# Mécanique

## Introduction

Afin de savoir si les capteurs choisis fonctionneraient, il a fallu effectuer une série de simulations. Le premier défi était de simuler de la neige en pleine été. Etant donné que des canons a neige ou autres dispositifs du style n’étaient pas disponibles, de la fausse neige a dû être fabriquée. Cependant, simuler des chutes de neige implique des importantes salissures. Un banc de test a donc été mis en place pour effectuer ces tests de manière propre. Pour simuler la neige qui tombe, un canon a confettis permit de le faire. Ces mesures ont grandement aidé a l’avancement du projet.

Le deuxième grand défi était de compacter toute la partie électronique dans un boitier pouvant résister aux intempéries. Une carte de développement, un Shield fait maison, des batteries ainsi que d’autres composants doivent être à l’abri dans ce boitier. Pour assurer des mesures fiables et la survie de l’électronique, l’étanchéité du boitier est nécessaire. La simplicité du démontage est aussi très importante, elle permettrait aux personnes de gagner du temps lors du montage ou de la maintenance.

## Banc de tests

Durant l’étape de réflexions deux capteurs ont été retenus. Cependant les moyens pour essayer ces derniers étaient restreints. Afin d’avoir un espace pour effectuer les tests sans impacter nos collègues, un banc d’essai a été mis en place.

Le but était d’avoir assez de place dans une zone fermée pour être 3 personnes à l’intérieur tout en créant des nuages de confettis. Ces nuages ne devaient en aucun cas gêner les autres personnes dans la salle de classe. Une cage avec une base de 2m par 1.5m et 1.5m de haut a été développé.

Une image contenant ciel, échelle

Description générée automatiquementUne image contenant jack

Description générée automatiquementUne image contenant texte, plancher, intérieur

Description générée automatiquement

La structure nécessitait d’être rapidement construite. Sans elle, les essais seraient bien plus compliqués. Une structure en bois a donc été retenue pour sa simplicité à être travaillée. Les façades de la cage ont été réalisée avec des bâches de protections épaisses qui furent agrafées sur la structure en bois. Les planches en bois ont été assemblé à l’aide d’équerres en métal et de vis à bois. Toutes les fournitures ont été trouvées chez Hornbach.

Afin d’avoir une très bonne rigidité, la structure aurait pu être triangulé avec des poutres en bois en plus. Cependant la structure étant exposé à quasiment aucune contrainte, la rigidité rajoutée par les bâches de protections épaisses agrafée était largement suffisante.

## Fausse neige (confettis)

Pour simuler de la neige en plein été, la solution retenue était d’utiliser des confettis blancs. À la suite d’une commande impossible de confettis (rupture de stock), des autres solutions durent être trouvées rapidement. La première chose envisagée était de regarder dans les bacs des perforatrices automatiques situées dans les imprimantes de l’école. Malheureusement ces derniers étaient vidés régulièrement, la quantité trouvée était plus qu’insuffisante. La deuxième solution, et celle qui a été retenue, était d’utiliser la déchiqueteuse du secrétariat. Cette démarche n’était pas des plus écologique, mais elle a permis de pouvoir avoir les confettis rapidement. Un paquet de feuille blanche a été détruit pour fabriquer un carton plein de lamelle blanche s’apparentant à des confettis ou de la grosse neige.

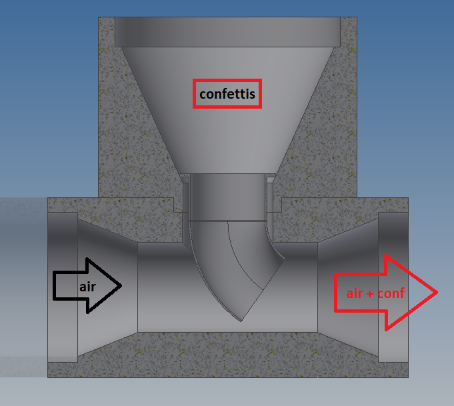
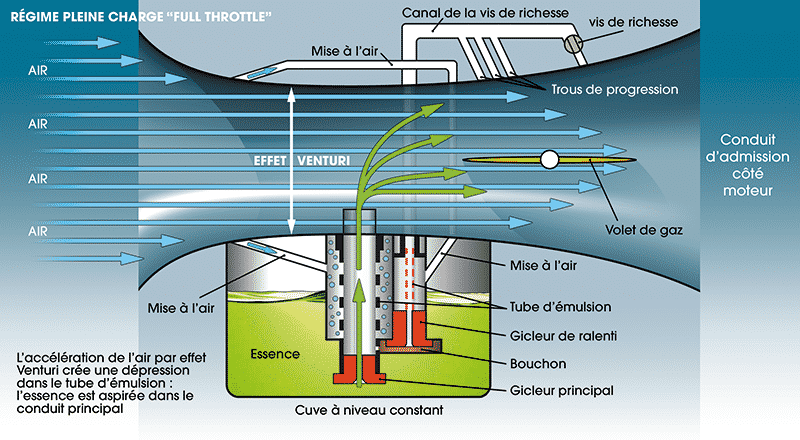
Une image contenant intérieur

