

GNG 1503: Génie de la conception
Livrable G: Prototype 2 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: 12 novembre 2020

Table des matières

Introduction	1
Énoncé du problème	1
Prototype II	1
Description	1
Liste des matériaux	1
Planification du prototype	2
Images du Prototype II	3
Planification de l'essai	6
Propriétés volumiques et massiques de la jardinière	7
Analyse mécanique statique	9
Analyse des données	10
Diagramme de Gantt	12

Liste des figures

Figure 1: Esquisse du système antivol de transport.....	2
Figure 2: Esquisse du prototype II.....	2
Figure 3: Vue de l'avant.....	3
Figure 4: Vue du haut.....	3
Figure 5: Vue du côté.....	4
Figure 6: Vue du système antivol.....	4
Figure 7: Vue du système de déplacement.....	5
Figure 8: Vue du robinet d'échappe.....	5
Figure 9: Schéma simplifié du prototype	7
Figure 10: Diagramme des forces de la jardinière	9

Liste des tableaux

Tableau I: Les métriques du prototype II.....	6
Tableau II: Essai du système antivol de transport.....	6
Tableau III: Densité des matériaux utilisés.....	7
Tableau IV: Volumes et masses des composants.....	8
Tableau V: Masse de la jardinière avec de l'eau.....	8
Tableau VI: Réactions aux roues.....	9

Introduction

Suite à la fabrication du prototype I, à l'affirmation que les sous-systèmes d'arrosage autonome et d'aération des racines fonctionnent et à la réception de la rétroaction du client, l'équipe continue de suivre l'étape de prototypage de la pensée conceptuelle en suivant un processus itératif rapide. Ainsi, l'équipe propose un second prototype ainsi qu'un nouveau plan d'essai. Comme le client a apprécié le concept présenté par l'équipe, cette dernière ne fera qu'améliorer la fidélité du prototype ainsi qu'implémenter un nouvel essai afin d'assurer le bon fonctionnement du système antivol de transport.

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 II

Description

Le prototype II sert à comprendre davantage le fonctionnement de certains sous-systèmes, notamment le système antivol ainsi que le système de transport. La fabrication de ce prototype respecte entre autres la planification retrouvée dans le livrable D. L'équipe s'est procuré les matériaux nécessaires, tout en respectant le budget imposé par les contraintes établies par le client.

Liste des matériaux

- Millstead SPF SDRY (2 po X 2 po X 8 po)
- Bois de construction (2 po X 3 po X 10 pi)
- MDF ($\frac{5}{8}$ po X 49 po X 97 po)
- Aquarium d'une capacité de 40 L
- Charnières (10)
- Vis à bois
- Roues (4)
- Tuyau de cuivre (DIA $\frac{1}{2}$ po)
- Baril de pluie robinet adaptateur mâle ($\frac{3}{4}$ po)
- Adaptateur de retenue ($\frac{1}{2}$ po)
- Époxy de vitre
- Poignée d'armoire

Planification du prototype

Dans le cadre du prototype 2, l'équipe construit la jardinière le plus fidèlement possible en suivant le concept final présenté au livrable D. Ci-dessous se trouve les esquisses préliminaires de ce concept final.

