

Livrable H: Prototype III et rétroaction du client

Équipe A15

Yahya Mostafa

Eden Kindja Nehema

Xavier Riva

Maysa Yadaas

Le 26 Novembre 2020

Table des matières

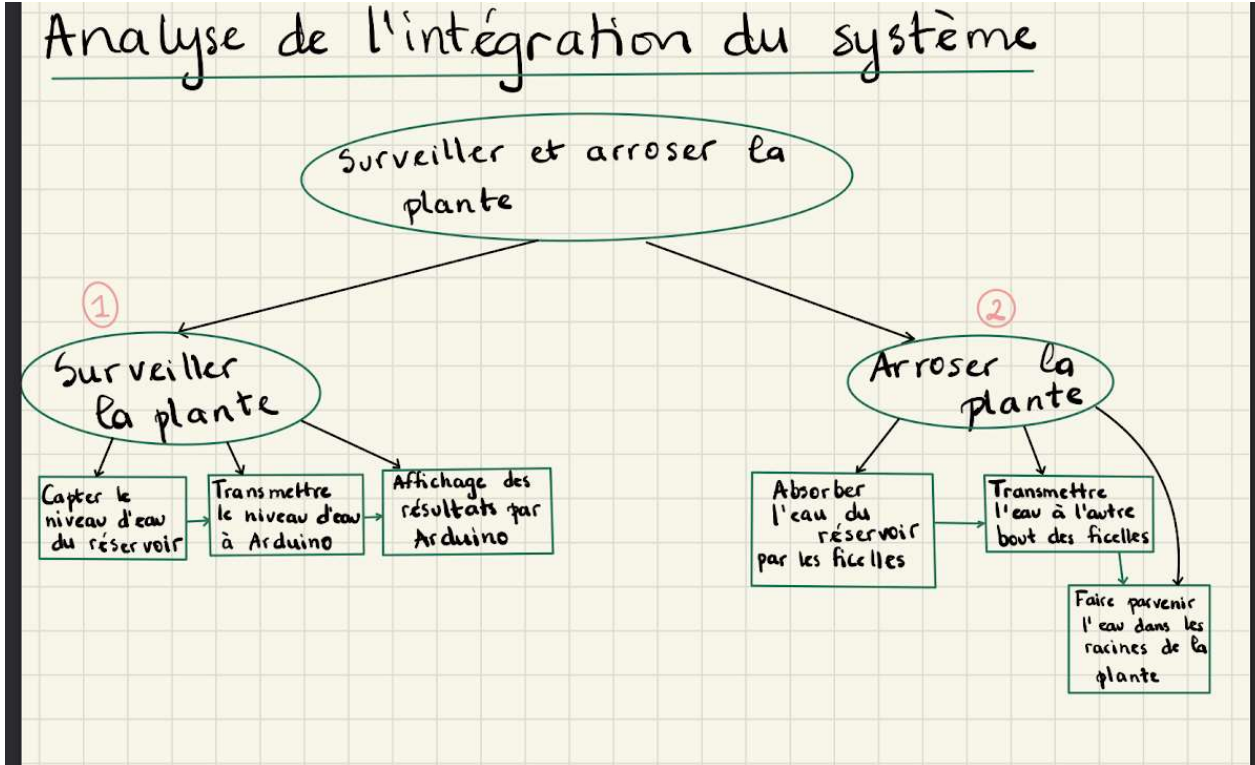
Introduction	2
Liste de spécifications	3
Fidélité et faisabilité du prototype	4
Modélisation de chaque sous-systèmes	6
Plan d'essai	12
Critères d'arrêt	15
Critère d'arrêt globale	15
Tests futurs:	15
Rétroaction par rapport au prototype 2	15
Annexe	18

Introduction

Dans ce livrable, on se focalise sur notre prototype final qui est l'ensemble de tous les sous-systèmes présentés dans les précédents livrables (structure, système d'arrosage et système de surveillance). Pour le réaliser, toutes les rétroactions du client ont évidemment été prises en compte et ainsi quelques modifications ont été apportées aux différents sous-systèmes pour ainsi vous présenter notre projet de ce cours de conception.

