

**Rapport d'ingénierie de :**

Ouattara Yanis

Nadia Myriam Zorom

Kazungu Kelly Dalek

Marc -Antoine Seguin

Mamadou Racine Sy

Mahmoud Qayem

**Livrable E : Calendrier et coût du projet**

*Groupe FE34*

**Présenté à :**

Prof. Emmanuel Bouendeu

Le 25 février 2024

## Table of Contents

<b><i>Introduction</i></b> .....	<b>2</b>
<b><i>Nomenclature des matériaux</i></b> .....	<b>3</b>
<b><i>Cout du produit et ou du projet</i></b> .....	<b>3</b>
<b><i>Dessin de conception</i></b> .....	<b>3</b>
<b>Dessin Mécanique :</b> .....	<b>3</b>
<b>Dessin Électrique :</b> .....	<b>6</b>
<b>Dessin logiciel</b> .....	<b>7</b>
<b><i>Liste d'équipement</i></b> .....	<b>7</b>
<b><i>Liste des risques importants et plan de contingence</i></b> .....	<b>9</b>
<b><i>Plan de prototypage &amp; des Tests</i></b> .....	<b>10</b>
<b><i>Définition de critère d'arrêt permettant d'arrêter l'essai</i></b> .....	<b>12</b>
<b><i>Définition de fidélité basée sur l'objectif du prototype</i></b> .....	<b>13</b>
<b><i>Références :</i></b> .....	<b>14</b>

## Introduction

Ce document a comme but de développer un plan et un calendrier du projet pour s'assurer de pouvoir compléter nos trois prototypes d'ici la fin du trimestre et fournir une estimation des coûts des matériaux et les composantes de votre projet. Il va également élaborer un plan d'essai pour le premier prototype

## Nomenclature des matériaux

Le cout de nos matériaux et nos composantes :

[Lien à la feuille de calcul :](#)

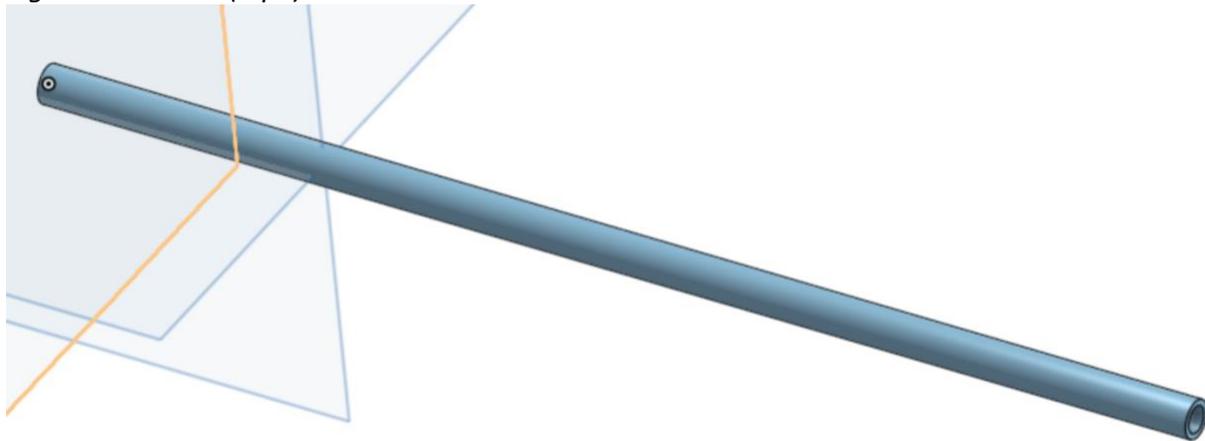
[Cout du produit et ou du projet](#)

- [Composantes](#)