Description générée automatiquement

## Canon à confettis

La meilleure solution pour simuler la chute des flocons est de projeter des confettis de la manière la plus continue possible vers le haut. Les premiers essais ont été effectué en les jetant manuellement devant les capteurs. Cependant, il fallait avoir un débit constant afin de pouvoir faire des séries de mesures et déterminer plus précisément les erreurs.

En regardant les canons à confettis existants qui la plupart fonctionnent par à-coup d’air comprimé (effet non désiré) une solution avec un débit d’air plus faible fonctionnant par effet venturi fut retenue. Le principe de base (inspiré des carburateurs) était, grâce à un débit d’air régulier dans notre cas, d’aspirer des confettis introduit dans un réservoir grâce à une baisse de pression à un endroit précis. La première version se composait d’un tube principal avec une réduction de section. Ce tube était parcouru par le débit d’air constant. Un réservoir de confettis se situait au-dessus de la zone de dépression (réduction de section). Un petit coude déposé dans le réservoir permettait aux confettis de pouvoir couler dans le tube principal.

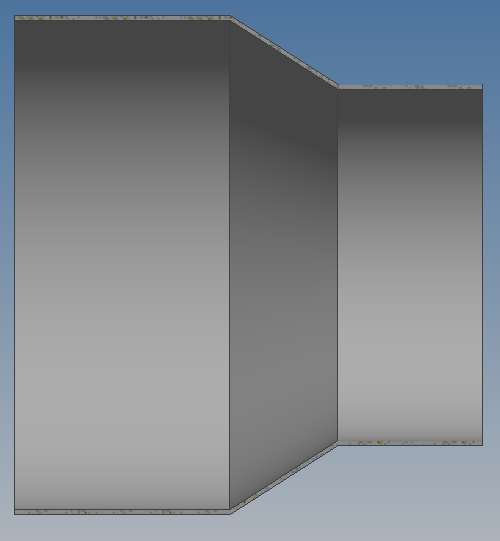


Cette première version fut rapidement envoyée dans l’atelier pour être imprimée en 3d afin d’effectuer les premiers tests et les éventuelles corrections du canon. Voici une photo du tube principale imprimé en PETG grâce à l’imprimante 3d de l’école.

Une image contenant intérieur, tasse, café, ordinateur

Description générée automatiquement

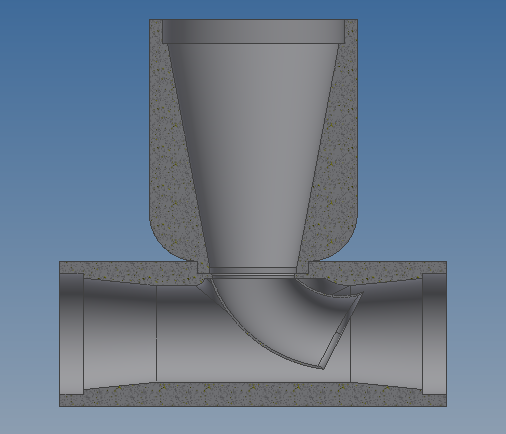
Un paramètre indispensable était d’avoir une source d’air continue avec un bon débit. La classe étant équipée d’air comprimé, il suffisait de l’utiliser pour avoir un bon débit d’air constant. Cependant, le bâtiment étant encore pas terminé les raccords n’était pas terminé. Une autre solution demandait à être trouvée. Il se trouve, qu’une turbine alimentée par un moteur à courant continue était la bonne solution. Premièrement, ce dispositif est assez simple, pour régler la vitesse de rotations il suffit de changer le voltage aux bornes du moteur. Deuxièmes la mécanique est très facilement intégrable au canon. Cette solution permit de ne plus se soucier des histoires de débit d’air.

