

Livrable H — Prototype III et rétroaction du client

Christelle Ilunga

Bineta Ly

Rohan Mariash

Yahya Raja

Bamoussa Sacko

Simon Vézina

Le 24 mars 2024

Table des matières

1	Introduction	1
2	Le prototype III	1
2.1	Les leçons apprises	1
2.2	Le plan d'essai de prototypage	2
2.3	Les résultats	2
2.3.1	Les images et les vidéos	2
2.3.2	Les analyses et les déductions	3
3	La rétroaction reçue	4
4	Les prochaines étapes	4
5	La nomenclature des matériaux	4
6	Conclusion	6
7	Références	7

1 Introduction

Ce livrable a pour but de présenter le troisième prototype du système de pollinisation artificielle, son plan d'essai de prototypage, les résultats des essais et une mise à jour des spécifications cibles, de la conception détaillée et la nomenclature des matériaux. Les justifications et le raisonnement pour ce prototype seront abordés en incluant un résumé des prototypes précédents et leurs résultats afin de démontrer comment ce prototype continue le développement de la solution finale. Bien que ce soit un prototype avancé, ce n'est pas la version du prototype avec l'intention de vendre.

2 Le prototype III

Le prototype III, comme les prototypes d'auparavant, est un grand pas dans la bonne direction. Il est très proche à la solution finale et démontre comment le système de pollinisation artificielle fonctionne, même s'il n'est pas installé dans le conteneur des fraises. Étant compris de toutes les composantes importantes du produit final, ce prototype est muni de plusieurs parties modélisées et imprimées par l'équipe à 3D, des vis, des rails, des écrous, des boulons, une courroie, des moteurs et un Arduino afin de permettre la pollinisation artificielle des fraises.

2.1 Les leçons apprises

Lors du prototype I (le livrable F), l'équipe a rencontré des problèmes avec le système de pollinisation artificielle, à savoir le système de déplacement. Il a été remarqué qu'il y aurait beaucoup de frottement dans les rails, ayant beaucoup de contact entre plusieurs morceaux de plastique. Ceci aurait créé de grands problèmes lors du déplacement, qui aurait produit beaucoup de chaleur et qui aurait nécessité une plus grande force dans les moteurs. Cependant, les moteurs n'auraient pas pu livrer cette quantité de puissance, étant des moteurs peu dispendieux.

Afin de régler ce problème, l'équipe a proposé de nouveau des idées, comme dans le livrable D. Toutefois, ces idées proposées étaient beaucoup plus concrètes, suivant généralement les concepts dans ce dernier afin de construire sur ce qui a déjà été fait. Ainsi, le prototype III utilise toujours le même système de déplacement *H-Bot* (le livrable G), alors qu'il n'a pas fallu changer le code ou les grandes lignes de développement du projet. Cependant, plusieurs parties ont été ajoutées.

Des rails et une courroie ont été les grands changements de prototype. Bien qu'il ait été voulu que de la ficelle soit utilisée, il aurait été très difficile de mettre cette ficelle sous tension, d'où il a fallu utiliser quelque chose d'autre dans le système. Également, il a été décidé d'acheter des rails au lieu de les imprimer à 3D pour augmenter la fiabilité et la rigidité du système, tout en diminuant la chaleur produite et le frottement entre les diverses parties.

Après avoir ajouté les rails au projet, il a fallu trouver une manière de monter les soutiens de la courroie au système, puisque ce n'était plus qu'une seule grande pièce. Ceci a amorcé la création de plusieurs petites parties qui ont été mises dans les rails afin de permettre le déplacement du système. Également, ces morceaux ont permis de faire le montage des moteurs au système, résolvant tous les grands problèmes qui ont été découverts lors de la preuve de concept.

2.2 Le plan d'essai de prototypage

L'essai de ce prototype avait pour but de :

1. Vérifier le déplacement de la brosse pollinisatrice sur la région bornée par le système ;
2. Vérifier le fonctionnement du système pendant une durée prolongée (une heure) ;
3. Assurer la pollinisation artificielle d'une plante.

