

# **Livrable de projet I : Manuel d'utilisation et de produit pour le projet de conception**

## **Green Beans**

Travail présenté à Prof.  
**Emmanuel Bouendeu**  
**GP Angéline Lafleur**  
**TA Cédric Bohémier**

**Dans le cadre du cours GNG 2501**

**Soumis Par l'équipe**  
**Green Beans, FA1 :**

Emna Ben Bouzid, 300210900

Hakim El younsi, 300209325

Sara Guelzim, 300209588

Jeremy Leigh, 300197358

Nathaniel Théorêt, 300185564

9 Décembre 2021

Université d'Ottawa

# Table des matières

<b>Table des matières</b>	<b>1</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>2</b>
<b>Liste de tableaux</b>	<b>2</b>
<b>1) Introduction</b>	<b>3</b>
<b>2) Aperçu</b>	<b>3</b>
2.1 Mises en garde et avertissements :	5
<b>3) Pour commencer</b>	<b>5</b>
3.1 Considérations pour la configuration	6
3.2 Considérations pour l'accès des utilisateurs	6
3.3 Accéder au système/ Organisation du système & navigation/ Quitter le système	6
<b>4) Utiliser le système</b>	<b>6</b>
4.1 L'accès à la jardinière:	6
4.2 Pompe au fonctionnement d'une perceuse	8
<b>5) Dépannage &amp; assistance</b>	<b>9</b>
5.1 Considérations spéciales	9
5.2 Entretien	10
5.3 Assistance	10
<b>6) Documentation du produit</b>	<b>10</b>
6.1 Sous-système 1 du prototype : Bac de jardinage	10
6.1.1 LDM (Liste des Matériaux)	11
6.1.2 Liste d'équipements	12
6.1.3 Instructions	12
6.2 Sous-système 2 du prototype : Système d'arrosage	13
6.2.1 LDM (Liste de Matériaux)	14
6.2.2 Liste d'équipements	15
6.2.3 Instructions	15
6.3 Sous-système 3 du prototype : Protection contre les écureuils	16
6.3.1 LDM (Liste des Matériaux)	16
6.3.2 Liste d'équipement	17
6.3.3 Instructions	17
6.2 Essais & validation	19
<b>7) Conclusions et recommandations pour les travaux futurs</b>	<b>21</b>
<b>8) Bibliographie</b>	<b>22</b>
<b>9) APPENDICE I : Fichiers de conception</b>	<b>22</b>

## Liste des figures

- Figure 1 : Prototype final
- Figure 2 : Diagramme de la décomposition fonctionnelle
- Figure 3 : Image explicative
- Figure 4 : image du rideau fermé
- Figure 5 : l'ouverture du rideau
- Figure 6 : maintien du rideau en place à l'aide des 2 cordes
- Figure 7 : Prototype final conçu sur SolidWorks
- Figure 8 : Fonctionnement de la pompe
- Figure 9 : Processus de conceptualisation du produit
- Figure 10 : Forme final du bac de la jardinière
- Figure 11 : Dimensions de la jardinière conçu sur Solidworks
- Figure 12 : Exemple de direction des planches
- Figure 13 : Système d'arrosage
- Figure 14: Fixation de la pompe et du tuyau d'arrosage à l'aide de zip-ties.
- Figure 15 : Protection contre les écureuils avec un grillage à poules et un rideau ouvrant
- Figure 16 : Installation des anneaux
- Figure 17 : Attache des câbles
- Figure 18 : Installation du câble inférieur et installation de feuille de tôle
- Figure 19 : Clous pour rétention du filet
- Figure 20 : Test de régulation du flux d'eau avec des embouts
- Figure 21 : Test de régulation du flux d'eau avec un trou
- Figure 22 : Partie gauche du lit du jardin
- Figure 23 : Jardinière en 3D .

## Liste de tableaux

- Tableau 1 : Liste des matériaux
- Tableau 2 : Liste des matériaux du système d'arrosage
- Tableau 3 : Liste des matériaux du système de protection contre les écureuils
- Tableau 4 : Documents référencés

# 1) Introduction

Ce manuel d'utilisation et de produit (MUP) fournit les informations nécessaires aux organisations telles que des hôpitaux ou des maisons de retraite pour utiliser efficacement la jardinière accessible de l'équipe des Green Beans et pour la documentation du prototype.

La réalisation de ce projet a eu lieu dans le cadre de notre cours GNG 2501 : Génie de la conception. Notre client nous a demandé de concevoir une jardinière accessible pour les gens en fauteuil roulant ou ceux qui ont un problème de dos de l'Université d'Ottawa.

En nous basant sur les besoins et les critères de conception discutés lors de nos multiples rencontres avec notre client, notre objectif principal était de concevoir une jardinière qui répondrait aux exigences d'une façon créative et ingénieuse.

Ce document révisé d'abord tout ce qui a trait à l'installation de notre système. La construction est détaillée de A à Z. Cette section est suivie d'explications quant à l'utilisation et l'entretien du produit. Finalement, nous concluons avec nos recommandations de modification que nous aurions voulu apporter à la jardinière si le temps nous le permettait. En gros, l'objectif de ce récit est de donner tous les outils nécessaires à un utilisateur potentiel pour qu'il utilise, modifie ou qu'il construise notre produit sans notre assistance.

## 2) Aperçu

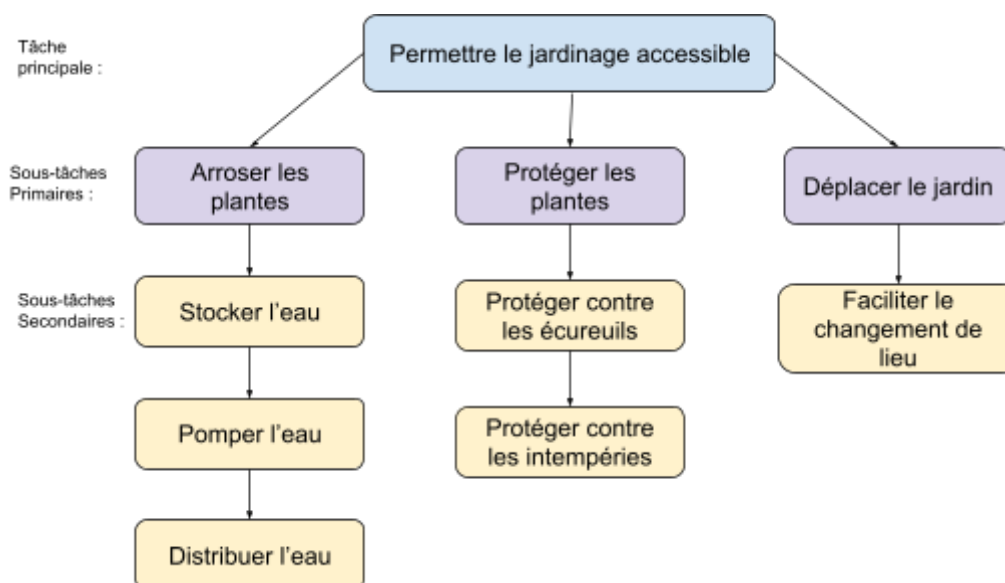
Notre projet consiste à concevoir une jardinière surélevée pour notre client qui peut être accessible pour tout le monde, c'est-à-dire qu'il soit accessible pour les gens en fauteuil roulant ou ceux avec des problèmes de dos. Ceci est important puisque le jardinage ordinaire, donc au niveau du sol, est très difficile ou pratiquement impossible pour les gens avec ces difficultés. Notre produit doit être durable, protégé contre les écureuils et mobile tout en étant sous un budget de 100\$. Comparativement au produit déjà disponible sur le marché, nous avons un système d'arrosage automatisé comprenant une pompe qui fonctionne avec une perceuse électrique. De plus, un grillage avec un rideau coulissant afin de protéger les plantes des rongeurs permet aux personnes à mobilité réduite de facilement accéder aux plantes. Finalement, vu que l'accessibilité était notre priorité lors de la conception de notre produit, la forme de la jardinière est optimisée pour faciliter l'accès.