Une image contenant mur, intérieur

Description générée automatiquement

A la suite de plusieurs tests, plusieurs choses se sont révélées problématiques. Premièrement, les confettis « maison » ont une fâcheuse tendance à s’enchevêtrer les uns dans les autres, cela réduit considérablement leurs capacités à bien couler dans le réservoir. Ce dernier se retrouvait sans cesse bouché. Grace aux tests, le fait d’agrandir le passage des confettis permettrai d’avoir un meilleur écoulement et de limiter la formation des bouchons.

En prenant compte des problèmes survenu lors des premiers essais, une deuxième version fut modélisée. Cette fois ci avec un réservoir plus grand et un angle de remplissable plus faible. Le coude passe de 28mm de diamètre à 34 mm et cette fois ci il est imprimé directement sur le tube principal afin d’éviter les angles trop saillants qui pourraient causer un blocage. Afin d’obtenir un coude plus large il a fallu augmenter le changement de section dans le tube principale. Refaire complètement la pièce pour tout faire plus grand aurait possible pour avoir plus d’aspiration. Cependant, le fait de garder les dimensions de bases permettait de gagner du temps et d’éviter d’avoir à refaire des impressions pour rien ou de racheter du matériel.

Une image contenant mur, intérieur

Description générée automatiquement

Lors des essais de la nouvelle version, c’était le jour et la nuit. Le fait d’avoir augmenté le diamètre du coude et de l’avoir imprimé en une fois avec le tube principal a réduit fortement les coincements. Les lamelles de papiers continuaient à se coincer de temps en temps mais l’objectif d’avoir un débit constant pendant une bonne minute a pu largement être atteint. Le canon était même capable s’il était placé réservoir vers le bas d’aspirer les confettis comme un aspirateur et de les rejeter comme de la neige.

Une image contenant intérieur

Description générée automatiquementUne image contenant texte, fauteuil

Description générée automatiquement

Une image contenant mur, intérieur

Description générée automatiquementPour l’assemblage des différentes pièces du canon, comme ces dernières étaient très bien ajustées et tenaient sans rien entres elles, le fait d’utiliser des colles fortes spécifiques n’a pas été nécessaire. L’utilisation de colle chaude pour garantir un non-détachement et un démontage plus simple fut utilisé. Certaines pièces étant interchangeable, elles ne pouvaient pas être collé, l’utilisation de scotch pour garantir aucun déboitement fut très pratique. Cet appareil a surtout été conçu dans un but d’avancer les mesures rapidement et le temps de conception/réalisation était très court, c’est pourquoi la complexité des fixations n’a pas été la priorité. L’objectif qui était d’avoir un débit de neige constant a donc été atteint.

## Boitier

L’électronique ainsi que les capteurs doivent être protégés, les mesures se passant en milieu non favorable (neige, pluie, vents…), la conception du boitier devra assurer une bonne étanchéité des composants. Pour cela il faut un boitier sur mesures répondant à beaucoup de critères comme un encombrement optimisé, une fixation permettant de mettre le boitier sur plusieurs styles de support et surtout une simplicité de conception. Garantir une simplicité de conception dans un encombrement limité cela devient vite compliqué.

La configuration de base du boitier était d’avoir un Lidar et une webcam qui travaillent ensemble. Le lidar permettant d’avoir une mesure de hauteur de neige et la webcam d’avoir une mesure sur le débit de neige. Une carte de développement ainsi qu’un Shield spécifique devait être intégré. Une batterie permettrait au système de fonctionner de manière autonome. La solution d’être relié au secteur restreignait beaucoup les endroits potentiels aux mesures. C’est pourquoi la solution d’une batterie fut retenue.

Le premier défi était d’avoir une partie du boitier transparente sans pour autant ne plus être étanche. Le but étant d’incruster une ou plusieurs vitres pour que les capteurs puissent effectuer leurs mesures sans être perturbé par des problèmes d’eau ou de poussière. La vitre devait rester remplaçable facilement en cas de casse ou d’usure. Un appareil qui est particulièrement étanche et qui permet une vision à travers un boitier est la GoPro. Sur les anciens modèles, la vitre est démontable. Le système qui permet à cette dernière d’être étanche et composé d’un joint oring qui vient pincer entre les deux surfaces en contact. Le principe étant le même que celui recherché il fut retenu et adapté. Ci-dessous, la solution est plus amplement détaillée, la vitre en bleu vient pincée sur le joint par la plaque du haut. La pression est maintenue par les vis.

