

Livrable F — Prototype I et rétroaction de clients

Christelle Ilunga

Bineta Ly

Rohan Mariash

Yahya Raja

Bamoussa Sacko

Simon Vézina

Le 3 mars 2024

Table des matières

1	Introduction	1
2	Le prototype I	1
2.1	Le plan d'essai de prototypage	1
2.2	L'analyse à partir d'une preuve de concept avec des calculs	1
2.2.1	Le déplacement du système avec des moteurs pas-à-pas et des roues	1
2.2.2	Les forces s'appliquant au bras mécanique pour demeurer en équilibre	2
2.2.3	La force que doit opposer un moteur pas-à-pas	3
2.3	Les résultats	5
2.3.1	Les images	5
2.3.2	Les analyses et les déductions	6
3	La rétroaction reçue	7
3.1	Le client	7
3.2	Les utilisateurs ciblés	7
4	Les plans d'essai de prototypage suivants	7
4.1	Le prototype II (sous-systèmes électronique et logiciel)	7
4.1.1	La mesure du déplacement	8
4.1.2	Les sautes des moteurs	8
4.2	Le prototype III (sous-système mécanique)	8
4.2.1	Les défaillances en soutenant une charge	9
4.2.2	L'interaction entre les composantes	9
5	La nomenclature des matériaux (mise à jour)	9
6	Conclusion	10

1 Introduction

Ce livrable a pour but de décrire la rétroaction reçue du client, développer un prototype qui sera utilisé afin d'atteindre les objectifs tels que décrits dans le livrable E, faire une analyse simple du prototype, présenter soigneusement le plan d'essai de prototypage et créer un plan d'essai de prototypage pour le prochain prototype (livrable G). L'attention de ce livrable est mise sur la preuve de concept du système de pollinisation artificielle détaillé dans le livrable E, créé à partir des matériaux simples qui ne coutent pas très chers.

2 Le prototype I

Le prototype I sert d'une preuve de concept ; un prototype physique ciblé à fidélité faible créé de carton qui démontre la performance de base. Ce prototype a été terminé le 2 mars 2024, avec un retard de 4 jours. Plusieurs membres de l'équipe avaient des examens de mi-session d'où c'était critique de réviser. En outre, le laboratoire de cette semaine a pris plus long que prévu, alors que le prototype n'a pas pu être terminé.

2.1 Le plan d'essai de prototypage

L'essai de ce prototype a pour but de :

1. Déterminer le fonctionnement des systèmes de déplacement et de pollinisation ;
2. Vérifier l'interaction entre le système de déplacement et de pollinisation ;
3. Détecter les défaillances dans le sous-système mécanique ;
4. Détecter des problèmes potentiels que peut avoir le sous-système électrique.

Pour ce faire, de différentes composantes du prototype seront déplacées indépendamment et la partie entière sera déplacée en haut d'une plante artificielle. Ceci sert à améliorer le sous-système mécanique avant qu'il ne soit imprimé et analyser l'effet du système de pollinisation sur une plante (bien que ce soit artificiel pour l'essai).

L'essai du prototype I a eu lieu le 2 mars 2024. Tous les membres se sont présentés, avec l'exception de Hervé, qui n'a pas communiqué avec le groupe.

2.2 L'analyse à partir d'une preuve de concept avec des calculs

En utilisant la preuve de concept, des calculs ont été effectués qui permettent de mener des changements aux prototypes avant qu'ils ne soient effectués.

2.2.1 Le déplacement du système avec des moteurs pas-à-pas et des roues

Afin de pouvoir utiliser un logiciel pour déplacer le système, il faut connaître la relation entre un « pas » du moteur et la distance que déplace le système. Pour ce faire, on utilise des calculs assez simples pour approximer cette distance, en ne supposant aucun glissement entre la roue et la corde (ce qui est valable pour de hautes tensions, comme le système ci-présent).