**Figure 1 : Prototype final**

L'image ci-dessus est le prototype final de notre jardinière. Elle comprend notre système d'arrosage avec notre stockage d'eau, notre pompe et de la tuyauterie qui fait le tour du périmètre de notre jardinière. De plus, nous avons la découpeure pour les genoux en dessous de la jardinière pour faciliter l'accessibilité des gens en fauteuil roulant. Finalement, nous avons utilisé du grillage de poule pour l'extérieur de jardinière et un grillage en plastique pour notre rideau coulissant afin qu'il soit facilement malléable. La structure de notre jardinière est composée de panneaux de bois et des planches de bois 2" x 3".

Vu la complexité de ce projet, nous avons déterminé des sous-tâches décrivant plus précisément ces fonctionnalités. Différents niveaux hiérarchiques expriment l'importance de la tâche.



**Figure 2 : Diagramme de la décomposition fonctionnelle**

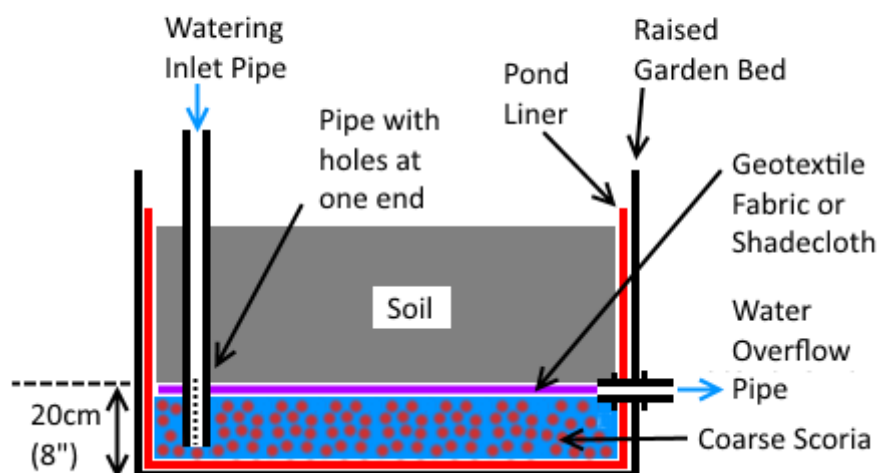
## 2.1 Mises en garde et avertissements :

Le jardin Green Beans a été conçu de sorte à être sécuritaire et facile à utiliser. Toutefois il y a quelques éléments que l'utilisateur devra prendre en compte :

1. Éviter l'exposition du jardin au feu ou à toute forme de chaleur extrême capable de s'accrocher à la carcasse en bois.
2. Positionner le lit de jardin sur une surface plane pour éviter tout déversement de terre ou renversement du produit.
3. Ne pas essayer de couper le grillage à poule avec toute sorte d'objet tranchant ou avec les mains causant ainsi l'endommagement du produit ou la blessure de l'utilisateur.
4. S'assurer de suivre nos recommandations quant aux couches de protection du bois pour éviter la décomposition prématurée.

## 3) Pour commencer

Une étape importante doit être effectuée avant que l'utilisateur ne puisse commencer à se servir de notre jardinière. Présentement, le bois est exposé directement à la terre et à l'humidité qu'elle contient. Ceci risque d'endommager la jardinière à un point où de la moisissure se formerait et compromettrait la structure. L'utilisateur doit alors, avant tout, tapisser le fond du jardin avec un matériel imperméable comme du plastique. Celui-ci peut être fixé avec une agrafeuse. Une couche de roche volcanique ou de billes d'argile doit ensuite être étalée sur 20 cm d'épaisseur pour absorber l'excédent d'eau. Un trou est percé afin d'évacuer le surplus. Finalement une épaisseur de géotextile empêche la terre d'accéder à cette section ainsi la terre ne se déverse pas par le trou. Cette image représente bien l'idée générale, mais remarquons que nous l'installerons pas un tuyau pour ajouter de l'eau.



**Figure 3 : Image explicative**

### 3.1 Considérations pour la configuration

Le jardin Green Beans n'a pas besoin d'une configuration spéciale. Les deux seuls apports qu'il faut faire sont :

1. Implémenter le jardin avec de la terre jusqu'au niveau des raccords d'arrosage
2. Implémenter le réservoir en eau et le garder à un niveau minimum de  $\frac{1}{3}$  la capacité du réservoir pour assurer un arrosage optimale.

### 3.2 Considérations pour l'accès des utilisateurs

Le produit de jardin surélevé est orienté vers une utilisation de la part de personnes à mobilité réduite, notamment les personnes en fauteuil roulant ou ceux ayant des problèmes de dos. L'accès à l'espace de jardinage a été créé de sorte à optimiser son utilisation par celles-ci; d'où la découpe inclinée au niveau des genoux et le positionnement de la pompe au niveau des accoudoirs. Cependant, il s'avère que le déplacement du jardin tout entier vers une autre localisation sera assez difficile si ces mêmes personnes devaient la déplacer par eux même. La présence de quelqu'un sans difficulté de motricité se relève être importante à cette étape. Cette personne peut aussi utiliser le jardin, mais ce n'est bien entendu pas le public visé par notre produit.

### 3.3 Accéder au système/ Organisation du système & navigation/ Quitter le système

Puisque notre lit de jardin ne comporte pas de composantes électroniques , il n'y a pas de navigation du système étant donné qu'aucune initialisation n'est nécessaire.