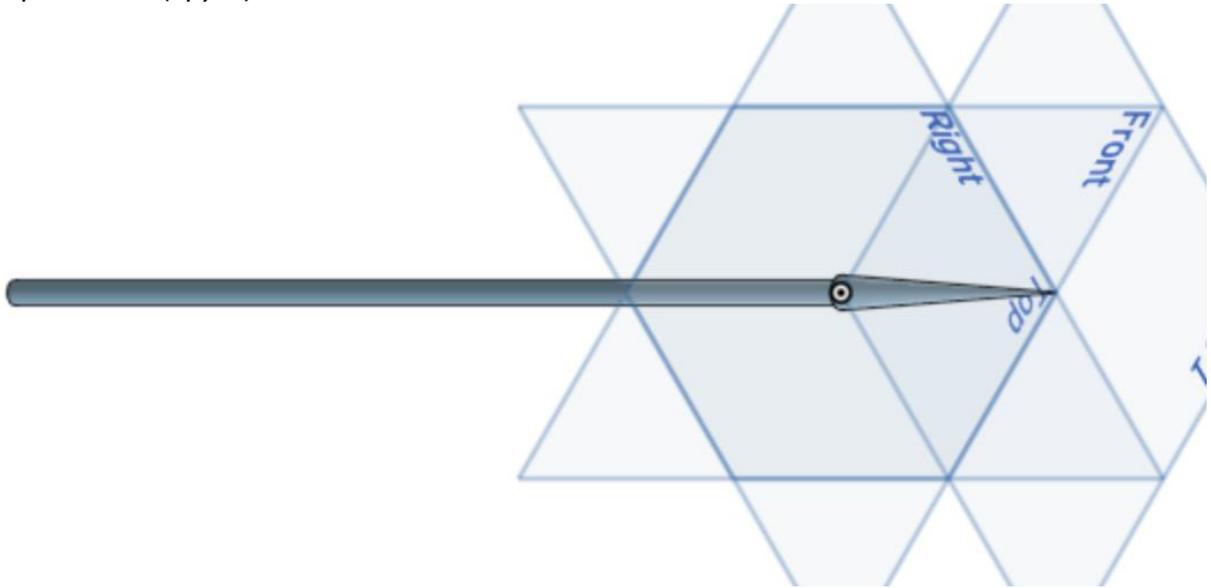
## Dessin de conception

Dessin Mécanique :

*Tige de vibration (Pipe)*



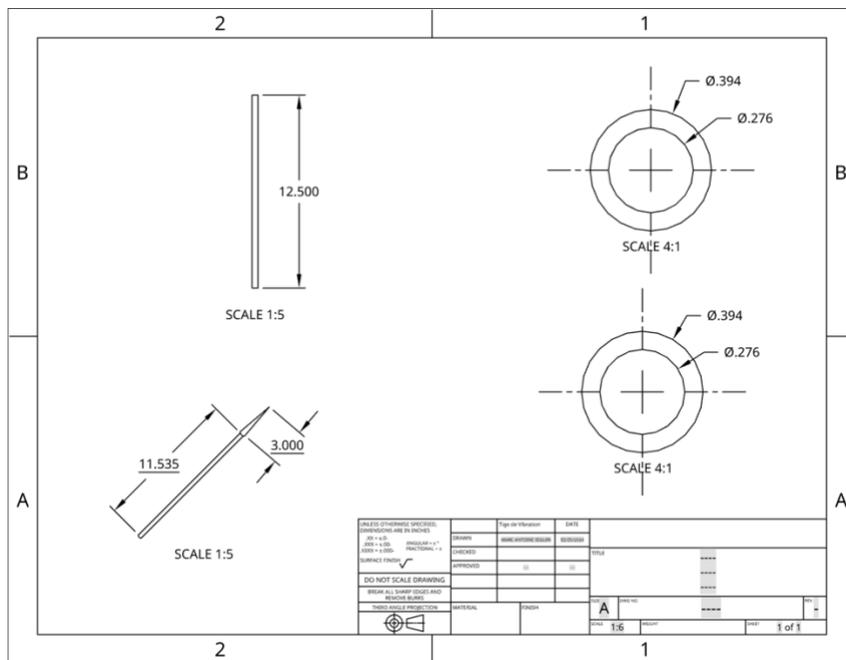
Cône de plantation (Spyke)



