

# Sarbacane à air comprimé

YLC / MHK => Sébastien

Décembre 2018 / Mai 2019

V2 + 2.1 + 2.2  
Montage Final

**Objectif :** Permettre à une personne ayant une faible capacité de souffle avec la bouche, de pratiquer néanmoins le tir à la sarbacane.

**Solution :** Utiliser une réserve d'air comprimé pour propulser la fléchette sur commande.

**Réalisation :** Comme il s'avère impossible (CF: v1) d'actionner un distributeur pneumatique par une commande à très basse pression (souffle), cette version v2 est basée sur l'utilisation d'une électrovanne commandée par un contact sec. Cela implique donc une source de courant et un minimum d'électronique pour commander la vanne.

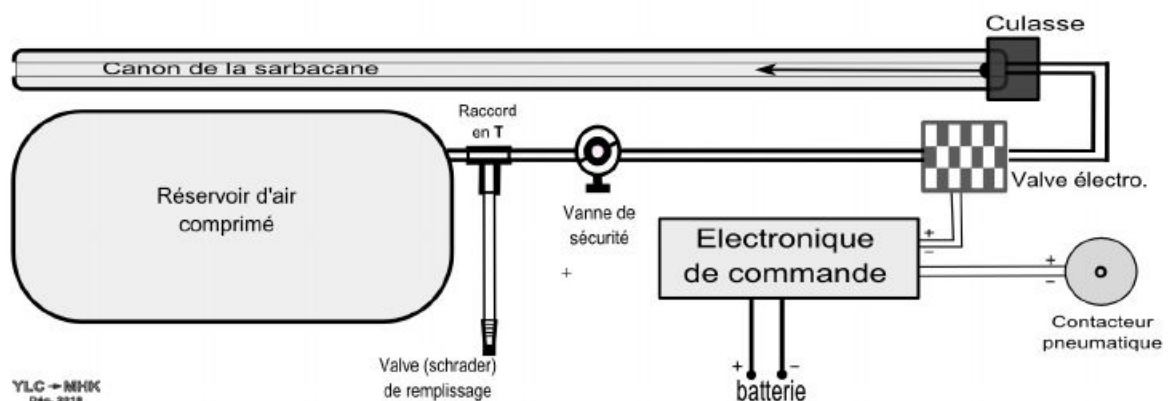
Le déclenchement du tir est commandé par un contact à membrane qui est actionné en soufflant ou en aspirant dans celle-ci par l'intermédiaire d'un petit tuyau. Ce contact pourrait aussi être remplacé sans autre modification par un simple bouton poussoir.

A la fermeture du contact, le circuit électronique déclenche l'ouverture de la valve pendant un temps donné, libérant une certaine quantité d'air comprimé, ce qui propulse la fléchette.

Après moult plongées dans les arcanes des lois de Bernoulli et de la relation de Rankine-Hugoniot qui m'ont laissé perplexe 😊, j'ai conclu de façon assez empirique que le diamètre du tuyau reliant les éléments doit être suffisant pour laisser passer un volume d'air au moins égal au volume du canon de la sarbacane (env. 100 cm<sup>3</sup>) pendant un temps très court (dynamique de détente) et d'une longueur la plus courte possible pour éviter les pertes de charge. On choisira donc un tuyau de 8mm de diamètre.

Le temps d'ouverture de la vanne déterminera la puissance du tir et sera réglé de façon expérimentale lors du montage.