## 4) Utiliser le système

Les sous-sections suivantes fournissent des instructions détaillées, étape par étape, sur la façon d'utiliser les diverses fonctions ou caractéristiques du jardin Green Beans.

### 4.1 L'accès à la jardinière:

L'accessibilité de notre jardinière est très simple; elle peut être divisée en 3 étapes. Pour commencer, retirer le grillage de plastique des 2 clous qui tient la porte en place.



**Figure 4 :image du rideau fermé**

Ensuite, simplement glisser le grillage de droite vers la gauche sur le long du câble et finalement, attacher les 2 cordes autour du grillage de la porte glissante afin de la maintenir en place.



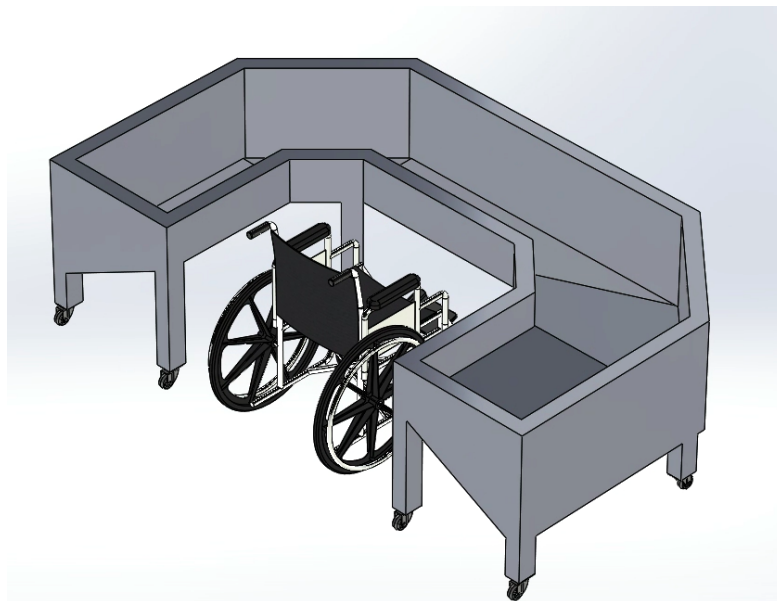
**Figure 5 : l'ouverture du rideau**





**Figure 6 : maintien du rideau en place à l'aide des 2 cordes**

Gardez en tête que le seul côté où l'utilisateur a accès aux plantes (le seul côté où le grillage peut être retiré) est à l'intérieur du "U".



**Figure 7 : Prototype final conçu sur SolidWorks**

## 4.2 Pompe au fonctionnement d'une perceuse

Le système d'arrosage nécessite une perceuse électrique pour son fonctionnement, donc simplement attachez le mandrin sur la tige métallique de pompe et serrez le mandrin sur celle-ci. Ensuite, il reste juste à faire tourner la pompe et pomper l'eau en appuyant sur la gâchette de la perceuse.



**Figure 8 : Fonctionnement de la pompe**

## 5) Dépannage & assistance

### 5.1 Considérations spéciales

En cas de problème avec le système d'irrigation, voici les causes les plus fréquentes de difficulté:

- La perceuse n'est pas activée dans la bonne direction. S'assurer de suivre les flèche qui indique la direction de rotation affichée sur la pompe.
- Il est possible que la tuyauterie soit bouchée par de la terre. Inspecter visuellement l'entièreté du système pour assurer son bon fonctionnement.
- S'assurer que le réservoir d'eau contient suffisamment de liquide pour que le tube d'entrée entre en contact avec la surface de l'eau.

## 5.2 Entretien

À la fin de toutes les saisons estivales, le jardin devrait être vidé complètement de tout son contenu. L'utilisateur devrait profiter de cette occasion pour inspecter l'état des planches de bois, la condition du plastique ainsi que du géotextile. Les planches peuvent être dévissées et remplacées si elles montrent des signes de décomposition. Tout matériel qui tapisse le fond devrait aussi être remplacé s'il est percé ou en mauvaise condition, pour être ensuite fixé à nouveau avec une agrafeuse. Pour l'hiver, idéalement la jardinière serait disposée dans un endroit à l'abri de la neige, mais si ce n'est pas possible il est préférable de retirer le grillage entièrement. Le grillage est maintenu en place à l'aide d'attache-câbles (zip-tie) qui peuvent simplement être coupées lors du désassemblage et remplacées si l'utilisateur prévoyait de remettre le grillage en place. Quand le printemps arrivera, la même technique devrait être utilisée pour les fixer à nouveau et profiter du jardin en plein air.

## 5.3 Assistance

En cas de besoin, vous pouvez toujours contacter les personnes suivantes par courriel pour obtenir une assistance:

Emna Ben Bouzid: [ebenb005@uottawa.ca](mailto:ebenb005@uottawa.ca)

Hakim El younsi: [helyo030@uottawa.ca](mailto:helyo030@uottawa.ca)

Jeremy Leigh: [jleig063@uottawa.ca](mailto:jleig063@uottawa.ca)

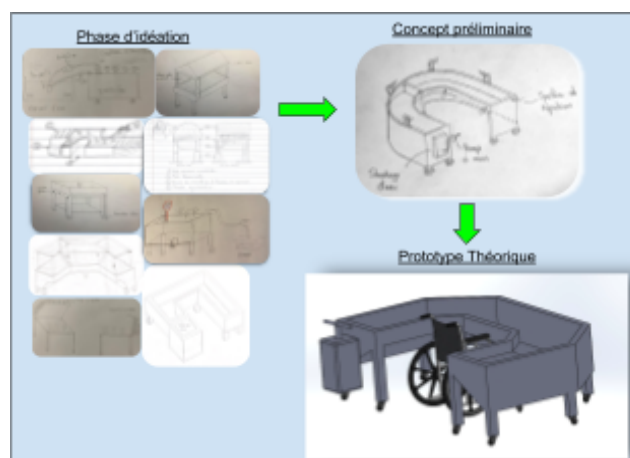
Nathaniel Théorêt: [ntheo069@uottawa.ca](mailto:ntheo069@uottawa.ca)

Sara Guelzim: [sguel093@uottawa.ca](mailto:sguel093@uottawa.ca)

## 6) Documentation du produit

Cette section est dédiée à la description des étapes de construction par lesquelles notre équipe est passée pour aboutir à notre produit final de jardin accessible.

### 6.1 Sous-système 1 du prototype : Bac de jardinage



**Figure 9 : processus de conceptualisation du produit**

Notre premier sous-système représente la structure initiale du jardin. Au cours du processus d'idéation, chacun d'entre nous a présenté un modèle différent en se basant sur les critères de conceptions. La combinaison de nos idées nous a permis de créer notre produit actuel présenté dans l'image ci-dessous.



