

**Université d'Ottawa**



**uOttawa**

**Faculté de génie  
Faculty of Engineering**

**Livrable M:**

Rapport présenté à Mr Emmanuel Bouendeu

Dans le cadre du cours GNG 2501 :

**Par le groupe FA14:**

Diallo Aoua-8795084

Sall Dieynaba-8882060

Mouhamed Diouf-807606

Date de soumission: le 20 December 2018

## **Abstrait**

Le cours d'introduction à la gestion et au développement de produit en génie et en informatique est un cours dans lequel des projets sont attribués aux étudiants tout au long de la session. Il a pour but de les préparer à une vie professionnelle futur. Le sujet que nous étudions concerne le domaine de l'intelligence artificiel (Identifiant IA). En effet, notre but principal est la création d'un appareil ou dispositif capable de reconnaître des objets.

Pour ce faire, nous avons été mis en contact avec un patient aveugle de l'hôpital bruyère. Ce patient souffrant de cécité veut connaître les éléments qui se trouvent sur sa table à manger.

Pour réussir à résoudre ce problème, nous devons adopter une méthode de gestion de projet adéquate ainsi qu'une méthode de processus de conception. Nous avons utilisé la méthode de processus de conception a 8 étapes qui est notre exemple utilise en cours.

Pour commencer nous avons procéder à l'identification des besoins du client. A partir de l'identification des besoins, un énoncé de problème sera effectué. Ensuite, viendront l'étalonnage, la métrique ainsi que les spécifications cible. A partir de tout ce qui précède, Nous pouvons passer à la conception préliminaire de notre produit. Par la suite, un plan de projet et une étude de faisabilité sera établi pour ensuite faire une analyse technique, économique sociales, culturelles et politiques de notre projet.

Pour déterminer si notre produit est fonctionnel avant de le donner à notre client, il faut passer au prototypage et à l'essai avant de pouvoir le donner au client. On peut également les valider en utilisant une méthode de validation. Au cours de cette session, 3 prototypes seront effectués afin de s'assurer du bon fonctionnement de notre système mais également pour avoir une rétroaction venant du client pour être sûre que le problème est en train d'être résolu. Nous pourrons obtenir ainsi les résultats des essais finaux. Maintenant que notre produit est prêt, Nous passons à l'étude du modèle d'affaire que l'on pourrait utiliser pour vendre notre produit. Il s'en suivra une analyse économique, un manuel d'utilisateur pour faciliter l'utilisation.

## Table des Matières

|  |    |
|--|----|
| <i>Introduction</i> .....  | 5  |
| <i>Développement</i>   |    |
| 1-Identification des besoins et le processus de specifications du produit..... | 5  |
| 2-Conception preliminaire.....   | 8  |
| 3-Plan de projet et étude de faisabilité.....                                  | 9  |
| 4-Analyse.....   | 15 |
| 5-Prototypage, essais et validation auprès du client.....                      | 15 |
| 6-Description claire et détaillée de la solution, ainsi que ses attributs..... | 16 |
| 7-Résultats des essais finaux.....   | 19 |
| 8-Modele d'affaires.....   | 19 |
| 9-Analyse économique.....  | 21 |
| 10-Manuel de l'utilisateur.....  | 26 |
| 11-Fichiers de conception.....   | 27 |
| <i>Conclusion et recommandations pour le futur</i> .....                       | 27 |
| <i>Bibliographie et appendice</i> .....  | 28 |

## Liste des tableaux

---

|   |       |    |
|---|-------|----|
| <i>Tableau 1:</i>   | ..... | 11 |
| <i>Tableau 2:</i>   | ..... | 12 |
| <i>Tableau 3:</i>   | ..... | 12 |
| <i>Tableau 4: Tableau des couts fixes, variables, directs et indirects.....</i> |       | 15 |

## Liste des figures

---

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Figure 1: Raspberry Pi 3 avec camera Raspberry.....</i> | <i>11</i> |
| <i>Figure 2: Logiciel open source Tensorflow.....</i>      | <i>12</i> |
| <i>Figure 3: Language de programmation Python.....</i>     | <i>12</i> |
| <i>Figure 4: Canevas de notre modèle d'affaire.....</i>    | <i>12</i> |

## **Introduction**

36 millions de personnes sont touchées par la cécité dans le monde en 2015 et ce nombre pourrait tripler d'ici 2050. La vieillesse, la croissance démographique ou encore le mode de vie sont des causes parmi tant d'autres. Pour la plupart des gens, il est facile d'assouvir nos besoins tel que se nourrir, s'habiller ou même se déplacer. Mais ce n'est malheureusement pas le cas pour les personnes atteintes de cécité. Il est donc important de trouver une solution pour ces personnes afin qu'elles puissent retrouver leur indépendance et pouvoir accomplir des tâches normalement simple. Un grand nombre de personne touché par la cécité ressentent le même besoin. Cela donc il est important de s'intéresser à leur bien être et à l'amélioration de leur capacité. Dans ce cas précis, les utilisateurs réclament un gadget capable de reconnaître les aliments se trouvant sur leur table à manger lorsqu'ils prennent leur repas. Ils veulent donc pouvoir utiliser un objet intelligent qui leur serviraient d'oeil pour voir et de bouche pour savoir. Le produit créé est essentiellement basé sur l'intelligence artificielle. Il s'agit de programme développés afin de reproduire des traits de l'intelligence humaine. Notre produit est un ensemble simple , compréhensible et facile à utiliser. Aucune connaissance spécifique n'est requise. Il est aussi à faible coût et transportable. Mais de toutes ces qualités, sa large base de données fait son authenticité. En effet, il est possible pour un utilisateur donné, d'adapter sa base de données à ses besoins personnels ou à son domaine d'étude (ex: industrie; domaine médical).

## **Developpement**

### **1. L'identification des besoins et le processus de spécification du produit (énoncé de problème, étalonnage, métriques, spécifications cibles)**

Après avoir découvert le sujet du projet, la première chose à faire était de créer une rencontre avec les client afin d'obtenir une meilleure explication des problèmes qu'il rencontre chaque jour. La méthode empathique a été utilisé pour avoir des déclarations du patient. Les déclarations obtenues sont les suivantes:

- Le client est littéralement aveugle et donc n'arrive à voir aucun objet;
- Le client a des problèmes de toucher(de sensation);
- Le client n'arrive pas à soulever quelque chose dans sa main pendant une longue durée;

- Le client veut pouvoir connaître tout ce qui se trouve sur sa table à manger;
- Le client préfère un identifiant intelligent avec lequel il pourrait interagir oralement;
- Les membres du client qui sont en habileté de bouger le mieux sont ses mains et sa tête;
- Il a une voix apte à communiquer avec l'appareil;
- Le client entend mal de l'oreille gauche;
- Le client tient à être le plus indépendant possible;
- Le projet à un budget tres limitee;
- Le champ de vision du gadget peut être toute sa table à manger.