Pour nous, le prototype final représente la combinaison de tous nos apprentissages dans un produit complet et esthétique. Nous imaginons que le prototype final comportera aussi ses apprentissages et ceux-ci seront mentionnés en détail dans ce livrable. D'un côté plus technique, le prototype utilise le système d'arrosage par corde ainsi que le système de surveillance du niveau d'eau Arduino. Le réservoir sera sous la plante pour faciliter l'assemblage, le drainage et aussi la distribution de l'eau.

Analyse fonctionnelle du système



Liste de spécifications

Spécification des matériaux :

Composante	Description	Quantité	Coût unitaire (\$)	Quantité x Coût
Arduino Uno	Un micro-contrôleur qui est capable de contrôler plusieurs composantes électroniques . Dans notre cas , il contrôlera le niveau d'eau dans le planteur	1	0	0
Fils électriques	Les fils électriques sont nécessaires pour connecter toutes les composantes électriques.	10	0	0
Capteur de niveau d'eau	Le capteur de niveau d'eau détecte le niveau d'eau.	2	2,00	4
Lumière DEL	La lumière DEL pour avertir de la quantité d'eau présente dans le planteur	1	0	0
Corde	Corde pour que la plante puisse d'elle même absorber l'eau nécessaire	1	4,49	4,49
Acrylic	C'est la matière de base qu'on a créer avec le planteur et le réservoir	1	1	66
Plante	Fleur typique choisi pour le prototype final	1	0	0
Colle	Elle sert à coller le réservoir et la base entre eux	1	0	0

Fidélité et faisabilité du prototype

Fidélité:

Caractéristique	Produit final	Fidélité
Taille	10x10x10 pouces	La taille du prototype est petite donc ne peut inclure que des plantes de petite taille
Matériel	Acrylique transparent et blanc (¼ pouce épaisseur)	L'acrylique est plus adapté à notre projet puisque c'est solide, incassable. Aussi, puisque c'est transparent, cela facilite la surveillance du réservoir et du niveau d'eau sans oublier que le côté esthétique est mis en valeur en utilisant l'acrylique.
Poids	Lourd (Valeur inconnu)	
Fonctionnalités	Arrosage automatique avec la corde et présence du système de surveillance	Pour l'arrosage, la corde c'est le meilleur moyen pour éviter la perte d'eau et inondation puisque c'est la plante qui absorbe selon son besoin d'eau. Pour la surveillance, c'est le meilleur capteur qu'on ait trouvé. On a pu créer et essayer le code qu'on va utiliser pour surveiller la quantité d'eau dans le réservoir
Structure	Réservoir en bas et à côté du réservoir, il y a un mur pour séparer l'eau et les matériaux électroniques pour la surveillance. En haut du réservoir, la	La structure finale est plus efficace que la première structure envisagée. Elle sépare bien les composantes et met en valeur la trajectoire

	base où il ya la plante et le couvercle	verticale pour mieux valoriser l'absorption de l'eau par la plante.
--	---	---

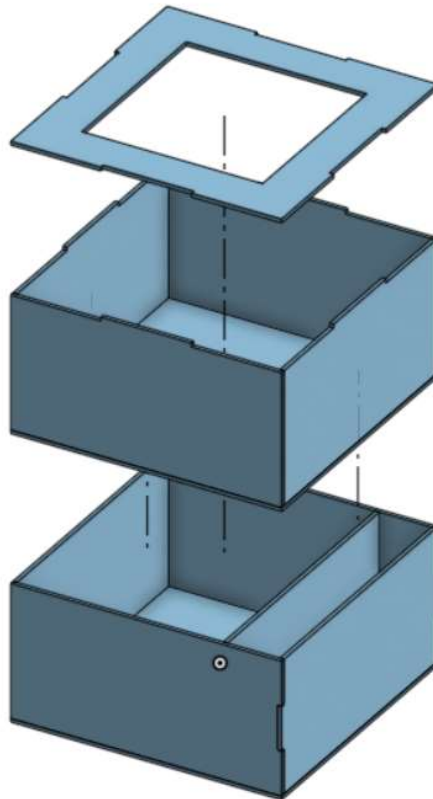
Faisabilité:

La faisabilité de notre prototype peut être établie à l'aide des facteurs de TELOP. Alors quelles sont les forces et faiblesses de notre prototype en suivant les facteurs TELOP (Technique, Économique, Légal, Opérationnel, Planification)?