**Figure 10 : Forme finale du bac de la jardinière**

### 6.1.1 LDM (Liste des Matériaux)

**Tableau 1 : Liste des matériaux**

Numéro d'item	Composante	Description	Quantité	Coût unitaire	Quantité x coût	Lien
1	Roues	Roues pour mobilité du jardin	8	4,75\$	37,98\$	<a href="#">Arinbow 2"Small Caster Wheels + Screws 440Lbs. Swivel Plate Casters with Brakes. Quite Mute No Noise Castors. Markless Rubber Wheels for Replacement. Dolly Wheels for Furniture Trolley Hardwood Floors. Set of 4 (2 with Brakes &amp; 2 without Brakes) : Amazon.ca: Industrial &amp; Scientific</a>
2	Bois	Pour construire la base du planteur	Voir description plus bas	N/A	332.72\$	Voir note
3	Vis	Pour construire la base du planteur et sécuriser les roues	≈ 200	0.0396\$	7.92\$	<a href="#">Paulin #8 x 2-1/2-inch Flat Head Square Drive Construction Screws in Yellow Zinc - 2500pcs</a>

\*\*Note:

Calculs du prix du bois

10 pattes de 3 pieds → 3 morceaux de 12 pieds

<https://www.homedepot.ca/product/micropro-sienna-4-x-4-x-12-pressure-treated-wood-suitable-for-ground-contact-/1000790394>

Prix: 3 x 26,74\$ = 80,22\$

Aire totale des surfaces = 5.677 m<sup>2</sup> ou 61.1 pieds<sup>2</sup>

Construction emboîtée avec des planches de 1''x6''x6' → aire de 3 pieds<sup>2</sup>

Nombre de planches requises environs 61,1/3 ≈ 21 pieds<sup>2</sup>

Pour prendre en considération les pertes, nous estimons utiliser 25 planches par jardinière

<https://www.rona.ca/en/product/cedar-d4s-1-in-x-6-in-x-6-ft-8552013>

25x 10.10\$ =252.50\$

Coût total du bois = 252.50+80.22 = 332.72\$

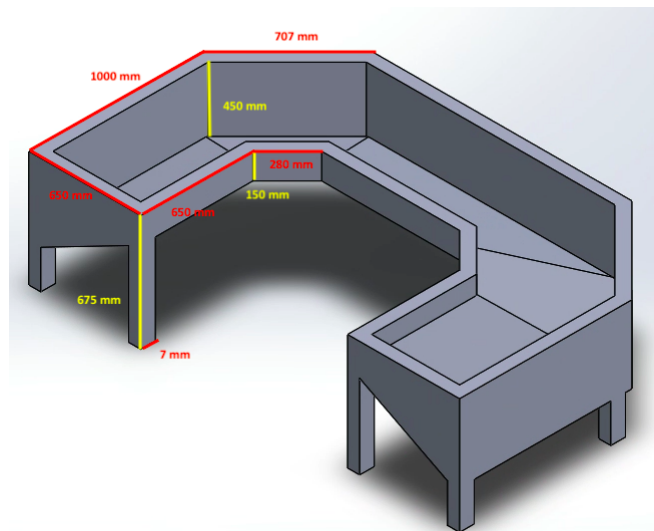
### 6.1.2 Liste d'équipements

La construction du bac de jardinage nécessite l'utilisation des outils suivant:

- Perceuse électrique
- Scie
- Ruban à mesurer
- Crayon

### 6.1.3 Instructions

Les dimensions suivantes devraient être suivies pour la construction du jardin :



**Figure 11 : Dimensions de la jardinière conçu sur Solidworks**

Trois éléments importants doivent être pris en considération lors de la construction. D'abord, chacune des pattes doit dépasser la surface supérieure du jardin de 24 pouces afin d'y fixer le grillage dans un des étapes suivantes. Ensuite, quand nous avons fait la construction de la jardinière, nous avons simplement utilisé des restants de bois. Par contre, comme notre client nous l'avait déjà mentionné lors d'une de nos rencontres, le cèdre et le

séquoia sont d'excellents choix. Leur résistance naturelle à l'humidité, aux insectes et à la moisissure sont de grands avantages pour une jardinière qui doit résister aux intempéries.

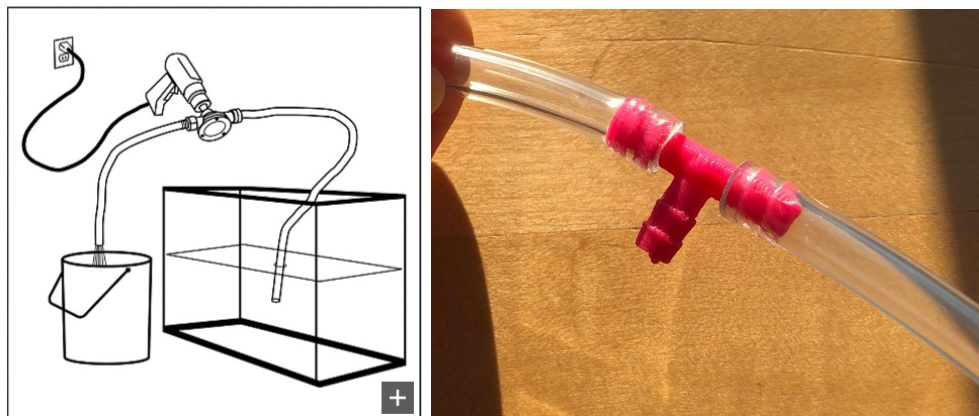
Finalement, vous pouvez remarquer que des panneaux de contreplaqué (presswood) ont été utilisés comme mur de la jardinière. En revanche, le cèdre se vend généralement en planche de 1" par 6". La construction devrait alors se faire différemment. Nous recommandons de placer les planches à l'horizontale pour minimiser les pertes comme dans l'image suivant:



**Figure 12 : Exemple de direction des planches**

Une fois que l'assemblage est complètement terminé, les roues peuvent être visées sous chacune des pattes.