Une image contenant objets métalliques

Description générée automatiquementUne image contenant intérieur, appareil

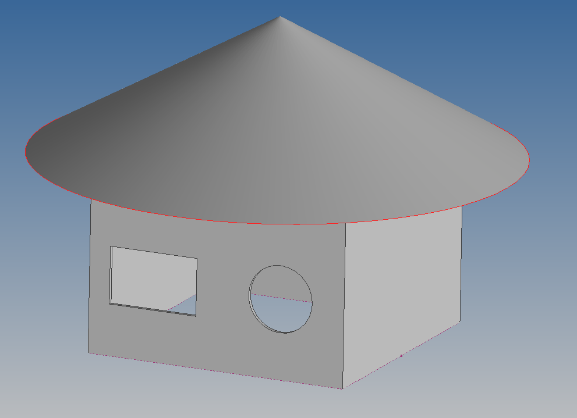
Description générée automatiquement

Dans le cas où ces pièces seraient faites en plastique, l’utilisation de vis auto taraudeuse ou d’insert filetés seraient utilisés. Les vis auto taraudeuses seraient plus simple à mettre en place et tout aussi efficace.

Si ces pièces sont métalliques, un simple taraudage suffira. L’utilisation de freins filet est envisageable mais étant donné que la pièce sert un joint élastique, il devrait absorber la plupart des vibrations.

Parler des essais sur vitres et des types de verres à utiliser.

Durant une bonne première partie du projet, la caméra et le lidar devaient être inclus dans le boitier. Un choix au niveau de la disposition des vitres était nécessaire. Dans la première configuration, chaque capteur possède une vitre adaptée à son boitier. Le design est très original cependant le fait de faire ça augmente la complexité du montage et des pièces utilisées. Aucun réel intérêt à faire ce design plutôt qu’une simple grande vitre.

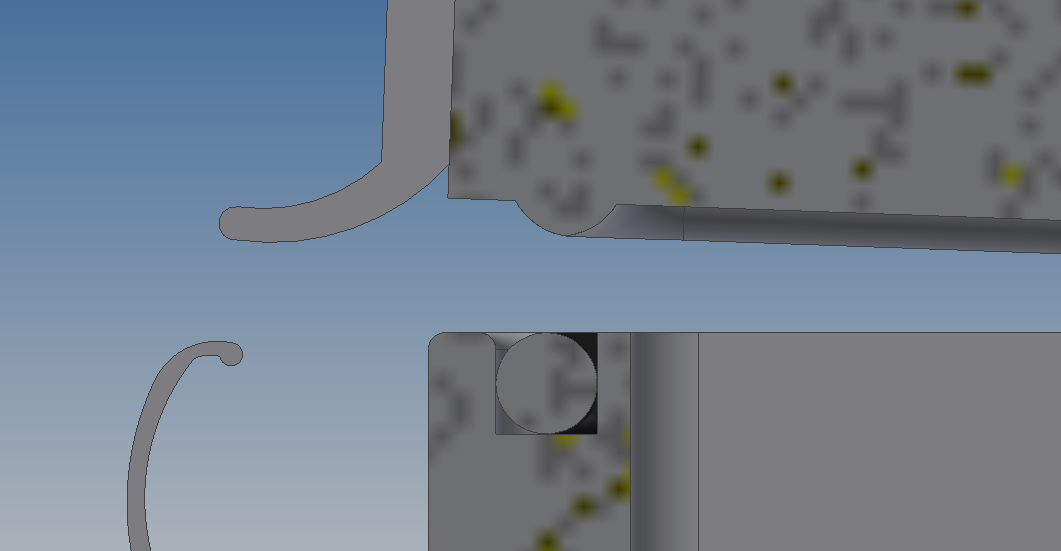
Une image contenant texte, capture d’écran, intérieur, blanc

Description générée automatiquement

Durant une séance, la suppression de la stéréovision dans le boitier fut décidée. Ce choix remis en cause le design de ce dernier. L’encombrement se retrouvait réduit et l’utilisation de deux verres n’était plus une question à se poser.

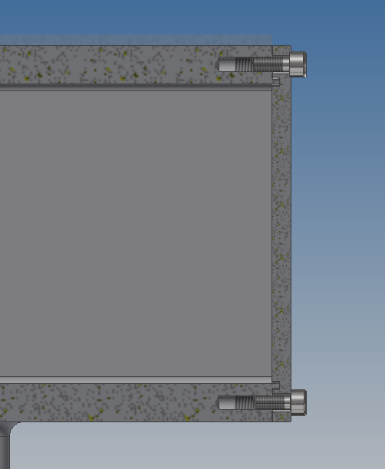
Lors de la suite de la conception, l’étanchéité de la boite posait beaucoup de difficulté. La situation de l’ouverture pour accéder à l’intérieur était aussi une question à bien se poser.