- Technique: Étant donné que nous sommes des étudiants, nous n'avons pas assez d'expertise dans le domaine mais nous travaillons avec ce que nous savons et apprenons. La réalisation de ce prototype a aussi été basée sur la recherche des ressources techniques.
- Économique: Étant donné que c'est le prototype final, nous nous sommes permis d'utiliser plus que ce nous avons autour de nous comme matériel. D'où quelques petites dépenses mais qui ne dépasse pas le budget maximal qui est de 100\$
- Légal: Il n'y a aucune fraude, aucun problème juridique et aucun danger sur la structure, la conception et l'utilisation du prototype.
- Opérationnel: Il y a une bonne cohésion d'équipe et tout le monde est apte à réaliser sa tâche pour la réalisation du prototype.
- Planification : Le prototype est censé être prêt avant le 26/11/2020 à 23h59. Ce qui est faisable.

Modélisation de chaque sous-systèmes

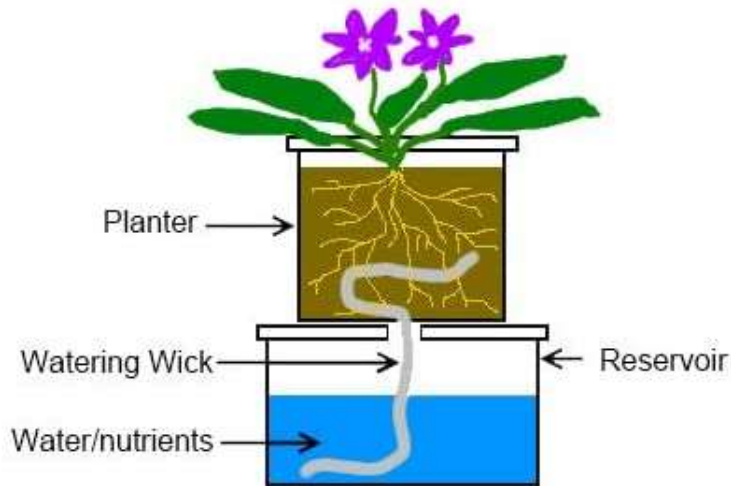
- Système Structurelle:



La structure du prototype 3 est un redesign partiel de la structure du prototype. En effet, nous avons inclus le réservoir sous la plante pour faciliter le drainage et aussi la distribution de l'eau par la corde de coton. De plus, nous avons inclus un petit compartiment pour les électroniques du système de surveillance.