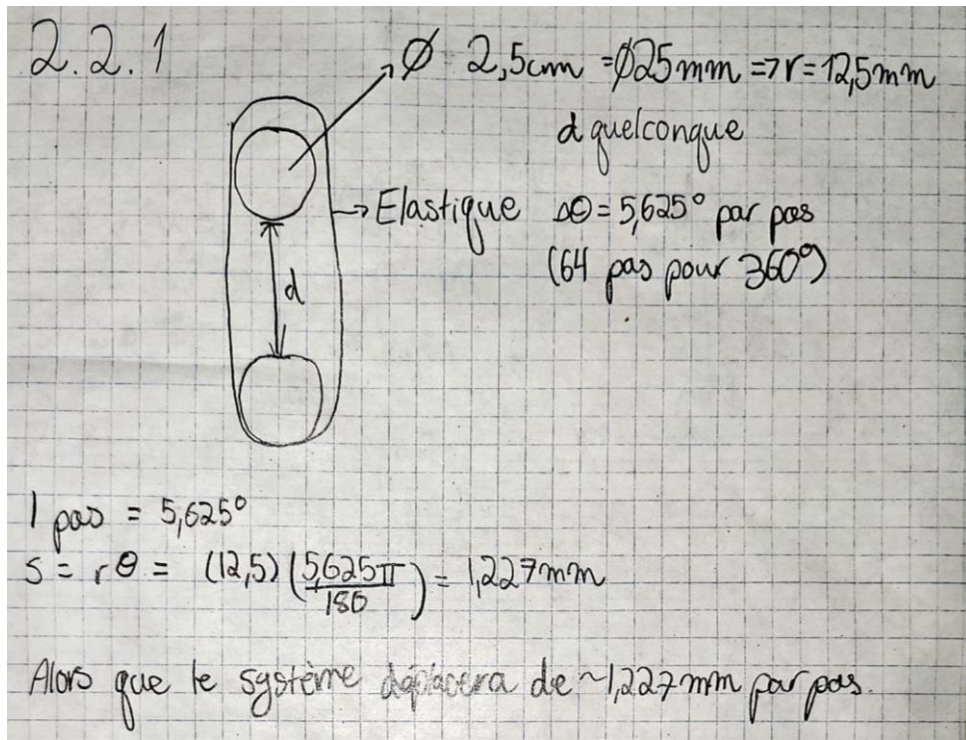


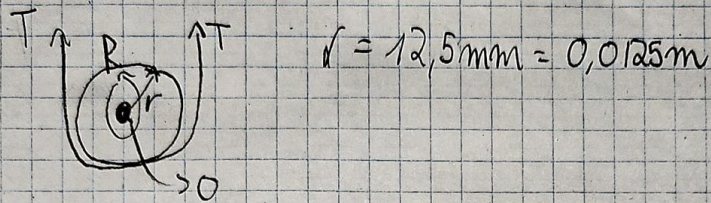
Figure 2.2.1 : Analyse du déplacement du système en fonction d'un pas du moteur

2.2.2 Les forces s'appliquant au bras mécanique pour demeurer en équilibre

En traitant l'attache entre le bras mécanique et le système en tant qu'une particule (une approximation acceptable), les réactions du système et ce qu'il devrait être capable de soutenir peuvent être estimés.

2.2.3.

Prendons $\sqrt{R_1^2 + R_2^2}$ en tant que T dans la corde
 $T = 2,02\text{N}$ (D'après l'analyse précédente)



$$\Sigma M = 0 = \Sigma (\vec{r} \times \vec{T}) = 2rT = 0,0505\text{Nm}$$

Les moteurs vérifient cette capacité maximale ✓

Figure 2.2.3 : Analyse du moment de réaction pour le moteur pas-à-pas

2.3 Les résultats

2.3.1 Les images



Figure 2.3.1 : Le système de déplacement, le bras mécanique et la brosse pollinisatrice du prototype I



Figure 2.3.2 : Le prototype 1 entièrement assemblé

2.3.2 Les analyses et les déductions

Ce prototype, étant une preuve de concept, sert à déterminer de manière tangible le fonctionnement du système de déplacement et l'idée de la brosse pollinisatrice. En déplaçant les composantes individuellement, l'interaction entre le système de déplacement et de pollinisation a été vérifiée. Bien que ce soit de manière assez primitive et que les roues ne tournent pas, le fil a toujours pu se déplacer au long du système et des résultats convenables ont été obtenus à partir de cet objectif.

Pour détecter les défaillances dans le sous-système mécanique, les réactions du système ont été analysées en appliquant des charges à des parties variées du prototype. Il a été noté que :

- Le fil qui sera fixé aux roues devra avoir une tension assez grande pour qu'il ne se détache pas du produit ;
- La précision des fichiers et de l'impression 3D est critique pour le bon fonctionnement pour les prototypes qui s'en viennent ;
- Le système de pollinisation artificielle devra avoir une manière fiable d'être attaché au plafond ;
- Les attaches pour les roues alimentées d'un moteur doivent avoir un trou pour que le moteur puisse s'attacher d'une manière fiable ;
- La brosse pollinisatrice a fonctionné très bien lors de ce prototype ;
- Les attaches des roues devront être très bien lubrifiées.

En ce qui concerne le sous-système électrique, il a été noté que les fils devront avoir une piste pour pouvoir passer à travers le sous-système mécanique pour pouvoir alimenter le système puisque les rails ne seront plus alimentés, comme déterminés dans le livrable E.

3 La rétroaction reçue

3.1 Le client

Durant la rencontre client 2, qui se concernait de la conception préliminaire, il a été apporté à l'attention du groupe qu'il n'y avait peut-être pas assez de temps pour créer un logiciel autonome pour pouvoir identifier les fleurs, ni la connaissance pour pouvoir employer un tel système. Il a été décidé à ne pas créer ce système, mais d'en concevoir un dont il ne faut pas identifier les fleurs, qui est accompli en passant à travers toutes les fleurs.

