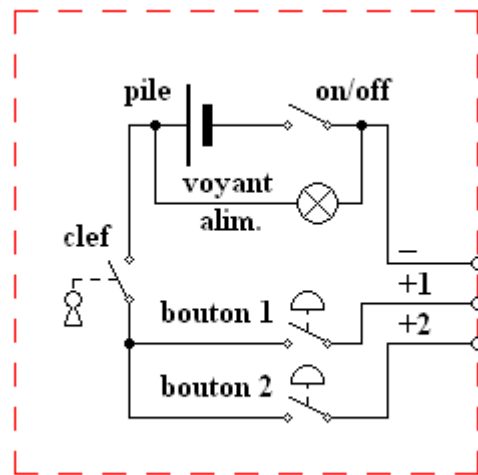
Une fois cette première étape franchie, il faut câbler les composants.

Voici les schémas de câblage proposés :



Boîtier de commande

Version avec Commutateur de sélection



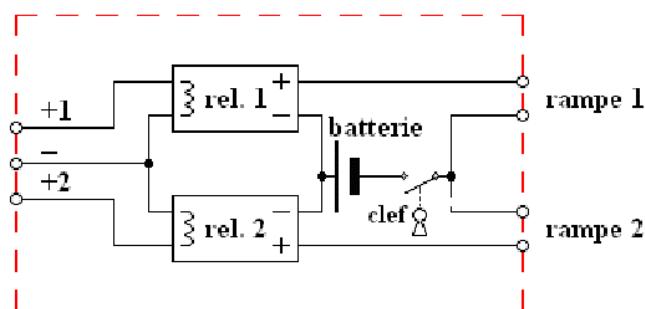
Boîtier de commande

Version avec 2 boutons poussoir

f. Réalisation du Boîtier Relais

Pour la réalisation du Boîtier Relais (câblage, soudure, ...), vous êtes invités à relire et à suivre les mêmes consignes que celles préconisées au chapitre F-1-d.

Pour vous donner une idée, voici un exemple de placement des connecteurs



Boîtier relais

Rappelons que les prises mâles C8 permettent de relier le Boîtier Relais au fil résistif. Les cordons d'alimentation C8 permettront la liaison électrique entre le connecteur et le fil résistif.

Une petite modification du cordon sera tout de même nécessaire. Il suffira de supprimer la prise mâle (type 230V) du cordon, et la remplacer par les deux pinces crocodile. N'oubliez pas l'interrupteur de sécurité !

G. PROCEDURE DE MISE EN ŒUVRE DU FIL RESISTIF

1. Mise en garde

Les consignes de mise en place du fil résistif dans la tuyère du micropropulseur sont données pour assurer le bon fonctionnement du propulseur.

De nombreux essais ont permis de valider le bon fonctionnement de cette technique.

Cependant, une mauvaise mise en place du fil résistif risquerait de provoquer un long feu (le propulseur ne s'allume pas alors que le fil résistif a rougi).

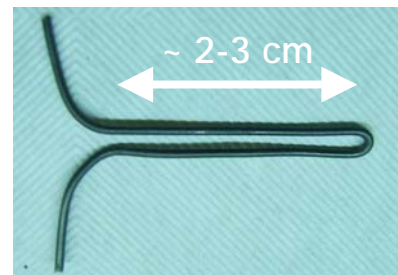
Cet évènement potentiellement dangereux (le propulseur risquant de partir à n'importe quel moment) impose de suivre et respecter scrupuleusement tout ce qui est dit dans ce document ainsi que ce qui vous a été recommandé lors de votre formation agrément microfusées.

2. Préparation du fil résistif

Le fil résistif peut se présenter sous différentes formes, variant notamment de par son diamètre ou la qualité de son fil.

Vous pouvez préparer à l'avance les morceaux de fil résistif que vous utiliserez afin de gagner du temps lors de la mise en oeuvre. Dans tous les cas, il vous est conseillé d'effectuer le pliage du fil comme sur le schéma ci-contre, sur une longueur supérieure à 2 cm.

Nous vous conseillons de découper des fils d'une longueur totale de 4 cm¹.

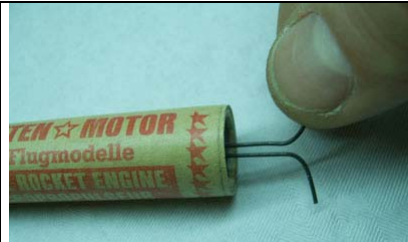



3. Chronologie

Globalement, la chronologie de mise en oeuvre d'une microfusée par le principe d'allumeur à fil résistif ne change pas fondamentalement que celle appliquée avec les allumeurs pyro-électriques actuels. Cependant, quelques évolutions liées notamment à la particularité du nouveau pupitre sont à prendre en compte. Il est donc important que vous preniez connaissance de cette nouvelle chronologie et que vous l'appliquiez consciencieusement.

