

***Projet d'hydroponie***  
***Génie de la conception***

GNG 1503

Faculté de Génie

Université d'Ottawa Hiver

Le 11 avril 2017

Groupe étudiants A9:

*David Montigny – 8715615*

*Hekmat Osman - 8803315*

*Moya Kacou - 8600720*

*Yves Tchinda – 8847448*

*Youssef Benali - 8912028*

## Abstrait

Tout d'abord nous avons reçu un défi de la part des Services alimentaires de l'Université d'Ottawa. Leur défi était de combler leur besoin de se procurer des fruits et légumes frais et de qualité, à l'année longue de manière rentable. Pour cela ils nous ont demandé de concevoir un système hydroponique. Pour atteindre les attentes, il nous faut un système efficace, facile à entretenir, esthétique et rentable. Pour accomplir ce projet ambitieux, nous avons suivi le processus du «Design Thinking».

Après avoir identifié les besoins et empathiser avec les clients à propos de leurs attentes, nous avons procédé aux critères de conception et spécifications cibles, c'est-à-dire produire un tableau avec la liste des besoins interprétés en incluant la liste de critères de conception. Ensuite suivent les tableaux de métriques et l'étalonnage du marché.

La prochaine étape était la conception préliminaire. Chaque membre de l'équipe à générer au moins trois concepts pour chaque sous-système que nous avons établi. Les sous-systèmes sont , la structure, le système d'irrigation, le contrôle de la température et l'éclairage. Ensuite, au jugement critique de tous les membres de l'équipe nous avons choisi notre meilleur système pour subvenir au besoins des Services alimentaires de l'Université d'Ottawa.

Dans la même ordre d'idée, la prochaine étape consistait à créer un calendrier des travaux pour s'assurer de pouvoir compléter nos trois prototypes d'ici la fin du semestre. De plus, il fallait fournir une estimation des coûts pour les matériaux et les composantes de notre projet. La dernière étape consistait à construire les prototypes numéro 1, 2, et 3. Lors de chaque étape du projet nous avons reçu des critiques constructives de la part de nos clients pour mieux tailler le système à leur demandes. Voici notre rapport final qui résume notre trajet à travers le processus du Design Thinking.

## Table de matière

Abstrait.....	2
Liste des figures .....	4
Liste des tableaux.....	5
Introduction .....	6
Corps Principal .....	6
À propos du client.....	6
Besoins .....	6
Critères de conception et métriques .....	7
Énoncé du problème.....	9
Recherche et étalonnage .....	9
Concepts préliminaires .....	10
Prototypage .....	14
Solution finale .....	16
Optimisation .....	17
Conclusion et recommandations futurs .....	17
Bibliographie.....	18

## Liste des figures

Figure 1 - Concept préliminaire #1.....	11
Figure 2 - Concept préliminaire #2.....	11
Figure 3 - Concept préliminaire #3.....	12
Figure 4 - Concept final .....	13
Figure 5 - Prototype 1 .....	14
Figure 6 - Prototype 2 .....	15
Figure 7 - Prototype final .....	16

## Liste des tableaux

Tableau 1 - Besoins interprétés .....	6
Tableau 2 – Échelle d'importance.....	7
Tableau 3 - Besoins priorités .....	7
Tableau 4 - Critères de conception.....	7
Tableau 5 - Échelle de pointage.....	9
Tableau 6 - Étalonnage .....	9
Tableau 7 - Évaluation des systèmes .....	10
Tableau 8 - Attributs de notre système .....	16

## Introduction

L'université d'Ottawa regroupe une grande population étudiante dont des milliers d'entre elles se servent des différentes salles à manger et restaurants du campus. Étant donné le taux d'accroissement de la population et le prix croissant des produits, les Services alimentaires de l'Université d'Ottawa veulent continuer de satisfaire la demande en nourriture mais en améliorant leurs dépenses. Après avoir eu un entretien avec nos clients nous avons constaté que l'importation des légumes et fruits, ainsi que les coûts de transportations constituent une grosse dépense pour les Services alimentaires. Pour remédier à ce problème, nous avons décidé de créer un système hydroponique respectant les différents besoins des Services alimentaires soit, la rentabilité, la qualité et la quantité. Voici ci-dessous le processus de conception que nous avons effectué dans les dernières semaines, qui nous a donné comme résultat un système qui se différencie des autres par sa simplicité, son efficacité, et son habileté d'être modifier au besoin.