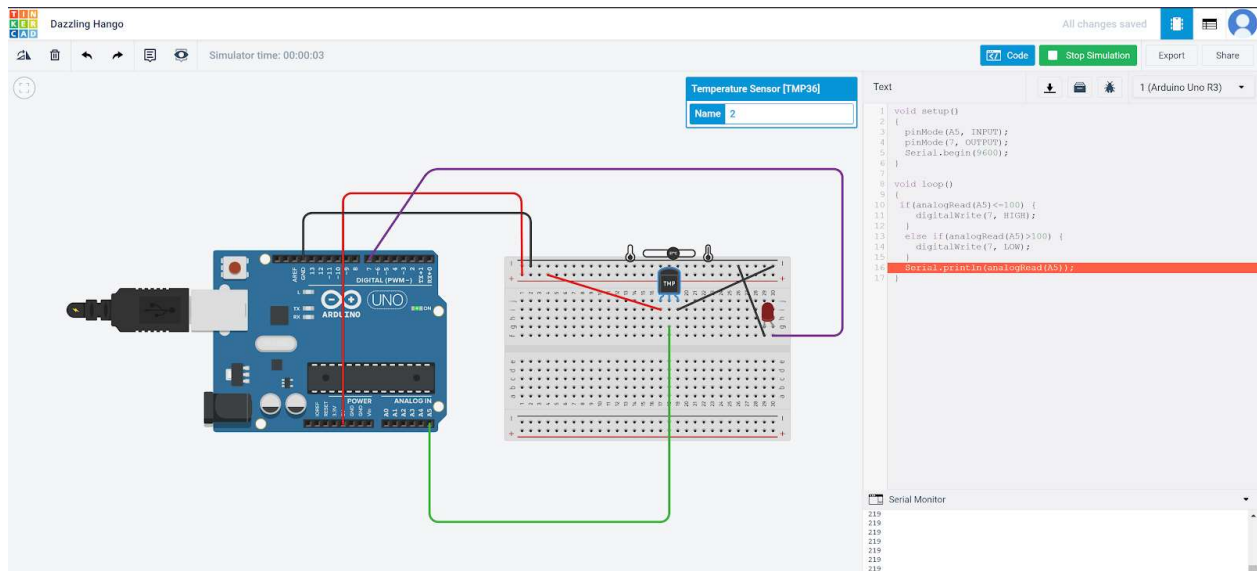
- Système d'arrosage:

C'est un système d'arrosage avec ficelle dont une extrémité sera dans le réservoir et l'autre extrémité attachée aux racines de la plante. La ficelle, qui est en coton, aura donc pour rôle d'absorber l'eau du réservoir et la donner à la plante quand elle en aura besoin.



- **Système de surveillance:**

Avant la création du prototype, on a fait une création digitale sur TinkerCad. Malheureusement, TinkerCad n'avait pas un capteur de niveau d'eau mais un capteur à température est un substitut excellent. Par exemple, lorsque le capteur détecte une haute température, une haute valeur dans le "Serial Monitor" est affichée. En comparaison, lorsque le capteur de niveau d'eau détecte un haut niveau d'eau, une haute valeur dans le "Serial Monitor" est ainsi affichée. Sur ce, le code, le nombre de composants utilisés et le placement de ses composants seront les mêmes si on avait utilisé un capteur de niveau d'eau. Lorsque les composants seront livrés, la création physique prendra très peu de temps. Voici le modèle TinkerCad créé pour ce prototype:

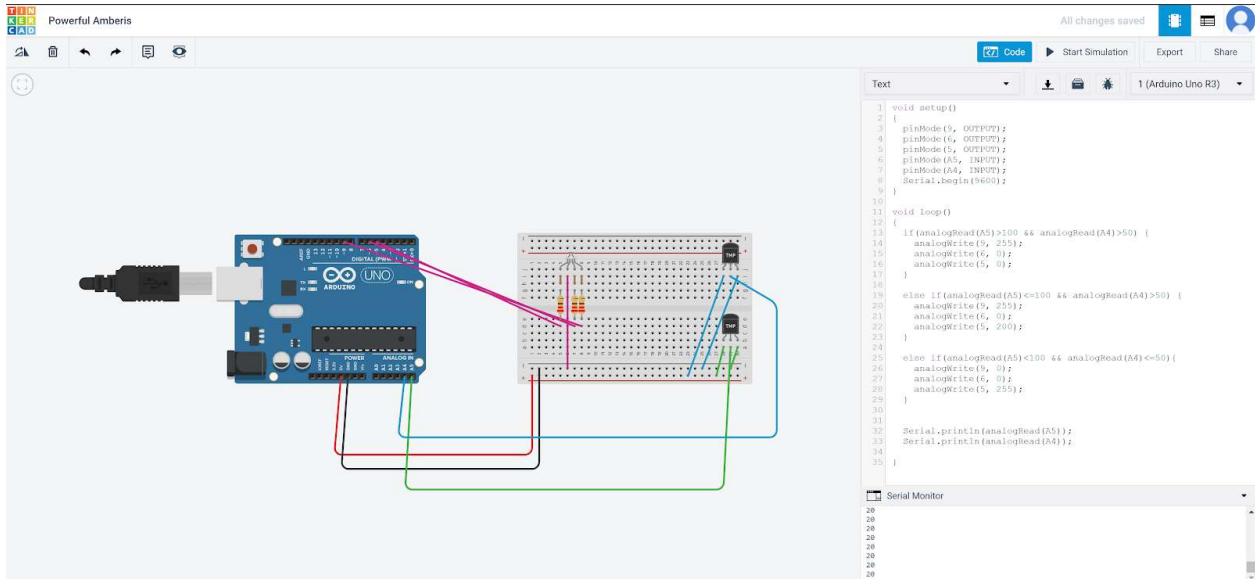


La lumière DEL s'allume lorsque les valeurs sont plus petites que 100 dans le "Serial Monitor". Une valeur de 100 ou moins est affichée lorsque la température détectée est de -1 °C ou moins. Voici le code utilisé:

```
void setup()
{
  pinMode(A5, INPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  if(analogRead(A5)<=100) {
    digitalWrite(7, HIGH);
  }
  else if(analogRead(A5)>100) {
    digitalWrite(7, LOW);
  }
  Serial.println(analogRead(A5));
}
```

Dans le modèle ci-dessus, un seul senseur de niveau d'eau n'est pas assez pour nous avertir qu'il n'y a pas assez d'eau (car il est de 60mm de hauteur). Donc on a décidé d'opter pour un système avec deux senseurs placé à deux hauteurs différentes dans le réservoir. Cette modèle est brièvement représenté sur la création TinkerCad ci-dessous:



Encore une fois, on a utilisé des senseurs à température comme substitut. Imaginons qu'ils sont des senseurs à niveau d'eau et que les deux senseurs sont placés à deux hauteurs différentes. Notez que le premier senseur est plus haut que le deuxième. Si le premier senseur affiche une valeur plus grande que 100 (par exemple), le DEL RGB est vert. Si le premier senseur affiche une valeur plus petit que 100 mais le deuxième est plus grand que 50, le DEL RGB est jaune. Finalement, si le deuxième senseur affiche une valeur plus petite que 50, le DEL RGB est rouge. Voici le code utilisé:

```
void setup()
{
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(A5, INPUT);
  pinMode(A4, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  if(analogRead(A5)>100) {
    analogWrite(9, 255);
    analogWrite(6, 0);
    analogWrite(5, 0);
  }
```

```
else if(analogRead(A5)<=100 && analogRead(A4)>=50) {
  analogWrite(9, 255);
  analogWrite(6, 0);
  analogWrite(5, 200);
}
```

```
else if(analogRead(A4)<50){
  analogWrite(9, 0);
  analogWrite(6, 0);
  analogWrite(5, 255);
}
```

```
Serial.println(analogRead(A5));
Serial.println(analogRead(A4));

}
```

Voici le code utilisé pour la création physique du système (senseur à niveau d'eau au lieu senseur à température)

void setup()

```
{
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(A5, INPUT);
  pinMode(A4, INPUT);
}
```

void loop()

```
{
  int sensorUp = analogRead(A5);
  int sensorDown = analogRead(A4);

  if(sensorUp>0) {
    analogWrite(9, 255);
    analogWrite(6, 0);
    analogWrite(5, 0);
  }
}
```

```
else if(sensorUp==0 && sensorDown>0) {
  analogWrite(9, 255);
  analogWrite(6, 0);
  analogWrite(5, 200);
}

else if(sensorUp==0 && sensorDown==0) {
  analogWrite(9, 0);
  analogWrite(6, 0);
  analogWrite(5, 255);
}

}
```

