

# Livrables de projet F: Prototype 2

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

Dans le cadre du cours GNG 2501

Par l'équipe FA1:  
**Emna Ben Bouzid**  
**Hakim Elyounsi**  
**Sara Guelzim**  
**Jeremy Leigh**  
**Nathaniel Théorêt**

Université d'Ottawa  
4 novembre 2021

## **Tables des matières**

<b>Liste des figures</b>	<b>3</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>3</b>
<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>Rétroaction du client</b>	<b>4</b>
<b>Prototypes 2</b>	<b>5</b>
Objectifs du prototype:	7
<b>Essai</b>	<b>7</b>
<b>Analyse des résultats et plans futurs</b>	<b>11</b>
<b>Conclusion</b>	<b>11</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>11</b>
<b>Annexe</b>	<b>12</b>

## Liste des figures

Figure 1 : Réservoir d'eau

Figure 2 : têtes d'arrosage imprimés en 3D

Figure 3 : test d'assemblage du tuyau avec les têtes d'arrosage

Figure 4 : côté gauche de la jardinière en taille réel

Figure 5 : Test de l'accessibilité de la jardinière

Figure 6 : Émetteurs d'ultrasons

Figure 7 : test 1 de régulation du flux d'eau avec des embouts

Figure 8 : Test 1 de régulation du flux d'eau avec trou

Figure 9 : Test 2

Figure 10 : Jardinière en 3D

Figure 11 - Dimensions réelles de la jardinière

## Liste des tableaux

Table 1 : Plan de test des prototypes

# Introduction

Dans le livrable précédent, nous avons commencé à construire les bases. Petit à petit, nous avons fait des recherches pour aider à construire un premier prototype de chaque sous-système. L'objectif de ce livrable est d'améliorer notre premier prototype en travaillant sur chaque sous-système, en s'assurant qu'ils répondent tous aux besoins du client. Nous effectuerons des recherches sur la façon de résoudre un grand nombre de nos problèmes. La troisième rencontre avec le client avait plutôt un feedback positif. Nous nous sommes bien organisés et avons bien préparé le plan de notre réunion pour que tout se déroule d'une manière à satisfaire notre client. Nous commenterons dans ce qui suit la rétroaction que l'on a reçue de la part de ce dernier et dévoilerons les solutions que l'on trouve adéquates pour améliorer les points négatifs relevés. Ce livrable présentera aussi les tests que nous avons effectués afin de s'assurer que les nouveaux concepts que nous construisons respectent toujours les contraintes définies au début du projet.

## Rétroaction du client

Lors de notre troisième rencontre avec notre client, nous avons eu la chance de lui présenter les progrès que nous avons fait lors de la création de notre premier prototype. D'abord, nous lui avons expliqué la forme révisée de notre planteur qui éliminait les courbes. Cette modification répondait parfaitement aux rétroactions qu'il nous avait faites précédemment. Ensuite nous avons passé en revue notre système de répulsion des écureuils. Pour notre prototype 1, on a essayé un système de répulsion en utilisant le vinaigre de cidre, d'après nos essais, on a constaté que les écureuils sont juste repoussés pendant une période de trois heures mais après cela le vinaigre de cidre devenait plus efficace. En tant que groupe, on s'est mis d'accord sur un système de répulsion sonore, le client a bien aimé l'idée et nous a avisé de prendre en considération que ces bips sonores ne soient pas dérangement pour les jardineurs et qu'en même temps ne repousse pas les insectes bénéfiques pour les plantes, tels que les abeilles domestiques, les papillons etc.. Notre client a exprimé une déception aussi grande que la nôtre en apprenant que le vinaigre de cidre n'était pas un système adéquat. En revanche, il était ravi d'apprendre que nous essayons toujours d'éloigner ces bestioles avec un émetteur d'ultrasons plutôt que d'utiliser un grillage. Notre client a aussi mentionné un détail important par rapport à la superficie de l'espace de la jardinière et qu'il faut que les personnes à mobilité réduite puissent accéder à tous les côtés à partir de l'intérieur de la jardinière. Ce détail a été déjà pris en compte, en effet d'après nos calculs et nos essais lors de notre prototype 1, les personnes à chaise roulante peuvent se déplacer facilement et peuvent aussi accéder toute la jardinière. En général, le client était satisfait et a apprécié les évolutions que nous avons apportées sur l'apparence générale. Finalement, notre client était impressionné de voir l'attention que nous avons mis à s'assurer que la pompe que nous allons utiliser allait être fonctionnelle et accessible. Il nous a encore une fois rappelé que cet ajout serait pratique, mais pas obligatoire.