## Sarbacane à air comprimé V2



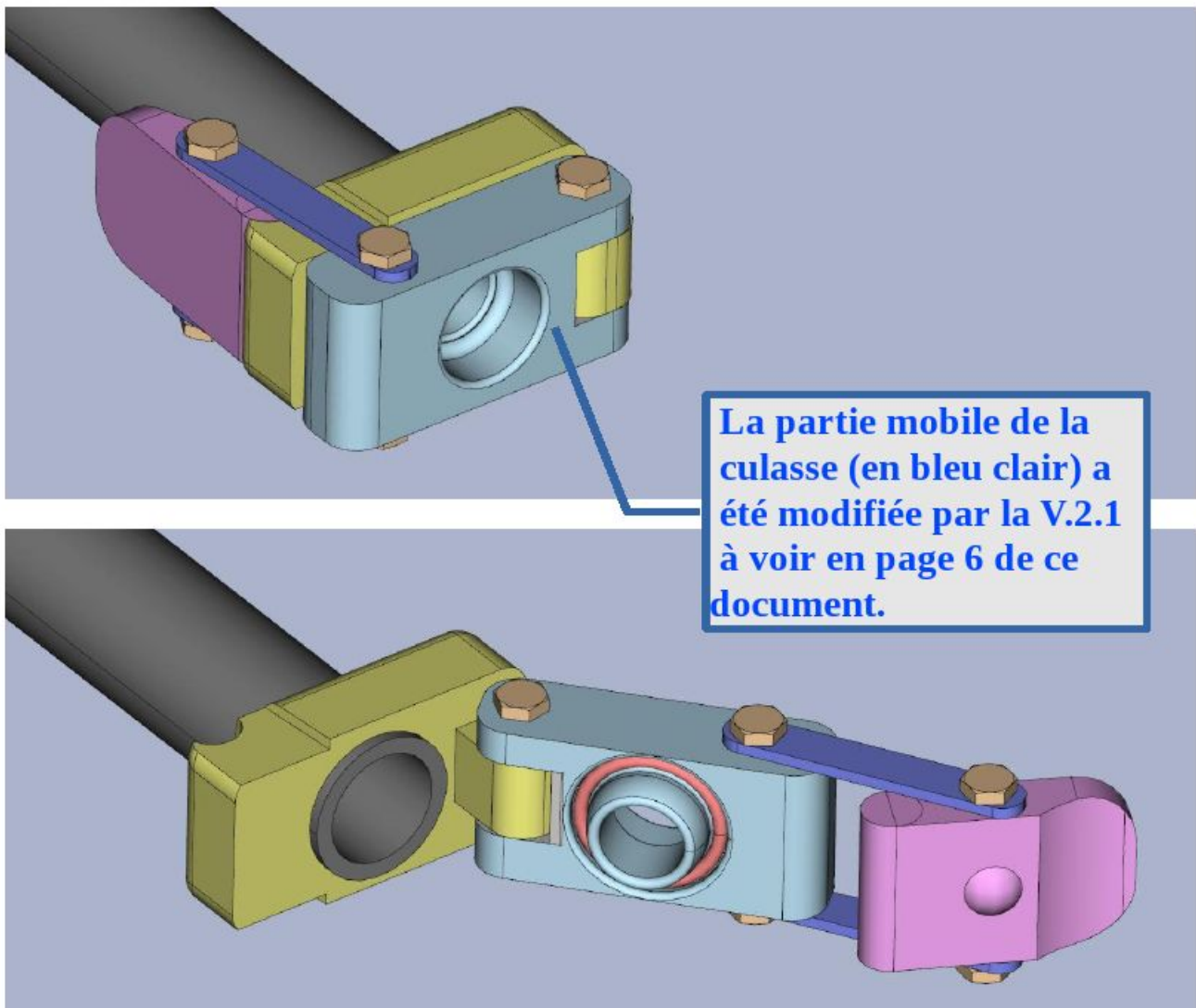
Le réservoir d'air peut être constitué par une bombe à air utilisée pour les cornes de brume ou match de foot (mais avec un embout fileté). Une telle bombe doit pouvoir supporter une pression de l'ordre de 5 bars.

Ce réservoir est relié à un raccord en T sur lequel vient se connecter une valve Schrader (valve de voiture) servant au remplissage (à l'aide d'une pompe de vélo ou d'un petit compresseur).

En aval de ce raccord, on dispose une vanne de sécurité permettant de fermer la sortie d'air afin d'éviter tout tir intempestif pendant les manipulations.

Le tuyau d'air comprimé est ensuite relié à l'entrée de l'électrovanne dont la sortie se raccorde directement sur la culasse de la sarbacane.

La culasse de la sarbacane est imprimée en ABS. Elle permet l'ouverture de celle-ci pour l'introduction de la fléchette. Son fonctionnement est inspiré de celui des canons à verrouillage manuel et se ferme par une came en porte à faux.



La partie fixe (jaune sur l'image) est collée (colle cyanoacrylate) sur la sarbacane à 1mm de son embouchure.

La partie mobile (bleu clair sur l'image) est munie à l'arrière d'un évidement de 10mm qui peut être éventuellement fileté pour permettre d'y fixer un raccord pour un tuyau de 8mm.

Un joint torique de 12mm (rouge sur l'image) pourra être collé dans l'évidement prévu à cet effet sur la culasse pour en augmenter son étanchéité.

Les deux pattes (bleu foncé sur l'image) de support de la came de verrouillage sont à faire de préférence en métal ou en résine époxy (récup de circuit imprimé)

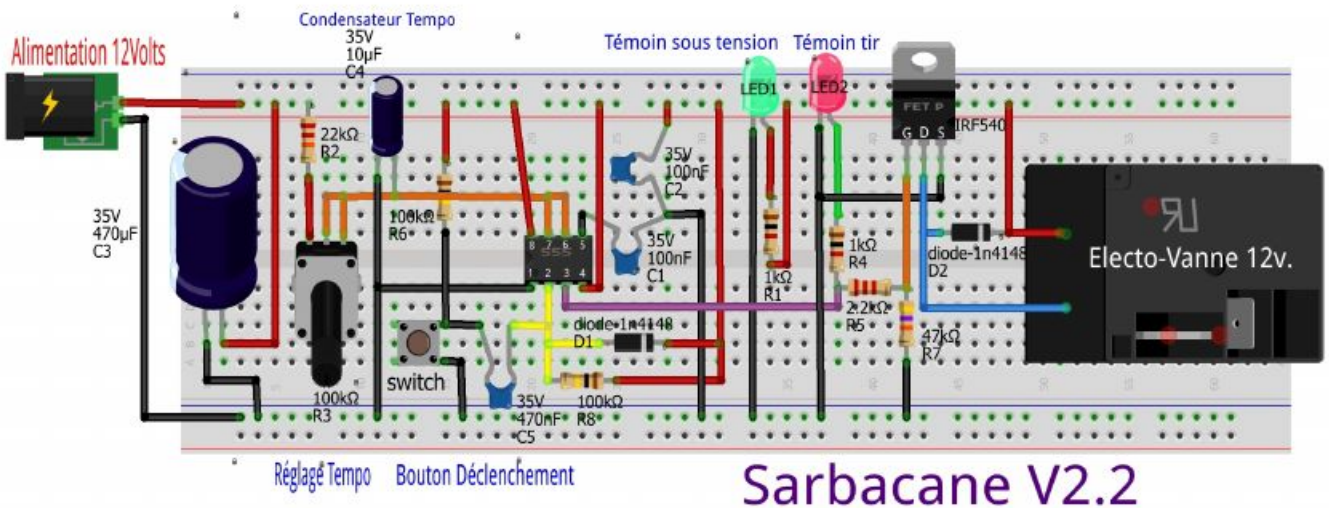
La taille du tuyau de raccordement du contact pneumatique avec la bouche de l'opérateur n'a, quant à elle, que relativement peu d'importance et peut être assez longue et de diamètre faible (5mm). Le volume d'air impliqué et la pression étant très réduits.