## Corps Principal

### À propos du client

Pour ce projet, les Services alimentaires de l'Université d'Ottawa sont nos clients et aussi les utilisateurs. Ici à l'Université, les Services alimentaires s'occupent des cuisines et restaurants sur le campus, qui sont offert à des milliers de personnes par jours. Ils nécessitent des centaines de kilogrammes de produits par jour et des milliers par session. Ces montants énormes leurs coûtent chère et ils aimeraient diminuer leurs dépenses. En plus de cela, ils ont d'autres besoins que nous ayons déterminer directement à partir de leurs énoncés lors de leur présentation (Tableau 1 - Besoins interprétés).

### Besoins

Tableau 1 - Besoins interprétés

Catégories	Besoins interprétés
Alimentaires	<ul style="list-style-type: none"><li>• Besoin en fruits et légumes capable de subvenir à la demande annuelle</li><li>• Qualité élevée de produits utilisés</li></ul>
Entretien	<ul style="list-style-type: none"><li>• Main d'œuvre moins fréquente</li><li>• Système facile à utiliser et à entretenir</li><li>• Système comptable et durable</li></ul>
Environnemental	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compatible avec les infrastructures déjà existence</li><li>• Aliments ayant une empreinte de carbone faible</li><li>• Environnement accessible, mais abrité</li></ul>
Localisation	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compatible avec les infrastructures déjà existence</li><li>•</li></ul>
Rentabilité	<ul style="list-style-type: none"><li>• Moins dispendieux</li></ul>

Malheureusement, pas tous les besoins des clients peuvent être intégrés à cause du budget et manque de ressource, alors nous devons les prioriser (Tableau 3 - Besoins priorisés) en suivant une échelle que nous avons établie (Tableau 2 – Échelle d'importance). Ensuite, nous avons décidé quel besoin nous devons absolument remplir et lesquels peuvent être implémentés seulement si c'était possible vers la fin. Nous avons jugé la rentabilité, la capacité de remplir la demande ainsi que d'autres comme étant les plus importants pour nos clients et utilisateurs.

Tableau 2 – Échelle d'importance

Importance	Si possible	+/- Important	Important	Très important
Échelle	4	3	2	1

Tableau 3 - Besoins priorisés

Numéro	Besoins	Importance
1	Besoin en fruits et légumes capable de subvenir à la demande annuelle	2
2	Qualité de produits élevée	2
3	Main d'œuvre moins fréquente	3
4	Facile à utiliser et entretenir	2
5	Système compact	3
6	Compatible avec les infrastructures	2
7	Empreinte de carbone faible	4
8	Environnement accessible, mais abrité	2
9	Rentable	1

### Critères de conception et métriques

Pour créer un bon système qui réponds aux demandes, il faut établir des critères de conceptions. C'est-à-dire que les besoins sont essentiels, mais ils rendent la tâche de conceptualiser des systèmes un peu difficile. Alors, tous les besoins sont convertis en critères de conceptions, qui représentent la forme que la solution devrait prendre pour répondre au besoin (Tableau 4 - Critères de conception). Par exemple, nos clients insistent sur un système durable donc le critère pour ce besoin particulier est la période de vie. Aussi pour avoir des concepts moins vagues, les critères aident à regrouper les meilleures solutions ensemble.

Tableau 4 - Critères de conception

Numéros	Besoins	Critères de conceptions
1	<b>Besoin en fruits et légumes capable de subvenir à la demande annuelle</b>	Quantité
2	<b>Qualité élevée de produits utilisés</b>	Qualité

<b>3</b>	<b>Main d'œuvre moins fréquente</b>	Nombre de personnes
<b>4</b>	<b>Système facile à utiliser et à entretenir</b>	Entretien facile, autonomie du système
<b>5</b>	<b>Système durable</b>	Période de vie
<b>6</b>	<b>Système compacte</b>	volume
<b>7</b>	<b>Compatible avec les infrastructures déjà existante</b>	Emplacement Taille Forme
<b>8</b>	<b>Moins dispendieux</b>	Coût
<b>9</b>	<b>Aliments ayant une empreinte de carbone faible</b>	Écologique
<b>10</b>	<b>Environnement accessible, mais abrité</b>	Emplacement

Les critères de conceptions sont très utiles et facilite la tâche de conception, mais tout seul, ils sont incomplets. Comme chaque besoin nécessite un critère de conception, chaque critère nécessite une métrique. C'est-à-dire une valeur et sa relation pour avoir des critères précis et très concrets.