Ainsi, ces déclarations ont été transformés en besoins du clients et ils sont résumés comme suit:

Le client énonce plusieurs besoins pour le projet. D'abord, il a besoin d'un appareil lui permettant de reconnaître et situer les objets sur sa table à manger afin d'accroître son indépendance. Ensuite L'appareil peut fonctionner par commande vocale et peut répondre au client. Il sera léger et facile à manipuler, car le client a une motricité réduite. Enfin, il sera sécuritaire et de moindre coût.

Après avoir compris ce que le client veut exactement, nous pouvons passer à la recherche de solution déjà présente sur le marché et procéder à l'étalonnage, la métrique et les spécifications cibles.

Plusieurs projets et études reflétant quelques besoins du client sont mis en oeuvre. Ces derniers sont souvent adaptés à des besoin bien portantes ou jouissant de leur cinq sens.

|                  | <b>Lunette eSight</b><br>  | <b>Vision BrainPort V100</b><br>                   | <b>L'oeil bionique</b><br>  |
|------------------|---|--|--|
| <b>Avantages</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Appareil main-libre</li> <li>● Poids léger</li> <li>● Vue instantanée, précise en état immobile ou en</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Pour individus avec une déficience visuelle prononcée</li> <li>● Utilisation de la</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Individus atteints de cécité totale parviennent à lire, différencier objets et visages.</li> <li>● Très grande</li> </ul> |

|                             |   |  |   |
|-----------------------------|---|--|---|
|                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• mouvement</li> <li>• Capacité d'ajuster la luminosité, les contrastes et la taille de l'image à un degré époustouflant</li> <li>• Possibilité de connecter l'appareil à d'autres appareils électroniques tels que la télévision</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• langue comme récepteur pour capter et traduire les formes et éléments de l'environnement sous forme de décharges électriques inoffensives</li> <li>• Design semblable aux lunettes conventionnelles</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• autonomie chez les utilisateurs</li> <li>• Taille et poids de la "rétine artificielle"</li> <li>• Mobilité acceptable</li> <li>• Individus jouit d'une certaine indépendance et autonomie</li> </ul>   |
| <b><i>Inconvénients</i></b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uniquement pour les individus avec une déficience visuelle modérée</li> <li>• Prix assez élevé (9,995 \$ US)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus d'adaptation et d'initiation au nouvel appareil (une à deux semaines)</li> <li>• Quelques désagréments mineurs tels que des brûlures artificielles ou un arrière-goût métallique dans la bouche</li> <li>• Mobilité réduite</li> <li>• Prix assez élevé (environ 10,000 \$ US)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualité d'image médiocre par rapport à celle de la vision de l'oeil humaine</li> <li>• Intervention chirurgicale: Disponibilité très réduite</li> <li>• Possibles complications lors de l'opération pouvant entraîner des dommages dans l'oeil.</li> <li>• Ne marche pas sur des individus aveugles depuis la naissance.</li> <li>• Technologie très coûteuse (environ 118,000 \$ US)</li> </ul> |

## **Metriques et specifications**

| Besoins  | Metriques                      | Specifications |
|--|--------------------------------|----------------|
| Reconnaissance et situation dans l'espace d'objets | -                              | -              |
| Champ de vision du gadget sur la table à manger    | Metres carre (m <sup>2</sup> ) | 1mx0.5m        |
| Commande vocale                                    | - -                            | --             |
| Legerete (poids)                                   | Grammes (g)                    | 100-500        |
| Maniabilite facile                                 | --                             | --             |
| securitaire  | --                             | --             |
| cout   | Dollar CA                      | 0-100\$        |

## **2. Conception preliminaire**

Basé sur l'énoncé de problème, l'étalonnage, les métriques et les spécifications cibles de votre équipe des critères de conceptions ont été développés. Les critères de conception nous permettent d'analyser et évaluer les différentes idées proposées et nous permet de choisir la meilleur solution parmi elles. A l'aide d'une échelle, nous attribuons à chaque critère une valeur dépendamment de son importance en conception et des besoins du client. Plusieurs critères de conception ont été développés et présentés dans un tableau qui suivra.

Il faut que poids de l'objet soit inférieur à 500 grammes;

Il faut que le coût de conception soit le moins cher possible (inférieur à 100\$);

Il faut que l'objet ait une forme ergonomique (encombrement );

Il faut que l'objet soit facile à utiliser;

Il faut que le client puisse communiquer avec l'appareil oralement;

Le champ de vision du gadget sur toute sa table minimum (1m\*0.5m);

Il faut que l'objet puisse reconnaître et situer les objets (positions, formes);

Il faut que l'objet soit durable;

La machine est soulevée le moins de temps possible;

Nous voudrions que l'objet soit petit (Dimensions);

Nous voudrions que l'objet soit beau

Ces critères sont bien classés dans le tableau ci-dessous:

| Critères de conception |                         | Importance |
|------------------------|-------------------------|------------|
| Obligatoire            | Poids                   | 8%         |
|                        | Dimensions              | 6%         |
|                        | Coût                    | 7%         |
|                        | Communication vocale    | 15%        |
|                        | Ergonomie               | 15%        |
|                        | Reconnaissance d'objets | 22%        |
|                        | Sécurité                | 7%         |
|                        | Champ de vision         | 10%        |
| Facultatif             | Performance             | 5%         |
|                        | Durabilité              | 3%         |
|                        | Esthétique              | 2%         |

Tableau des critères de conception et leur importance

### **3. Plan du projet et étude de faisabilité**

A partir de l'étalonnage et des concepts préliminaires que nous avons fait, nous avons essayé de mettre en place plusieurs solutions qui peuvent s'adapter au problème. Les premières solutions auxquelles nous avons pensées sont les suivantes:

Solution 1: Systeme webcam et capteur sensoriel

Un système comprenant une webcam, un téléphone intelligent peu cher et un capteur sensoriel. Le client client devrait placer le capteur sur son doigt puis le diriger dans la direction qu'il veut. Une fois que le capteur rentrera en contact avec un obstacle (plat,

brick de jus, bouteille d'eau), la webcam placée au dessus de la table se dirigera dans son sens et procédera à l'analyse de la forme, couleur et d'autres caractéristiques permettant de reconnaître l'objet puis il enverra au système informatique une information. Ce dernier le communiquera au patient vocalement.

Solution 2: Fixer un détecteur de code barre sur une main puis le relier à un écouteur. les plats du patient seront étiquetés avec des codes barres et ces derniers seront lus par un détecteur de code fixé sur une main de façon ergonomique. Une fois que le code est lu, l'appareil dit au client ce qui se trouve dans le plat et il pourra donc le chercher avec sa main pour le porter dans bouche.