La pollinisation artificielle d'une plante n'a pas pu être testée lors de ce livrable parce que le système n'est pas installé sur le contreplaqué et sera différé au prototype IV (le produit final lors de la présentation finale du cours), qui sera abordé au cours de la semaine prochaine, d'où le produit final sera inclus dans le livrable K.

2.3 Les résultats

2.3.1 Les images et les vidéos

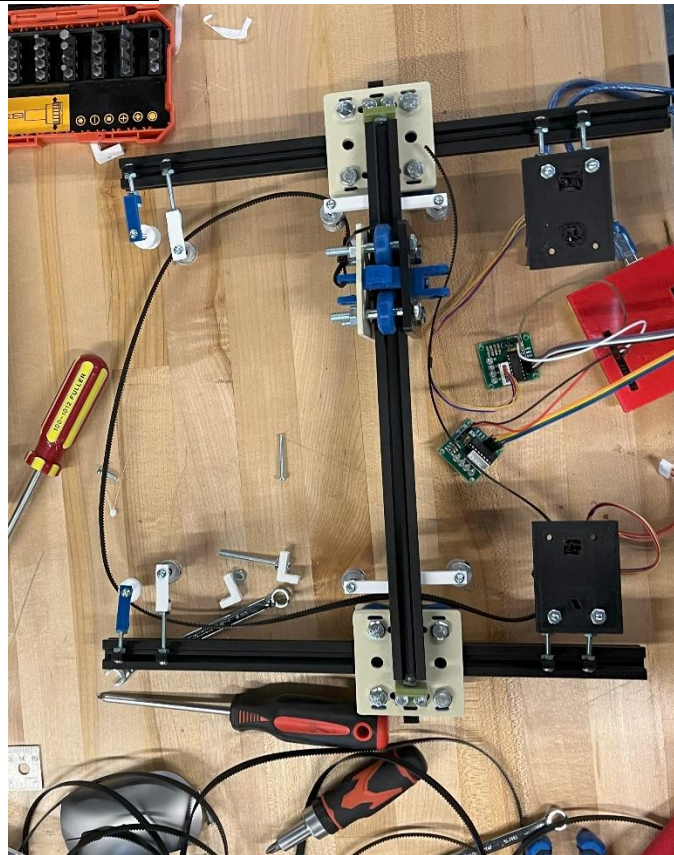


Figure 2.1 : Prototype III dans son état de développement final

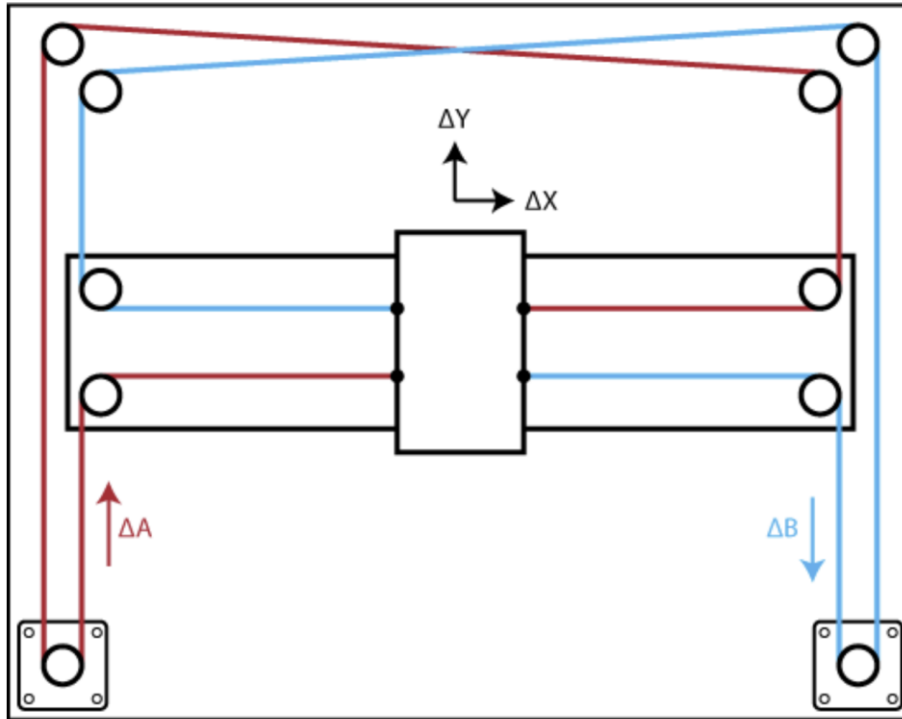


Figure 2.2 : Schéma du positionnement des courroies pour le H-Bot (Moyer, 2012)

