

GNG 1503: Génie de la conception  
Livrable F: Prototype 1 et rétroaction



Professeur  
Emmanuel Bouendeu

**Groupe A01**

**Étudiant 1:** Ian Campos Gomez - 300158819

**Étudiant 2:** Gradie Kinda Bukongo - 300144324

**Étudiant 3:** Kyle Champagne - 300119016

**Étudiant 4:** Oumahane Koné - 300092067

**Étudiant 5:** Tara Noorishad - 300102226

**Date de soumission: 5 novembre 2020**

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>Énoncé du problème</b>	<b>1</b>
<b>Prototype I</b>	<b>1</b>
Description	1
Liste des matériaux	2
Étape de construction du prototype	2
Images du Prototype I	4
<b>Planification de l'essai</b>	<b>7</b>
<b>Résultats de l'essai</b>	<b>8</b>
<b>Analyse des données</b>	<b>10</b>
<b>Conclusion</b>	<b>11</b>
<b>Diagramme de Gantt</b>	<b>12</b>
<b>Bibliographies</b>	<b>14</b>

## Liste des figures

Figure 1: Pot en verre.....	2
Figure 2: Roches dans le pot.....	2
Figure 3: Couche de rondelles de coton.....	2
Figure 4: Ajout du filet.....	3
Figure 5: Système d'aération.....	3
Figure 6: Vue de devant.....	4
Figure 7: Vue d'arrière.....	4
Figure 8: Vue de côté.....	5
Figure 9: Vue de haut.....	5
Figure 10: Prototype sans rondelle de coton.....	8
Figure 11: Prototype sans rondelle de coton après 10 heures.....	8

## Liste des tableaux

Tableau I: Les métriques du prototype 1.....	6
Tableau II: Essai pour le système d'arrosage autonome.....	7
Tableau III: Données de l'essai du prototype I.....	9

# Introduction

Suite à l'achèvement des étapes d'empathie, de définition du problème et d'idéation, il faut maintenant poursuivre à l'étape de prototypage de la pensée conceptuelle. Ainsi, l'équipe A01 créera un premier prototype en se basant sur le concept final élaboré dans le livrable D. D'ailleurs, des plans d'essais seront élaborés dans ce présent document, ainsi que des analyses de sous-systèmes.

## Énoncé du problème

L'Université d'Ottawa, par l'intermédiaire de Jonathan Rausseo, a un besoin d'ajouter de la verdure dans ses installations avec un système de planteurs antivol. Ce système écologique, esthétique, transportable et économique connaît l'état de santé des plantes.

## Prototype I

### Description

Le prototype 1 sert à comprendre davantage le fonctionnement de certains sous-systèmes, notamment le système d'aération des racines et le système d'arrosage automatique. Pour faire ce prototype, des matériaux disponibles autour de la maison des coéquipiers sont utilisés afin de diminuer les dépenses pour le prototype et d'augmenter les fonds pour le produit final. Ainsi, le prototype 1 s'agit d'un prototype physique compréhensif des sous-systèmes mentionnés ci-dessus. Ce dernier permettra d'atteindre un but spécifique qui est de permettre à l'équipe d'améliorer ses connaissances, de prévenir les risques et défaillances ainsi que de renforcer les connaissances de chacun par rapport au système. D'ailleurs, le prototype a été fait tout en considérant les questions précises du client sur la conception du projet. En outre, l'équipe a choisi des couleurs de pailles différentes afin de faire une distinction entre le système d'aération des racines et l'accès de l'eau du réservoir. En effet, les pailles blanches représentent le système d'aération, alors que la paille bleue est par où l'eau passe. Les rondelles de coton synthétiques reproduisent également le phénomène naturel de capillarité, l'eau remontant le long de la mèche. Elles sont moins chères et plus disponibles. C'est la raison pour laquelle les billes d'argiles seront substituées par les mèches en coton synthétiques dans ce prototype [1].