Le contrôle du tir, une fois l'ordre donné par l'intermédiaire du contacteur, est assuré par un circuit électronique dont la fonction est de piloter l'ouverture de la vanne électromagnétique pendant un temps donné qui soit indépendant du temps pendant lequel le contact est actionné.

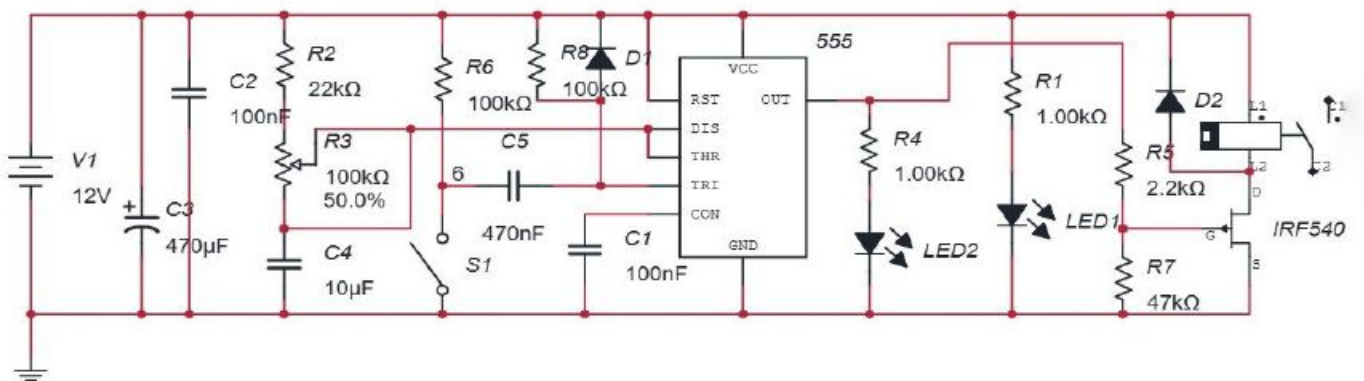
Ce temps d'ouverture est réglable par un potentiomètre ajustable et sera réglé expérimentalement à la première mise en service du système en fonction de la distance de tir voulue.

La version 2.2 diffère de la V2 seulement par l'amélioration du circuit électronique pour que celui-ci se déclenche une seule fois même si le bouton de déclenchement reste enfoncé. Il faut donc relâcher la commande pour pouvoir effectuer un nouveau tir.

On a mis aussi un transistor plus puissant (IRF540) afin de permettre l'alimentation de l'électro-vanne avec une intensité de près de 5A sous 12v.



Sur ce schéma, le contact pneumatique est représenté par un bouton poussoir (switch) qui pourrait éventuellement s'y substituer si on le désire.



Le cœur du circuit est constitué d'un circuit intégré « 555 » en configuration monostable qui permet de générer une mise sous tension de sa sortie pendant un temps déterminé en fonction de la valeur de la résistance (ici R2+R3) et de la capacité du condensateur de décharge (ici C4) selon la formule suivante : Temps de sortie (secondes) = 1,1 x (R2+R3) ohms x C4 farads.

Donc avec les valeurs choisies ci-dessus (R2=22000 Ω, R3=0 à 100000 Ω, C4=0.00001 farad), le temps sous tension en sortie peut varier de 0,24 sec à 1,34 sec.

La tension en sortie du 555 active ensuite un transistor qui met sous tension l'électrovanne directement à partir du 12 volts de l'alimentation. L'ampérage important requis par l'électrovanne ne circule donc pas par le 555.

**Liste des composants :** **circuit intégré :** 1x 555  
 (Modifiée par la V.2.2)

**condensateurs polarisés :** 1x 470 µF 1x 10 µF

**condensateurs céramique :** 2x 100 nF 1x 470 nF

**résistances :** 1x 22 kΩ 2x 100kΩ 1x 47 kΩ 1x 2,2 KΩ 2x 1 KΩ

**potentiomètre ajustable :** 1x 0 à 100kΩ

**leds :** 1x led verte 1x led rouge

**transistors :** 1x IRF540

**diodes :** 2x 1N4148

**électrovanne 12v. :** ex: vanne klaxon de camion

[https://www.ebay.fr/itm/1-4-Voiture-train-metal-Voiture-Air-Horn-electrique-electrovanne-Valve-DC-12V/401654189368?\\_trkpars=aid%3D222007%26algo%3DSIM.MBE%26ao%3D2%26asc%3D20161027085944%26meid%3D86fb1ba878fb41eba883a703a71db3c5%26pid%3D100623%26rk%3D3%26rkt%3D6%26sd%3D181704798990%26itm%3D401654189368&\\_trksid=p2047675.c100623.m-1](https://www.ebay.fr/itm/1-4-Voiture-train-metal-Voiture-Air-Horn-electrique-electrovanne-Valve-DC-12V/401654189368?_trkpars=aid%3D222007%26algo%3DSIM.MBE%26ao%3D2%26asc%3D20161027085944%26meid%3D86fb1ba878fb41eba883a703a71db3c5%26pid%3D100623%26rk%3D3%26rkt%3D6%26sd%3D181704798990%26itm%3D401654189368&_trksid=p2047675.c100623.m-1)