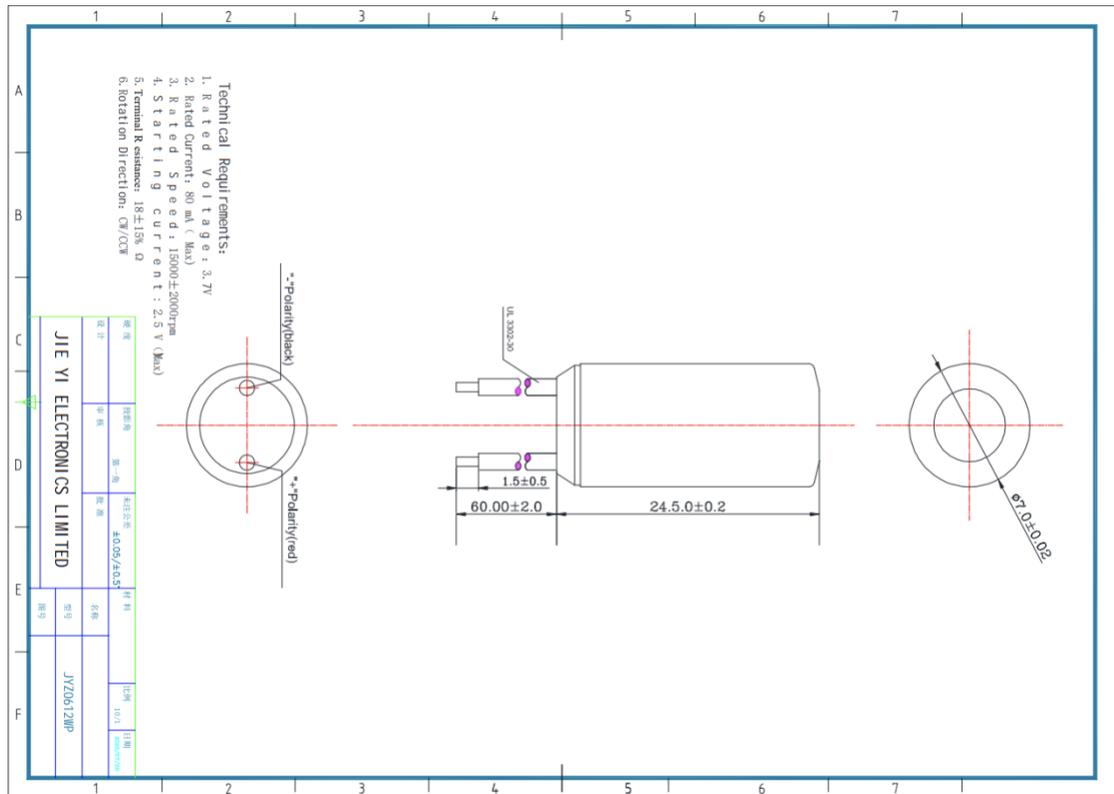
Assemblage (interference fit)



Dessin du prototype :