La solution pour l’étanchéité du mécanisme d’ouverture du boitier fut inspirée des boitiers étanches fortement utilisé dans l’industrie pour protéger des composants électroniques. Le principe est très simple, il suffit de faire une gorge dans la partie non amovible afin de pouvoir loger le joint. La partie amovible qui dans notre cas est le couvercle, est composé d’un petit bourlet qui va venir écraser le joint lors de la fermeture afin d’assurer une très bonne étanchéité. L’élasticité du joint permettra d’avoir constamment une étanchéité.



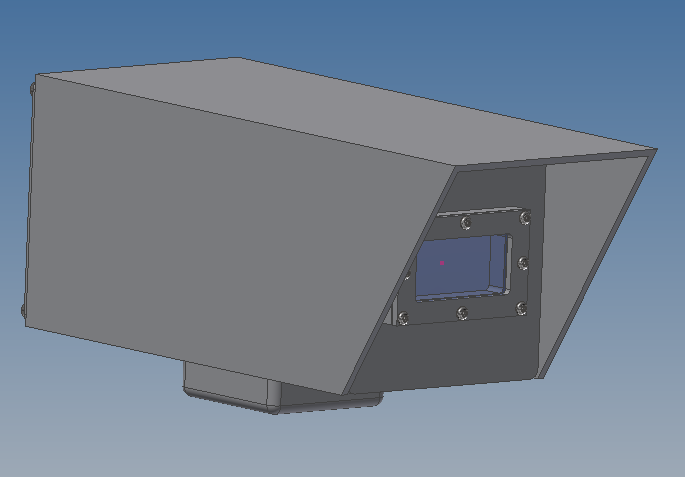
À la suite de ça un prototype de boitier fut réalisé pour se rendre compte de l’encombrement, de la praticité et du design. Le choix de l’ouverture était de la mettre à l’arrière du boitier avec le système d’étanchéité montré ci-dessus. Le maintient de la pression sur le joint était fait grâce à 4 vis qui venait directement prendre dans la base du boitier. Cette manière de fixer permet de ne pas avoir de trou traversant le boitier

Une image contenant texte

Description générée automatiquement

En ce qui concerne l’encombrement de la carte de développement dans le boitier qui faisait 200mm de long par 100mmx100mm, L’espace se fait facilement désirer. Dans le cas ci-dessous il manque les batteries, le capteur et le Shield.

Une image contenant texte

Description générée automatiquement

En avançant dans le design du boitier des difficulté quant à la fixation de l’électronique dans le boiter furent trouvées. L’utilisation d’une casquette devenait aussi complexe. La fixation pour le bras était pensée sous le boitier, cependant elle aurait aussi pu être prise sur les côtés en englobant la casquette. À la suite de ces problèmes, le design fut complètement revisité.

### Boitier version finale

Le dernier design est inspiré des caméras de surveillance. Ce boitier sera composé à base de polymère. Cette matière permet de limiter les transferts de chaleurs et les couts.

L’ouverture se fait par en haut à l’aide d’un couvercle amovible. La casquette est directement fixée sur le couvercle du boitier. Le système de joint est le même que pour les précédentes versions. Le maintien en pression sur le joint est effectuée grâce à une fixation dites grenouillère. La grenouillère dispense l’utilisation d’outils et permet un gain de temps lors de l’ouverture et la fermeture. Cette dernière possède une serrure intégrée pour dissuader des possibles voles.