Tableau 5 – Métriques

	<b>Critères de conception</b>	<b>Relation (=,&lt;,or &gt;)</b>	<b>Valeur</b>	<b>Unités</b>	<b>Méthode de vérification</b>
	<b>Exigences fonctionnelles</b>				
<b>1</b>	<b>Taille</b>	<b>&gt;</b>	16 Pieds^2	Pieds^2	Calculs
<b>2</b>	<b>Forme</b>	<b>=</b>	Oui	-	Essais
<b>3</b>	<b>Quantité de plantes</b>	<b>&gt;</b>	100	-	Essais
<b>4</b>	<b>Écologique</b>	<b>=</b>	Oui	-	Tests
<b>5</b>	<b>Nombre de personne</b>	<b>&lt;</b>	1	-	Essais
<b>6</b>	<b>Contraintes</b>				
<b>7</b>	<b>Poids</b>	<b>&lt;</b>	500	Lbs.	Calculs
<b>8</b>	<b>Coût</b>	<b>&lt;</b>	500	\$ CAD	Calculs

<b>9</b>	<b>Période de vie</b>	<b>&gt;</b>	<b>20</b>	<b>Années</b>	<b>Calculs</b>
	<b>Exigences non fonctionnelles</b>				
<b>10</b>	<b>Esthétique</b>	<b>=</b>	<b>Oui</b>	<b>-</b>	<b>Maquette</b>
<b>11</b>	<b>Sureté</b>	<b>=</b>	<b>Oui</b>	<b>-</b>	<b>Tests</b>

Au long du projet, certaines métriques ont changé, notamment le coût a été limité à 100 \$ et la taille du système et le poids ont été réduit en conséquence du budget. Plusieurs métriques ont été basé autour du coût donc si celui-ci change, plusieurs autres changent aussi. Les métriques sont aussi basées sur l'étalonnage et les spécifications cible (Tableau 6 - Étalonnage) des autres systèmes sur le marché.

### Énoncé du problème

En se basant sur nos besoins, nous avons créé un énoncé de notre problème pour bien définir notre tâche de façon claire, détaillée et précise. Un bon énoncé doit inclure les clients et ou utilisateurs, ainsi que leurs plus grands besoins et comment nous allons les remplir. Donc comme mentionné avant, nous avons jugé la rentabilité, la qualité de produit et la main d'oeuvre comme étant les besoins les plus importants. Ils se sont donc retrouvés dans l'énoncé du problème avec notre solution, un système hydroponique qui nous a été demandé par nos clients, les Services alimentaires de l'Université d'Ottawa. Ainsi, voici notre énoncé qui guidera notre projet:

« Les services alimentaires de l'Université d'Ottawa ont un besoin de se procurer des fruits et légumes frais et de qualité, à l'année longue avec un système hydroponique abrité, facile à entretenir et rentable.»

### Recherche et étalonnage

Pour être capable de subvenir aux besoins de nos clients, nous devons exécuter des recherches pour nous familiariser avec le marché hydroponique. Nous avons choisi cinq systèmes différents l'un de notre pour avoir une bonne compréhension des avantages et inconvénients que chaque système offre. Pour ce faire, nous avons évalué chaque produit en fonction de nos critères de conception (Tableau 6 - Étalonnage) pour que nos données recueillies soient taillées aux besoins de nos clients spécifiquement. Ensuite, chaque aspect a été assigné une valeur pour déterminer sa valeur par rapport au marché (Tableau 5 - Échelle de pointage). De cette façon nous pouvons essayer d'inclure le plus d'avantages dans notre conception en minimisant les inconvénients pour les clients et utilisateurs. Nous pouvons constater que les systèmes avec un coût relativement bas, une main d'oeuvre minimale et sont très conviviaux sont les plus favorables.

Tableau 5 - Échelle de pointage

<b>Valeurs</b>	<b>Haute</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Décente</b>	<b>Mauvaise</b>
<b>Échelle</b>	<b>4 points</b>	<b>3 points</b>	<b>2 points</b>	<b>1 points</b>

Tableau 6 - Étalonnage

<b>Système Spécification</b>	<b>SuperPonics 8</b>	<b>Aero Garden Ultra</b>	<b>Phytopod – 3 Hydro</b>	<b>Window Farms</b>	<b>Volks-Gardens</b>
------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------	----------------------

Compagnie	<i>Super Closet</i>	<i>Aero Gardens</i>	<i>Phytopod</i>	<i>Window Farms</i>	<i>Omega Garden</i>
<b>Cout</b>	250 \$(CAD)	250 \$(CAD)	275 \$(CAD)	400 \$(CAD)	2500 \$(CAD)
<b>Taille</b>	11"x18"x12"	14"x11"x33"	12"x14"	6x4'	24"x42"x48"
<b>Forme</b>	Rectangulaire	Rectangulaire	Toure verticale	Toure verticale	Cylindre horizontal
<b>Main d'oeuvre</b>	Automatisé (moins d'assistance)	Automatisé (moins d'assistance)	Manuel (plus d'assistance)	Manuel (plus d'assistance)	Automatisé (moins d'assistance)
<b>Quantité</b>	8 plantes	7 plantes Hauteur limité	9 pieds carré	Non trouvable	80 plantes
<b>Emplacement</b>	Environnement éclairé	À l'intérieur	N'importe ou	Proche d'une fenêtre	À l'intérieur
<b>Convial</b>	Panneau de commande	Panneau de commande	Assez simple	Très simple	Très complexe