## Prototypes 2

Ce second prototype sera encore une fois présenté sous plus d'une forme. D'abord, plusieurs prototypes ciblés ont servi à tester des composantes clés de notre système et un prototype compréhensif à été débuté.

Premièrement, nous avons beaucoup progressé au niveau du système d'irrigation. Nous avons en premier lieu fait l'acquisition d'un réservoir pour stocker l'eau. Nous avons opté pour un réservoir de cinq gallon afin de s'assurer que celui-ci ne requiert pas de remplissage trop fréquent. Nous nous sommes aussi procuré un tube qui servira à la distribution du flux d'eau. Ce tube nous a été utile lors des tests que nous vous présenterons dans la prochaine section. Nous avons exploré soit la possibilité de percer ce tube afin d'évacuer l'eau par gouttelette ou par l'entremise de tête d'arrosoir imprimées en 3D comme dans la figure 2.



Figure 1 : Réservoir d'eau



Figure 2 : têtes d'arrosage imprimés en 3D



Figure 3 : test d'assemblage du tuyau avec les têtes d'arrosage

Deuxièmement, en utilisant le bois fourni par Nathaniel, nous avons bâti un côté de la base de la jardinière. Nous avons opté de construire seulement la branche gauche, car elle inclut aussi le réservoir d'eau et la pompe. Par contre, ces composantes ne font pas encore partie du prototype compréhensif vu qu'elles ne sont pas tout à fait prêtes à être installées. Les dimensions que nous avons déterminées lors du dernier livrable ont été respectées lors de la construction (Voir Annexe pour les dimensions). Les matériaux utilisés ne seront définitivement pas les mêmes que nous allons recommander à notre client. Ce prototype a pour but de nous donner une idée avec un haut niveau de fidélité de l'accessibilité de notre jardinière, mais n'a pas été construit pour réellement supporter le poids des plantes et de la terre. Nous pouvons aussi observer que nous sommes parvenus à intégrer la découpe au genoux pour faciliter l'accès au personne en fauteuil roulant.



Figure 4 : côté gauche de la jardinière en taille réel



Figure 5 : Test de l'accessibilité de la jardinière

Finalement, en ce qui à trait au système de répulsion, nous avons déjà exploré le vinaigre de cidre. Les résultats ont été concluants, ce n'est pas effectif. Maintenant, l'émetteur d'ultrasons nous cause des problèmes. Après avoir placé la commande, un message nous à été envoyé expliquant que la compagnie offrant ce service n'était actuellement pas en mesure de nous acheminer le produit en raison de la pandémie. Nous allons continuer notre recherche pour trouver une alternative à un prix similaire. Nous savons par contre qu'un grillage à poule est toujours une option valable.



Figure 6 : Émetteurs d'ultrasons

## Objectifs du prototype:

- Représentation visuelle
- Confirmation du design
- Comparaison de concepts
- Commencer construction du prototype compréhensif