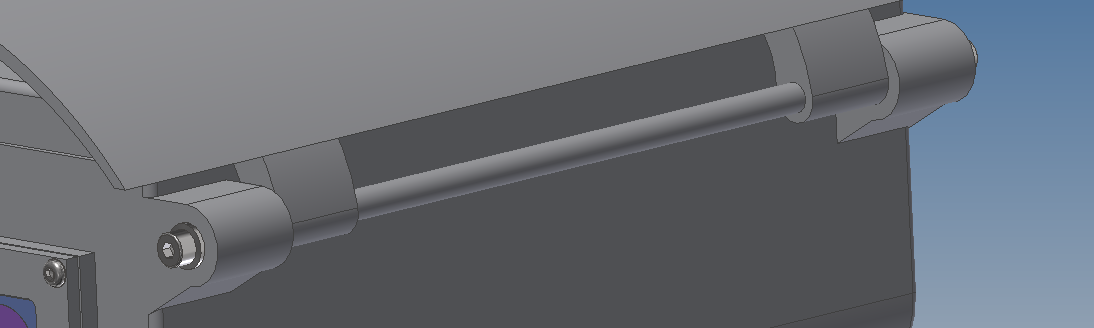
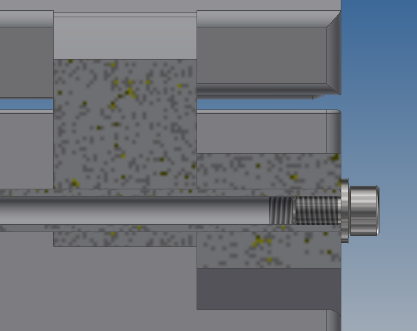
Une image contenant ciel

Description générée automatiquementUne image contenant appareil photo

Description générée automatiquement

Système de pivot du couvercle.

L’une des grandes forces de ce systèmes est son ouverture simplifiée. En effet, le couvercle est fixé comme une trappe. Cette spécificité permet d’avoir un bien meilleur accès à l’intérieur du système, ce qui permet de pouvoir manipuler aisément les éléments qui se situent à l’intérieur. Le pivot est assuré par un axe (tube) fileté à ses deux extrémités. Deux visses viennent maintenir de chaque coté l’axe afin qu’il ne puisse pas sortir de son logement.



Fixation de la casquette.

La casquette qui se situe sur le couvercle est facilement démontable pour mettre un autre modèle ou la changer en cas de dégradation Elle est fixée par 4 vis imbus qui viennent se loger dans des inserts situés sur le dessus du couvercle. Les fixations de la casquette sont posées sur le couvercle, cette configuration permet de soulager les efforts sur les supports.

Une image contenant ciel

Description générée automatiquement

Utilisation d’insert plastique pour la fixation du module.

En ce qui concerne la partie intérieur, 4 supports sont intégrés dans les fonds du boitier. Ces derniers sont dimensionnés pour accueillir des inserts plastiques. Toute la partie électronique pourra par la suite venir fixer sur le dessus.

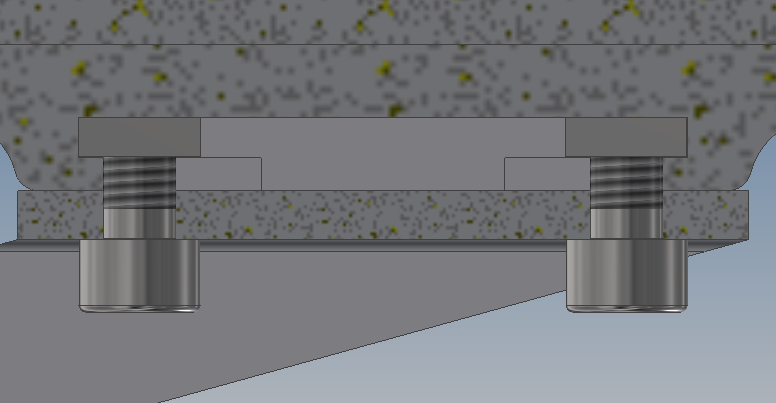
Une image contenant ciel, extérieur

Description générée automatiquement

Fixation du dessous avec les écrous carrés

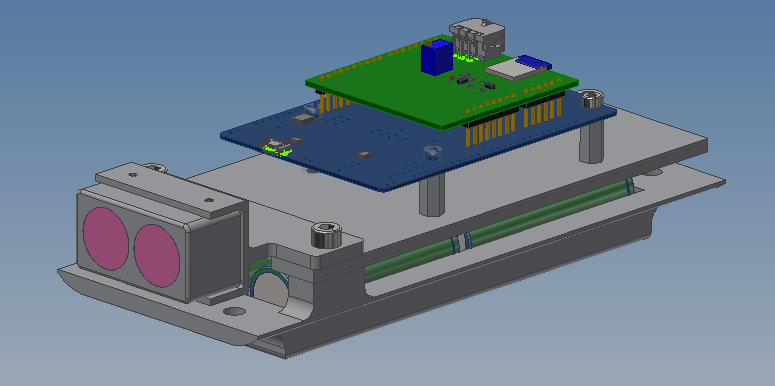
La fixation du bras sera assurée par 4 écrou carrés situé sous le boitier. Cette solution permet de ne pas à avoir à faire de trous dans le boitier pour maintenir une bonne étanchéité. C’est écrou sont guidés dans une gorge afin d’être maintenu pendant le serrage. Le seul souci de cette solution est l’incertitude que ce soit réalisable par injection. La forme complexe de la gorge pourrait poser des soucis. Solutions