Tableau 7 - Évaluation des systèmes

Système Spécification	Importance	SuperPonics 8	Aero Garden Ultra	Phytopod - 3 Hydro	Window Farms	Volks-Gardens
<b>Cout</b>	<b>4</b>	4	4	3	2	1
<b>Taille</b>	<b>3</b>	3	3	2	1	4
<b>Forme</b>	<b>2</b>	3	3	4	4	2
<b>Main d'oeuvre</b>	<b>4</b>	4	4	1	1	4
<b>Quantité</b>	<b>1</b>	1	1	3	1	4
<b>Emplacement</b>	<b>3</b>	2	3	4	1	3
<b>Convial</b>	<b>3</b>	4	4	2	3	1
	<b>Total :</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>21</b>

### Concepts préliminaires

Après que tous les besoins, critères de conception, étalonnage et métrique ont bien été identifiés, nous pouvons procéder avec la conceptualisation. La première étape consiste à établir les systèmes requis pour notre système d'hydroponie. Nous nous sommes entendu sur trois systèmes; Une structure, un système d'irrigation et un système d'éclairage. Ensuite, nous avons dessinés des esquisses de concepts pour chaque système et ceux qui semblaient les plus fonctionnels et réalisable ont été choisi pour nos trois concepts préliminaires (Figure 1 - Concept préliminaire #1, Figure 2 - Concept préliminaire #2 & Figure 3 - Concept préliminaire #3) :

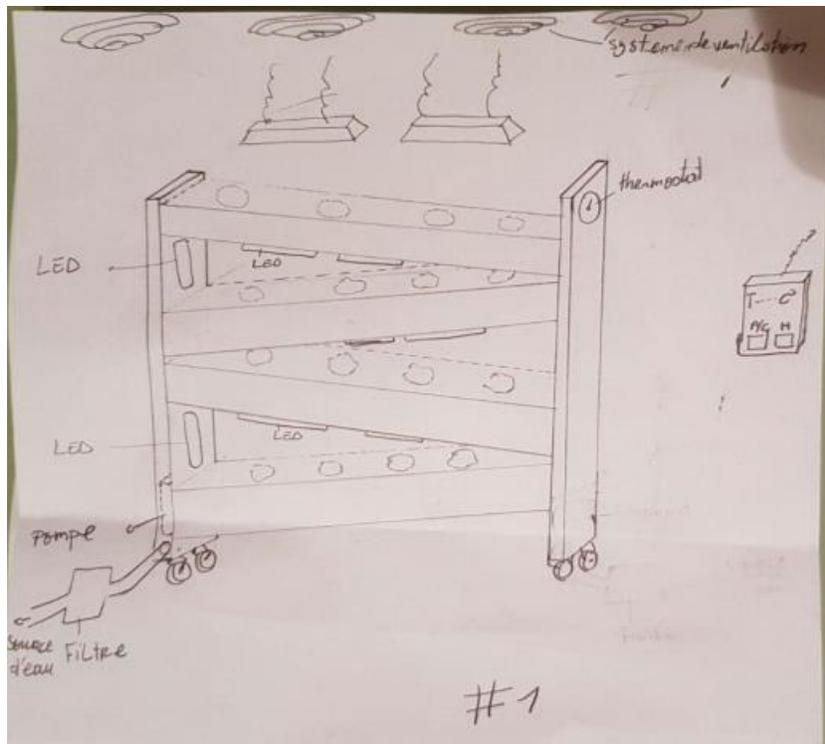


Figure 1 - Concept préliminaire #1

Le premier concept prend avantage de la gravité sous forme d'étagère en pente descendante pour que l'eau coule librement. Les autres composantes sont toutes génériques et ne sont pas trop uniques comparé aux autres systèmes hydroponiques déjà existant. Ce concept était le plus avantageux et réalisable alors nous avons décidé de poursuivre l'idée (Figure 4 - Concept final).