Plan d'essai

N° de test	Objectif de test (pourquoi)	Description du Prototype Utilisé et de la Méthode de Test de Base (Quoi)	Description des Résultats à Documenter et Comment ces Résultats seront Utilisés (Comment)	Durée Estimée du Test et Date Prévue du Début du Test (Quand)
1	Tester si la structure du pot choisi est efficace pour inclure les systèmes d'arrosage et de surveillance et si cette structure est facile à assembler et à maintenir	La structure a donc été réalisée avec la découpe laser pour ensuite assembler les différentes parties. Il nous fallait donc assembler les différentes parties et installer les différents sous-systèmes dont l'arrosage(eau,corde,terre,plante) et la surveillance. Ainsi, voir si tout est correct.	<p>Après l'assemblage, on constate qu'il y a des fuites. Il y a de l'eau qui traverse le réservoir et va vers la partie électrique. Il faut donc essayer de bloquer les espaces ainsi que les trous avec beaucoup de colle chaude. Malheureusement, la chaleur excessive a brisé les capteurs. Par contre, il existe une solution par rapport à cela auquel nous avons réfléchi.</p> <p>Premièrement, le positionnement des capteurs était très inefficace. En effet, nous les avons simplement mis sur les murs du réservoir. Cela facilitait la trajectoire de l'eau pour s'échapper. Donc, ce que nous proposons est d'inclure les trous (coupés très précisément à la taille des capteurs) directement dans la découpe laser et de mettre ceux-ci plus vers le milieu de la plaque séparant le compartiment arduino et le réservoir d'eau. Dans ce cas de figure, l'eau aura beaucoup moins de place pour s'échapper et nous aurons besoin de très peu de colle chaude pour boucher les fuites.</p> <p>De plus, nous avons eu quelques problèmes avec la découpe laser (dimensions ne sortant pas correctement). Cependant, ces choses sont facilement résolubles avec un peu plus de pratique et ne sont pas liées au design du prototype lui-même.</p>	24 à 25 novembre (2 jours)

2	Tester si la nouvelle corde choisie est efficace pour l'absorption de l'eau par la plante	Le choix est donc basé sur une corde en coton un peu plus épaisse que la précédente. Installer la corde dans le réservoir et dans la plante et ensuite remplir le réservoir. Laisser proche d'une fenêtre (pour que la plante survive) et vérifier périodiquement si la plante absorbe de l'eau comme nous le pensons.	Les résultats sont positifs pour ce test car la corde permet de bien transmettre l'eau à la plante. La corde étant en coton, elle absorbe bien l'eau et est un bon conducteur. Aussi elle est épaisse et transmet une bonne quantité.	24 à 25 novembre (2 jours)
3	Tester si le nouvel emplacement du réservoir favorise un meilleur système d'arrosage	Ce test rejoint le test 2 car il a aussi pour but de tester le système d'arrosage. Nous avons décidé de placer le réservoir sous le pot de fleur et non dans les parois. D'où il faut juste vérifier que la trajectoire de la corde choisie, à travers le nouvel emplacement du réservoir, est efficace.	Des résultats aussi positifs pour l'emplacement du réservoir. Car la trajectoire de la corde étant modifiée, l'eau arrive facilement à la terre et aux racines de la plante sans créer des flaques et sans noyer la plante.	24 à 25 novembre (2 jours)
4	Tester si le réservoir est capable de contenir une bonne quantité d'eau et résister aux contraintes	Étant donné que la structure est faite d'acrylique et de colle chaude, on veut connaître la capacité d'eau du réservoir. Il faut donc remplir le réservoir d'eau et	Le réservoir contient définitivement une bonne quantité d'eau. En effet, ce modèle réduit en contient 6L, assez pour nourrir une plante tropicale (celle que nous avons testée) durant 40 jours. Selon nos tests, une plante tropicale (african violet) consomme 150 mL d'eau en 3 jours.	24 à 25 novembre (2 jours)