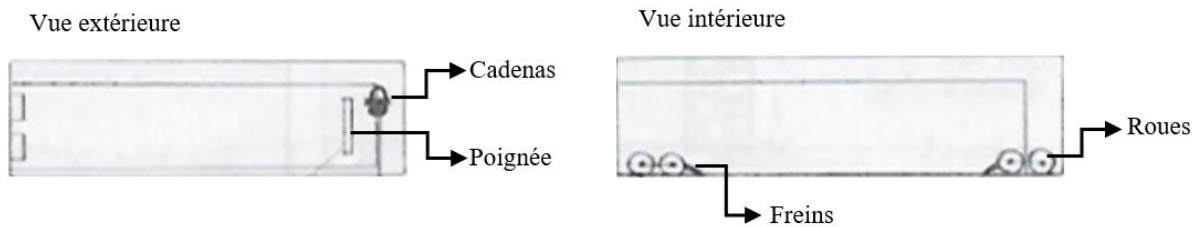


Figure 1: Esquisse du système antivol de transport

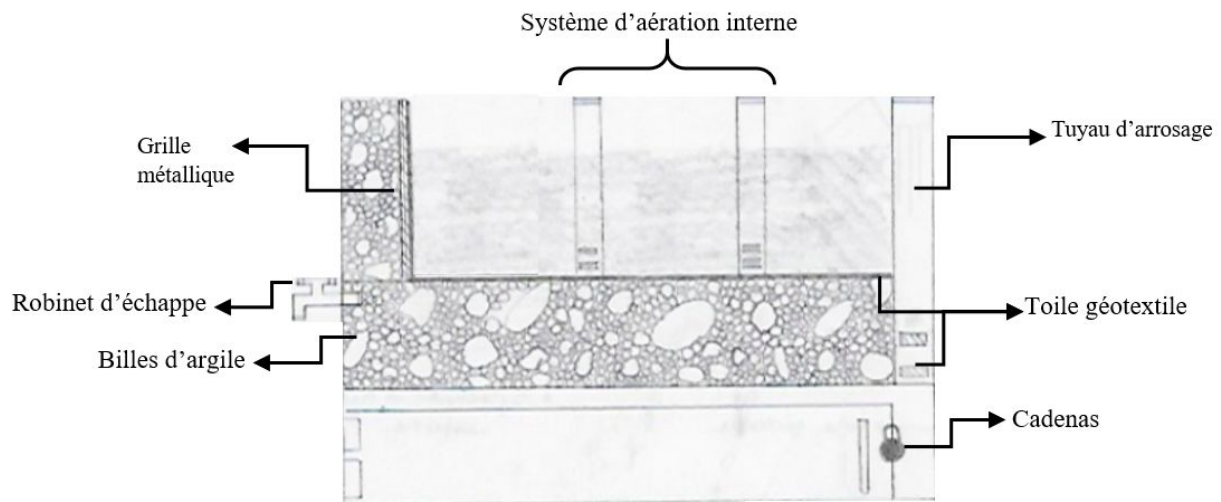


Figure 2: Esquisse du prototype II

Images du Prototype II

En suivant les esquisses développées pour le concept final, l'équipe a construit le prototype II le plus fidèlement possible. D'ailleurs, quelques modifications ont été apportées au prototype telles que l'ajout de poignées sur chaque côté de la jardinière afin de faciliter la transportation de cette dernière. Les photos du prototype se trouvent ci-dessous.

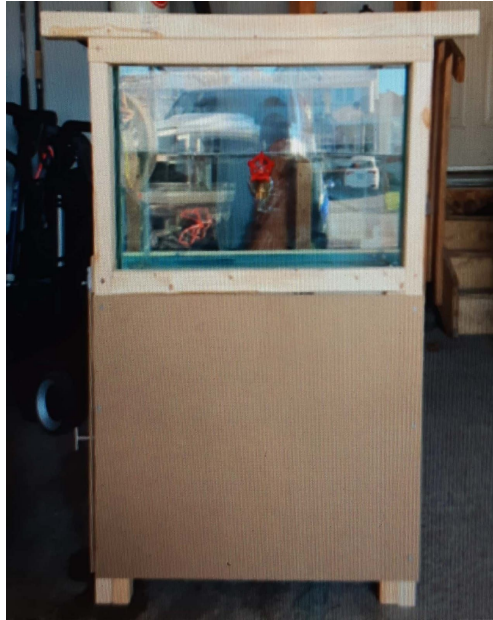


Figure 3: Vue de l'avant



Figure 4: Vue du haut



Figure 5: Vue du côté



Figure 6: Vue du système antivibr



Figure 7: Vue du système de déplacement



Figure 8: Vue du robinet d'échappe

Tableau I: Les métriques du prototype II

Métriques	Mesures
Largeur (po)	15,5
Longueur (po)	34
Hauteur (po)	37
Volume total de la jardinière (L)	40

Dans le cadre du prototype II, les dimensions obtenues sont d'abord les dimensions finales puisque le cadre créé sera en fait utilisé pour le prototype final. Ceci dit, le poids sera encore modifié lors du prototype final ou le système d'arrosage autonome sera complété. Conséquemment, le volume du réservoir d'eau, le volume du réservoir de terre, le volume des roches, le volume des billes d'argile et le poids total seront à déterminer.

Planification de l'essai

Tableau II: Essai du système antivol de transport

But	Les buts de cet essai sont principalement de vérifier que la jardinière, par l'intermédiaire de ses roues, a la capacité de supporter le poids de la jardinière en entier, de vérifier le bon fonctionnement de la mobilité et des roues et de s'assurer de la résistance du matériel construit.
Quoi	Dans le but d'assurer le bon fonctionnement des aspects antivol et transportabilité de la jardinière, l'équipe doit s'assurer que les roues permettant le transport de la jardinière puissent supporter le poids de celle-ci. Le prototype II est un prototype ciblé qui permet d'observer la facilité d'utilisation des sous-systèmes d'antivol et de transport.
Comment	Après la construction du prototype II, le système de protection antivol ainsi que les roues étant placées, le système peut donc être monté et la jardinière mise en marche. L'équipe pourra ainsi effectuer un essai physique et une analyse statique de la jardinière. Le réservoir d'eau sera également placé. L'équipe va remplir l'aquarium d'eau avec 3 volumes d'eau différents et surveiller le prototype pour effectuer une collecte de données. Ces données permettront d'effectuer l'analyse du système, de détecter les failles et d'y remédier en apportant des modifications.