## Liste des matériaux

- Pot en verre (12 x 20 x 8,5 cm)
- Roches (1,02 L)
- 48 rondelles de coton
- Filet (12,0 x 20,0 cm)
- 2 pailles blanches (DIA 1,20 cm)
- Paille bleue (DIA 1,20 cm)
- Ciseaux
- Terre
- Eau
- Plante pathos

## Étape de construction du prototype

1. Se procurer un pot en verre tel que celui dans la figure 1



*Figure 1: Pot en verre*

2. Placer des roches pour remplir le pot jusqu'à la moitié de celui-ci



*Figure 2: Roches dans le pot*

3. Mettre une couche de rondelles de coton au-dessus des roches. L'épaisseur est de 3 rondelles de coton en hauteur.



*Figure 3: Couche de rondelles de coton*

- Placer le filet agissant comme grille métallique sur la couche de rondelles de coton



*Figure 4: Ajout du filet*

- Faire des fentes, à l'aide de ciseaux, aux extrémités inférieures des pailles blanches afin d'obtenir un résultat tel que dans la figure 5



*Figure 5: Système d'aération*

- Mettre la paille bleue dans le coin du pot en verre jusqu'à ce qu'elle ait accès aux roches
- Mettre de la terre jusqu'au bordure du pot en verre
- Planter le pothos dans le centre du pot en verre
- Dégager la terre et placer la paille blanche munie de fentes
- Fixer la paille à l'aide de la terre
- Répéter les étapes 9 et 10 pour la seconde paille blanche
- Remplir le réservoir d'eau par la paille bleue

## Images du Prototype I

Le prototype ci-dessous est une simplification de ce que l'équipe construira ultérieurement. D'ailleurs, l'équipe a choisi d'utiliser des rondelles de coton afin de reproduire la capillarité des billes d'argiles à un coût de 0 \$ CAD. De plus, il s'avère possible de faire une distinction entre le système d'aération des racines, qui est composé des pailles blanches, de l'entrée d'accès à l'eau, qui est la paille bleue.



*Figure 6: Vue de face*



*Figure 7: Vue d'arrière*



*Figure 8: Vue de côté*



*Figure 9: Vue de haut*



Tableau I: Les métriques du prototype 1

Métriques	Mesures
Type de plante	Plante pothos
Largeur (cm)	12,0
Longueur (cm)	20,0
Hauteur (cm)	8,5
Volume total de la jardinière (L)	2,04
Volume du réservoir d'eau (L)	1,02
Volume du réservoir de terre (L)	0,48
Poids avec l'eau (kg)	3,18

Dans le cadre du prototype I, les dimensions et le poids sont modifiés pour des raisons de simplification. Un prototype en plus petites dimensions permet de diminuer le temps et l'argent que l'équipe doit investir tout en ayant un contrôle sur les aspects précis du concept. et afin de simplifier les tâches d'analyse. Conséquemment, la fidélité du prototype en souffre et alors est relativement faible.

## Planification de l'essai

Tableau II: Essai pour le système d'arrosage autonome

But	Les buts de cet essai sont d'abord d'évaluer les capacités du système d'arrosage autonome, c'est-à-dire de déterminer si le système favorise la croissance ainsi que la santé de la plante, notamment le pothos. Ainsi, il faut évaluer l'autonomie du système. En d'autres mots, il faut vérifier le temps maximal pendant lequel le système demeure effectif sans effort extérieur. Parmi les résultats, l'équipe pourra enfin déterminer si le système est un succès et ensuite agir en conséquence. Finalement, ce premier essai sert à valider le concept initial établi par l'équipe.
Quoi	L'équipe a d'abord développé un prototype ciblé, afin d'approfondir ses connaissances par rapport au système d'arrosage autonome. D'ailleurs, avec l'exécution de l'essai, l'équipe pourra apporter des modifications nécessaires avant de poursuivre à la construction du prototype II. Notez bien que le système sera évalué selon les critères suivants: croissance en centimètres de la plante, la variation de niveau d'eau en litres dans le réservoir ainsi que le temps après lequel le réservoir doit être rempli de nouveau.
Comment	L'équipe va exécuter un premier essai physique réel où le système sera mis en marche, c'est-à-dire qu'il y aura un ajout d'eau dans le réservoir de la jardinière et celle-ci sera ensuite placée à un endroit simulant les conditions dans lesquelles le prototype final sera placé. Par la suite, l'équipe surveillera le prototype d'une manière quotidienne afin d'effectuer une collecte de données qualitatives et quantitatives. Cette collecte de données servira l'analyse du système qui mènera aux modifications nécessaires. En outre, l'équipe fera un essai avec le prototype sans les rondelles de coton afin de vérifier que ces dernières assurent vraisemblablement la capillarité, c'est-à-dire d'assurer leur utilité et leur fonctionnement au sein du système d'arrosage autonome.