		observer la résistance.	Le réservoir lui-même résistait très bien aux contraintes. Nous avons utilisé de la colle chaude pour bien boucher les fuites la ou les panneaux du réservoir se connectent. Cependant notre méthode de bouchage de fuites alentour des capteurs était très inefficace et notre solution proposée est incluse dans la test 1.	
5	Tester si les composantes du système de surveillance fonctionne bien après l'assemblage de tous les sous-systèmes	Il faut juste assembler les composantes électriques comme fait dans les tests précédents. Sauf que pour ce livrable nous n'aurons pas de pile comme source de courant.Nous devons brancher notre système à un mur et vérifier si les résultats restent bons et positifs	<p>Individuellement, le système de surveillance était un succès. Elle fonctionnait tout de même lorsqu'elle était brancher à une prise électrique. La lumière DEL devient vert lorsque les deux senseurs détectent de l'eau, bleu lorsque le senseur supérieur ne détecte pas de l'eau mais le senseur inférieur en détecte et finalement rouge lorsque les deux senseurs ne détectent aucun eau.</p> <p>Cependant, lors de l'assemblage du système avec le système structurel, les senseurs ont cessé de fonctionner. C'était principalement à cause d'une abondance en colle chaude qui les recouvraient. Initialement, les senseurs fonctionnaient lorsqu'elle était assembler avec le système mais il y avait des fuites d'eau qui se retrouvaient alentour des senseurs. Pour empêcher ses fuites on a décidé d'ajouter plus de colle chaude mais malheureusement ceci a brisé les senseurs.</p> <p>Ces résultats seront utilisés comme moyen d'apprentissage. C'était notre première fois avec la découpe laser et on avait complètement oublié d'attribuer des petites fentes pour les senseurs. Par conséquent il fallait improviser et on a décidé d'utiliser un gap sur le côté du paroi qui séparait le réservoir et le système de surveillance.</p>	24 à 25 novembre (2 jours)

			Si on avait utiliser les petites fentes, très peu de colle chaude aurait dû être utilisé.	
--	--	--	---	--

Critères d'arrêt

- Pour le test n°1: Lorsqu'on aura assembler et le prototype, qu'on sera satisfait de la résistance et efficacité et qu'on n'aura plus de temps
- Pour le test n°2: Lorsqu'on sera sûr que la corde permet à la plante de bien absorber de l'eau ou le contraire.
- Pour le test n°3: Lorsqu'on est convaincu qu'il n' y a aucune conséquence négative dû à l'emplacement du réservoir.
- Pour le test n°4: Une fois que le réservoir a contenu de l'eau pour plus d'un jour
- Pour le test n°5: Lorsqu'on est sûr que le système de surveillance fonctionne comme il se doit.

Critère d'arrêt globale

Quand on sera sûr que le prototype est efficace et qu'on n' aura plus de temps pour continuer les tests et les améliorations.

Tests futurs:

- Tester la capacité de porter de l'eau pendant plus longtemps
- Tester avec une plus grosse plante pour évaluer l'autonomie de notre réservoir
- Ajouter un système de connexion par wifi pour aider les membres du staff à savoir quelle jardinière visiter pour remplir le réservoir.

Rétroaction par rapport au prototype 2

Comment avons nous amélioré notre prototype par rapport aux précédents?
Séparons cela par sous-système.

1. Arrosage : Nous avons ajusté ce système en augmentant la taille de la corde pour augmenter son absorption. Aussi nous avons réduit le nombre de cordes à utiliser, nous sommes passés de 4 cordes à 2 cordes. De plus, nous avons ajusté la trajectoire pour la rendre verticale.
2. Surveillance: On a, pour le prototype 3, utiliser un DEL RGB au lieu des deux DEL normales dans le prototype 2.
3. Structure: On a fait le design avec la découpe au laser et de l'acrylique comme matériel et non l'imprimante 3d comme fait dans le premier prototype. On a certainement gardé la forme cubique mais on a ajouté le compartiment pour les électroniques ainsi que bouger le réservoir sous la plante pour faciliter le drainage et la distribution de l'eau.

Conclusion

Pour conclure, ce livrable a été généralement un grand succès. C'est vrai que le système de surveillance n'a pas fonctionné à la fin, mais c'était à cause d'une improvisation absolument nécessaire. D'ailleurs tous les autres systèmes affichaient des résultats excellents. On a beaucoup appris sur ce prototype, spécifiquement avec l'utilisation du découpage laser. C'était notre première tentative et une deuxième sera beaucoup plus améliorée.