Propriétés volumiques et massiques de la jardinière

La jardinière a un volume imposant de 40l. La masse et le volume de chaque matériau constitutif ont été déterminés afin de connaître la masse totale de la jardinière en utilisant les densités. La somme des masses partielles de chaque matériau ont donné une masse totale d'environ 23,7 kg de la jardinière vide. Ainsi, les matériaux comme le Millstead SPF SDRY ont chacun un poids différents inclus dans les tableaux ci-dessous.

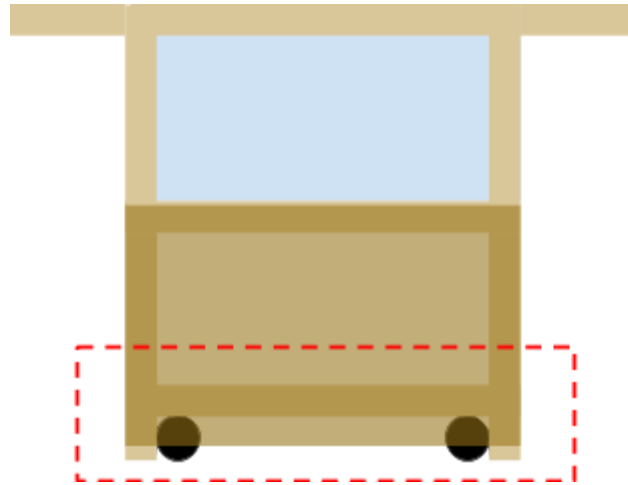


Figure 9: Schéma simplifié du prototype

Tableau III: Densité des matériaux utilisés

Matériaux	Densité (kg/m ³)
Millstead SPF SDRY	800
Bois de construction	795
MDF	600
Verre	2 500
Cuivre	8 960
Acier inoxydable	8 000
Aluminium	2 700
Polypropylène	900
Eau	1 000

Tableau IV: Volumes et masses des composants

Matériaux	Volume total (m ³)	Masse (kg)
Millstead SPF SDRY	≈ 0,0065	≈ 5,2
Bois de construction	≈ 0,0095	≈ 7,55
MDF	≈ 0,0048	≈ 2,88
Verre	≈ 0,00105	≈ 2,63
Cuivre	≈ 0,0005	≈ 4,48
Acier Inoxydable	≈ 0,00012	≈ 0,96
Aluminium	Négligeable	≈ 0
Polypropylène	Négligeable	≈ 0
Masse totale (kg)		≈ 23,7

À vide, la jardinière pèse 23,7 kg. Ci-dessous se trouve les différentes masses totales de la jardinière remplie lorsqu'elle contient 10 L, 20 L et 35 L d'eau.

Tableau V: Masse de la jardinière avec de l'eau

Essais	Volume d'eau (m ³)	Masse de l'eau (kg)	Masse totale (kg)
#1	0,01	10	33,7
#2	0,02	20	43,7
#3	0,035	35	58,7

Analyse mécanique statique

L'analyse mécanique statique est l'analyse des forces appliquées sur la jardinière à l'équilibre. Dans ce cas, les forces étant la force gravitationnelle, notée W , ainsi que les force normales de chaque roues, notée R_y .

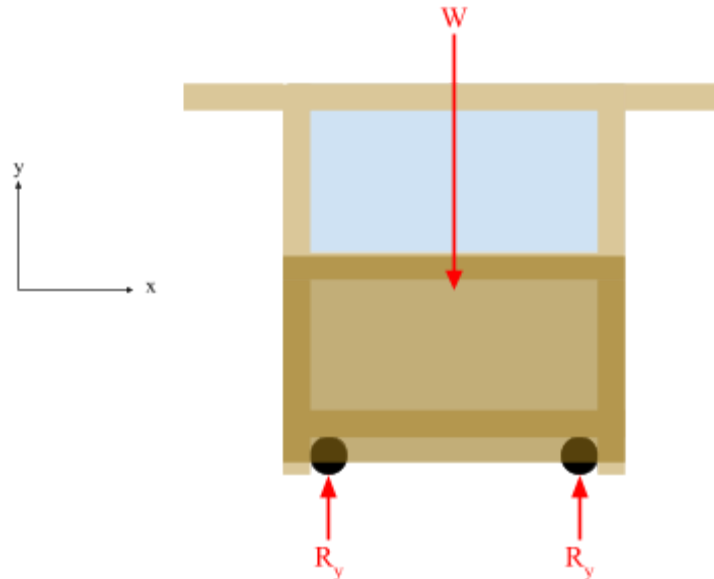


Figure 10: Diagramme des forces de la jardinière

Légende:

- M_{tot} = masse total de l'essai (kg)
- g = constante gravitationnelle ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- R_y = Réaction de chaque roue en Newton (N)

Tableau VI: Réactions aux roues

Essai	Réaction à chaque roue (N)
#1	$R_y = (M_{tot} * g) / 4 = 82,565$
#2	$R_y = (M_{tot} * g) / 4 = 107,065$
#3	$R_y = (M_{tot} * g) / 4 = 143,815$

Analyse des données

D'une part, l'équipe ajoute progressivement de l'eau au réservoir de sorte que le poids que doivent supporter les roues augmente. D'ailleurs, après avoir ajouté de l'eau, l'équipe évalue l'efficacité du système de transport, c'est-à-dire la facilité de déplacer la jardinière et la performance du système sous l'effet du poids ajouté. Dans ce cas, l'équipe évalue surtout la facilité d'activer les roues en mode de transport. D'ailleurs, quant à la performance, l'équipe évalue la stabilité ainsi que le contrôle du système.

D'abord, suite à la complétion initiale du cadre ainsi que le système de transport, l'équipe observe immédiatement que les roues et leurs supports sont beaucoup trop faibles et instables. Conséquemment, comme les roues et les supports ont été jugés incompatibles, l'équipe a décidé de modifier le sous système dans le but de le fortifier avant de poursuivre les essais.

Après quelques modifications apportées au sous-système, l'équipe débute les essais.

Le premier essai consiste d'ajouter 10L d'eau dans l'aquarium si bien que la masse totale du système augmente à environ 35 kg. Avec ce poids, l'équipe calcule ainsi une force moyenne de 82,5 N appliquée sur chacune des roues. Malgré la charge les roues et le cadre supporte de manière efficace le système et lui permet non seulement de se déplacer d'une manière stable mais aussi d'une façon contrôlée. D'ailleurs, lors du déploiement des roues, l'équipe ne rencontre aucune difficulté et la procédure fonctionne adéquatement.

Lors du deuxième essai, l'équipe augmente la masse totale du système à environ 45 kg en ajoutant 10 L d'eau dans le réservoir. Dans ce cas, l'équipe estime une réaction de 107 N pour chaque roue. Ceci dit, encore une fois, l'équipe observe aucune défaillance au niveau du cadre et du support des roues. De plus, le système se déplace de manière stable avec un niveau de contrôle raisonnable. La facilité de fonctionnement des roues déployables demeure toujours adéquate.

Lors du troisième essai, l'équipe décide d'augmenter la masse totale du système à environ 60 kg. Afin d'atteindre cette masse, l'équipe ajoute d'abord 15L au réservoir. Pour cet essai, les roues supportent chacune une charge de 143 N. En outre, le système de transport est toujours stable et solide. Ceci dit, il a toujours une petite perte de contrôle. Finalement, lors du déploiement des roues l'équipe cette fois-ci rencontre un peu plus de difficulté mais l'effort est toujours pas extrême.

Lors de ces essais rigoureux, les sous-systèmes font preuve d'un bon fonctionnement. Il est surtout important de remarquer qu'au travers les essais que la cadre et le support de roue demeurent toujours solides. D'ailleurs que le système de transport est fonctionnel et que seulement le contrôle général diminue avec l'ajout de poids. De plus, la facilité d'utilisation des roues déployables est toujours relativement efficace.

En somme, l'équipe est très confiante avec les résultats obtenus lors des essais, puisque la masse totale du concept ne serait seulement qu'environ 40 kg, ce qui indique que non seulement le système de transport sera efficace et performant, mais aussi que la facilité d'utilisation des roues déployables serait toujours raisonnable.

Conclusion

En guise de conclusion, l'équipe a mis sur pied un deuxième prototype afin d'effectuer des essais et de mesurer la capacité de la jardinière à supporter tout le poids du système et d'évaluer la mobilité de cette dernière, tout en veillant à ce que le système antivol soit fonctionnel. Tous les sous-systèmes ont été mis ensemble et, malgré le fait que la jardinière a un assez poids important, elle a été déplacée et demeure intacte. Cela prouve à suffisance la solidité de la jardinière, la transportabilité facile de cette dernière, mais aussi le bon fonctionnement de toutes les unités mises en place.

Diagramme de Gantt