Cette rétroaction était critique pour la conception détaillée, qui servait à décrire les exigences du prototype actuel et ceux qui s'en viennent. Pourtant, dans le cadre du prototype I, aucune rétroaction du client n'a été reçue à date.

3.2 Les utilisateurs ciblés

En parlant avec des membres de famille, des amis et des collègues, les grandes lignes ci-dessous ont été déterminées :

- « Comment le produit peut-il être installé au plafond ? »
- « Le produit est très stylé ! »
- « Comment est-ce qu'on va pouvoir communiquer avec le produit ? »

Avec cette rétroaction, il a été déterminé qu'il va falloir que le système mécanique ait une façon d'être fixé au plafond. Pour ce faire, le système sera muni de plusieurs trous taraudés pour que des vis puissent être insérées de manière sécuritaire, améliorant la stabilité du système installé.

Dans le cadre de temps de ce projet, il sera quasiment impossible de développer une interface utilisateur logique, un système logique de déplacement, un système électrique et un système mécanique. Il a été décidé que les ressources de l'équipe seront concentrées sur les trois derniers aspects pour concevoir un système fonctionnel avant la journée de conception. Cependant, les utilisateurs pourront interagir avec le système en utilisant des boutons physiques qui se connectent directement au système. Également, ces utilisateurs pourront aussi vérifier le fonctionnement du système en virtuel en lisant la sortie du système logique, qui se comprendra du positionnement du système, les pas pris par le moteur, le temps écoulé, la distance parcourue et le nombre de fois que le système a pollinisé un secteur de fraises au cours de la journée.

4 Les plans d'essai de prototypage suivants

Bien que les prototypes II et III soient toujours de type physique ciblé, ils seront utilisés pour analyser les sous-systèmes mécanique, électronique et logiciel. Ils auront tous les deux une fidélité moyenne.

4.1 Le prototype II (sous-systèmes électronique et logiciel)

Le prototype II sera utilisé en tant que contrôle du système de déplacement, alimenté d'une prise de 5V, un Arduino, trois moteurs et une plaque de prototypage. Ce prototype sera réalisé le 8 mars 2024 et sera analysé la journée prochaine.

L'essai du prototype II a pour but de :

1. Identifier les défaillances dans le système de déplacement ;
2. Déterminer la précision des moteurs sur une charge ;
3. Vérifier que toutes les composantes fonctionnent.

Pour ce faire, des charges seront appliquées sur les moteurs pas-à-pas et la distance de déplacement sera mesurée afin de déterminer s'il y a des sautes dans le moteur (les moteurs pas-à-pas ont tendance à sauter lorsqu'ils sont sous une grande charge appliquée). Avec ceci, il est possible de créer une relation entre les valeurs de déplacement dans le logiciel avec le déplacement réel. S'il y a de grandes sautes, des pas extras seront ajoutés dans le logiciel pour maintenir le bon positionnement lors du déplacement.

Les membres travaillant sur ce prototype :

- Rohan Mariash
- Simon Vézina

4.1.1 La mesure du déplacement

La mesure de déplacement sera réalisée en affixant une roue (fabriquée en carton) à une distance x du moteur. Ce moteur sera également affixé à une roue de diamètre r , avec les dimensions étant fidèles à la conception détaillée, avec $x = \text{numéro}$, $r = \text{numéro}$. Un élastique sera utilisé pour lier les deux roues ensemble.

En marquant l'élastique avec un sharpie, dénotant d_0 , plusieurs pas seront envoyés au moteur pas-à-pas par le logiciel. Après une quantité de pas déterminée, p , le sharpie sera utilisé pour noter la distance finale d . Encore une fois, plusieurs pas seront envoyés au système pour pouvoir facilement mesurer la distance Δd sur une droite.

Les données seront ensuite analysées pour voir comment l'analyse théorique compare avec l'analyse utilisant le prototype. Si nécessaire, les données expérimentales seront utilisées pour bien définir le déplacement du système Δd avec une quantité de pas p pour toujours connaître le positionnement du système.

Si le prototype mécanique (décrit ci-dessus) est disponible, l'équipe sur le prototype II peut également utiliser une partie du prototype pour analyser le déplacement avec (ce que pourrait être) le produit final.

4.1.2 Les sautes des moteurs

Après avoir déterminé la distance Δd que parcourt le système en p pas, une charge sera appliquée pour voir la déviance δ . Cette déviance sera analysée en fonction de la charge appliquée afin d'ajouter des pas extra dans le logiciel, au cas échéant.