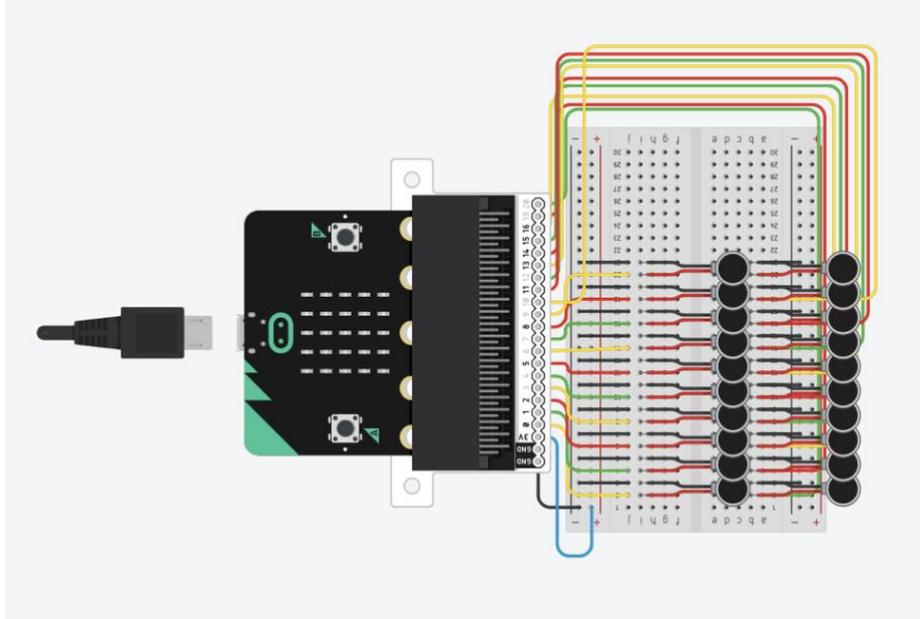
## Dessin du moteur



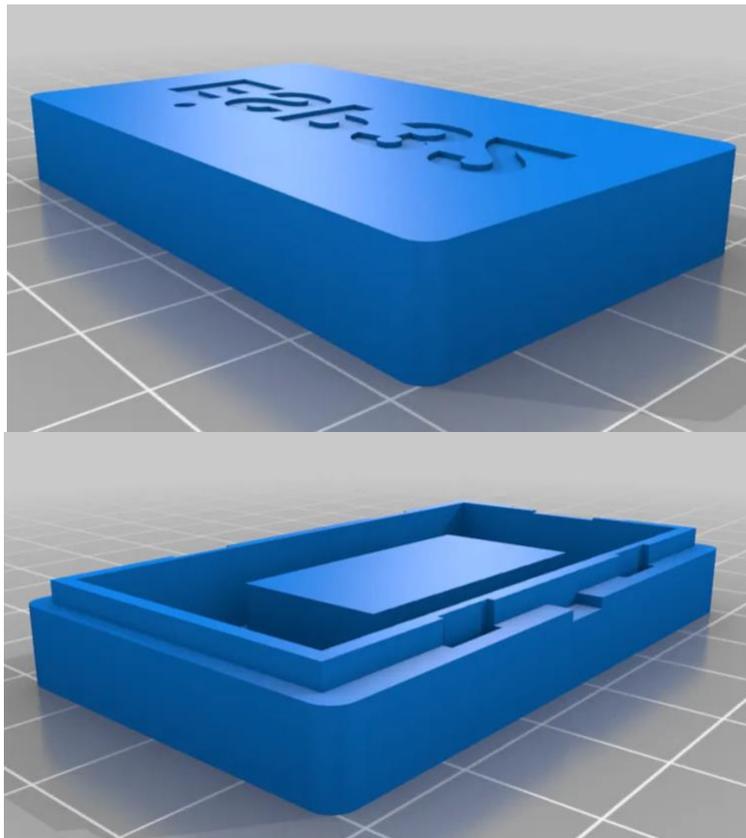
Pour résumer l'aspect mécanique de notre solution, nous allons faire imprimer des tiges à l'aide de l'imprimante 3D, ces tiges auront un diamètre intérieur de 7mm ou 0.276in. Ce diamètre est identique à celui du moteur de vibration qu'on souhaite utiliser pour faire vibrer nos tiges. Pour aider à planter nos tiges dans la terre, nous avons conçu un « piquet/spyke » sur OnShape. Cet outil servira aussi de base pour le moteur. La tige vibrante mesure 12.5in de longueur et le piquet, 11.535 in. La différence de longueur entre les deux composantes est exactement de 0.965in ou 24.5mm, la hauteur exacte de notre moteur. C'est donc à cet endroit que notre moteur sera placé. Aussi, la tige et le piquet seront assemblés à l'aide d'un assemblage direct puisque les deux composantes ont le même diamètre. Ce sera de même pour l'installation du moteur.