Solution 3: Application sur telephone blippar.

Il s'agit d'une application de reconnaissance d'images basée sur l'intelligence artificielle qui est une sorte de mix entre shazam ( application qui reconnaît la musique) et google. Il faut commencer par télécharger l'application puis autoriser l'utilisation de l'appareil photo. Fixer le téléphone sur l'objet puis appuyez le bouton du milieu sur l'écran. Il fait ensuite tourner des dizaines de mots sur l'écran avant de pouvoir reconnaître l'objet. L'application est compatible avec IOS et Android.

Solution 4: Ici, il s'agit de concevoir une paire de lunette avec un kit auditif et un lecteur de code barres incorporé qui sera en mesure de scanner tout élément qui se trouve exactement dans son champs de vision qui sera très réduit afin de permettre au client de se retrouver très facilement dans son environnement. Tout objet disposant d'un code barre sera détecté par l'appareil. Il traduira ensuite ces codes barres en message vocal qui sera perçu par l'utilisateur à travers le kit auditif.

### **Évaluation des solutions proposées**

Echelle: 0-5

| Criteres de selection | Segmen t | Application Blippar sur téléphone (ref) |        | ByHandReader |        | Systeme webcam et capteur sensoriel |        | Lunette avec lecteur code barre et kit auditif |        |
|-----------------------|----------|---|--------|--------------|--------|-------------------------------------|--------|--|--------|
|                       |          | Eval.                                   | Facteu | Eval         | Facteu | Eval.                               | Facteu | Eval   | Facteu |
|                       | Ponder   |   |        |              |        |                                     |        |  |        |

|                               | ation      |          | r           | .        | r           |          | r           | .        | r           |
|-------------------------------|------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| <b>Poids</b>                  | <b>8%</b>  | <b>3</b> | <b>0.24</b> | <b>4</b> | <b>0.32</b> | <b>5</b> | <b>0.4</b>  | <b>3</b> | <b>0.24</b> |
| <b>Dimensions</b>             | <b>6%</b>  | <b>3</b> | <b>0.18</b> | <b>4</b> | <b>0.24</b> | <b>4</b> | <b>0.24</b> | <b>3</b> | <b>0.18</b> |
| <b>Ergonomie</b>              | <b>15%</b> | <b>3</b> | <b>0.35</b> | <b>2</b> | <b>0.3</b>  | <b>4</b> | <b>0.6</b>  | <b>1</b> | <b>0.15</b> |
| <b>Performance</b>            | <b>5%</b>  | <b>3</b> | <b>0.15</b> | <b>1</b> | <b>0.05</b> | <b>4</b> | <b>0.20</b> | <b>1</b> | <b>0.05</b> |
| <b>Durabilité</b>             | <b>3%</b>  | <b>3</b> | <b>0.09</b> | <b>2</b> | <b>0.06</b> | <b>2</b> | <b>0.06</b> | <b>2</b> | <b>0.06</b> |
| <b>Communication vocal</b>    | <b>15%</b> | <b>3</b> | <b>0.45</b> | <b>3</b> | <b>0.45</b> | <b>3</b> | <b>0.45</b> | <b>3</b> | <b>0.45</b> |
| <b>Esthétique</b>             | <b>2%</b>  | <b>3</b> | <b>0.06</b> | <b>2</b> | <b>0.04</b> | <b>2</b> | <b>0.04</b> | <b>3</b> | <b>0.06</b> |
| <b>Sécurité</b>               | <b>7%</b>  | <b>3</b> | <b>0.21</b> | <b>3</b> | <b>0.21</b> | <b>1</b> | <b>0.07</b> | <b>3</b> | <b>0.06</b> |
| <b>Champs de vision</b>       | <b>10%</b> | <b>3</b> | <b>0.30</b> | <b>1</b> | <b>0.10</b> | <b>4</b> | <b>0.40</b> | <b>2</b> | <b>0.20</b> |
| <b>Reconnaissance d'objet</b> | <b>22%</b> | <b>3</b> | <b>0.66</b> | <b>3</b> | <b>0.66</b> | <b>3</b> | <b>0.66</b> | <b>2</b> | <b>0.44</b> |
| <b>Cout</b>                   | <b>7%</b>  | <b>3</b> | <b>0.21</b> | <b>2</b> | <b>0.14</b> | <b>2</b> | <b>0.14</b> | <b>2</b> | <b>0.14</b> |
| <b>Total</b>                  |            |          | <b>2.9</b>  |          | <b>2.57</b> |          | <b>3.26</b> |          | <b>2.03</b> |
| <b>Classement</b>             |            |          | <b>2</b>    |          | <b>3</b>    |          | <b>1</b>    |          | <b>4</b>    |

A la suite de la comparaison des nombreuses solutions proposées, trois de celles-ci seront retenues et développées davantage: Systeme webcam et capteur sensoriel, application blippar et ByHandReader.

En raison de quelques difficultés de conception et d'adaptation à la situation du client, le concept principal a été changé pour un autre concept qui semble plus facile à réaliser. En effet, pendant la rencontre avec le client, plusieurs problèmes ont été soulevés concernant les concepts retenues et des propositions ont été faites de la part du client. De cette réunion, un nouveau concept a été élaboré. Les solutions proposées étaient l'utilisation d'un AIY vision kit. Avec des recherches nous avons pu trouver d'autres solutions qui sont le Google

cloud vision assemblé à une raspberry ou l'utilisation de TensorFlow en liaison avec une raspberry pi 3 et une raspberry pi camera.

La première solution qui était retenu était le google AIY Vision et c'est avec lui que notre premier plan de projet a été établi ainsi que l'étude de faisabilité pour ce concept avec la méthode TELOP.

**Technique: Est-ce que votre équipe a assez d'expertise et de ressources techniques?**

Lors de la conception du prototype, la première étape consiste à assembler le kit. Cette étape est assez facile dans la mesure où il s'agit de suivre des instructions afin d'assembler les différentes pièces ensemble. L'étape suivante serait d'améliorer et d'adapter ce ensemble à notre situation. Ce qui serait plus dur car il est question ici de changer ou de parfaire le code pour qu'il puisse faire ce que l'on veut dans cette situation. Ensuite, il faut trouver un moyen de donner au patient l'information de façon vocale. L'équipe a des compétences assez limitées en programmation. Néanmoins, certains workshops ont permis d'améliorer ses compétences.

**Économique: Est-ce que le coût de votre projet peut être raisonnable?**

Le kit comprend tout le matériel dont on a besoin pour créer notre système (sans la commande vocale). Par contre son prix est estimé à 154\$.