Lorsque les résultats des sautes des moteurs sont obtenus, la sous-équipe conclura l'essai du prototype II.

4.2 Le prototype III (sous-système mécanique)

Le prototype III sera l'assemblage du sous-système mécanique. Ce prototype sera réalisé le même jour que le prototype II (le 8 mars 2024) par une équipe différente. Les essais se

prendront lieu en parallèle. Le système sera imprimé en 3D avec les fichiers Onshape qui seront modifiés au fur et à mesure de la semaine prochaine selon les résultats de ce livrable.

L'essai du prototype III a pour but de :

1. Identifier les caractéristiques du système mécanique ;
2. Identifier les défaillances en soutenant une charge ;
3. Vérifier l'interaction de tous les morceaux du système mécanique.

Pour ce faire, le sous-système mécanique sera assemblé avec des charges affixées. Les diverses parties du sous-système seront déplacées indépendamment pour vérifier que le système peut glisser et qu'il n'y a pas de chevauchement. Ceci permet de mener des améliorations au sous-système mécanique et faire des petites modifications pour que le système soit capable d'interagir avec les autres sous-systèmes, si nécessaire.

Les membres travaillant sur ce prototype :

- Christelle Ilunga
- Bineta Ly
- Yahya Raja

4.2.1 Les défaillances en soutenant une charge

Pour déterminer les défaillances, plusieurs charges seront affixées au prototype horizontalement sur le bras mécanique pour simuler une interaction entre une plante et la brosse (ceci sera un cas extrême qui prendra lieu lorsque le bras mécanique n'est pas ajusté).

Des masses de m_i seront affixées en progression d'une valeur Δm ($m_i = m_0 + i\Delta m$). Ces données, analysées en fonction de la réfraction du système Δy , seront utilisées pour voir comment le système agit sous une charge pour que la sous-équipe puisse entreprendre des modifications, au cas échéant.

4.2.2 L'interaction entre les composantes

En déplaçant les composantes indépendamment des autres, la sous-équipe pourra identifier s'il y a des modifications à entreprendre pour les dimensions du sous-système (p. ex., le glissement ne fonctionne pas à cause d'un chevauchement entre plusieurs parties).

En concluant la vérification de l'interaction entre les composantes, la sous-équipe terminera l'essai du prototype III.

5 La nomenclature des matériaux (mise à jour)

N°	Description de la composante	Qté.	Prix unitaire	Prix total	Référence
1	Moteur DC à deux fils	1	\$ 3,00	\$ 3,00	Buzzing motor
2	Filament à impression 3D	10	\$ -	\$ -	
3	Fil knitting, 85 % acrylic/15% nylon	1	\$ 4,50	\$ 4,50	Dollarama
4	Superglue	1	\$ 3,00	\$ 3,00	Dollarama

5	2x (Moteur à pas 5V DC + ULN2003 driver board)	1	\$ 12,14	\$ 12,14	Stepper Motor and Driver Board kit
6	Écrous, bolts, vis variés (au besoin)	40	\$ 0,10	\$ 4,00	Home Depot
7	Logiciel Onshape	1	\$ -	\$ -	
8	Logiciel Arduino IDE	1	\$ -	\$ -	
9	Bibliothèque <i>AccelStepper</i> pour Arduino	1	\$ -	\$ -	
10	Adaptateur 120AC-5VDC (USB)	1	\$ 3,00	\$ 3,00	Disponible chez n'importe quelle friperie
11	Arduino Uno R3 (Clone)	1	\$ 15,25	\$ 15,25	Arduino Uno R3 (Clone) (makerstore.ca)
12	Ruban adhésif	1	\$ 3,00	\$ 3,00	Dollarama
13	ELEGOO Kit électronique	1	\$ 26,99	\$ 26,99	ELEGOO Kit électronique (amazon.ca)
14	Câble d'extension USB	1	\$ 12,99	\$ 12,99	Câble d'extension USB 2.0 extra long de 6,1 m
15	Carton	30	\$ -	\$ -	Au recyclage
	Total			\$ 87,87	
	Total avec taxes			\$ 99,29	

6 Conclusion

Le livrable F présente de manière précise et organisée l'analyse et les résultats du prototype I, la rétroaction reçue du client et les utilisateurs ciblés et des plans d'essai de prototypage détaillés pour les deux prochains prototypes. Le prototype I est une preuve de concept pour communiquer et déterminer le fonctionnement du système, vérifier l'interaction entre plusieurs composantes, détecter les défaillances du système et les problèmes potentiels que peut avoir le sous-système électrique. En utilisant des calculs assez simples, les forces internes et externes ont été analysées pour vérifier le bon choix des composantes pour les livrables qui suivent. En définitive, plusieurs résultats de l'essai de ce prototype ont été notés pour améliorer les prototypes II et III, ayant un plan concret et détaillé pour les tester de manière efficace.