Dessin Électrique :

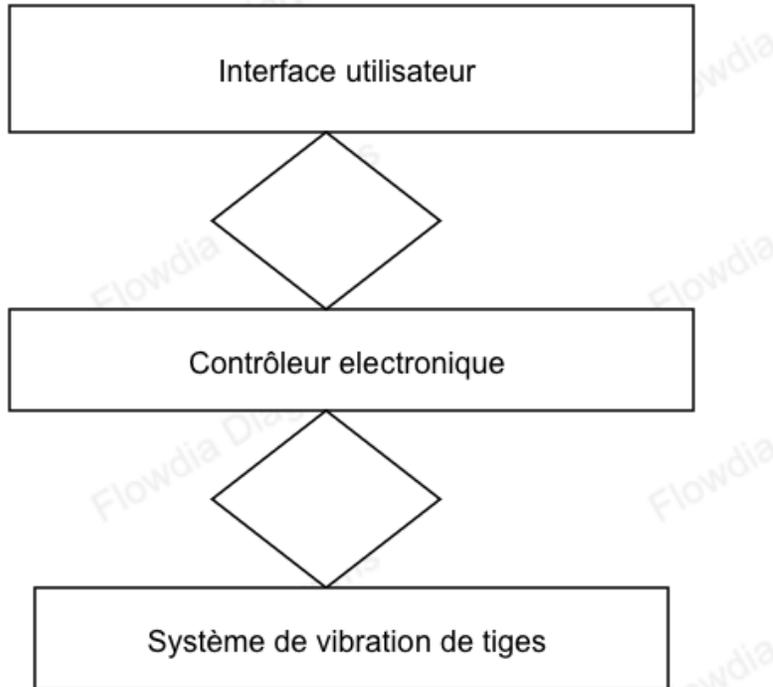
Circuit ( 20 moteurs de vibration connecté à un microcontrôleur ESP 32 avec relai ou mosfet)



Boite pour le microcontrôleur ESP32



Dessin logiciel  
*Dessin conceptuel*



- L'interface utilisateur permet aux utilisateurs de surveiller et de contrôler le système de vibration des tiges, ainsi que d'accéder aux informations sur les conditions de pollinisation et environnementales.
- Le contrôleur électronique reçoit les commandes de l'interface utilisateur et contrôle le fonctionnement du système de vibration des tiges en ajustant la fréquence et l'amplitude des vibrations.
- Le système de vibration des tiges produit des vibrations pour imiter le mouvement du vent et faciliter la dispersion du pollen dans l'air et son dépôt sur les stigmates des fleurs.

### Liste d'équipement

Équipement (logiciel ou matériel) nécessaire pour construire chaque prototype.

Nom de l'item	Description	Type	# prototypage	Source
Imprimante 3D	Prototypes physiques à	Matériel/Équipement	1, 2, 3	Maker Lab

	partir de vos modèles CAO			
Découpe laser	Decouper matériaux (MDF/acrylique ) au besoin	Équipement	1, 2, 3	Maker Lab/Brunsfeld
Onshape	Logiciel de conception par ordinateur (CAO) sur le cloud qui permet de collaborer. PDM et simulation.	Logiciel	1, 2, 3	Ordinateur
Arduino IDE	Programmation de la vérification : cartes Arduino et capteurs de mouvement	Logiciel	1, 2, 3	Ordinateur
Plaque de prototypage	Tests de programmation des cartes Arduino et des capteurs de mouvement	Matériel	1, 2, 3	Ordinateur
Fraiseuse CNC (si requis)	Une fraiseuse CNC peut être utilisée pour créer des prototypes plus robustes à partir de divers matériaux.	Équipement	1, 2, 3	Uottawa
Capteurs	Capteurs de mouvement ou de vibration pour détecter le mouvement des tiges	Matériel	1,2,3	Uottawa
Alimentation électrique	Batterie rechargeables ou alimentation électrique pour alimenter les	Matériel	1,2,3	Amazon

	actionneurs et les capteurs			
Logiciel de simulation	Outils de simulation pour simuler le comportement d'un système de vibration et optimiser ses performances	Logiciel de simulation	2,3	MATLAB
Programmation	Compétences en programmation pour contrôler les actionneurs et les capteurs via des microcontrôleurs	Compétence	2,3	Arduino(C/C++), Python
Support de fixation	Supports robustes et ajustables pour fixer les actionneurs aux tiges des fraisiers sans endommager les plantes	Matériel	1,2,3	Amazon, fournisseurs de matériaux de construction
Logiciel d'analyse	Logiciel de visualisation et d'analyse des données pour analyser les données des capteurs et ajuster les paramètres	Logiciel analyse	2,3	MATLAB