Une image contenant boîte

Description générée automatiquement

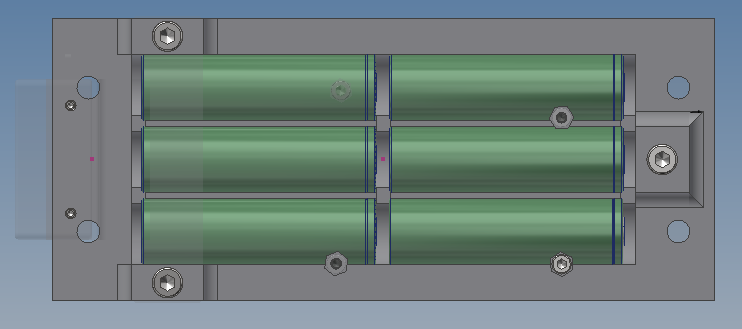
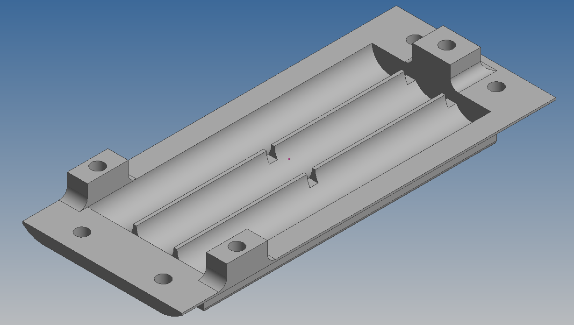
## Module électronique

Cette partie est consacré au développement d’un module compact et simple composé de toute la partie électronique. Ce module est fixé dans le boitier grâce aux 4 inserts situés dans le fond du boitier.



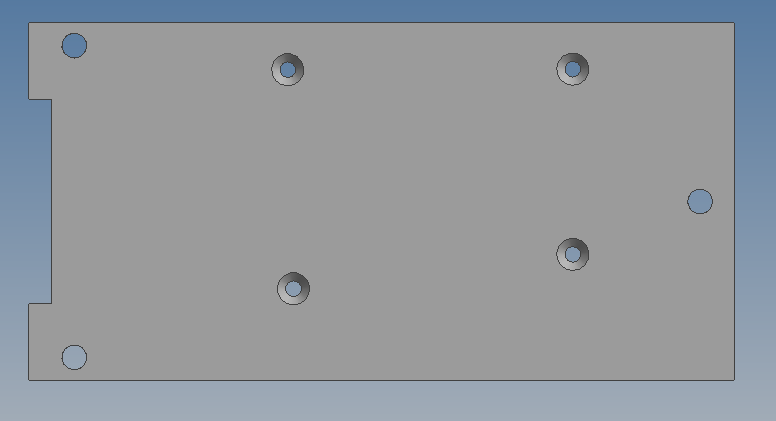
Base support batterie

La pièce de base est prévue pour accueillir 6 batteries 18650. Un espace légèrement plus grand est prévu. L’appellation 18650 signifie que l’élément rechargeable fait un diamètre de 18mm et une longueur de 65mm. Des petites fentes furent aussi pensées pour facile un câblage série/parallèle entre les éléments. Cette pièce est la fondation du module électronique, elle sera naturellement fixée dans le boitier.