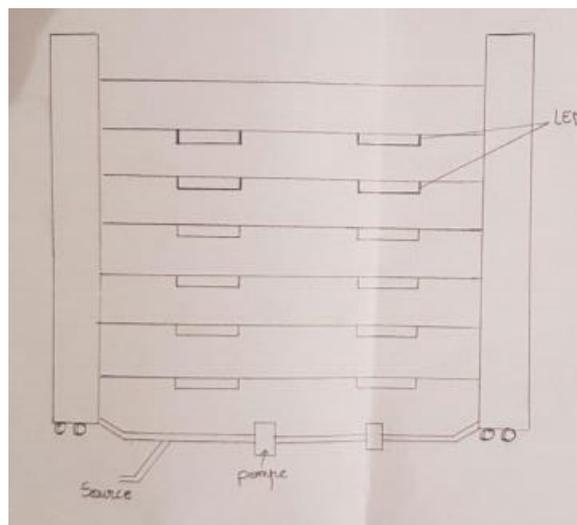
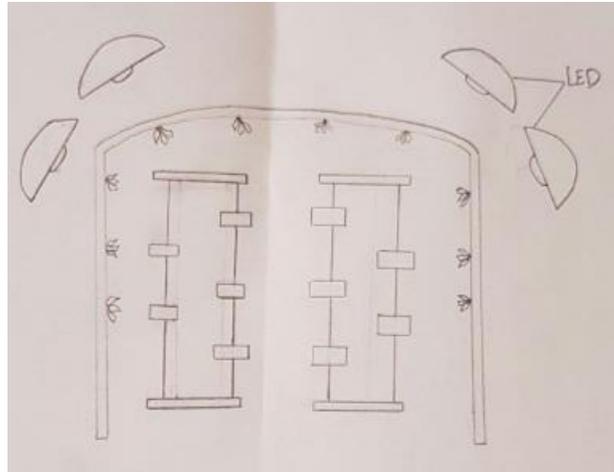


Figure 2 - Concept préliminaire #2

Le deuxième concept est comme le premier, ci-haut mais il n'y a pas de pente, donc à cause qu'il ne présente aucuns avantages comparés aux autres concepts, il a été oublié



*Figure 3 - Concept préliminaire #3*

Le troisième concept est unique en son genre, totalement différent d'aucun autre système hydroponique sur le marché. Il utilise des tours verticales avec des endroits pour pousser des plantes de façon compacte. Il y aurait un système de tuyau autour et en haut des tours pour arroser les plantes. Nous avons trouvé ce concept très esthétique, mais il serait trop cher et le système d'eau n'est pas efficace, alors comme le concept #2, il a été mis de côté.

Après avoir passé à travers des douzaines de concepts de systèmes et trois concepts préliminaire, nous avons dessiné une esquisse de notre solution finale (Figure 4 - Concept final).