## Liste des risques importants et plan de contingence

La mise en place de ce projet peut contenir certains risques tel que :

Des dommages aux plantes : Ce risque se produit lorsque les vibrations sont trop fortes, pouvant endommager les tiges, les fleurs ou les fruits. La sur-vibration peut entraîner la chute prématurée des fleurs ou des fruits.

Pour atténuer ce risque, comme plan de contingence nous allons insérer dans notre sur l'Arduino, des instructions pour surveiller la force de vibration et programmer des limites sécuritaires

Épuisement des plantes : une utilisation excessive des tiges peut épuiser les plantes mettant en danger leur santé à long terme et réduisant leurs rendements futurs. Comme plan de contingence nous allons élaborer un calendrier de pollinisation pour garantir des périodes de repos entre les sessions. Surveiller la santé des plantes de manière régulière

Problème mécanique des tiges vibrantes : des problèmes mécaniques peuvent survenir en raison de l'usure normale ou de défauts de fabrication entraînant des interruptions dans le processus de pollinisation. Pour atténuer ce risque nous allons maintenir un stock de pièces de rechange effectuée des inspections régulières et former le personnel pour effectuer des réparations mineures.

Problème de moteur : les moteurs peuvent surchauffer ou avoir des pannes électroniques ou présenter d'autres problèmes qui affectent la performance globale des tiges vibrantes. Comme plan de contingence vis-à-vis de ce risque nous allons mettre en place des contrôles de qualité rigoureux pour les moteurs, former le personnel sur la maintenance préventive.

Problème de pollinisation inefficace : les tiges vibrantes pourraient ne pas atteindre toutes les fleurs entraînant une pollinisation inégale et des rendements réduits. Pour atténuer ce risque, nous allons surveiller les résultats de la pollinisation en temps réel et ajuster la fréquence et l'intensité des vibrations.

## Plan de prototypage & des Tests

Num	<b>Objectif du test</b> <i>(pourquoi)</i>	<b>Description du Prototype Utilisé et de la Méthode de Test de Base</b> <i>s(quoi)</i>	<b>Description des Résultats à Documenter et Comment ces Résultats seront Utilisés</b> <i>(comment)</i>	<b>Durée Estimée du Test et Date Prévues du Début du test</b> <i>(quand et fin)</i>	<b>Essais</b>
1	Système de pollinisation par des tiges vibrantes	Prototypes utilisant des tiges vibrantes de 12.5in, imprimées en 3D, avec un moteur de vibration de 0.965in, et testés pour la fréquence	Informations mesure : la fréquence de vibration des tiges qui doit correspondre à la fréquence de bourdonnement des abeilles	Tests conduits sur une période de 4 semaines, débutant le 26 février 2024 et se terminant le 25 mars 2024.	Taux de fréquence de bourdonnement Terminé : si la fréquence de bourdonnement est celle des abeilles ou