**contacteur pneumatique :** ex : DRUCK1 PSF 40

[https://www.reichelt.com/fr/fr/interrupteur-manom-trique-druck1-psf-40-p151274.html?PROVID=2788&gclid=EA1aIQobChMIh6-vvomI3wIVy53tCh0VSQi4EAKYCSABEgIF4\\_D\\_BwE&r=1](https://www.reichelt.com/fr/fr/interrupteur-manom-trique-druck1-psf-40-p151274.html?PROVID=2788&gclid=EA1aIQobChMIh6-vvomI3wIVy53tCh0VSQi4EAKYCSABEgIF4_D_BwE&r=1)

**vanne de sécurité :** ex : mini vanne conex raccord rapide 8mm

[https://topjoint.fr/raccords-autobloquants/779-2654-mini-vanne-conex-autobloquant.html#873-o\\_diametre-6\\_mm](https://topjoint.fr/raccords-autobloquants/779-2654-mini-vanne-conex-autobloquant.html#873-o_diametre-6_mm)

**raccord en T :** ex : connecteur en T Generic

<https://www.amazon.fr/Pneumatique-Connecteur-Raccord-Poussoir-Tuyau/dp/B01FS43OMI>

**Réservoir d'air :** ex : recharge de corne de brume

[https://www.orange-marine.com/cornes-de-brume/16915-recharge-de-corne-de-brume-a-gaz.html?LGWCODE=16915;56229;3361&gclid=EA1aIQobChMIi4KKrJKi3wIVbrHTCh1UAQ3jEAQYAYABEGkYcFd\\_BwE](https://www.orange-marine.com/cornes-de-brume/16915-recharge-de-corne-de-brume-a-gaz.html?LGWCODE=16915;56229;3361&gclid=EA1aIQobChMIi4KKrJKi3wIVbrHTCh1UAQ3jEAQYAYABEGkYcFd_BwE)

**Valve de gonflage :** ex : valve de gonflage schrader pour frigo

<https://www.lefroid.fr/fr/c/p/221050> (ou récup sur chambre à air de vélo / voiture)

**tuyau de 8mm :** ex : TUYAU DIALL Ø5 X 8 MM

[https://www.castorama.fr/tuyau-diall-o5-x-8-mm-l-5-m/3454976242532\\_CAFR.prd](https://www.castorama.fr/tuyau-diall-o5-x-8-mm-l-5-m/3454976242532_CAFR.prd) (ou récup tuyau médical)

## Améliorations possible :

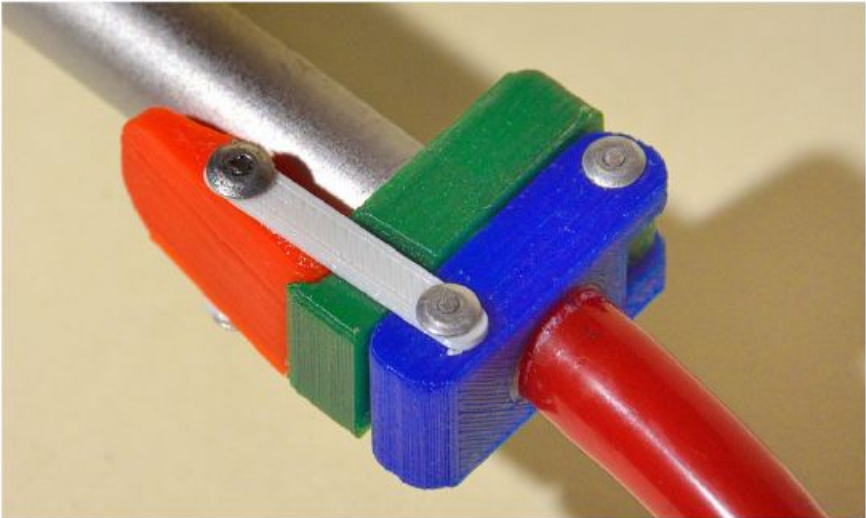
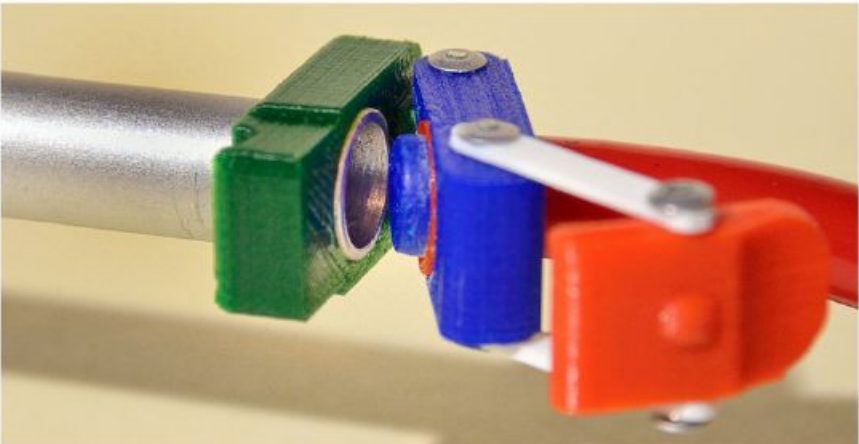
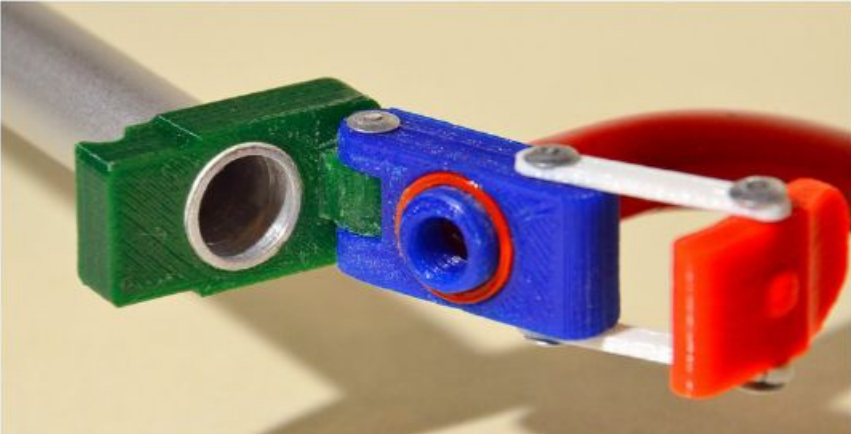
En application de la loi de Mariotte ( $P \times V = \text{constante}$ ), au fur et à mesure des tirs, la pression dans le réservoir baisse et donc le volume d'air libéré à chaque tir se réduit puisque le temps d'ouverture de la vanne est constant.