## 6.2 Sous-système 2 du prototype : Système d'arrosage



**Figure 13 : Système d'arrosage**

Notre deuxième sous-système représente le système d'arrosage. Notre équipe a choisi d'inclure une pompe activée à l'aide d'une perceuse électrique au lieu d'utiliser une

pompe manuel. La perceuse mobile fonctionne grâce à des piles, facilitant ainsi son emploi n'importe où se situerait le jardin

## 6.2.1 LDM (Liste de Matériaux)

**Tableau 2 : Liste des matériaux du système d'arrosage**

Numéro d'item	Composante	Description	Quantité	Coût unitaire	Quantité x coût	Lien
1	Tuyau de plastique	La tuyauterie nécessaire au système d'irrigation	1	6.99\$	6.99\$	<a href="https://www.pythonairline.com/products/python-airline-tubing-for-aquarium-25-2-00-x-5-05-x-5-05">Python Airline Tubing for Aquarium, 25', 2.00 x 5.05 x 5.05</a>
2	Pompe	Pour alimenter le système d'irrigation	1	21,29\$	21,29\$	<a href="https://www.ecoflo.com/products/ecoflo-drill-pump-with-kit-36-inch-hose">ECOFLO Drill Pump with Kit (36 Inch Hose)</a>
3	Réservoir d'eau	Où l'eau est stocké pour l'irrigation	1	4.99\$	4.99\$	<a href="https://www.canadian-tire.com/canadian-tire-5-gal-canadian-tire">Seau Canadian Tire de qualité alimentaire, 5 gal Canadian Tire</a>
4	Couvercle au réservoir d'eau	Pour empêcher les débris d'entrer dans le réservoir d'eau	1	2.99\$	2.99\$	<a href="https://www.canadian-tire.ca/fr/pd/p/couvercle-pour-seau-de-5-gal-canadian-tire-0581031p.html?rrec=true#spsc">https://www.canadian-tire.ca/fr/pd/p/couvercle-pour-seau-de-5-gal-canadian-tire-0581031p.html?rrec=true#spsc</a>
5	Tête d'arrosoir	Pour arroser les plantes	≈ 20	0,03\$ Voir note	0.60\$	<a href="https://www.amazon.ca/-/fr/Anyubic-Filament-imprimante-pr%C3%A9cision-dimensionnelle/dp/B07GN6TDXC/ref=pf_rd_w=eVAr&amp;pf_rd_p=290bbede-2610-4048-b146-edc2ccb8f183&amp;pf_rd_r=27ZAG59J3PVH0QZ4857T&amp;pf_rd_r=7552cbb8-54ad-46ac-b43b-37abdf848472&amp;pf_rd_wg=giMEk&amp;pf_rd_i=B07GN6TDXC&amp;th=1">https://www.amazon.ca/-/fr/Anyubic-Filament-imprimante-pr%C3%A9cision-dimensionnelle/dp/B07GN6TDXC/ref=pf_rd_w=eVAr&amp;pf_rd_p=290bbede-2610-4048-b146-edc2ccb8f183&amp;pf_rd_r=27ZAG59J3PVH0QZ4857T&amp;pf_rd_r=7552cbb8-54ad-46ac-b43b-37abdf848472&amp;pf_rd_wg=giMEk&amp;pf_rd_i=B07GN6TDXC&amp;th=1</a>
6	Zip-tie	Pour fixer la pompe	≈ 12	0.0443\$	0.53\$	<a href="https://www.amazon.ca/Attaches-300-attach-es-c%C3%A2ble-nylon/dp/B08LT6JD7M/ref=sr_1_4_sspa?eclid=Cj0KCOiAqbnNBhC2ARIsALDwAsDkVLS-dBaU_08ampDdzfPeZVvFTVNOT_lvvESoamXbzHvK3OXsuOOaAsdsEAL_w_wcB&amp;hvadid=325298688676&amp;hvdev=c&amp;hvlocphy=9000668&amp;hvnetw=e&amp;hvqmt=e&amp;hvrand=2912697040443448179&amp;hvtargid=kwd-310076609892&amp;hvdacler=15318_10313287&amp;keywords=ties+zip&amp;qid=1638927008&amp;sr=8-4-spons&amp;pse=1&amp;spLa=ZW5jenlwdGVkUXVhbGlnaWVpUjFNNiFSWk1LlVktBOUkkmZW5jenlwdGVkSWQ9OTA1ODexNiMzS1VFVIRVQ0k2VEImZW5jenlwdGVkQWRJZD1BMDk0MTeSN0tZUINSRkpeQVdGNyZ3aWRnZXROYW11PjNwX2E0ZiZlY3Rnb249Y2xpY2lSZWRncmVidCZkb05vdExvZ0NsaWNePjRvdWU=">https://www.amazon.ca/Attaches-300-attach-es-c%C3%A2ble-nylon/dp/B08LT6JD7M/ref=sr_1_4_sspa?eclid=Cj0KCOiAqbnNBhC2ARIsALDwAsDkVLS-dBaU_08ampDdzfPeZVvFTVNOT_lvvESoamXbzHvK3OXsuOOaAsdsEAL_w_wcB&amp;hvadid=325298688676&amp;hvdev=c&amp;hvlocphy=9000668&amp;hvnetw=e&amp;hvqmt=e&amp;hvrand=2912697040443448179&amp;hvtargid=kwd-310076609892&amp;hvdacler=15318_10313287&amp;keywords=ties+zip&amp;qid=1638927008&amp;sr=8-4-spons&amp;pse=1&amp;spLa=ZW5jenlwdGVkUXVhbGlnaWVpUjFNNiFSWk1LlVktBOUkkmZW5jenlwdGVkSWQ9OTA1ODexNiMzS1VFVIRVQ0k2VEImZW5jenlwdGVkQWRJZD1BMDk0MTeSN0tZUINSRkpeQVdGNyZ3aWRnZXROYW11PjNwX2E0ZiZlY3Rnb249Y2xpY2lSZWRncmVidCZkb05vdExvZ0NsaWNePjRvdWU=</a>

\*\*Note:

Calculs de prix des têtes d'arrosage

Matériel calculé par Ultimaker Cura:

- Masse 1.1g
- Longueur 0.14 m

Prix calculé à partir d'un calculateur en ligne

(<https://www.omnicalculator.com/other/3d-printing>)