¹ Astuce : Pliez votre fil sur une carte de téléphone ou de crédit. Vous aurez ainsi le bon écartement entre vos deux extrémités d'allumeur à connecter aux pinces crocodile.

Mise en place de l'allumeur :

Conditions préalables	Action	
<p>Vous êtes au niveau de la rampe, muni de la clef de sécurité. Le public est dans sa zone, informé du déroulement des opérations. Le Boîtier Relais est en position sécurité (clé du pupitre de puissance sortie).</p>	<p>mettez en place le fil résistif dans le propulseur pour vérifier la compatibilité.</p>	
<p>Vous avez vérifié que le fil résistif se positionne parfaitement à l'intérieur de la tuyère</p>	<p>retirez le :</p>	
<p>Vous êtes toujours au niveau de la rampe muni des clefs de sécurité. Le public est dans sa zone, informé du déroulement des opérations. Le Boîtier Relais est toujours en position sécurité (clé sortie).</p>	<p>mettez en place les pinces crocodiles sur le fil résistif (en dehors du propulseur pour éviter l'accident en cas de défaut de la ligne de mise à feu).</p>	
<p>Le fil résistif est connecté aux pinces crocodiles et l'ensemble est éloigné du (ou des) propulseur(s) ainsi que de tout opérateur (50 cm au moins).</p>	<p>retirez la position de sécurité du Boîtier Relais : introduisez la clé et tournez. Remarque : elle ne peut pas être retirée dans cette position.</p>	
<p>Le fil résistif ne s'est pas allumé.</p>	<p>remettez en place le fil résistif dans le propulseur. Attention à bien caler l'allumeur (en le tordant par exemple) pour ne pas qu'il tombe sous le poids des pinces.</p>	
<p>Tout est en place.</p>	<p>rejoignez le pupitre sans oublier la clef de sécurité du pupitre de commande (ni les personnes qui vous entourent).</p>	

Déroulez ensuite le reste de la chronologie.

H. VARIANTES

1. Utilisation des anciennes lignes de mise à feu

Les lignes de mise à feu actuelles ne sont évidemment pas obsolètes. Le système de Boîtier Relais a été conçu pour être compatible avec la plupart des lignes de mise à feu « traditionnelles ».

Ainsi, elles peuvent être reconverties et adaptées pour l'utilisation de fils résistifs.

Il suffira de mettre en place un Boîtier Relais en bout ligne, afin de permettre la mise en place du fil résistif.

Des économies seront donc réalisées.

Il n'y aura que deux modifications à réaliser :

- d'une part, un connecteur devra venir remplacer les pinces crocodiles pour permettre le raccordement au Boîtier Relais.
- une seconde batterie sera nécessaire. Si votre batterie initiale convient au Boîtier Relais (>2,2 A.h), nous vous conseillons de l'attribuer à votre nouveau Boîtier Relais et d'alimenter votre pupitre de commande à l'aide d'une simple pile 9V.

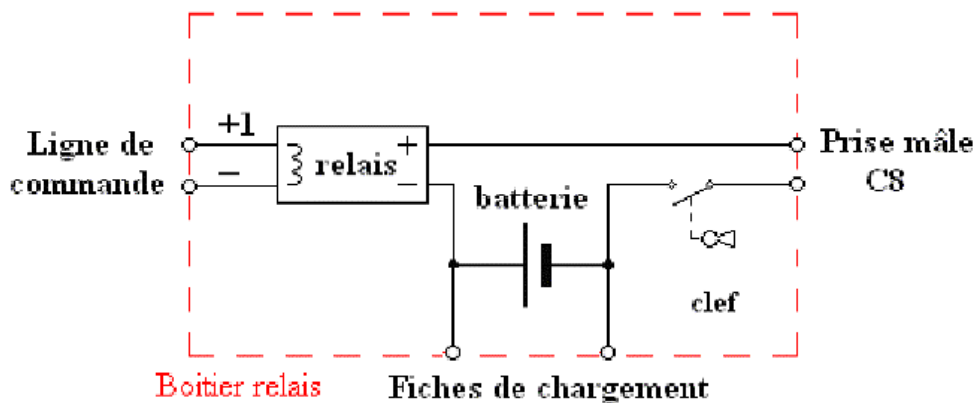
2. Charge de la batterie du Boîtier Relais

La batterie alimentant le fil résistif devra être rechargée après chaque série de lancements.

La mise en place de connecteurs sur le Boîtier Relais permet de simplifier le rechargement de la batterie.



Pour ne pas avoir à démonter le boîtier à chaque fois, il est conseillé de prévoir un système permettant la charge de la batterie sans avoir à ouvrir le boîtier. Pour se faire, il suffira de mettre en place des fiches femelles, reliées directement aux pôles de la batterie.