On pourrait donc choisir un réservoir de plus grand volume pour retarder ce problème. Mais toutefois sans le résoudre.

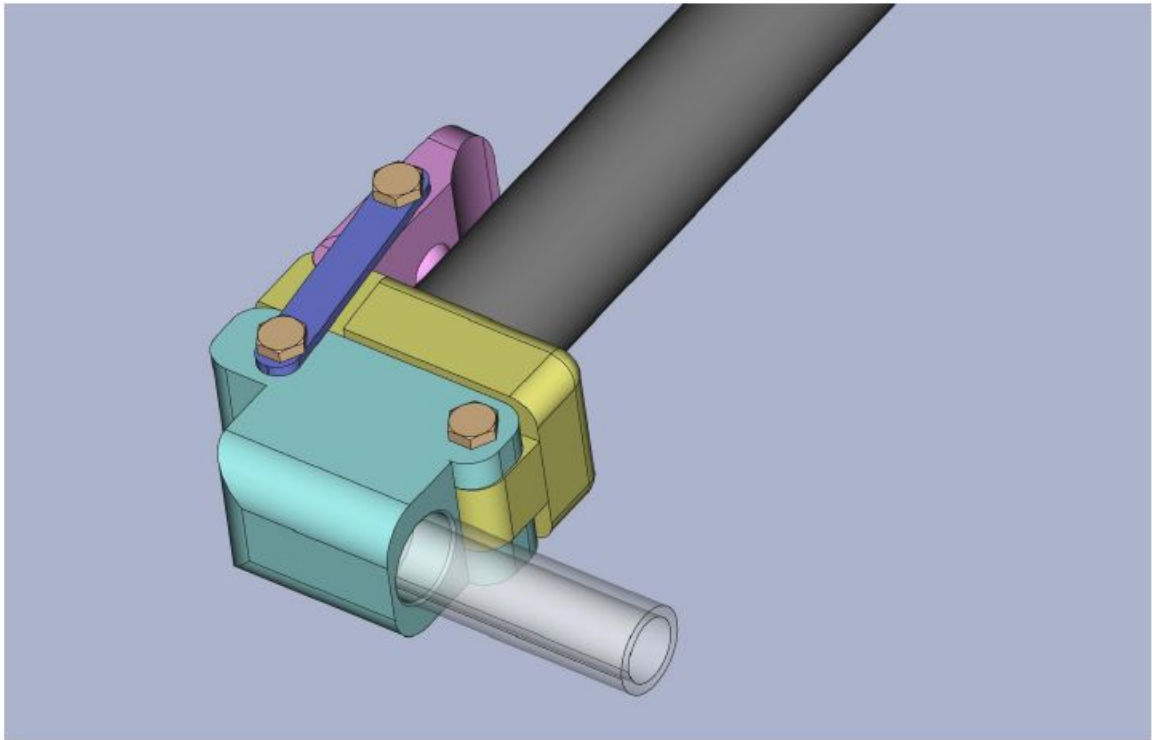
Une solution consisterait à augmenter le temps d'ouverture de la vanne en fonction de la baisse de pression. Celle-ci peut être facilement mesurée par un pressostat sur le réservoir. Mais il faudrait ensuite asservir le potentiomètre ajustable proportionnellement à la pression mesurée en fonction du calcul d'écoulement des fluides. Et on retrouve ici l'équation de Rankine-Hugoniot. 😊

Une autre solution serait d'intercaler un détendeur en sortie du réservoir d'air pour conserver toujours la même pression de sortie tant qu'elle reste supérieure à un minimum donné qui soit suffisant pour effectuer un tir tendu. Cela permettrait d'avoir une force de tir constante et de ne pas être obligé d'ajuster la visée en fonction de la pression restante.