## 6.2.2 Liste d'équipements

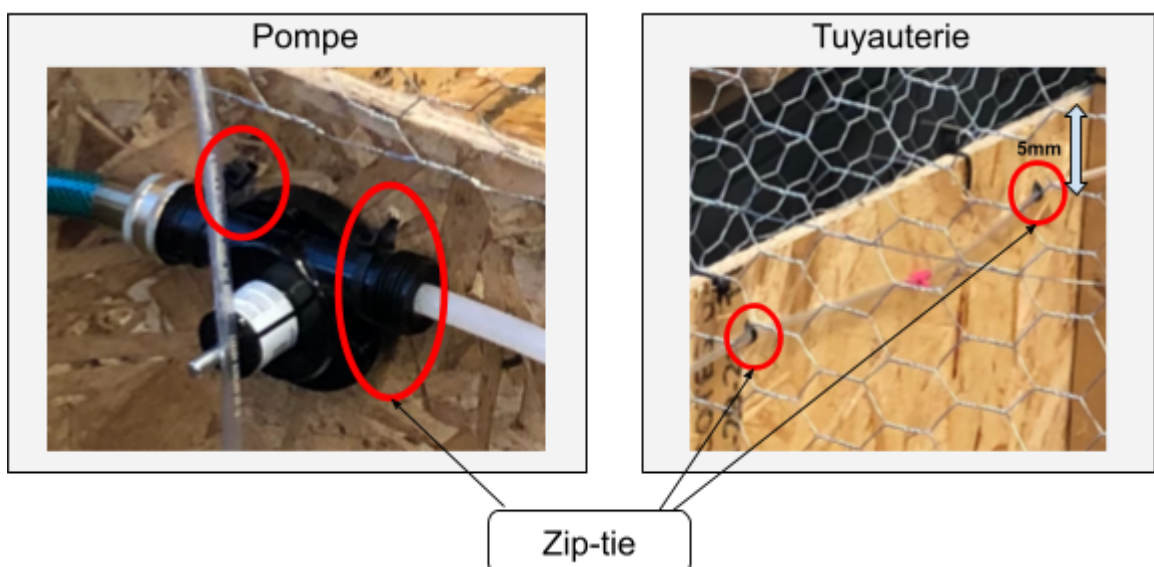
La construction du système d'arrosage nécessite l'utilisation des outils suivant:

- Imprimante 3D
- Perceuse
- Ciseau
- Forêt

## 6.2.3 Instructions

Suivez ces étapes pour installer le système d'irrigation:

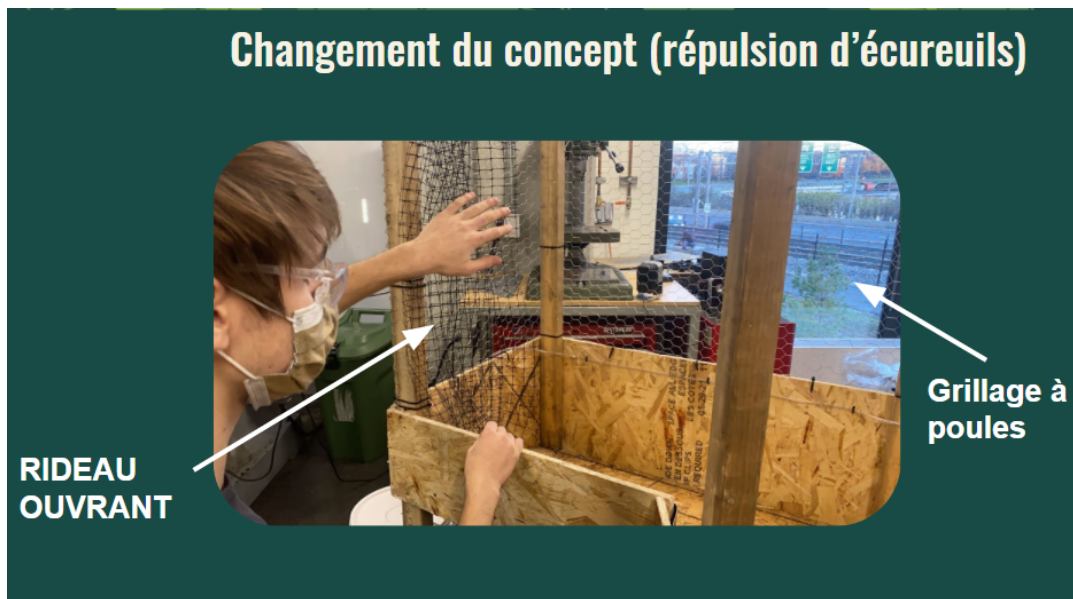
1. Imprimer les connexions en 3D à l'aide des fichiers dans l'appendice 1
2. Couper le tube à la longueur nécessaire pour qu'il fasse le tour du périmètre de la jardinière, couper le tube à des intervalles réguliers et placez les connexions comme dans la figure 12.
3. Percer deux trous à tous les endroit où vous voulez fixer le tube à la jardinière (à environ 5 cm de l'extrémité supérieur) et attachez les avec des zip-tie (voir image ci-dessous)
4. Percer 4 trous pour fixer la pompe et l'attacher avec des zip-tie (voir image ci-dessous)
5. Percer le couvercle du réservoir et passer le tuyau d'entrée d'eau par le trou.



**Figure 14: Fixation de la pompe et du tuyau d'arrosage à l'aide de zip-ties.**



### 6.3 Sous-système 3 du prototype : Protection contre les écureuils



**Figure 15 : Protection contre les écureuils avec un grillage à poules et un rideau ouvrant**

Notre troisième sous-système est celui de la protection contre les écureuils. Nous avons décidé d'utiliser des grillages à poule recommandé par notre client après l'échec des méthodes de répulsion d'écureuils (Vinaigre de cidre et l'émetteur d'ultrason), une méthode traditionnelle mais efficace. Il y aura deux types de grilles: un grillage à poule qui entoure la jardinière et un autre rideau ouvrant. L'utilisateur peut maintenir en place le rideau à l'aide des deux cordes à côté et profiter de l'accès qu'il accorde au jardin.

#### 6.3.1 LDM (Liste des Matériaux)

**Tableau 3 : Liste des matériaux du système de protection contre les écureuils**

Numéro d'item	Composante	Description	Quantité	Coût unitaire	Quantité x coût	Lien
1	Câble et attache	Câble sur lequel le grillage glisse	1	19.81\$	19.81\$	<a href="https://www.homedepot.ca/product/everbilt-3-32-inch-x-50-ft-7-x-7-galvanized-aircraft-cable-with-4-wire-rope-clips-and-2-thimbles-packaged/1001028053?rec=true">https://www.homedepot.ca/product/everbilt-3-32-inch-x-50-ft-7-x-7-galvanized-aircraft-cable-with-4-wire-rope-clips-and-2-thimbles-packaged/1001028053?rec=true</a>
2	Grillage extérieur	Grillage sur le périmètre extérieur fixe	10'	0.7192\$ par pieds	7.19\$	<a href="https://www.homedepot.ca/product/everbilt-25-ft-l-x-24-inch-h-21-gauge-hexagonal-poultry-netting-in-galvanized-steel-1-inch-x-1-inch-mesh-size-/1000106402">https://www.homedepot.ca/product/everbilt-25-ft-l-x-24-inch-h-21-gauge-hexagonal-poultry-netting-in-galvanized-steel-1-inch-x-1-inch-mesh-size-/1000106402</a>
3	Grillage intérieur "rideau"	Grillage sur le périmètre intérieur flexible	6'	0.7192\$ par pieds	4.32\$	<a href="https://www.homedepot.ca/product/everbilt-25-ft-l-x-36-inch-h-plastic-fencing-in-black-1-16-inch-x-1-516-inch-mesh-size/1000420462?eid=PS_GOOGLE_D21%20-%20E-Comm_GGL_Shopping_PLA_EN_Deck_and_Fence_D%26F_PLA_EN_PRODUCT_GROUP_aud-1397313864180;pla-365772035514&amp;gclid=CiwKCAiwz5iMBhAEiAwAMEAwGD2eDFxpvBzceJertAdG4bNaDe17iDEeF8GvBUj-Ch">https://www.homedepot.ca/product/everbilt-25-ft-l-x-36-inch-h-plastic-fencing-in-black-1-16-inch-x-1-516-inch-mesh-size/1000420462?eid=PS_GOOGLE_D21%20-%20E-Comm_GGL_Shopping_PLA_EN_Deck_and_Fence_D%26F_PLA_EN_PRODUCT_GROUP_aud-1397313864180;pla-365772035514&amp;gclid=CiwKCAiwz5iMBhAEiAwAMEAwGD2eDFxpvBzceJertAdG4bNaDe17iDEeF8GvBUj-Ch</a>