I. ETAPES PHOTOGRAPHIÉES

Vous trouverez ci-dessous des photos illustrant le montage d'une ligne de mise à feu.

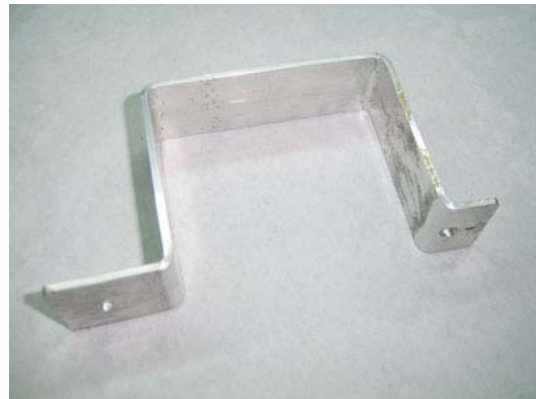
1. Le Boîtier Relais

Quelques photos du Boîtier Relais, situé au pied de la rampe :



Le boîtier tel qu'il est au début. On notera la présence de petits plots permettant de visser des éléments (pratique).

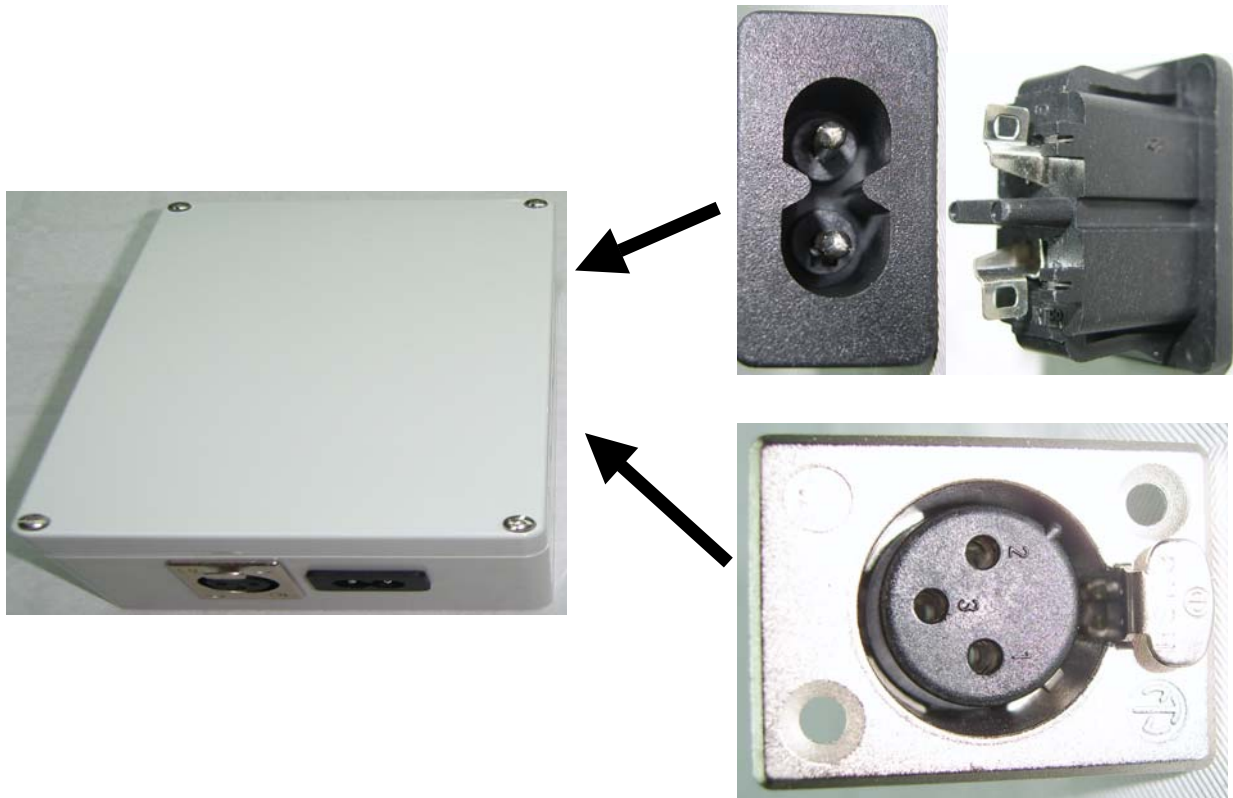
On y intègre un élément (réalisé dans du profilé plat, mais toute autre suggestion est la bienvenue) pour maintenir la batterie en place.



Et la batterie prend place. Elle ne doit pas bouger, afin de ne pas abîmer les autres éléments se trouvant dans le boîtier.



On y intègre, en perçant et en limant, les deux connecteurs permettant la liaison avec l'extérieur.