**Test de fabrication de la culasse (V.2)**

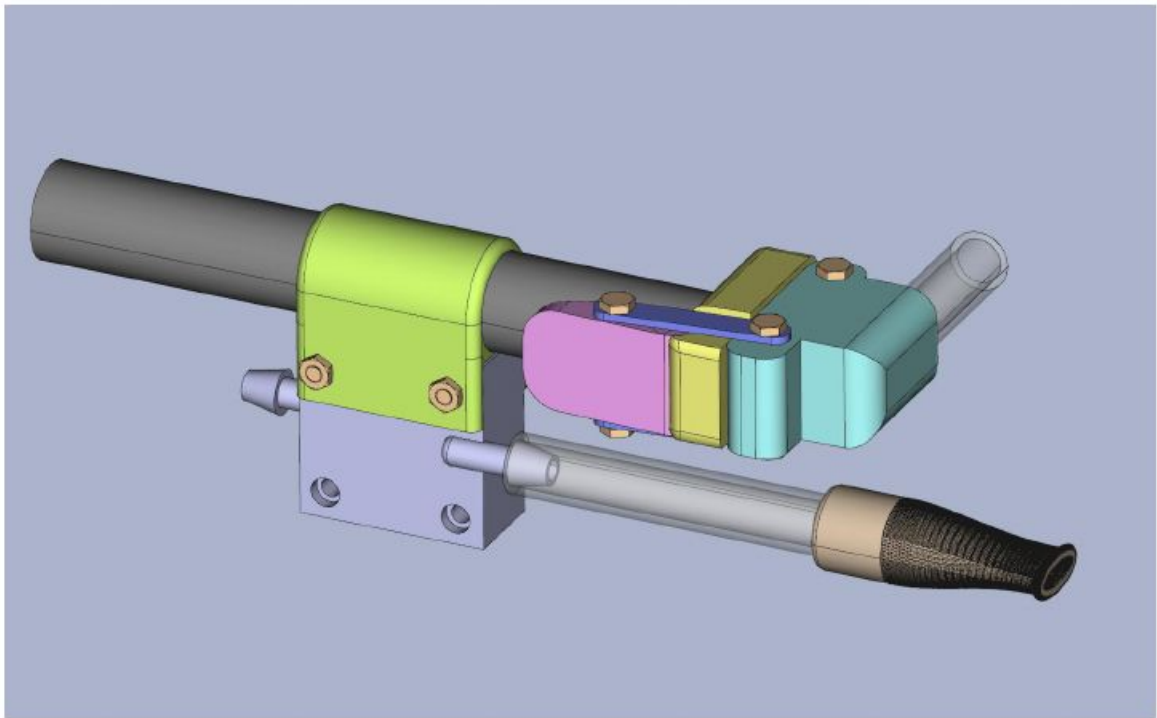


**Culasse** : Modification de l'arrivée d'air dans la culasse : au lieu d'arriver dans l'axe du canon, on fait arriver le tuyau d'air perpendiculairement à celui-ci pour ne pas gêner le tireur.  
Seule la partie mobile de la culasse est modifiée.



**Support du déclencheur de tir** : le déclencheur est actionné lorsque le tireur souffle ou aspire dedans. On le positionne dans l'axe du canon, et il est muni d'un embout (récup. de cigarette électronique) pour plus de confort.

NB : Cet embout doit être rigide car il sert au tireur pour ajuster sa visée.



## Montage Final (Mai 2019)

Pour le montage final, on a utilisé comme réservoir d'air un vase d'expansion de chaudière à la place de la bombe d'air de corne de brume. Celle-ci offre un plus grand volume et une meilleure résistance à la pression (supporte 10 bars).

Toutefois, les essais ont montré qu'une pression de 2 bars est suffisante pour effectuer des tirs tendus jusqu'à 5 m.