Annexe



Figure 1 - Photo du prototype 3 assemblé



Figure 2 - Photo du prototype 3 assemblé

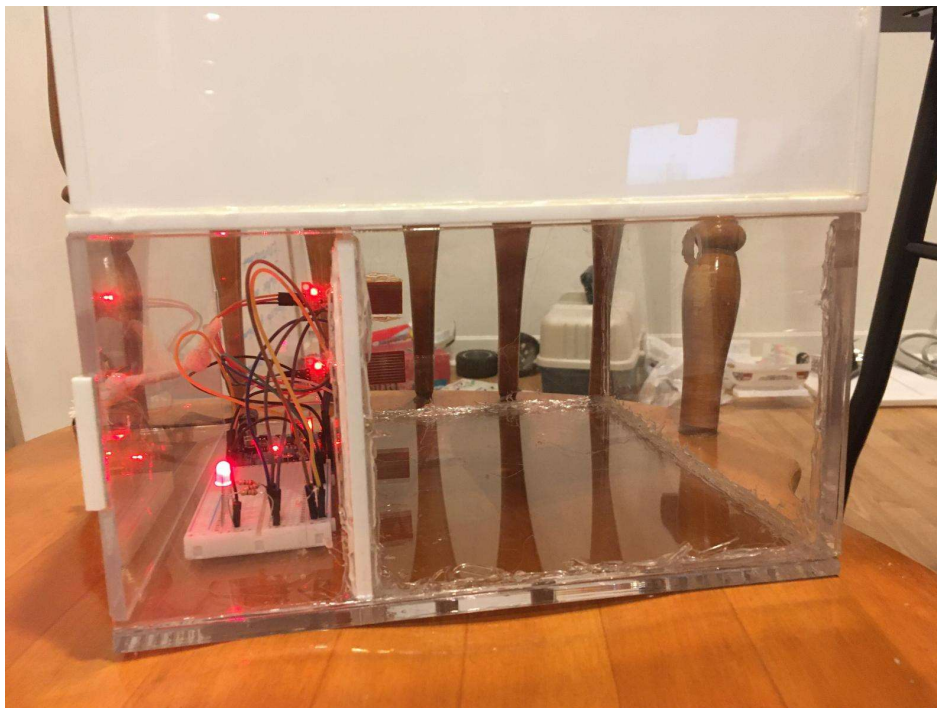


Figure 3 - Photo du réservoir et le système de surveillance pour le prototype 3

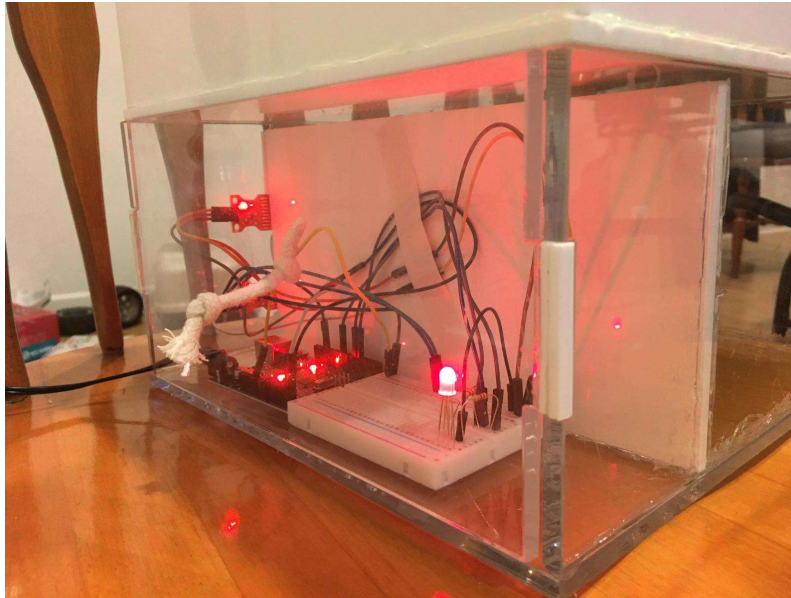


Figure 4 - Photo du système de surveillance pour le prototype 3



Figure 5 - Photo du partie supérieur pour le prototype 3