On intègre alors l'interrupteur de sécurité.

Exemple d'un boîtier avec l'interrupteur intégré.

Sur ce boîtier, le connecteur C8 et la fiche XLR sont sur des faces opposées.



Enfin, il faut y ajouter le relais et les fils de câblage. Rien de bien compliqué ☺.

Procurez-vous la documentation sur le relais afin de connaître les connexions à opérer



2. Le pupitre de mise à feu

La réutilisation d'un ancien pupitre de mise à feu étant évidemment possible, ce chapitre s'adresse principalement aux personnes intéressées par la réalisation d'un pupitre de mise à feu.

Voici la liste des différents éléments à avoir :

L'interrupteur à clef, et son double de clefs



Le bouton poussoir (la couleur peut changer)

Le voyant de signalisation de mise en tension



Vous aurez reconnu le bouton ON/OFF

Le connecteur permettant la liaison avec le Boîtier Relais



Et enfin le boîtier plastique accueillant tous ces éléments.



Après avoir percé, limé et mis en place les composants, on obtient ceci :



Vue de dessus

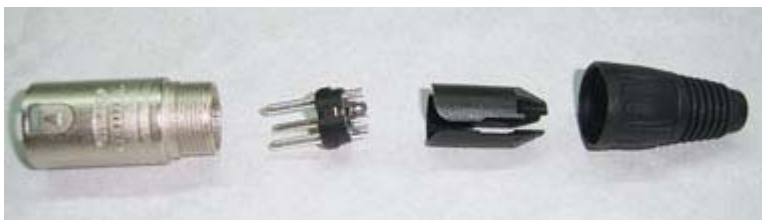
Vue de dessous



Après avoir intégré le connecteur et avoir câblé les différents éléments en suivant scrupuleusement le schéma électrique, on obtient ceci :

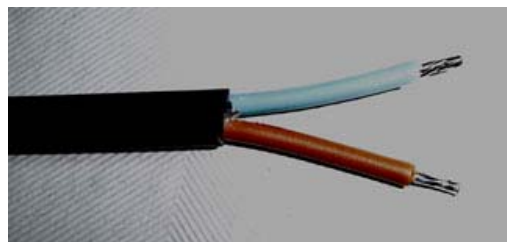


Il ne reste plus qu'à mettre au point le fil permettant de relier les deux boîtiers entre eux :



Vue décomposée du connecteur mâle

Pour commencer, il faut dénuder et étamer le fil (des deux côtés)...



...fin de souder le connecteur.

On obtient deux jolis connecteurs :



Une fois le câble fini,



Il suffit d'assembler le tout.

Le raccordement du fil résistif sur le Boîtier Relais est assuré par le cordon d'alimentation de type C8 (il est donné à titre d'exemple et peut-être remplacé par un autre type de câble, comme celui relié au boîtier par des fiches bananes par exemple). Une simple modification du câble permet de mettre en place les pinces crocodile qui viendront maintenir le fil résistif.



J. ANNEXE : REFERENCES COMPOSANTS ET COÛTS INDICATIFS

Voici quelques références et coûts indicatifs (tarifs 2005) des éléments composants le Boîtier Relais :

Composants	Dénomination Détail	Fournisseur	Références et Prix*	Remarques
Fil résistif	Diamètre 0.50 mm 2.5 Ω /m à 20°C	CONRAD	429015-62 3,35 € TTC les 5 m	
Fil résistif	Diamètre 0.35 mm 5 Ω /m à 20°C	CONRAD	429040-62 3,10 € TTC les 5 m	
Fil résistif	Diamètre 0.20 mm 15 Ω /m à 20°C	SELECTRONIC	60.05.28 0,60 € TTC le m	
Relais	Relais 1T 30A - 12V	SELECTRONIC	50.9353-2 6,40 € TTC	Respecter impérativement ce modèle !
Coffret	Coffret TEKO Série ABS	SELECTRONIC	50.16.26-2 11,10 € TTC	
Fiche stéréo femelle		SELECTRONIC	50.0351 0,30 € TTC	
Fiche stéréo mâle		SELECTRONIC	50.0352 0,50 € TTC	
Fiche mâle C8		CONRAD	064697-83 2,34 € TTC	
Batterie	12V/2,2 A.h		16 € TTC	
Pinces crocodiles	Couleur rouge	CONRAD	071565-83 0,41 € TTC	
Pinces crocodiles	Couleur noire	CONRAD	071566-83 0,41 € TTC	
Câble	Câble Philips	CONRAD	608343-83 2,99 € TTC	

Coordonnées CONRAD :
Site Internet : www.conrad.fr
Tel : 0 892 895 555

Coordonnées SELECTRONIC :
Site Internet : www.selectronic.fr
Tel : 0 328 550 328