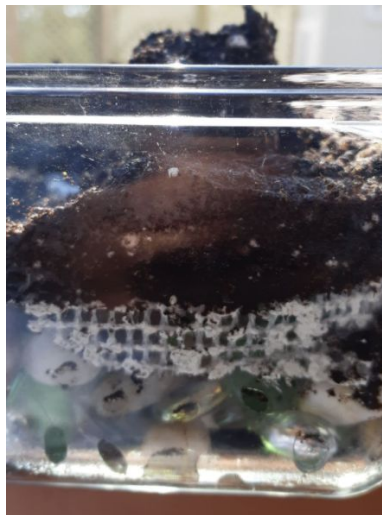
Bref, l'objectif spécifique de l'essai est d'obtenir une rétroaction sur le prototype I, mais surtout une rétroaction par rapport au système d'arrosage autonome. Cela permettra enfin de générer de nouvelles idées en but d'améliorer le concept, de vérifier la faisabilité et d'éviter les problèmes critiques tels que des défaillances de conception.

## Résultats de l'essai

Premièrement, l'équipe a fait le prototype sans les rondelles de coton afin de voir l'effet de l'utilisation de celles-ci pour faire la capillarité et, si possible, de vérifier que son effet est le même que celui des billes d'argile. Le but ultime de faire le prototype sans rondelles de coton est de voir la différence entre le prototype sans et avec ces dernières et d'analyser cette différence.



*Figure 10: Prototype sans rondelle de coton*



*Figure 11: Prototype sans rondelle de coton après 10 heures*

Deuxièmement, des données ont été collectées dans un tableau pour le prototype 1, qui possède des rondelles de coton.

Tableau III: Données de l'essai du prototype I

	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7	Total
Diminution du niveau d'eau (mm)	15	3	2	4	3	4	8	40
Croissance de la plante (mm)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Remplissage du réservoir d'eau	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	N/A

Vérification de la faisabilité: L'équipe a d'abord développé un prototype ciblé, afin d'approfondir les connaissances de l'équipe parmi les sous système dont elle contient, celle-ci étant le système d'arrosage autonome ainsi que système d'aération interne. Voici, ci-dessous, l'analyse de faisabilité :

Le volume initial du réservoir d'eau équivaut à 1,02 L

Le réservoir a les dimensions suivantes: longueur = 2 dm, largeur = 1,2 dm et hauteur = 0,43 dm

Selon les données récoltées, au bout de sept jours, le niveau de l'eau diminue de 0,40 dm. Cette diminution permet de calculer la quantité d'eau absorbée par le système après sept jours, celle-ci étant de:

$$= 2 \text{ dm} * 1,2 \text{ dm} * 0,4 \text{ dm} = 0,96 \text{ L}$$

Cette valeur, inférieure au volume total du réservoir d'eau, indique que les proportions pour le réservoir d'eau et de terre fonctionnent bien pour une durée de sept jours. Dans ce cas, l'équipe doit respecter ce rapport 1:1 afin que le prototype soit valide et performant.

Fidélité: Réellement, le prototype I est en autre moyennement fidèle au produit final. Ceci puisque la variation a tout simplement comme but de réduire l'investissement en temps et en argent, permettre le contrôle d'aspect précis du concept ainsi qu'afin de simplifier les tâches d'analyse. Ainsi, des matériaux qui seront utilisés pour le produit final sont remplacés par des matériaux qui sont disponibles aux alentours.