**Légal: Est-ce qu'il y a des problèmes légaux à relâcher votre solution au public?**

Ce kit est un ensemble développée par le groupe Google. Il est certifié et vendu selon des normes strictes. Les codes à utiliser ou à ajouter pour adapter notre prototype sont des codes open source sont des codes "pré-faits" mis à la disposition des personnes qui ont des connaissances peu profondes en programmation. Ces codes ont des licences et respectent des normes très strictes. Donc, l'équipe ne rencontre pas de problèmes légaux dans ce cas.

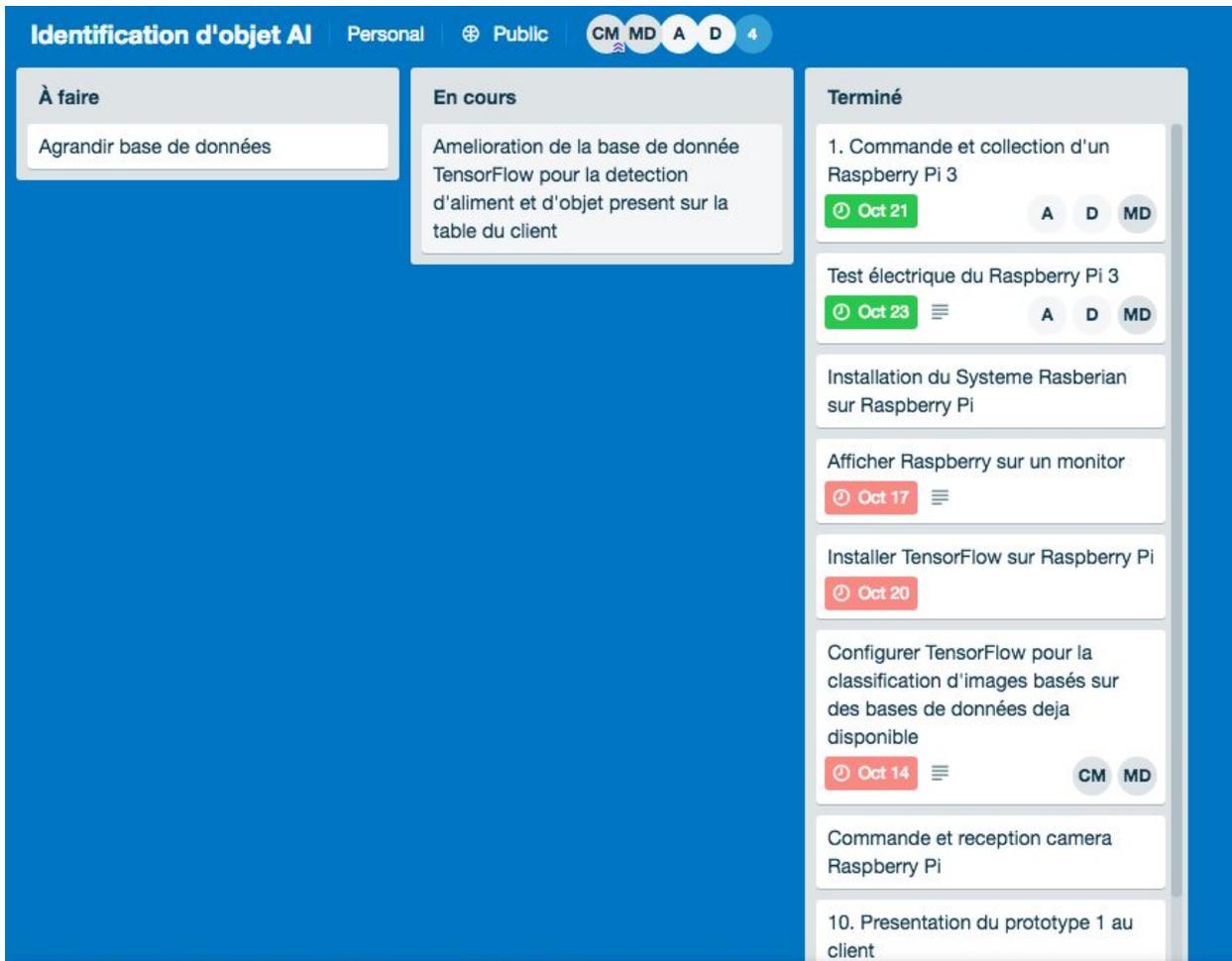
**Opérationnel: Est-ce qu'il y a des contraintes organisationnelles qui pourraient empêcher votre succès?**

Il existe plusieurs étapes de conception pour obtenir le concept d'équipe finale. Il faudrait d'abord que le kit soit livré dans un délai très bref pour pouvoir l'assembler et ensuite le tester afin de savoir comment modifier et ce qu'il faudrait rajouter à ce dernier. Donc il existe des contraintes de temps. Étant donné que les tâches sont indépendantes il faudrait les accomplir à temps et dans un bref délai pour pouvoir le tester assez et dans des conditions réelles si possible. Le kit est commandé selon un délai et doit être monté puis tester avant que certaines modifications soient faites. Néanmoins, il s'agit d'un système bien élaboré qui devrait donner une sortie lorsqu'il reçoit et analyse l'information. Un autre problème est que le système a besoin d'un ordinateur pour donner l'information, hors le concept que l'on doit créer doit être le plus petit possible.

**Planification: Quelles sont les dates limites et est-ce qu'elles sont raisonnables pour votre solution?**

| Taches                                  | Date limite |
|---|-------------|
| Commande d'un kit AIY vision, voice kit | 09 Octobre  |
| Commande de Raspberry Pi Zero W *2      | 09 Octobre  |
| Pi camera Version 2                     | 16 Octobre  |
| Acheter micro SD card                   | 09 Octobre  |
| Assembler le kit                        | 17 Octobre  |
| Reception d'un AIY vision, voice kit    | 17 Octobre  |
| Tester le kit                           | 19 Octobre  |

Après avoir consulté notre chef de projet, elle nous a fait savoir que le budget du AIY vision était trop élevé alors que les hauts parleurs n'ont pas encore été intégré. Nous sommes alors passer à l'option du raspberry pi3 et du tensorflow.  
Le plan de projet suivi à été téléchargé sur trello



Nous allons maintenant procéder à la faisabilité avec le procédé TELOP

**Technique: Est-ce que votre équipe a assez d'expertise et de ressources techniques?**

Lors de la conception du prototype, la première étape consiste à installer le tensorflow sur la raspberry pi. Cette étape est assez compliqué car nécessite beaucoup de codage et prend énormément de temps. Ensuite, nous procéderons à l'entraînement de la raspberry pi avec le tensorflow pour la reconnaissance d'abord d'une pomme. Ensuite, assembler la caméra avec la raspberry pi3 et la faire fonctionner pour qu'elle puisse prendre des photos directement et la transférer à la raspberry pi pour qu'elle reconnaisse l'image. Enfin, la phase finale est de connecter le système audio pour qu'il donne l'information au patient.