2.3.2 Les analyses et les déductions

Ce prototype représente une étape cruciale dans le cheminement vers la solution finale. Il nous a offert une opportunité d'analyser les améliorations apportées à notre conception. De ce fait, les forces de notre prototype sont :

- L'intégration des rails et d'une courroie pour le mécanisme de déplacement réduit le frottement, et améliore la précision du mouvement et renforce la fiabilité globale du système ;
- Le choix d'avoir utilisé des composants préfabriqués tel que les rails contribue à améliorer la robustesse du système ;
- Les tests effectués ont confirmé la stabilité et sa performance dans des conditions réelles.

Bien que ce système présente des forces, une faiblesse majeure a été relevée : un dépassement budgétaire. En effet, la nomenclature des matériaux révèle des dépassements budgétaires, dus à des erreurs d'estimations de certains composants et des contraintes de temps. De ce fait, il requiert des composants construits avec une très grande précision pour assurer un mouvement fluide et précis du système. Ainsi, des tolérances serrées sont essentielles pour garantir l'alignement correct des pièces et éviter tout processus excessif qui pourrait compromettre l'efficacité de la pollinisation.

Même si le déplacement n'a pas pu être testé avec ce prototype, il est essentiel pour le produit final, étant le même système, mais fixé à un morceau de contreplaqué. Ceci permettra de mettre de la tension dans la courroie et ainsi conclure le développement de ce projet dans le cadre de ce cours.

3 La rétroaction reçue

Il n'y a pas eu de la rétroaction aux parts du client. Pourtant, un étalonnage de plusieurs utilisateurs cibles a été mené afin de mieux comprendre comment ils interprètent le système et ce qu'il y aura à changer. Les grandes lignes ci-dessous ont été déterminées :

- « Comment est-ce que je pourrais interagir directement avec le système lorsqu'il est en marche ? »
- « Est-ce qu'il y aura une autre manière de fixer ce produit dans un lieu sans avoir besoin de poteaux? »

Cet étalonnage a été très bénéfique à l'équipe et a démontré qu'il y aura besoin de beaucoup de clarifications à faire lors de la présentation finale puisque le produit est assez compliqué. Il sera très important d'aborder rapidement comment le système *H-Bot* fonctionne, ainsi que d'en discuter les diverses façons d'installer le produit final. Il sera également important d'expliquer rapidement que le contreplaqué ne sera pas dans la solution finale, mais qu'il est utile pour fixer le système d'une manière d'achever un résultat quasi semblable à ce qui serait installé dans une serre.

4 Les prochaines étapes

Lors de la journée de la conception (le 4 avril 2024), le produit sera fixé à un morceau de contreplaqué surélevé par quatre morceaux de 2x4 en bois. Ceci permettra de monter le système au-dessus d'une plante artificielle afin de démontrer le fonctionnement du système et comment il interagit avec une plante lors de la pollinisation. Cette étape ne prendra pas beaucoup de temps pour faire, mais il sera une étape critique pour le produit final. En outre, des fils seront collés à la brosse pollinisatrice pour permettre la pollinisation des fraises.

En ce qui concerne le code du projet, il serait préférable de demander aux utilisateurs de saisir de l'information pour contrôler le système, au lieu de se mettre en marche dès que l'utilisateur le branche à la puissance. Ceci sera travaillé au fur et à mesure de la rédaction des prochains livrables, mais ne sera pas une priorité de l'équipe afin de compléter les tâches plus pertinentes.