Coût : 0 \$ CAD

## Analyse des données

Tout d'abord, il s'avère possible de confirmer que la capillarité est un pilier fondamental dans le système d'arrosage autonome. En effet, lorsque l'équipe a fait le prototype sans les rondelles de coton, tel qu'illustré à la figure 10, la terre dans lequel était planté le pothos était saturé de l'eau le lendemain (voir figure 11); l'eau du réservoir était complètement absorbée par la terre. Ainsi, la terre qui était extrêmement humide pouvait présenter des conséquences négatives quant à la santé de la plante. Une terre trop humide va en quelque sorte noyer les racines de la plante, qui assurent l'acheminement d'oxygène à la plante. Le sol excessivement mouillé ne permet pas la présence suffisante de sacs d'air si bien que les racines sont dépourvues d'oxygène. Elles sont ainsi considérées comme étant en mauvaise santé et sont exposées à des risques tels que leur dégradation prématurée ou bien à d'autres maladies pouvant affecter la santé de la plante. De plus, la terre peut avoir des moisissures après quelque temps [2]. D'ailleurs, dans le prototype I, lequel inclut les rondelles de coton, permet de garder un taux d'humidité raisonnable pour la terre et de garder un réservoir d'eau pour environ six jours. Ainsi, la santé des racines, ainsi que celle de la plante, est considérée comme n'étant point affectée par le système d'arrosage autonome choisi. En d'autres mots, la capillarité est essentiel et efficace.

Selon la collecte de données de l'essai, l'équipe évalue d'abord les critères du système. D'une part, la variation du niveau d'eau dont on observe dans le réservoir d'eau indique à l'équipe d'une part l'efficacité des matériaux telle que la capillarité permise par les rondelles de coton, et d'ailleurs de l'autonomie du système qui sera évalué prochainement. D'abord, l'équipe observe une diminution importante la première journée de marche du système d'arrosage autonome, d'où la diminution d'environ 15 mm. Cette valeur est presque équivalente à environ le tiers de la réserve totale d'eau. Ceci indique d'ailleurs à l'équipe une grande absorption d'eau par les rondelles de coton pour la capillarité et du sol. Alors, il est évident que les matériaux utilisés sont efficaces et performants. D'autre part, les jours qui suivent l'équipe observe une diminution moins importante et plus constante, ce qui favorise davantage l'autonomie du système ce qui est grandement rechercher. Bref avec ces données il est évident que les matériaux utilisés pour la capillarité sont extrêmement performants.