		et l'intensité des vibrations optimales.	Comment vont-ils être documentés : La documentation se fera lors d'essai du prototype et seront enregistrés dans un document		proche de cette dernière
2	Assurer que les matériaux sont découpés selon les dimensions et formes requises	Utilisation de matériaux comme le MDF et l'acrylique, découpés avec précision à l'aide d'une découpe laser, conformément aux spécifications de conception.	Vérification que les matériaux découpés s'assemblent correctement sans défauts visuels ou faiblesses structurelles, garantissant la qualité du prototype.	Évaluation immédiate lors de la découpe et assemblage du prototype, avec révisions continues tout au long de la phase de prototypage.	-Test de précision de découpe pour vérifier la conformité des dimensions des matériaux découpés aux spécifications du modèle CAO. Terminé : si les dimensions des matériaux découpés sont conformes aux tolérances spécifiées dans les modèles CAO, sans défauts visuels ou faiblesses structurelles qui compromettraient l'assemblage ou la fonctionnalité du prototype.
3	Confirmer que la programmation des cartes répond aux spécifications	Cartes Arduino programmées pour contrôler les tiges vibrantes, avec tests de fonctionnement des capteurs et actionneurs.	Assurance que la programmation correspond aux fonctionnalités requises, avec des ajustements basés sur la rétroaction pour optimiser la performance	Période de test dépendant du cycle de développement logiciel, avec des tests itératifs et des évaluations après chaque mise à jour significative de la programmation	-Tests fonctionnels pour vérifier que la programmation des cartes Arduino répond aux exigences de contrôle des tiges vibrantes. Terminé : si les tiges vibrantes sont contrôlables avec l'Arduino -Tests d'intégration pour assurer la

					<p>compatibilité et la communication efficace entre les cartes programmées et les autres composants électroniques.</p> <p>Terminé : s'il y a une bonne interaction entre les cartes programmées et les autres composants</p> <p>-Tests de performance pour évaluer la réactivité et la précision des actions réalisées par les cartes électroniques programmées.</p>
--	--	--	--	--	--

## Définition de critère d'arrêt permettant d'arrêter l'essai:

Précision et qualité par rapport aux modèles CAO : La cohérence entre les modèles CAO et les prototypes physiques est essentielle pour garantir que le produit final correspond aux attentes et aux spécifications initiales. Si les prototypes ne correspondent pas fidèlement aux modèles CAO, cela peut indiquer des problèmes de conception, de fabrication ou de processus, ce qui pourrait compromettre la fonctionnalité, la sécurité ou la satisfaction client. Arrêter le processus à ce stade permet de revoir et d'améliorer la conception ou les méthodes de fabrication, évitant ainsi des problèmes coûteux à un stade ultérieur du développement.

Découpe des matériaux : La précision de la découpe des matériaux est cruciale pour assurer l'intégrité structurelle et esthétique du prototype. Des erreurs de découpe peuvent entraîner des problèmes d'assemblage, des défauts visuels ou des faiblesses structurelles, compromettant ainsi la qualité et la durabilité du produit final. En arrêtant le processus lorsque les matériaux ne sont pas coupés selon les spécifications requises, il est possible de corriger ces erreurs dès le début, évitant ainsi des retards et des coûts supplémentaires liés aux corrections ultérieures.

Tests de programmation des cartes Arduino : La programmation correcte des cartes Arduino est essentielle pour assurer le bon fonctionnement des fonctionnalités électroniques du prototype.

Des problèmes de programmation peuvent entraîner des dysfonctionnements, des performances sous-optimales ou des incompatibilités avec d'autres composants du système. En arrêtant le processus pour résoudre les problèmes de programmation (principalement le code) dès qu'ils sont identifiés, on évite de compromettre la fiabilité et l'efficacité du produit final, tout en garantissant sa conformité aux spécifications et aux attentes des utilisateurs.

## Définition des fidélités basées sur l'objectif du prototype

**Fidélité visuelle et dimensionnelle** : La fidélité visuelle se traduit dans le sens où le prototype ressemble étroitement au modèle CAO en termes d'apparence et de détails. Quant à la fidélité dimensionnelle, les dimensions du prototype doivent correspondre exactement à celles spécifiées dans le modèle CAO. Un écart minimal est acceptable, mais il doit rester dans les limites acceptables définies par les spécifications du produit.

**Fidélité matérielle** : La fidélité matérielle assure que les matériaux utilisés dans la construction du prototype sont conformes aux besoins requis et offrent les mêmes propriétés que ceux prévus pour le produit final. Cela inclut la sélection de matériaux appropriés ainsi que la découpe précise des matériaux selon les dimensions et les formes exactes.