## Essai

Table 1 : Plan de test des prototypes

N° essai	Objectif	Type	Niveau de fidélité	Comment prototyper
1	Essai du système de régulation du flux d'eau (embout ou trou)	Ciblé-physique	moyen	En utilisant le tube que nous nous sommes procuré, nous pouvons créer deux concepts possibles pour arroser le jardin. D'abord nous avons percé le tube à l'aide d'une aiguille pour évacuer l'eau. Ensuite nous avons imprimé en 3D des embouts qui servent de tête d'arrosoir.
2	Essai de la pression du flux d'eau	Ciblé-physique	faible	Afin de déterminer approximativement la position ainsi que la pression de la pompe, nous avons simplement utilisé notre tube et notre souffle pour simuler la pression d'une pompe.
3	Essai de la mobilité et accessibilité de la jardinière	Ciblé-physique	moyen	Nous avons bâti, en respectant les tailles réelles, un seul côté de notre jardinière. Nous avons utilisé des morceaux de bois disparates pour le modèle. Notre produit final n'utiliserait pas les mêmes matériaux.
4	Essai de l'émetteur d'ultrasons	Ciblé-physique	grand	<b>**Ce test n'a pas été complété**</b> Pour ce test, nous n'avons qu'à utiliser l'émetteur d'ultrason que nous avons commandé. Aucune modification supplémentaire était nécessaire
5	S'informer du matériel pour la jardinière	Ciblé analytique	moyen	Des recherches internet ont été effectuées pour s'informer des expériences d'autres personnes qui ont déjà construit des jardinières extérieures.

N° essai	Quand prototype et tester	Comment tester	Résultat	Critère de conception
1	Date : Du 26	À l'aide d'une source d'eau à débit raisonnable (telle un	Nous avons choisi d'utiliser les embouts. Le débit d'eau	Irrigation des plantes

	<p>octobre 2021 Au 31 octobre 2021</p> <p>Durée: 6J</p>	<p>robinet), le tube est rempli et nous observons le débit sortant des deux types d'orifices. En considérant que nous ne souhaitons pas noyer les plantes nous choisissons quel concept est le plus approprié</p>	<p>était beaucoup plus puissant et répondait mieux à nos besoins.</p>	
2	<p>Date : 20 octobre 2021</p> <p>Durée: 20 min</p>	<p>À l'aide d'une succion créée par notre souffle nous avons rempli le tube d'eau. Nous avons ensuite tenté de l'évacuer en soufflant dans l'une des extrémités dans différentes positions. Par exemple, à la verticale, à plat ou avec une courbe prononcée.</p>	<p>Nous nous sommes rendu compte qu'en gardant le niveau de l'eau approximativement le même tout au long du tube il était plus facile de souffler l'eau en dehors du tube. Ceci nous indique que si nous avons de la difficulté à obtenir une pression puissante avec notre pompe, nous n'avons qu'à soulever le réservoir et la pompe à la même hauteur que les têtes d'arrosoirs pour avoir de meilleurs résultats.</p>	Irrigation des plantes
3	<p>Date : 30 octobre 2021</p> <p>Durée: 5 heures</p>	<p>À l'aide du prototype monté avec les outils disponibles au MTC, nous avons confirmé les dimensions que nous avions prédéterminées grâce au modèle produit sur solidworks. Ceci à été fait en s'asseyant dans une chaise à hauteur ajustable pour répliquer avec le plus de précision une chaise roulante. Ensuite en étendant les bras nous nous sommes assurés que tout secteur du jardin était accessible.</p>	<p>En ayant juste le côté gauche de notre planteur, il était difficile de déterminer si toutes les dimensions étaient adéquates, mais la partie que nous avons pu essayer fonctionnait à merveille.</p>	Mobilité et accessibilité



4	<p>Date : N/A</p> <p>Durée: 1J</p>	<p>Ce test serait semblable à celui du vinaigre de cidre. L'émetteur d'ultrasons allait être placé près d'un peu de nourriture pour attirer les écureuils. À un intervalle de trois heures, nous irions vérifier si l'émetteur était parvenu à repousser les rongeurs.</p>	<p>Ce test n'a malheureusement pas pu être effectué car le produit n'a jamais été envoyé. Suite à notre commande nous avons reçu un message nous indiquant que ce service n'était actuellement pas disponible en raison de la pandémie</p>	<p>Protection contre les écureuils</p>
5	<p>Date : 3 novembre 2021</p> <p>Durée: 3 h</p>	<p>Cet essai n'a pas physiquement été testé en raison du manque de ressources pour s'approprier les matériaux qui pourraient potentiellement être utilisés pour la jardinière. De plus, les quelques semaines qui restent au semestre ne sont pas suffisantes pour tester la détérioration de ces matériaux dans des conditions extérieures.</p>	<p>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.</p>	<p>Durabilité</p>