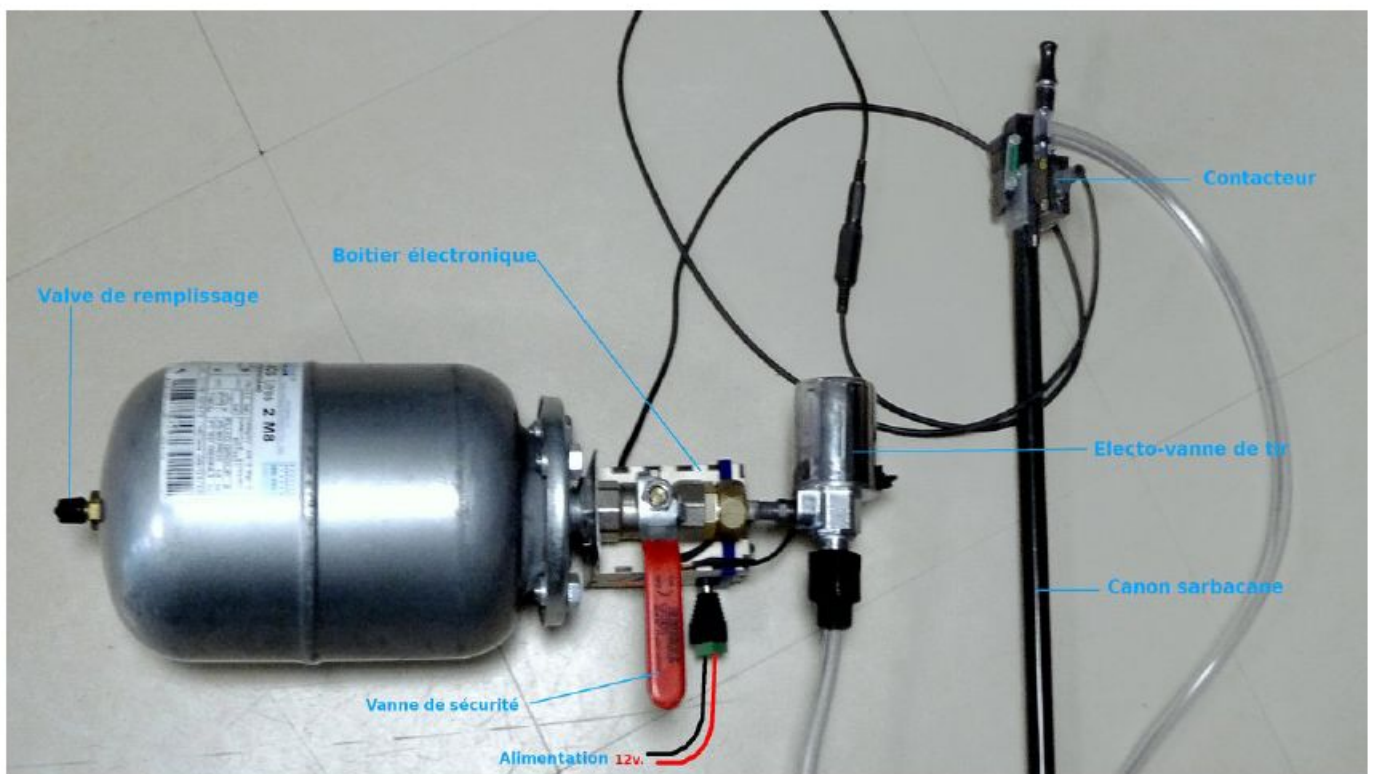
Le réservoir étant muni d'origine d'une valve, celle-ci remplace la dérivation avec la valve de voiture pour effectuer le remplissage d'air.

*L'idéal serait d'effectuer le remplissage à l'aide d'un petit compresseur électrique muni d'un pressostat qui maintiendrait en permanence une pression de 2 bars dans le réservoir.*

*Sinon, il faut refaire la pression avec une pompe à vélo au bout de quelques tirs.*

Pour des tirs à plus grand distance, il faut monter la pression, mais au-delà de 3 bars, la pression est trop forte pour l'électrovanne qui reste bloquée. Il faudrait alors utiliser à sa place un distributeur pneumatique industriel.

Mais l'augmentation de la puissance de tir augmente aussi la dangerosité du système.



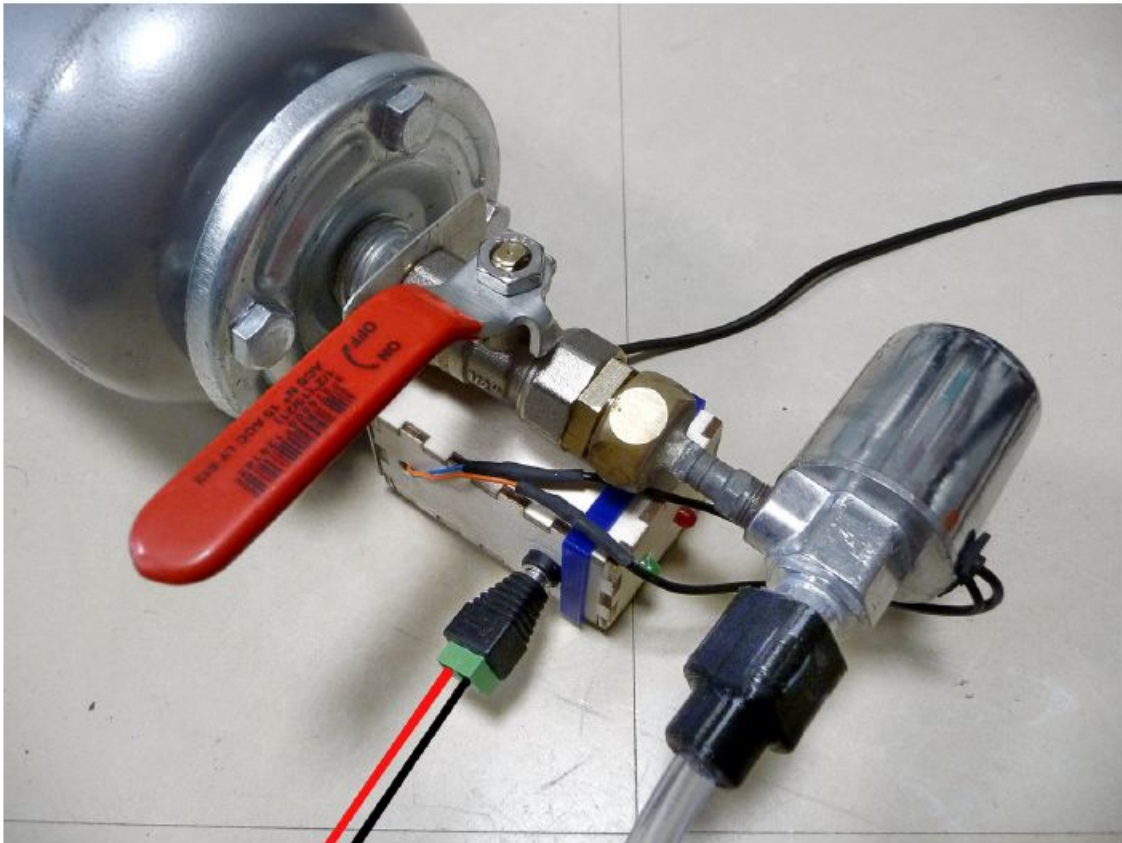
**Important** : Par sécurité, il est impératif de maintenir fermée la vanne de sécurité (en rouge sur la photo) et de n'ouvrir celle-ci qu'au moment du tir pour la refermer aussitôt après.