**Économique: Est-ce que le coût de votre projet peut être raisonnable?**

L'ensemble du kit est à 108\$ ce qui est un prix abordable comparé aux autres solutions

**Légal: Est-ce qu'il y a des problèmes légaux à relâcher votre solution au public?**

La raspberry pi 3 et la raspberry camera est un système utilisé par beaucoup de personne à travers le monde. La raspberry pi est un mini ordinateur à faible coût et est vérifié et accepté au canada. Le système physique est composé d'une boîte en plastique qui est recyclable.

**Opérationnel: Est-ce qu'il y a des contraintes organisationnelles qui pourraient empêcher votre succès?**

Il existe plusieurs étapes de conception pour obtenir le concept d'équipe fina. Il faudrait d'abord que l'ensemble soit livrée dans un délai très bref pour pouvoir l'assembler et ensuite le tester afin de savoir comment modifier et qu'est ce qu'il faudrait rajouter à ce dernier. Donc il existe des contraintes de temps. Etant donné que les tâches sont indépendantes il faudrait les accomplir à temps et dans de bref délai pour pouvoir le tester assez et dans des conditions réelles si possible. Néanmoins, il s'agit d'un système bien élaboré qui devrait donner une sortie lorsqu'il reçoit et analyse l'information. Un autre problème est que le système prend une base de donne spécifique à un milieu car il ne peut contenir trop de fichiers à cause de la faible mémoire de la raspberry pi pour donner l'information, hors le concept que l'on doit créer doit être le plus petit possible.

**Planification: Quelles sont les dates limites et est-ce qu'elles sont raisonnables pour votre solution?**

Pour notre solution finale, nous l'avons choisi très tard donc les dates limites étaient assez éloignés

Nous avons déjà la raspberry pi 3 à partir du 19 Octobre,

- Commande de la raspberry pi camera 12 novembre (Dieynaba)
- Arrive de la raspberry pi camera 14 Novembre 2018
- Acheter les mini haut parleurs le 20 Novembre 9Mouhamed)
- Telecharger tensor flow sur la raspberry pi 20 Novembre 2018 (Aoua)
- Entraîner la raspberry pi à reconnaître une image le 23 Decembre (Dieynaba)
- Essayer d'installer le systeme audio sur la raspberry pi 24 Decembre (Aoua)
- Assembler le tout le 25 Novembre (Mouhamed)

Les dates limites ne sont pas raisonnables pour notre projet car il y à beaucoup de recherches à faire ainsi que des tutoriels à regarder. Les dates sont trop rapprochées et ne nous permettent pas de faire le travail en même temps. De l'autre côté la date limite du design day donc nous devons être en mesure de le finir avant la date.

**4. Analyse: Fournir tous les calculs que vous avez faits pour votre conception**

La plupart des méthodes de conception utilisés, il à fallu faire des essais pour pouvoir avoir des résultats.

Pour faire notre conception, l'un des critères les plus importants était que le poids ne doit pas dépasser 750g pour que l'utilisateur puisse l'utiliser. Pour le dimensionnement de la boîte dans laquelle l'ensemble sera mis nous nous somme juste baser la taille du raspberry pi 3 (3 cm) et les mini audio (5cm) car la caméra n'allait pas être enfermer

dans la boîte. Pour la longueur du levier qui sur la table, nous nous sommes basés sur la taille entière de la table 75 cm par 1 m.

Le patient peut le déplacer au dessus de toute la table à manger. Pour le reste, nous nous sommes basés sur les spécifications.

## **5. Prototypes, essais et validation auprès du client**

Tout au long du projet, nous avons eu à avoir 3 prototypes pour différents buts.

Prototype 1: il s'agit d'un prototype physique basé sur le défi de guimauve. En effet, nous avons utilisés des matériaux peu coûteux et facile à trouver (carton, adhésif, ciseaux) pour fabriquer un prototype visuel. Le but de l'essai est de vérifier la facilité et qualité d'entreposage, le poids et l'accommodation.

Prototype 2: il s'agit du système d'exploitation (qui est le raspberry pi 3) contenant Tensor Flow et le langage python. Nous avons donc utilisé le RPI 3 ou nous avons téléchargé python que nous avons utilisé à son tour comme langage de programmation pour télécharger notre base qui est tensorflow. TensorFlow nous permet de reconnaître les objets lorsqu'il reçoit une image à analyser. Le but de cet essai est de vérifier si notre système fonctionne et si les contraintes (reconnaître les objets) est satisfaites.

Prototype 3: il s'agit de la combinaison du système informatique avec la camera pi et les hauts parleurs usb. Lorsque tensorflow a été téléchargé, il a fallu programmer la caméra afin qu'elle soit ce qui capte l'image pointée par le client. Mais aussi les hauts parleurs pour qu'ils puissent délivrer au patients de façon orale l'information que le système informatique a analysé.

Lors de la première rencontre avec le client, nous avons empathiser avec le client pour savoir quels étaient ses besoins et que pourrions nous lui apporter. Suite à cela, il nous a orientés vers une solution existante qui est le AIY vision afin de l'utiliser et de l'accomoder à notre situation. Il nous a aussi parler de programmes Open source en relation à notre sujet (reconnaissance d'objets)

Lors de la deuxième rencontre avec le client, nous lui avons fait part de nos idées nouvelles parmi lesquels la reconnaissance d'objets par ordinateurs. De cela, la rétroaction fut négative car lors de la présentation de cette idée dernière, le client nous a fait part qu'un des critères important n'avait pas été respectée: le coût. En effet, notre solution envisage que le client doit se procurer un ordinateur ce qui serait sortira du budget confortable requis. Mais aussi d'autres critères comme l'entreposage et la légèreté (un ordinateur sera lourd et difficile à adapter à une personne aveugle).

À la troisième rencontre avec le client, nous lui avons présenté notre système informatique mis en relation avec notre caméra afin de lui montrer comment les images sont captées par la caméra et comment le système informatique exploite l'information pour nous informer de ce qu'est l'image. Nous lui avons donc montré comment

fonctionne la première partie du circuit(le circuit étant composée de la caméra, du système informatique, du haut parleur). Suite à l'essai, le client nous a attribué une rétroaction positive. Néanmoins, il nous a mis en garde sur le délai, car la deuxième partie du circuit n'était pas réalisée et il ne restait plus beaucoup de temps pour le délai.

## **6. Une description claire et détaillée de votre solution, ainsi que ses attributs**

Notre solution est un ensemble physique composé d'un Raspberry Pi 3 disposant d'une carte mémoire externe, d'une caméra Raspberry, de mini haut-parleurs ainsi qu'une boîte dans laquelle est installée tous ces différents composants mentionnés précédemment. Cette boîte est connecté à un support qui se présente sous forme d'un bras en aluminium avec une maniabilité acceptable capable de se déformer en fonction de la position dont le veut l'utilisateur.