						<a href="https://www.homedepot.ca/product/verbilt-1-5-8-inch-zinc-large-screw-eye-8-pack-/1000773829">8ETdQSVxFGhoCjsIOAvD_BwE&amp;gclid=aw.ds</a>
4	Anneaux	Anneaux pour fixer le câble	4	0.44125\$	1.77\$	<a href="https://www.amazon.ca/Attaches-300-attache-c-c3%a2ble-nylon/dp/B081T6ID7M/ref=sr_1_4_sspa?gclid=Cj0KCQIAobYNBhC2ARIsALDwAsDkVLS-dBaU_08ennDdZiPeZYvFTVNOT_IvvESoamXbzHvK3QXsuQQAAsdsEALw_wcB&amp;hvadid=325298688676&amp;hvdev=c&amp;hvlocphy=9000668&amp;hvnetw-g&amp;hvqmt=e&amp;hvrnd=2912697040443448179&amp;hvtargetid=kwd-310076609892&amp;hvdader=15318_10313287&amp;keywords=ties+zip&amp;qid=1638927008&amp;sr=8-4-spons&amp;psc=1&amp;spLs=ZW5jenlwdGVkUXVhbGlmaWVwPUFNNiFSWk1LVktBOUkmZW5jenlwdGVkSWO9QTA1ODgxNmZsVjEVRVQ0k2VEImZW5jenlwdGVkOVRJZD1BMdK0MTg5N0tZUINSRkpEOVdGNvZ3aWRnZXROyW1IPXNwX2F0ZihY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpemVjZCZkb05vdExvZ0NsaWVrPXRyYWU=">https://www.amazon.ca/Attaches-300-attache-c-c3%a2ble-nylon/dp/B081T6ID7M/ref=sr_1_4_sspa?gclid=Cj0KCQIAobYNBhC2ARIsALDwAsDkVLS-dBaU_08ennDdZiPeZYvFTVNOT_IvvESoamXbzHvK3QXsuQQAAsdsEALw_wcB&amp;hvadid=325298688676&amp;hvdev=c&amp;hvlocphy=9000668&amp;hvnetw-g&amp;hvqmt=e&amp;hvrnd=2912697040443448179&amp;hvtargetid=kwd-310076609892&amp;hvdader=15318_10313287&amp;keywords=ties+zip&amp;qid=1638927008&amp;sr=8-4-spons&amp;psc=1&amp;spLs=ZW5jenlwdGVkUXVhbGlmaWVwPUFNNiFSWk1LVktBOUkmZW5jenlwdGVkSWO9QTA1ODgxNmZsVjEVRVQ0k2VEImZW5jenlwdGVkOVRJZD1BMdK0MTg5N0tZUINSRkpEOVdGNvZ3aWRnZXROyW1IPXNwX2F0ZihY3Rpb249Y2xpY2tSZWRpemVjZCZkb05vdExvZ0NsaWVrPXRyYWU=</a>
5	Zip-Tie	Pour fixer la pompe	≈ 30	0.0443\$	1.33\$	
6	Clous	Pour fermer le grillage intérieur	2	0,023\$	0,046\$	<a href="https://www.amazon.ca/-/fr/Mc-Pen-Assortim-ent-accrocher-suspendre/dp/B08B1C6MJC/ref=sr_1_1?mk_fi_CA=%4C3%85M%4C3%85%4BD%4C3%95%4C3%91&amp;crd=3Q4FGEBE78OZ&amp;keywords=mail+wall&amp;qid=1638949127&amp;srprefix=clou+%2Caps%2C197&amp;sr=8-1">https://www.amazon.ca/-/fr/Mc-Pen-Assortim-ent-accrocher-suspendre/dp/B08B1C6MJC/ref=sr_1_1?mk_fi_CA=%4C3%85M%4C3%85%4BD%4C3%95%4C3%91&amp;crd=3Q4FGEBE78OZ&amp;keywords=mail+wall&amp;qid=1638949127&amp;srprefix=clou+%2Caps%2C197&amp;sr=8-1</a>
7	Mince plaque de tôle	Permet au grillage de glisser facilement	30,48 x 15,24 x 0,08 cm	13.59\$	13.59\$	<a href="https://www.amazon.ca/K-S-ENGINEERIN-G-7183-Sheet/dp/B000H5W3PI/ref=asc_df_B000H5W3PI/?tag=googleshop0c-20&amp;linkCode=df0&amp;hvadid=459299286865&amp;hvpos=&amp;hvnetw-g&amp;hvrnd=7861807705865168919&amp;hvpone=&amp;hvtwo=&amp;hvqmt=&amp;hvdev=c&amp;hvdvcmid=&amp;hvlocint=&amp;hvlocphy=9000668&amp;hvtargetid=pla-315280721993&amp;psc=1">https://www.amazon.ca/K-S-ENGINEERIN-G-7183-Sheet/dp/B000H5W3PI/ref=asc_df_B000H5W3PI/?tag=googleshop0c-20&amp;linkCode=df0&amp;hvadid=459299286865&amp;hvpos=&amp;hvnetw-g&amp;hvrnd=7861807705865168919&amp;hvpone=&amp;hvtwo=&amp;hvqmt=&amp;hvdev=c&amp;hvdvcmid=&amp;hvlocint=&amp;hvlocphy=9000668&amp;hvtargetid=pla-315280721993&amp;psc=1</a>
8	Vis	Attacher la tôle	4	0.274\$	1.10\$	<a href="https://www.rona.ca/en/product/reliable-fasteners-flat-head-stainless-steel-square-screw-6-x-1-2-in-self-tapping-type-a-12-per-pack-fka-s612mr-1399745?viewStore=55070&amp;cc_sre=google_ads&amp;cc_cmp=9897044398&amp;cc_con=101247314340&amp;cc_term=&amp;cc_med=&amp;cc_pla=&amp;cc_net=u&amp;cc_pos=&amp;cc_plt=gp&amp;cm_mmc=paid_search_-google_-aw_smart_shopping_generic_allproducts_-71700000066353040&amp;gclid=CjwKCAiA78aNBhAIeiwA7B76pybFMdnQYy6ybchqAVnGs59OUAoLef4qhpWDLX74tK7jVPd3VejRoCm4UQA_vD_BwE&amp;gclid=aw.ds">https://www.rona.ca/en/product/reliable-fasteners-flat-head-stainless-steel-square-screw-6-x-1-2-in-self-tapping-type-a-12-per-pack-fka-s612mr-1399745?viewStore=55070&amp;cc_sre=google_ads&amp;cc_cmp=9897044398&amp;cc_con=101247314340&amp;cc_term=&amp;cc_med=&amp;cc_pla=&amp;cc_net=u&amp;cc_pos=&amp;cc_plt=gp&amp;cm_mmc=paid_search_-google_-aw_smart_shopping_generic_allproducts_-71700000066353040&amp;gclid=CjwKCAiA78aNBhAIeiwA7B76pybFMdnQYy6ybchqAVnGs59OUAoLef4qhpWDLX74tK7jVPd3VejRoCm4UQA_vD_BwE&amp;gclid=aw.ds</a>