Toute la partie électronique a été enfermée dans un petit boîtier en bois fait à la découpeuse laser.

Voir : [http://carrefour-numerique.cite-sciences.fr/fablab/wiki/doku.php?id=projets:generateur\\_de\\_boites](http://carrefour-numerique.cite-sciences.fr/fablab/wiki/doku.php?id=projets:generateur_de_boites)

Pour faciliter le transport, l'alimentation 12v. passe par l'intermédiaire d'une prise jack femelle montée sur le côté du boîtier.

Les leds de contrôle de la mise sous tension et de tir sont montées sur le dessus du boîtier. Celui-ci est fixé sur la sortie du réservoir par une équerre métallique munie d'un trou de 21mm.

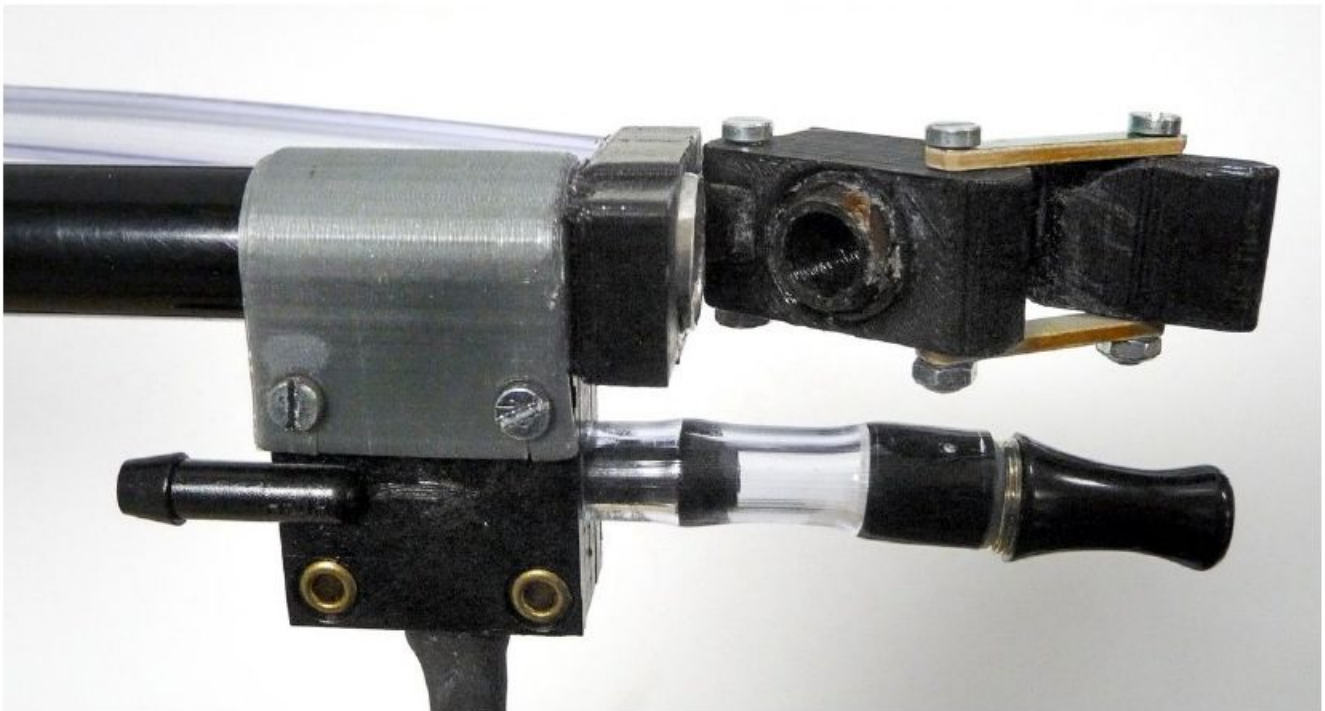


Le contacteur de déclenchement est fixé sur la canon de la sarbacane, au plus près de la culasse, et est tenu par la bouche de l'utilisateur. Il peut être actionné en soufflant ou en aspirant selon le côté utilisé (ici en mode aspiration plus facile à actionner). Il est muni d'une vis de réglage (visible sur la photo ci-dessous) permettant d'en ajuster la sensibilité.





Voici une vue de la culasse ouverte pour insérer la fléchette dans le canon.



Les fléchettes d'origine sont constituées d'une aiguille d'acier de 100 mm de long munie d'une base caoutchoutée au diamètre du canon de la sarbacane pour assurer sa propulsion (en orange sur la photo).

Afin d'avoir d'une part, un meilleur maintien dans l'axe du canon et d'autre part, d'en rendre la pénétration moins profonde dans la cible (assurant ainsi une moindre dangerosité), on a ajouté un corps de guidage (partie en bleu sur la photo).

Celui-ci est imprimé en 3D (PLA) et est collé à la cyanoacrylate à 20 mm de la pointe de la fléchette.