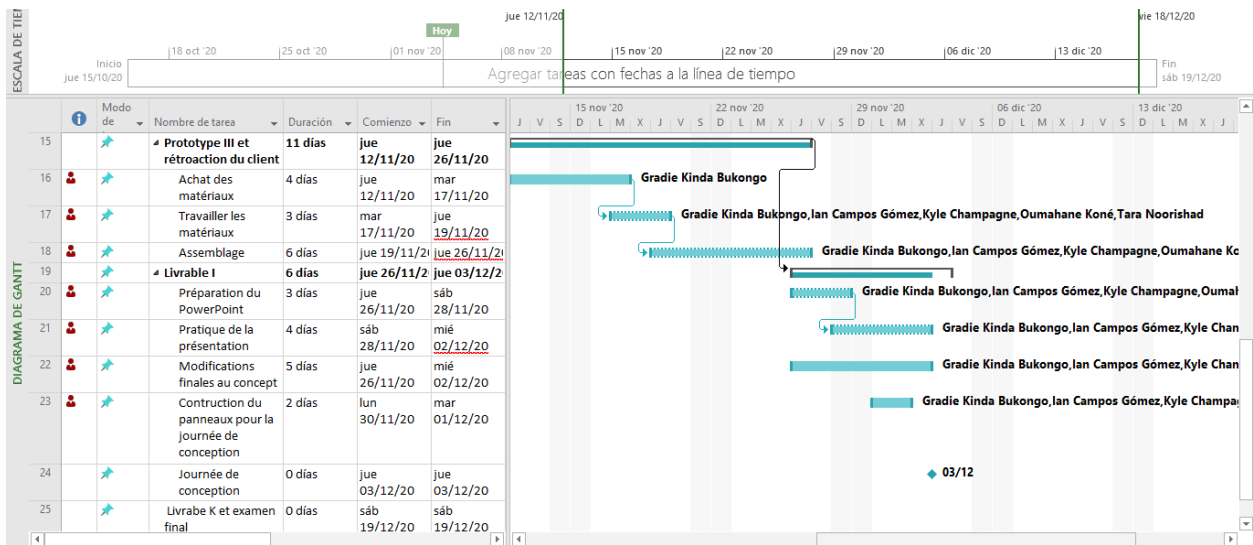
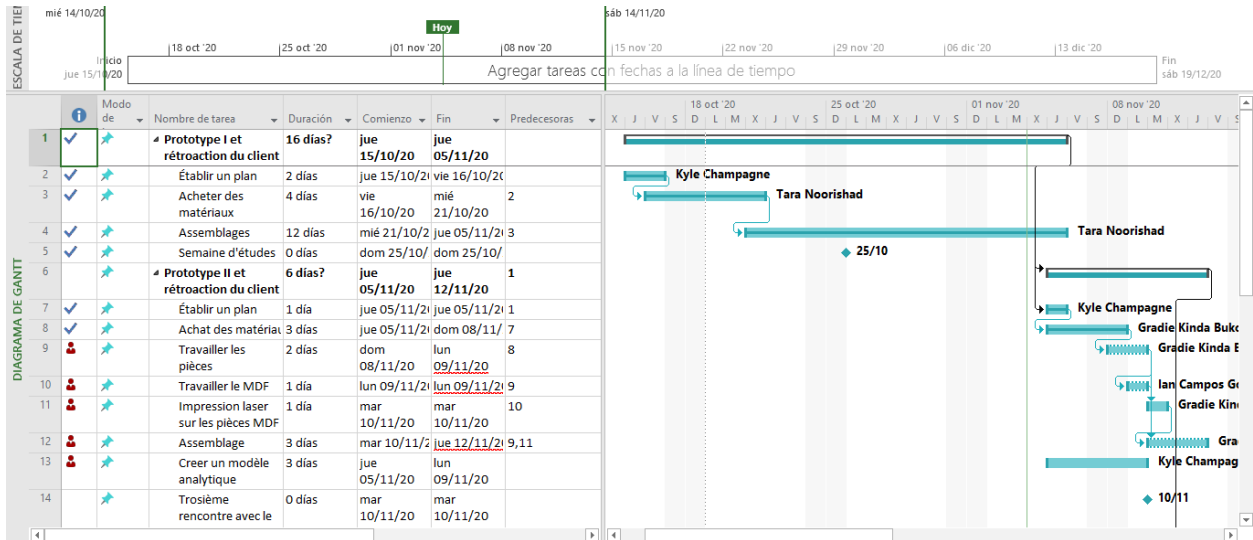
D'ailleurs, l'équipe a vécu une grande difficulté lors de la récolte de données pour la croissance de la plante. La raison pour laquelle cette difficulté est survenue est tout simplement que les instruments de mesure n'étaient pas assez précis afin de réellement déterminer la croissance de la plante. De plus, si un changement a été détecté, c'était plutôt en raison du déplacement de la terre qui est devenue plus mouillée, ce qui comprime moindrement le sol. En d'autres mots, un raccourcissement moindre a été détecté si bien que les mesures étaient non-fiables. Malgré, cet inconvénient, l'équipe observe toujours une plante verte et saine ainsi qu'un sol adéquatement humide, ce qui indique que le système est vraisemblablement efficace et fonctionnel.