Figure 7 : test 1 de régulation du flux d'eau avec des embouts



Figure 8 : Test 1 de régulation du flux d'eau avec trou

À la figure 7, nous avons utilisé deux embouts imprimés grâce à une imprimante 3D, puis nous les avons raccordés au tuyau de  $\frac{1}{4}$ " 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 8, 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 2ème, 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.

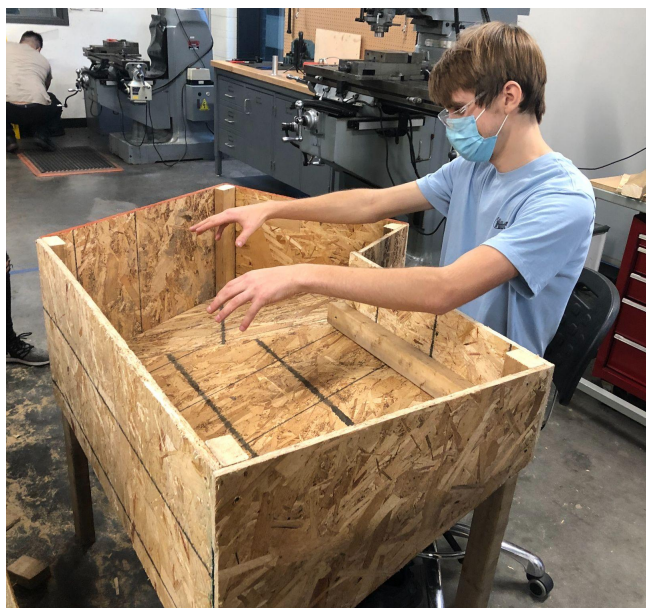


Figure 9 : Test 3



Figure 10 : Jardinière en 3D

À la figure 9, 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 (voir figure 5).

Quant à la figure 10, 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.

## Analyse des résultats et plans futurs

Suite aux essais que nous avons mené pour compléter ce second livrable, nous sommes en mesure d'en tirer certains apprentissages pour la continuité de notre projet. D'abord nous sommes maintenant près à commander une pompe et commencer à assembler le système d'irrigation. Il nous reste toujours à concevoir une façon de fixer le réservoir d'eau et la pompe. Nous allons considérer les résultats du test 2 lors de la création de cette composante. Nous n'avons aucune modification à apporter à la base de la jardinière. Les dimensions permettent facilement d'accéder à toutes les plantes. Finalement, en ce qui concerne la répulsion des écureuils, nous sommes extrêmement déçus de n'avoir pu commander l'émetteur d'ultrason. Notre équipe continuera sa recherche pour trouver un autre produit à un prix semblable. Un grillage à poule est une option que nous savons fonctionner, mais qui demeure encombrante et difficile d'accès pour quelqu'un en fauteuil roulant.

## Conclusion

Pour terminer, ce second prototype est une grande progression vers notre produit final. Les prototypes montés et les tests effectués nous ont beaucoup appris au sujet de notre projet. Nous pouvons finalement voir les différentes composantes fonctionner en conjonction. Nous suivons encore les échéances et sommes sur la bonne voie pour remettre notre projet à temps. Nos objectifs et ambitions futurs sont clairs et tous les membres de notre équipe savent ce qu'ils ont comme tâches dans les prochaines semaines. Notre excellente communication nous permet de continuer un travail efficace. Nous attendons maintenant avec impatience de présenter notre projet complété à notre client.