***Figure 1: Raspberry Pi 3 avec camera Raspberry***

En dehors du physique de la solution, il y a la partie informatique qui constitue la partie la plus importante du système. En effet, ici, on a d'abord configuré notre Raspberry Pi qui est considéré comme un mini ordinateur en installant un système d'exploitation appelé le Raspbian OS. Ensuite, à l'aide du langage de programmation Python, on a pu installer Tensorflow qui est un logiciel open source gratuit spécialisé dans l'intelligence artificielle. Nous allons entraîner à présent Tensorflow à reconnaître les objets présents dans notre base de données. Le but ici est de permettre à Tensorflow

d'identifier le maximum de caractéristiques de l'objet en lui soumettant plusieurs images de l'objet sous différents angles. Enfin, nous allons modéliser TensorFlow dans le but de faire une classification d'objets ou d'images qui seront prises par la caméra Raspberry, puis ensuite implémenter automatiquement dans notre base de données le code qui a été créé. Ce code sera automatiquement reloué et un résultat du classement sera donné et traduit en message audio qui sera acheminé à travers les mini haut-parleurs.



***Figure 2: Logiciel open source Tensorflow***



***Figure 3: Language de programmation Python***

Donc notre produit est parvenue à faire la reconnaissance d'objets mais seulement des objets auquel nous l'avons entraînez qui sont des pompes. En effet, notre base de données n'a pas pu être élargi à cause d'un déficit de temps. Ainsi, lorsque notre système caméra prend une photo de pomme, cette photo est utilisée dans le codage qui sera rouler puis techniquement Tensorflow essayera de trouver dans sa classification de base de données la catégorie qui a le plus grande pourcentage de similarité avec l'image qui l'a reçu. Il classera l'image dans celle avec le plus grand pourcentage de similarité en respectant le pourcentage minimum acceptable. Enfin on a un produit léger, facile à manier, fonctionnel, à coût bas, mobile mais aussi un gadget dont la base de données peut être adapté à n'importe quel utilisateur et environnement.

## **7. Résultats des essais finaux**

Ici, le système a été soumis à un essai fonctionnel ciblé en se concentrant tout d'abord à la capacité de classification d'objets de notre logiciel Tensorflow. Est ce que Tensorflow marche comme nous le voulons? Après plusieurs tests et modification, Tensorflow est parvenu à reconnaître les images de pomme qui lui sont soumis et les classer dans cette catégorie pour donner enfin le nom de la catégorie comme résultat. On a remarqué aussi durant les essais que le temps d'attente de réponse pouvait aller jusqu'à 3 minutes ce qui est relativement long et que parfois il pouvait s'introduire un dysfonctionnement du code. Le test des haut parleurs qui était aussi fonctionnel ciblé par contre n'a pas été positif car le son, au lieu de sortir des haut-parleurs installé à la Raspberry, sortait plutôt à partir du système audio de notre moniteur.

## **8. Modèle d'affaires**

Le modèle d'affaire est une stratégie qui décrit la façon dont une organisation créée, livre et capte de la valeur qui peut être économique, sociale, culturelle ou sous une autres formes.

Le type de modèle d'affaire qui nous conviendrait est le modèle d'affaire canevas parce qu'il fallait d'abord rendre visite à notre client pour discuter de ces besoins. A partir de ce besoin, nous avons créée un produit. Maintenant, il s'agit de créer un modèle d'affaire pour ainsi créer une valeur pour notre produit ce qui irait parfaitement avec un modèle d'affaire canevas. Cette méthode nous permet d'établir la relation entre nos clients et notre produit. Ensuite on arrive à faire la relation entre nos produits, nos partenaires clés, les coûts et les revenus grâce à ce modèle.

Ce projet est entièrement basé sur la conception d'un gadget IA à moindre coût, capable de reconnaître tout élément présent sur une table à manger et de pouvoir transférer une réponse vocale à l'utilisateur. La clientèle visée ici est toute personne atteinte de déficience visuelle et tactile (faible, modérée, ou sévère). Utilisant une sortie audio, il faudra que le patient soit entendant et qu'il dispose d'une certaine motricité pour pouvoir interagir avec le système IA. Grâce à ce gadget, le client parvient, dorénavant, à s'informer sur l'emplacement et la nature des éléments présents dans son environnement. Ce produit très performant, sécuritaire, facilement maniable et peu encombrant offre une mobilité exceptionnelle et un prix imbattable dans le marché. Le produit sera disponible dans les boutiques au sein des hôpitaux et cliniques mais aussi en vente en ligne dans le site web de la compagnie.

Pour la communication entre la compagnie et le client, il s'agira de faire fréquemment des campagnes de sensibilisation aux seins des hôpitaux et cliniques pour informer les patients ou potentiels clients de la disponibilité d'un tel produit. Des annonces se feront sur les chaînes télévisées et stations radios populaires. Le client sera accompagné et guidé si nécessaire tout au cours de cette expérience par notre équipe d'assistances aux clients qui est disponible 24h/7.

L'entreprise dispose d'employés très compétents et dévoués qui font passer les désirs des clients avant tout. On dispose aussi d'un laboratoire (makerspace) pour la conception et d'un grand inventaire pour la grande production quantitative du produit. Pour que la compagnie puisse fonctionner il faut un site web e-commerce, des annonces dans les médias, et des campagnes de sensibilisations fréquents dans les hôpitaux et cliniques pour bénéficier les nouveaux patients tout avisant les anciens des mises à jour faites sur le produit.

Ainsi des liens de partenariat seront ficeler avec les compagnies The Raspberry Pi Foundation pour l'approvisionnement des composantes du système IA, postes Canada pour la livraison des commandes clients.

Le revenu de la compagnie sera principalement basé sur les ventes du produit avec un système de revenu "one-time-sale". Le prix de vente sera basé sur la compétition du marché, tout en s'assurant aussi d'offrir un prix abordable pour toute catégorie financière de client.

Pour les dépenses, il s'agirait des salaires des employés, des frais de maintenance du site web, de l'achat en gros des différentes composantes du produit, des frais de livraison du produit.