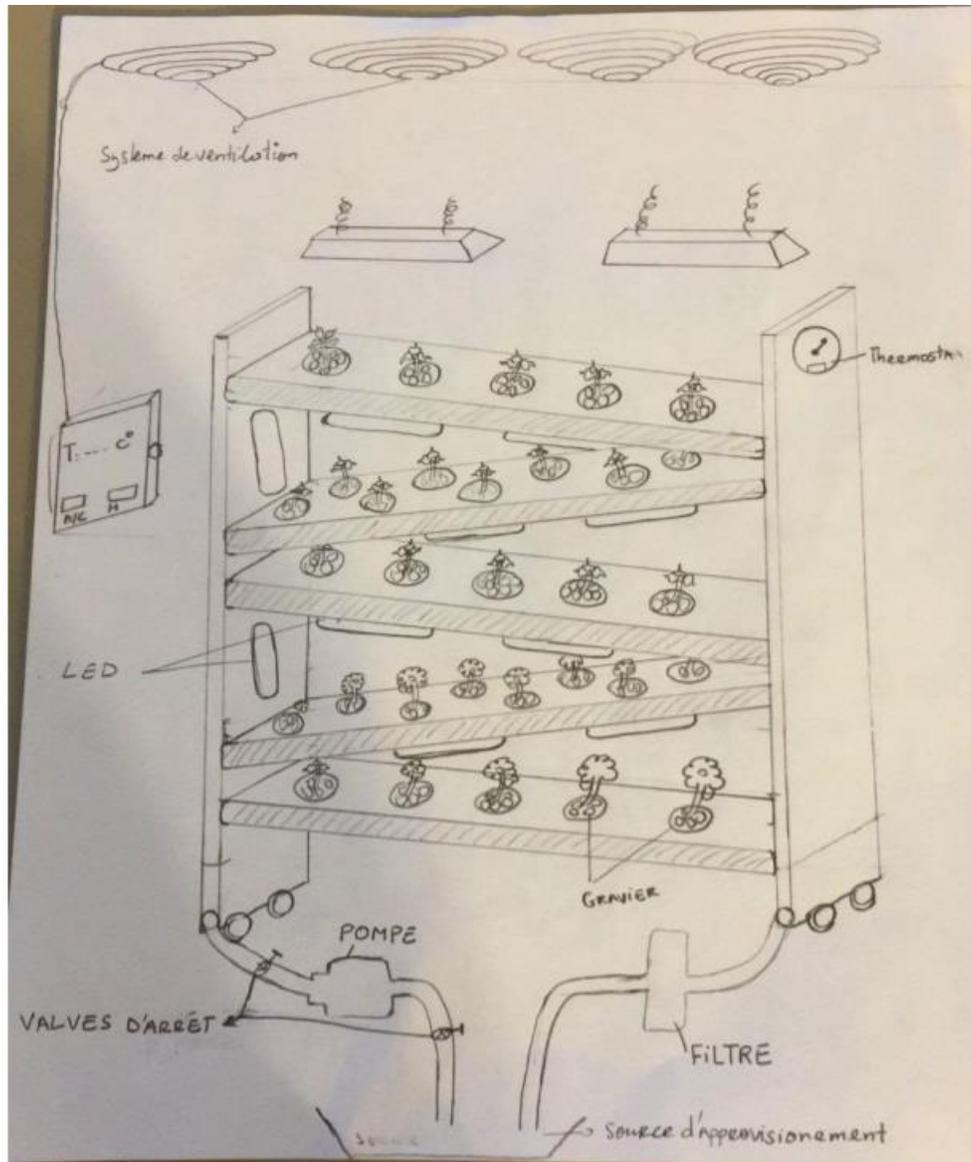


Figure 4 - Concept final

Ce concept final présente plusieurs composantes, notamment un système d'éclairage, un système de température, des roues mobiles, un système d'irrigation et une structure en pente. Au départ, comme démontrer sur la Figure 4 - Concept final, nous voulions ajouter des lumières et un système de ventilation, ainsi qu'un thermostat, mais après effectué plus de recherche, ils étaient tous inutiles pour le genre de plante que nous avons choisi de pousser.

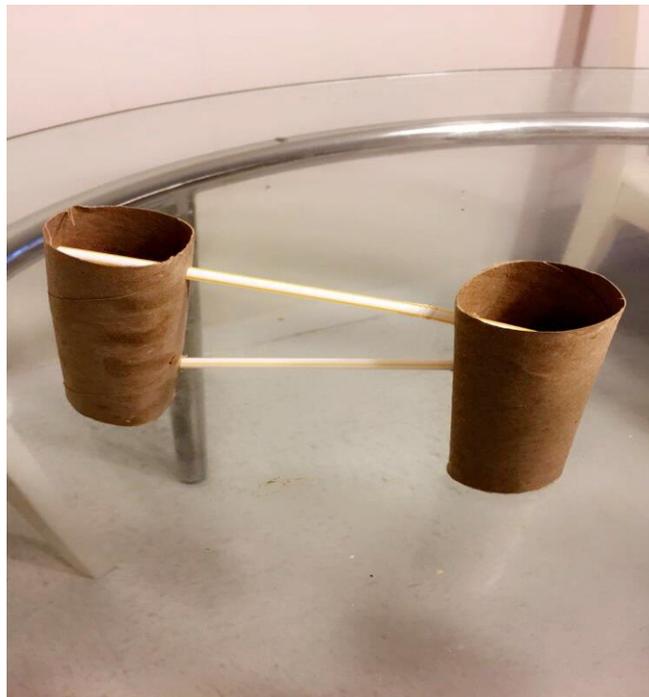
De plus, à cause des restrictions sur le budget de 100 \$, les roues ont été oublié; l'argent peut être mieux dépensé sur d'autre composantes.

La structure est restée similaire mais au lieu d'étagères carré, elles ont été remplacées par des tuyaux, moins cher et plus simple. Mais, les pentes ont été conservé, ainsi que les deux supports sur chaque côté de la structure. Les tuyaux seront donc troués de trous de quelques pouces pour permettre d'insérer des pots qui contiendront des plantes.

Le système d'irrigation contient une pompe, un réservoir, des valves, ainsi qu'un filtre. Le filtre a été abandonné à cause que c'était moins cher de changer l'eau complètement. Nous avons rencontré des problèmes avec la procuration de la pompe, alors nous avons dû se servir d'une pompe inadéquate pour le système, mais d'après la hauteur du système et la force de la pompe voulue, elle aurait fonctionné sans problèmes. L'eau requise pour la semaine sera entreposée dans le réservoir et pompé de façon constante à travers tout le système pour alimenter les plantes et finira son parcours de retour dans le réservoir.