## Bibliographie

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>

## Annexe

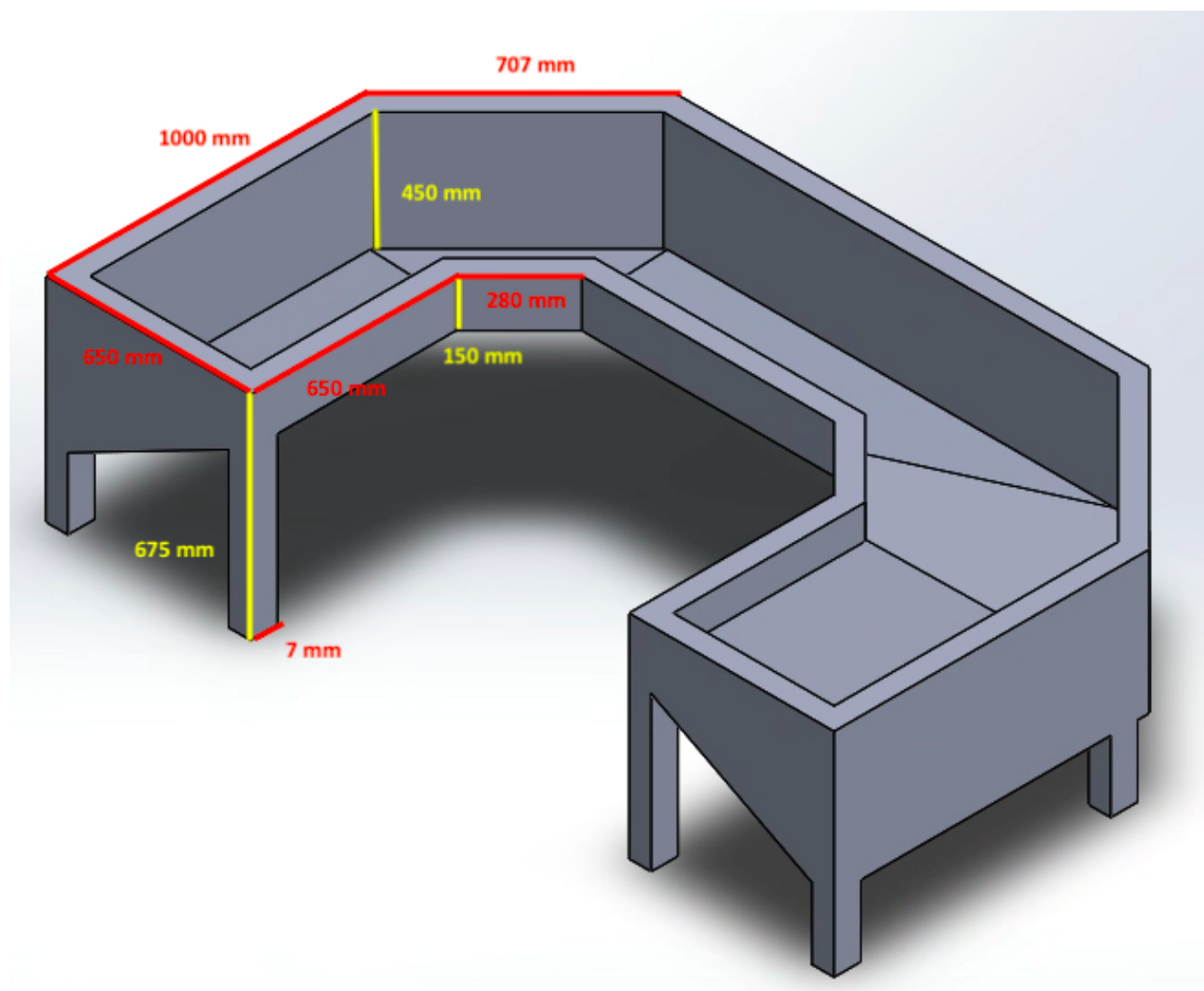


Figure 11 - Dimensions réelles de la jardinière