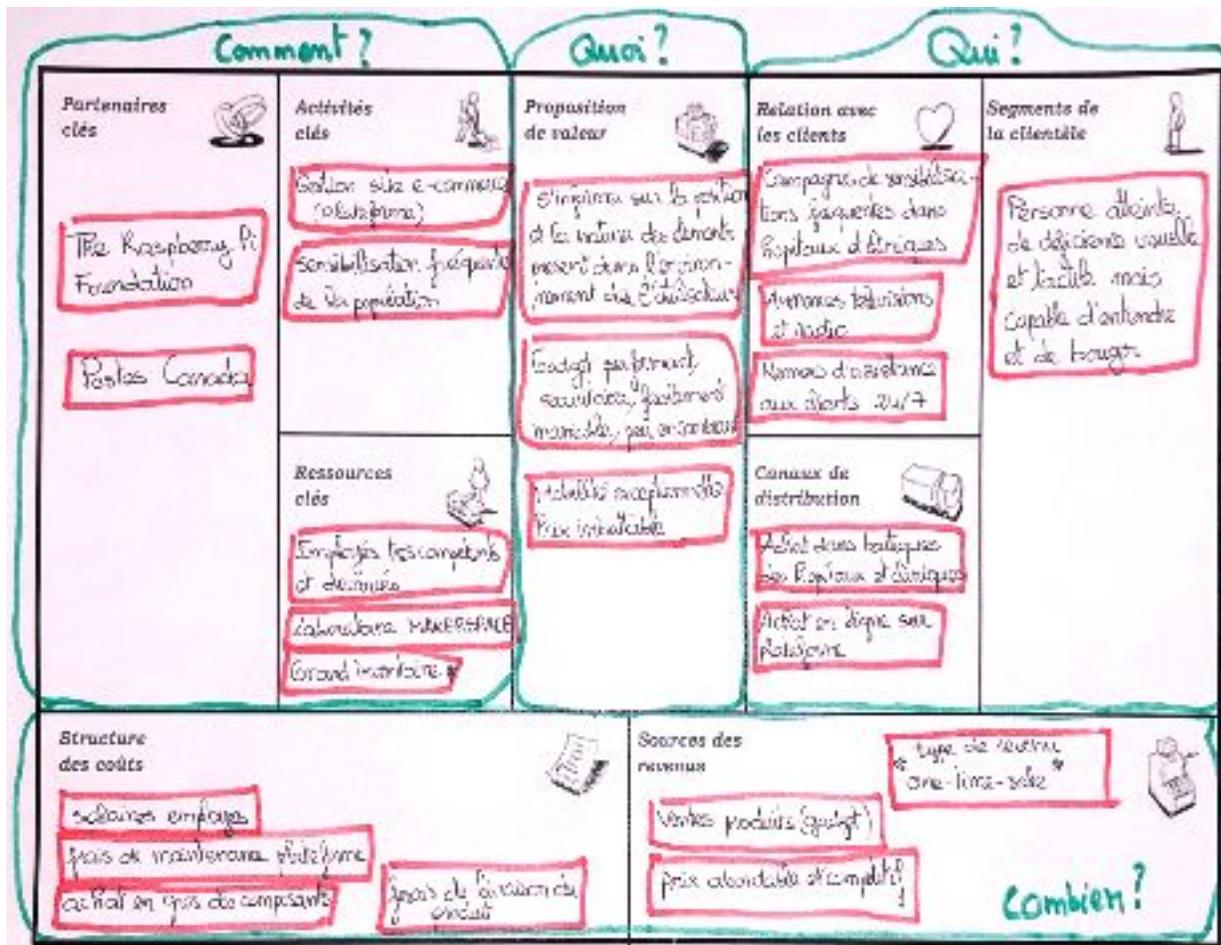


Figure 4: Canevas de notre modèle d'affaire

## 9. Analyse économique

En temps qu'entreprise, il est important d'enregistrer toute entrée ou sortie de biens ou services. Pour cela, des méthodes de comptabilisation sont utilisés. Ces méthodes ont été créées et normalisées par la comptabilité financière dans le but de faciliter le processus et de pouvoir prendre des décisions face aux résultats obtenus à la fin de chaque période donnée. Ainsi donc dans notre cas, il s'agit de faire une étude comptable pour déterminer le futur de notre compagnie basé sur des estimations qui seront présentés tout au cours de ce livrable.

Une entreprise a besoin de connaître toutes les dépenses liées au processus de fabrication et de distribution de son produit. En effet, il s'agit d'une étape cruciale. Elle permet une prise de décision judicieuse sur le prix de vente, le prix de revient et le bénéfice lié au produit. Et de savoir si certains critères doivent être changés pour augmenter la rentabilité de ce dernier.

Tableau des coûts

| Variables/Fixes   |   | Directs/Indirects                              |  |
|---|---|--|--|
| Couts variables   | Couts fixes   | Couts directs                                  | Couts indirects  |
| -les taxes<br>-les frais d'envoi<br>-salaires des employés<br>-matières premières<br>-<br>Approvisionnement par mois ou par semaine<br>-l'achat de marchandise<br>-la consommation d'essence<br>-les salaires de la main d'oeuvre | -les salaires des employés administratifs<br>-loyer | -main d'oeuvre<br>-prix des matières premières | -frais de vente<br>-depense de marketing<br>-loyer<br>-salaires<br>-materiel |

***Tableau 4: Tableau des couts fixes, variables, directs et indirects***

Le compte de profits et de pertes indique les profits/pertes sur une période de temps qui peut être habituel, mensuel, trimestriel ou annuel. Il nous permet de connaître la rentabilité de l'entreprise. La forme de base est Revenus - dépenses = profits/pertes. Pour faire le compte des profits et de pertes, nous aurons besoin de connaître certaines variables.

Hypotheses:

- Pour la première année.

Nombre d'unités vendues = 1200

Prix de vente par unite = 130\$

Coût d'achat par unité = 91.2 \$

Frais d'exploitation = 4952 \$/an

- Profit des vente (revenus) (R)

$R = \text{nombre d'unités vendues} * \text{prix de vente par unite}$

$R = 1200 * 130 = 156000$

- Coût des produits pour chaque année (C)

$C = \text{Nombre d'unités vendues} * \text{cout par unite}$

$C = 1200 * 91.2 = 109440$

- Le profit de brut (PB)

$$PB = R - C$$

$$PB = 156000 - 109440 = 46560$$

- Les frais d'exploitation (FE)

$$FE = 4952\$$$

- Le profit d'exploitation (PE)

$$PE = PB - FE$$

$$PE = 46560 - 4952 = 41608$$

- Pour la Deuxième Année

$$\text{Nombre d'unités vendues} = 2400$$

$$\text{Prix de vente par unité} = 130\$$$

$$\text{Coût d'achat par unité} = 91.2 \$$$

$$\text{Frais d'exploitation} = 4952 \$/\text{an}$$

- Profit des ventes (revenus) (R)

$$R = \text{nombre d'unités vendues} * \text{prix de vente par unité}$$

$$R = 2400 * 130 = 312000$$

- Coût des produits pour chaque année (C)

$$C = \text{Nombre d'unités vendues} * \text{coût par unité}$$

$$C = 2400 * 91.2 = 191520$$

- Le profit de brut (PB)

$$PB = R - C$$

$$PB = 312000 - 191520 = 120480$$

- Les frais d'exploitation (FE)

$$FE = 4952\$$$

- Le profit d'exploitation (PE)

$$PE = PB - FE$$

$$PE = 120480 - 4952 = 115528$$

- Pour la Troisième Année

$$\text{Nombre d'unités vendues} = 4800$$

$$\text{Prix de vente par unité} = 130\$$$

$$\text{Coût d'achat par unité} = 91.2 \$$$

$$\text{Frais d'exploitation} = 4952 \$/\text{an}$$

- Profit des vente (revenus) (R)