### 6.3.2 Liste d'équipement

L'installation de la protection contre les écureuils nécessite l'utilisation des outils suivant:

- Cisaille à tôle
- Perceuse
- Ensemble de douilles
- Pince

### 6.3.3 Instructions

1. Découper le grillage à poule à une longueur qui lui permet de couvrir le périmètre extérieur du jardin.
2. Fixer le grillage à l'aide de Zip-Ties aux poutres en bois hissées au-dessus du plan de jardinage et ayant une hauteur de 24 pouces.
3. Découper le rideau en plastique pour couvrir le périmètre intérieur du jardin.
4. Percer un trou aux extrémités hautes et basses des poutres et y insérer les anneaux.



**Figure 16 : Installation des anneaux**

5. Attachez le câble à un des extrémités avec les attaches qui peuvent être serrées avec l'ensemble de douille.



**Figure 17 : Attache des câbles**

6. Faire passer le câble du rideau de par et d'autre des mailles du grillage flexible afin de rendre possible le glissement de celui-ci.
7. Répéter cette étape en bas des poutres et ajouter une feuille de tôle mince afin de faciliter le glissement du filet.



**Figure 18 : Installation du câble inférieur et installation de feuille de tôle**

- Fixer 2 clous sur la poutre en bois par laquelle va débiter l'ouverture du rideau et où il sera accroché pour être fermé.



**Figure 19 : Clous pour rétention du filet**

- Nouer le câble d'attaches autour de la poutre inverse.

## 6.2 Essais & validation



**Figure 20 : Test de régulation du flux d'eau avec des embouts**



**Figure 21 : Test de régulation du flux d'eau avec un trou**

À la figure 20, nous avons utilisé deux embouts imprimés grâce à une imprimante 3D, puis nous les avons raccordés au tuyau de ¼" de diamètre dans lequel nous avons appliqué un débit d'eau pour voir si le débit de sortie par les embouts était correct. Nous avons essayé une autre méthode, comme démontré dans la figure 21, qui consiste à faire un trou directement sur le tuyau. En comparant les deux méthodes, il est très clair que le débit de sortie d'eau est très bas pour la 2eme , c'est à dire qu'il nous faudrait un très grand débit d'entrée afin d'assouvir la demande en eau des plantes, contrairement au premier, qui fait couler l'eau même si le débit d'entrée est très faible.



**Figure 22 : Partie gauche du lit du jardin**



**Figure 23 : Jardinière en 3D**

À la figure 22, nous avons une image de la partie gauche du lit de jardin, on remarque qu'il est très facile d'accéder à toute la surface présente en étendant les bras même en étant assis. Au niveau des genoux on remarque aussi que la forme inclinée du jardin est très ergonomique pour les personnes en fauteuil roulant .

Quant à la figure 23, elle représente un modèle miniature de toute la jardinière imprimée à l'aide d'une imprimante 3D à 1/12 fois la taille réelle. Ce modèle est utilisé comme un visuel de la jardinière dans son ensemble.

## 7) Conclusions et recommandations pour les travaux futurs

Au cours de notre projet, plusieurs leçons ont été apprises. Des compétences ont été acquises grâce au travail de groupe, à la gestion de projet et à l'organisation pour notre présentation finale.

Dans la mesure où les livrables étaient dus généralement chaque fin de semaine, la gestion du temps est une compétence qui s'est consolidée dans le cadre du projet.

La répartition des tâches a été réalisée selon nos compétences et nos disponibilités, afin qu'on puisse offrir un travail de meilleure qualité possible. À vrai dire, il n'y a pas eu de conflits conséquents dans la mesure où chacun de nous a respecté les horaires des réunions et a fait sa part de travail.

Au cours de ce projet, nous avons eu l'occasion d'approfondir nos recherches afin de sélectionner la meilleure option à choisir. En effet, nous avons rencontré des imprévues mais heureusement, on a pu résoudre tous les problèmes en équipe.

Si des étudiants utilisaient le travail que nous avons commencé pour compléter notre produit nos recommandations seraient les suivantes. D'abord, notre produit n'est qu'un prototype alors nous prendrons le temps d'améliorer l'esthétique du jardin. Ensuite, rendre la jardinière transportable en ajoutant des roues est un ajout facile et critique. Finalement notre système d'irrigation n'est pas tout à fait complet. La pression diminue drastiquement plus on s'éloigne de la pompe. Notre suggestion est d'expérimenter avec différentes tailles d'embout pour réguler le débit. En apportant ces modifications, nous estimons que notre produit serait prêt à être utilisé.

## 8 ) Bibliographie

[1] “Wicking bed construction, how to build a self-watering wicking bed,” *Deep Green Permaculture*, 17-May-2021. [Online]. Available: <https://deepgreenpermaculture.com/diy-instructions/wicking-bed-construction/>. [Accessed: 09-Dec-2021].

[2] Sherwood, C. (2021). *The Best and Worst Materials for Building Raised Garden Beds*. Dengarden.  
<https://dengarden.com/gardening/The-Best-and-Worst-Materials-For-Building-Your-Raised-Up-Garden-Beds>

## 9) APPENDICE I : Fichiers de conception

**Tableau 4 : Documents référencés**

<b>Nom du document</b>	<b>Emplacement du document et/ou URL</b>	<b>Date d'émission</b>
raccord 13-6mm--2.STL	<a href="https://makerepo.com/JeremyLeigh/939.green-beans-fal">https://makerepo.com/JeremyLeigh/939.green-beans-fal</a>	30 novembre 2021