Plaque de fixation et PCB

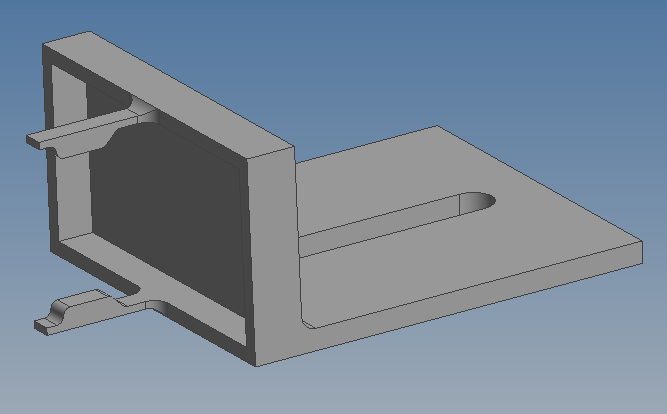
Au-dessus de la pièce supportant les batteries, une plaque est fixée. Cette plaque est très importante dans l’ensemble. Elle permet grâce aux trois fixations situées aux extrémités de venir bloquer les batteries pour pas quelles ne sortent de leurs logements. Ces trois trous sont prévus pour venir fixer la plaque sur le module de bas. Les 4 autres trous servent à fixer la partie PCB. 4 vis a tête fraisée seront insérés dans ses trous pour venir fixer des entretoises. Sur ces entretoises en plastique les circuits imprimés pourront être fixé à l’aide de visses.

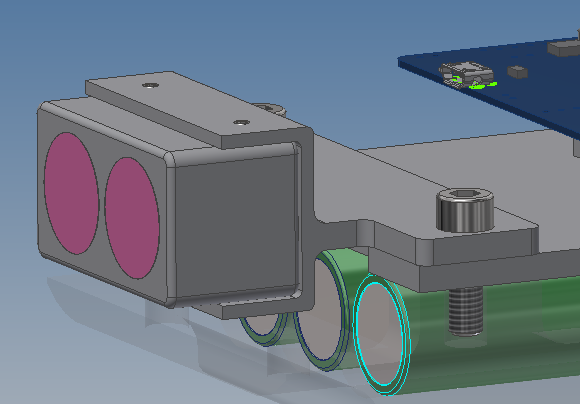
Une image contenant LEGO, jouet, vert

Description générée automatiquement

Support Lidar

Le capteur Lidar ne possède pas de trou de fixation, seul deux fentes sont disponibles pour venir clipser un support sur ce dernier. Des essais de supports à base de clips ont été réalisé mais l’ajustement de ces derniers était problématique. C’est pour ça que la solution de pincer le capteur à l’aide de vis sans tête est parvenue comme la plus simple. Le support qui permet de fixer le lidar dans la bonne position vient directement se fixer dans les trous de fixations de la plaque.

Une image contenant objets métalliques, charnière

Description générée automatiquement

## Bras de fixation

La partie fixation permet d’assurer un positionnement juste et précis de l’ensemble du boitier. Cette fixation doit pouvoir se faire sur quasiment toutes les surfaces à dispositions comme les murs ou les lampadaires.

Support boitier

Le support du boitier est une partie rigide en métal qui vient se visser sous le boitier à l’aide de 4 vis. Cette pièce est en deux partie. La première partie est une plaque ayant les trous de perçage correspondant au boitier. La deuxième est une autre plaque percée soudée perpendiculairement. Ce perçage permettra de jongler entre les systèmes de fixation désiré. Grace à cette liaison l’inclinaison du boitier pourra être réglée.

Formule de la force de frottement de la vis M8 par rapport au couple de serrage. Aluminium

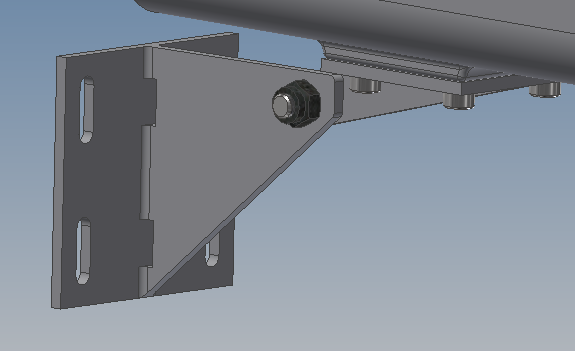
Une image contenant lumière

Description générée automatiquement

Support mural et support tubulaire

L’objectif voulu était de pouvoir fixer le boitier sur des lampadaires ou des poteaux. Un système de collier de serrage a donc été conçu pour répondre a cette problématique. Les deux arcs de cercle collé entre eux forment un ovale avec une air plus petite que celle du poteau de fixation. En venant serrer les vis une force de serrage agira naturellement sur le poteau et le boitier sera bien fixé. De part le fait que le dispositif peut tourner autour de poteau, la rotation azimutale et l’élévation sont réglable.

Une image contenant ciel, boîtier, accessoire

Description générée automatiquement

Un autre dispositif pour une fixation murale a aussi été pensé. Malheureusement dans cette configuration la rotation azimutale ne peut pas être réglée. Le seul degré de liberté est l’élévation.