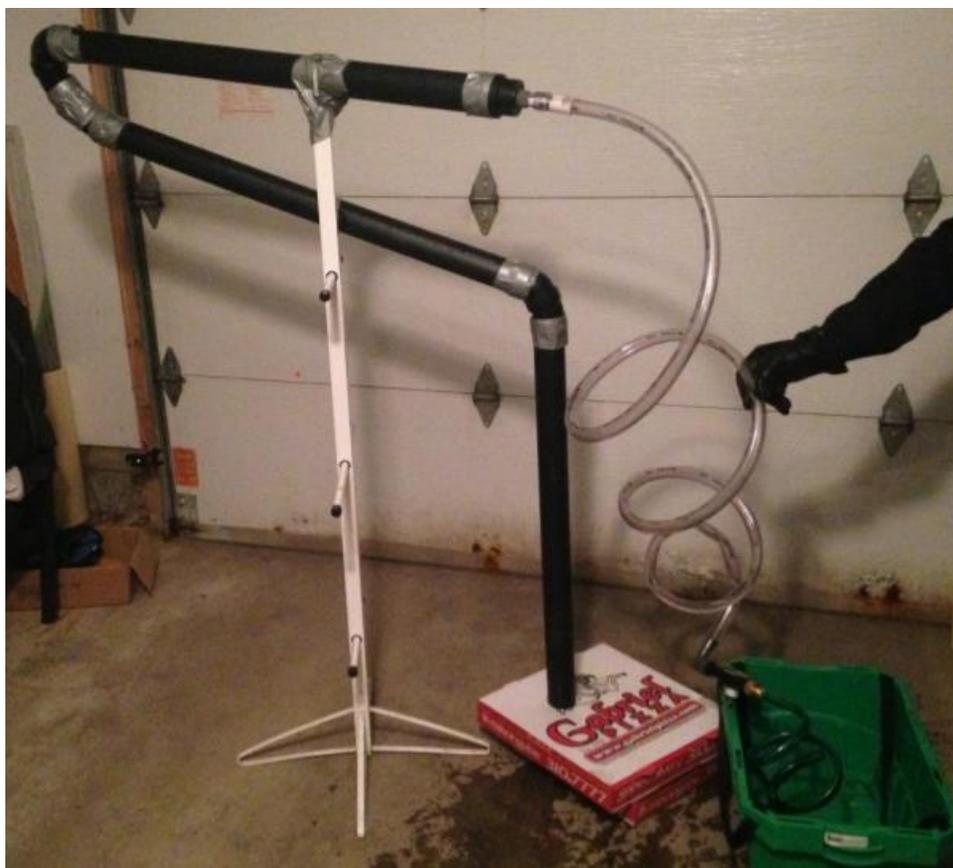
### Prototypage

Avant d'arriver à un concept final fonctionnel, il a fallu passer à travers trois prototypes différents. (Figure 5 - Prototype 1, Figure 6 - Prototype 2 & Figure 7 - Prototype final)



*Figure 5 - Prototype 1*

Ce premier prototype avait comme but d'illustrer les pentes et quel devrait être leur angle. En plus il était essentiel qu'il soit simple et très peu dispendieux car il s'agit d'un simple modèle basique. Néanmoins, nous avons déterminé que les pentes devraient être environ  $22^\circ$  pour que la structure soit stable et solide à cause que les tuyaux doivent être capables de supporter le poids des plantes et l'eau.



*Figure 6 - Prototype 2*

Pour notre deuxième prototype, nous avons assemblé le système d'irrigation, donc la pompe, le réservoir et les tuyaux. Le réservoir est un bac en plastique rigide et les tuyaux principaux sont en ABS, tandis que le tuyau clair est en plastique épais et durable. Ils sont assemblés avec une structure temporaire et lié ensemble avec du duct tape temporairement. Comme résultats, nous avons trouvé que l'eau était capable de faire un parcours complet à travers le système, sans s'échapper. Comme mentionné ci-haut, nous avons dû nous servir d'une pompe de remplacement car celle que nous voulions était indisponible dans notre cadre de temps. Sinon, nous nous serions servi d'une pompe à fontaine qui serait installé dans le réservoir, en dessous de l'eau et qui serait électrique. De plus, le système au complet était inutilement trop haut, alors nous avons choisi de raccourcir le tuyau en ABS qui se trouve à la verticale de 2 pieds et demi. Toute les autres longueurs était adéquate.

## Solution finale



Figure 7 - Prototype final

Finalement nous sommes arrivés à notre prototype final. Le système d'eau a été encastré dans une structure de bois pour soutenir tout le système. Les planches de bois étaient un peu courbées comme résultat d'imprécisions de fabrication, alors le système n'était pas tout à fait droit. Nous avons remédié à ce problème en remplaçant ces planches par des blocs de bois plus épais, qui étaient bien droits et carrés. Autrement, la structure était stable, rigide et solide et pouvait soutenir le poids nécessaire pour pousser des plantes de différentes variétés.