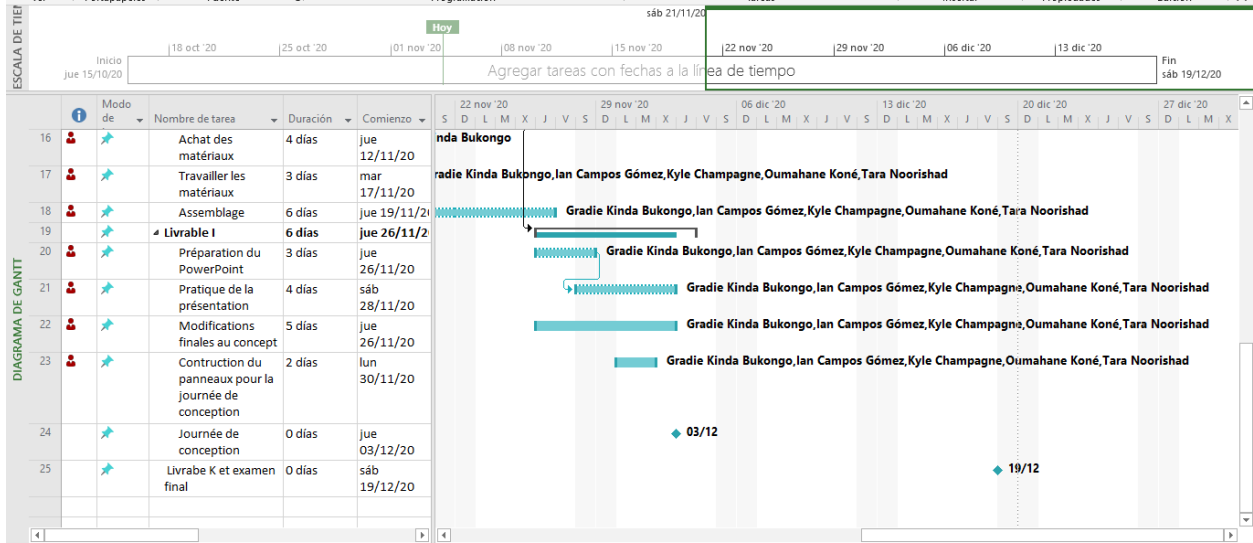
Finalement, il est possible d'observer que le système, malgré sa petite taille comparée aux métriques du produit final, est extrêmement autonome et doit seulement être rempli tous les six jours environ. Ceci dit, selon les conditions favorables de la plante ainsi que la capillarité extrêmement efficace des rondelles de coton du système, l'équipe estime d'une manière réaliste que le système du prototype pourrait facilement être rempli tous les sept jours.

## Conclusion

En guise de conclusion, l'équipe présente tout d'abord le prototype I et ses étapes de fabrication. Le prototype a été fabriqué à l'aide des étapes et spécifications de la planification de prototype présentées dans le livrable E. D'ailleurs, la fabrication du prototype a permis l'apprentissage de plusieurs imprévus à éviter ou à s'attendre lors du processus pour le produit final tels que la nécessité d'un bon système permettant la capillarité. Elle a aussi enrichi la compréhension générale du système, ce qui a provoqué plusieurs améliorations potentielles pour l'équipe. Conséquemment, l'équipe propose une planification d'essai pour le sous-système principal, notamment le système d'arrosage autonome, dans le but d'évaluer sa performance. Bref, l'équipe cherche maintenant des idées afin d'améliorer le système ainsi que des solutions aux inconvénients en but de réellement convenir aux besoins et aux demandes du client.

# Diagramme de Gantt







## Bibliographies

- [1] PETITGRAND, Amanda. *Rustica* [En ligne]. Amanda Petigrand [Page consultée le 29 octobre 2020]. Disponible sur :  
<https://www.rustica.fr/permaculture/comment-fabriquer-wicking-bed-ecologique.15443.html>.
- [2] MEYER, Kerry. *Proven Winners, The #1 Plant Brand* [En ligne]. Kerry Mayer [Page consultée le 29 octobre 2020]. Disponible sur :  
<https://www.provenwinners.com/learn/wait-plant-drowning>