**Fidélité fonctionnelle** : Étant la partie qui s'intéresse plus à l'aspect technique, la fidélité fonctionnelle garantit que le prototype exécute correctement les fonctionnalités prévues du système de pollinisation mécanique. Également, la programmation des cartes électroniques, ainsi que le fonctionnement des capteurs et des actionneurs doivent également répondre aux spécifications définies.

## Conclusion:

Globalement lors du prototypage nous évaluons la capacité du système de faire vibrer les tiges ainsi de vérifier que la fréquence de vibration est appropriée pour assurer une pollinisation efficace. Ainsi nous cherchons à élaborer un système simple et intuitif. Ces essais nous permettront d'obtenir de la rétroaction sur le fonctionnement, de vérifier sa faisabilité et l'intégration du système.

Notez: Le prototype 2 sert à créer une base de données capable de recevoir de l'information et l'envoyer à l'utilisateur ou au client. Le coût des matériaux a dépense pour ce prototype sera très petit car il sera plutôt un prototype logiciel. Notre documentation logiciel comprend les détails associés à ce prototype.

En sommaire l'étape de prototypage pour la conception d'un système de pollinisation mécanique à base des tiges vibrantes sera fait en 3 parties et les approches qui seront utilisées vont permettre le moins d'interaction humaine possible. Grâce au plan d'essai chaque prototype a un but bien défini, ce qui entraînera une amélioration des compétences opérationnelles du système au complet.

## Références :

Lien vers tige de vibration sur OnShape :

<https://cad.onshape.com/documents/14133eb19339a9e9db21b9fa/w/c287495c3cad9d19befb2257/e/40e0dcb29747182d9287e925>

Lien vers spyke sur OnShape :

<https://cad.onshape.com/documents/14133eb19339a9e9db21b9fa/w/c287495c3cad9d19befb2257/e/751e328984a5d9f2b2b7dbd9>

Lien vers assemblage sur OnShape :

<https://cad.onshape.com/documents/14133eb19339a9e9db21b9fa/w/c287495c3cad9d19befb2257/e/05667f0e5fee2f92cf0f1945>

Lien vers Dessin sur OnShape :

<https://cad.onshape.com/documents/14133eb19339a9e9db21b9fa/w/c287495c3cad9d19befb2257/e/2f1641d11741d7dd9aa28577>

Lien moteur de vibration :

<https://www.digikey.ca/en/products/detail/jie-yi-electronics-limited/JYZ0612WP/20193264>

Lien micro contrôleur ESP32 :

[https://www.digikey.ca/en/products/detail/espressif-systems/ESP32-DEVKITC-32D/9356990?utm\\_adgroup=&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=PMax\\_Product\\_Low\\_ROAS\\_Categories&utm\\_term=&productid=9356990&utm\\_content=&utm\\_id=go\\_cmp-20291741422\\_adg-ad-dev-c\\_ext-prd-9356990\\_sig-Cj0KCQiA5-uuBhDzARIsAAa21T-PsslMwcR2d2vSZetblcRGckptUE2LkGR4lsGe70jUKfgDtHznU9IaAhyTEALw\\_wcB&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQiA5-uuBhDzARIsAAa21T-PsslMwcR2d2vSZetblcRGckptUE2LkGR4lsGe70jUKfgDtHznU9IaAhyTEALw\\_wcB](https://www.digikey.ca/en/products/detail/espressif-systems/ESP32-DEVKITC-32D/9356990?utm_adgroup=&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=PMax_Product_Low_ROAS_Categories&utm_term=&productid=9356990&utm_content=&utm_id=go_cmp-20291741422_adg-ad-dev-c_ext-prd-9356990_sig-Cj0KCQiA5-uuBhDzARIsAAa21T-PsslMwcR2d2vSZetblcRGckptUE2LkGR4lsGe70jUKfgDtHznU9IaAhyTEALw_wcB&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA5-uuBhDzARIsAAa21T-PsslMwcR2d2vSZetblcRGckptUE2LkGR4lsGe70jUKfgDtHznU9IaAhyTEALw_wcB)