5 La nomenclature des matériaux

N°	Description de la composante	Quantité	Prix unitaire	Prix total	Référence
1	Filament à impression 3D	10	\$ -	\$ -	Maker space
2	Carton	30	\$ -	\$ -	Au recyclage
3	Fil knitting Yard, 85 % acrylic/15% nylon	1	\$ 4.50	\$ 4.50	Dollarama
4	5-minute époxy	1	\$ 13.99	\$ 13.99	Adhaer Colle époxy 5 minutes Haute viscosité et forte adhérence multi-usages pour réparation instantanée

					métal, bois, plastique, verre, fibre de verre, céramique et béton (25 ml de résine époxy style : Amazon.ca: Outils et Bricolage)
5	2x(Moteur à pas 5V DC + ULN2003 driver board)	1	\$ 12.14	\$ 12.14	Amazon.com: Aoicrie 2Sets 28BYJ-48 DC 5V Stepper Motor + ULN2003 Driver Test Module Board : Electronics
6	Arduino Uno R3 (Clone)	1	\$ 15.25	\$ 15.25	Arduino UNO R3 (Clone) (TYPE: Arduino Only) (makerstore.ca)
7	Jumper Cables (pack of 10) 20cm male-female	2	\$ 1.00	\$ 2.00	Jumper Cables (pack of 10) (TYPE: 20cm Male-Female) (makerstore.ca)
8	Adaptateur 120AC-5VDC 5W (USB)	1	\$ -	\$ -	Don (Free Store)
9	Vis de mécanique (6/32"x2") x 20	1	\$ 3.97	\$ 3.97	Home Depot
10	Vices de machine (6/32"x3/2") x 14	1	\$ 3.97	\$ 3.97	Home Depot
11	Poulies et Courroie (5x5000)mm	1	\$ 19.99	\$ 19.99	Zeelo GT2 Lot de 8 poulies de courroie de distribution 5 mm 20 dents et GT2 5 mètres en caoutchouc Pas de 2 mm Largeur 6 mm Courroie de distribution avec clé Allen pour imprimante 3D CNC :3Amazon.ca: Commerce, Industrie et Science
12	Vices de machine (Paquet assortie)	1	\$ 14.99	\$ 14.99	Lowe's / Rona
13	Écrous et boulons (1/4"x2" Hex Cap Screws) (1/4" Nuts)	12	\$ 0.72	\$ 8.64	Home Depot & Lowe's / Rona
14	20x20x200mm Black extruded aluminium	1	\$ 22.80	\$ 22.80	https://www.amazon.ca/dp/B099M9DMSL?ref=ppx_pop_mob_ap_share
15	Contre-plaqué (plywood)	1	\$ 5.89	\$ 5.89	Home Depot & Lowe's / Rona
Total					\$ 128.13
Total avec taxes					\$ 144.79

Table 5.1 : La nomenclature des matériaux

Nota : le budget initial était de 100\$, ceci peut être expliqué par deux problèmes rencontrés. Premièrement le nombre d'attaches (boulons, écrous, vis) requis pour la réalisation d'un prototype fonctionnel a été sous-estimé. De plus, des problèmes de tolérances entre les pièces se sont relevés, d'où il fallait employer de la résine (Époxy) pour ajuster les tolérances de la

structure. Ces deux erreurs expliquent le coût très élevé. Il aurait été possible de réduire ces coûts en achetant les vis d'autres marchands, mais à cause des contraintes de temps, ceci n'était pas une option viable pour ce prototype.

6 Conclusion

En définitive, le but de ce livrable H était de présenter le troisième prototype du système de pollinisation artificielle. De ce fait, le mécanisme de déplacement mécanique choisi reste le système *H-Bot*. Malgré les défis rencontrés, des ajustements et des tests ont pu être réalisés, sauf le test de la pollinisation. Également, la nomenclature des matériaux a été mise à jour, dépassant ainsi le budget total pour les raisons mentionnées précédemment. Les prochaines étapes incluront la démonstration du système avec une plante réelle et le montage du système sur un morceau de contreplaqué et des pièces de bois de taille 2x4. Ce prototype III de grande fidélité représente un avancement majeur vers la solution finale, qui sera présentée des présentations finales, la journée de la conception et le livrable K.

7 **Références**

Moyer, I. E. (2012). *Theory*. Récupéré sur Core(x,y):

<https://corexy.com/theory.html>