Une fois le système final terminé, nous pouvons rassembler tous ces attributs :

Tableau 8 - Attributs de notre système

Attribut		Valeur	
Taille	Largeur : 7 ½ "	Longueur : 5'	Hauteur : 3', 1"
Volume		9,6 pieds <sup>2</sup>	
Nombres de plantes (peu varié en fonction du nombre de trous)		6	
Surface pour plantes (peu varié) <ul style="list-style-type: none"><li>• Dans notre cas, nous avons choisi six trous de 3" diamètre</li></ul>		54 pouces <sup>2</sup>	
Espace pour les racines dans les tuyaux		151 pouces <sup>2</sup>	

Température idéale de l'eau	22° - (Température de la pièce)
pH idéal de l'eau	5 à 6 (Eau potable)

Main d'œuvre	Il faut changer l'eau une fois par semaine et ravitailler les nutriments, ce qui représente environ 30 minutes.
Nutriments nécessaire	Les nutriments nécessaires aux plantes seront dissouts dans l'eau.

## Optimisation

(Ceci est pour nos clients spécifiques)

Avec un système complet et fonctionnel, il faut maintenant calculer théoriquement sa performance. Pour ce faire, il faut d'abord choisir une plante que nous allons mettre à l'essai. Nous avons choisi la tomate à cause qu'elle nécessite des conditions parfaites pour la croissance à l'intérieur. Plus spécifiquement, la tomate pousse de façon optimale à une température de 22° Celsius et profite d'une eau de pH 5 à 6. Autrement dit, une plante de tomate a besoins de la température de la pièce et de l'eau potable. Ces deux composantes se trouvent déjà dans les bâtiments de nos clients, donc ils sauvent de l'argent et notre système ne requiert pas de système de température et de filtration d'eau, comme mentionné avant. Aussi, nos clients se servent de beaucoup de Kg de tomates par jour et payent 6,8\$ par Kg, nous voulions donc améliorer leurs dépenses de tomates.

De plus, la tomate a un temps de croissance d'environ 2 à 3 mois et une plante peut produire plus de 3,6 Kg de tomates par récoltes. Théoriquement, si dans une session nous pouvons effectuer 2 récoltes, avec un système à trois plantes, nous pouvons produire 42 Kg. Pour remplir à la demande de nos clients, par session, il nous faudrait environ 180 système, ce qui ramènerais le prix à 1\$ par Kg.

## Conclusion et recommandations futurs

Pour ce projet nous avons eu l'opportunité de travailler avec les Service alimentaire de l'Université d'Ottawa. Leur objectif était de concevoir un système hydroponique qui produirait des aliments frais, de haute qualité et riches en nutriments. De plus, ce système doit être rentable, avoir le moins de main d'œuvre possible et avoir une empreinte écologique. Pour réaliser ce projet ambitieux nous avons suivie plusieurs étapes.

Tout d'abord, il a fallu comprendre le problème pour concevoir un design qui va satisfaire les exigences de nos clients. Pour cela, on a emphatiser avec les clients pour comprendre d'avantage leurs difficultés. L'étape suivante consiste à faire des croquis de plusieurs solutions de système de hydroponique. C'est une des étapes les plus importants, car c'est de ces croquis que provient notre concept final sur lequel nous allons travaillé, jusqu'à la fin. Une fois réalisé, il est important d'établir un calendrier et un coût du projet pour rester à date tout au long du processus. Dans ce calendrier il faut inclure tous les dates importantes et leur échéances. De plus, il faut se fixer un budget, autrement dit il faut faire une estimation des coûts de tous les matériels.

Finalement, nous avons créé trois prototypes que nous avons présentés aux clients pour recevoir de la rétroaction de leur part, pour améliorer notre concept final. Après tout, nous avons suivi le processus de «Design Thinking» et il ne sera pas complet sans y retourner; le processus est une boucle constante. Avec cela en tête, nous pouvons améliorer et changer notre prototype dès le début pour avoir des meilleurs résultats. Si nous étions pour refaire le processus du Design Thinking, nous aurions changé plusieurs choses parce que nous avons grandement appris lors de la conception de ce projet.

## Bibliographie

- **SuperPonics 8** : <https://supercloset.com/product/hydroponics-systems/superponics-8-hydroponic-grow-system-complete/>
- **Aero Garden Ultra** : <http://www.aerogarden.com/aerogardens/aerogarden-ultra-led-2.html>
- **Phytopod-3 Hydro** : <http://www.verticalhomegardens.com/p/prd1/4420845721/product/phytopod%E2%84%A2-3-hydro-vertical-hydroponic-garden>
- **Window Farms**: <http://www.treehugger.com/sustainable-product-design/assemble-your-own-windowfarm-edible-urban-garden-in-a-kit-video.html>
- **VolksGarden**: <http://omegagarden.com/store-intl/#!/The-Volksgarden%C2%AE-Supra%E2%84%A2/p/58086697/category=0>