$R = \text{nombre d'unités vendues} * \text{prix de vente par unité}$

$$R = 4800 * 130 = 624000$$

- Coût des produits pour chaque année (C)

$C = \text{Nombre d'unités vendues} * \text{cout par unité}$

$$C = 4800 * 91.2 = 437760$$

- Le profit de brut (PB)

$PB = R - C$

$$PB = 624000 - 437760 = 186240$$

- Les frais d'exploitation (FE)

$$FE = 4952\$$$

- Le profit d'exploitation (PE)

$PE = PB - FE$

$$PE = 186240 - 4952 = 181288$$

#### Justification des hypothèses:

Pour les hypothèses que nous avons faites dans les parties précédentes, nous nous sommes basés sur plusieurs critères. Ces critères sont essentiellement l'analyse du marché, la segmentation du marché. Ils sont aussi basée sur le temps mis sur la création du produit et sur la méthode de la validation de la clientèle.

D'abord nous avons déterminé les différents prix de nos composantes pour constituer notre coût d'achat. Nous avons utiliser les items ci-dessous:

- Raspberry pi = 59\$
- Micro SD card 32 GB = 10\$
- Raspberry camera = 8.74 \$
- USB haut parleur = 17.82 + 5.54 de livraison
- Boite qui protege le raspberry ( impression 3D) = 0\$

Ce qui donne un total de 91.1 \$.

Ensuite, Nous nous sommes basées sur d'autre criteres pour determiner notre prix de vente.

- Prix du loyer (L'eau+L'électricité+la place) = 7200/an
- La main d'oeuvre (Étudiants) = 10800 \$/an

Total = 12000\$

Par la suite, nous avons considérés que les produits ne seront produit qu'après commande sur le site. Donc les produits achetés seront égaux aux produits vendues.

Pour déterminer le nombre de produits vendus, nous avons estimé le nombre de clients qui seront intéressés par le produit selon les différentes années. Selon la

clientèle et la perfection du produit, pour la première année on a vendu 1200 produits ( 100/mois) , 2400 pour la deuxième année (200/mois) produits et pour la 3e année 4800 produits (400/mois).

Enfin, nous avons mis en place des hypothèses pour calculer les frais d'exploitation.

Les

Frais d'exploitation: Sommes engagées pour assurer le fonctionnement normal de l'entreprise, à l'exclusion des dépenses en immobilisations et des charges financières.

Il s'agit de:

- Prix liée au site:

Prix de création du site = 23\$ pour 40h la semaine pour 1 mois donc => 3680\$ ,

prix d'entretien/maintenance du site = 1272\$/an ,

Total = 4952 \$

#### ❖ Analyse VAN:

Investissement initial:

-Première année (C1) = 109440 \$

-Deuxième année (C2) = 191520 \$

-Troisième année (C3) = 437760 \$

Periode d'analyse (t): 3 ans

Flux de trésorerie:

-Première année (P1): 46560

-Deuxième année (P2): 120480

-Troisième année (P3): 1862400

Taux d'actualisation: Puisque cette valeur n'a pas été donné dans l'énoncé, on supposera qu'elle est de 4%.

Maintenant, on va effectuer une actualisation des nos flux de trésorerie en utilisant la formule  $P/(1+i)^t$  . Ainsi donc, on a :

- Année 1 :  $P1/(1+i)^1 = 46560/(1+0.04)^1 = 44769.23$  \$
- Année 2 :  $P2/(1+i)^2 = 120480/(1+0.04)^2 = 111390.53$  \$
- Année 3 :  $P3/(1+i)^3 = 1862400/(1+0.04)^3 = 1655666.82$  \$

$VAN = (44769.23 \$ + 111390.53 \$ + 1655666.82 \$) - (109440 \$ + 191520 \$ + 437760 \$) = 1073106.58$  \$

Enfin notre VAN qui est la valeur actuelle nette est positive dans notre cas, on peut conclure que notre projet est plus profitable que l'investissement initiale. En effet, cette valeur dépend évidemment de l'investissement et de ventes faites ce qui a été estimée dans la question précédente. Par contre en réalité, cette VAN doit être déterminée avec beaucoup plus de précision parce qu'elle permet de prendre une décision décisive par rapport au future de la compagnie. Pour cette analyse simple, le seuil de rentabilité serait la valeur de l'investissement initiale à chaque début d'année.

## **10. Manuel de l'utilisateur:**

### **Manuel de l'utilisateur**

#### **A. Caracteristiques**

Ce produit est un gadget utilisant l'intelligence artificielle afin de reconnaître des aliments se trouvant dans une assiette et divulgue l'information de façon vocale.

Il a un cycle de 6 mois a 2 ans dépendamment de l'intensité de l'utilisation.

Il a des dimensions de 15x10x7.5cm.

Il a un poids inférieur a 750g.

#### **B. Fonctionnement et maintenance**

Systeme alimente par courant .

L'utilisation se fait manuellement en dirigeant l'objet vers la cible.

Aucune maintenance n'est requise.

#### **C. Liste des pièces et leur fonction**

- Raspberry pi3
- Carte memoire pour raspberry pi3
- Camera raspberry pi
- Haut parleur usb
- Coque en plastique
- Clip en plastique (support)

#### **D. Capacités du produit**

Le gadget est capable d'avoir en soi une large base de donnée ou plusieurs bases de donnée dépendamment de la capacité de stockage de la carte mémoire. En effet, le système informatique (raspberry Pi 3) utilisé ici est doté d'une carte mémoire qui contient toute l'information dont ce dernier a besoin. Il possède donc en son sein la base de données établies par les concepteurs et choisies par le client.

#### **E. Instructions detaillées d'installation**

Le système est doté d'une source d'alimentation indépendante, elle n'a donc pas besoin d'être branchée à une prise électrique.

1. clip le gadget sur le rebord de la table du patient
2. allumer le gadget

## **F. Consignes de sécurité et précaution à prendre**

- Eviter tout contact avec l'eau ou autre liquide
- Éteindre après usage

## **G. Instructions techniques**

Lors d'un bug du gadget, veuillez l'éteindre immédiatement.

Lorsque la source d'alimentation est faible veuillez la retirer et la recharger à la prise électrique.

### **11. Fichiers de conception:**

Veillez vous référer à l'ensemble des fichiers de conceptions suivants :

<https://makerepo.com/adial092/projet-sur-les-identifiants-ia>

## **Conclusions et recommandations pour le futur**

Ainsi le produit obtenu à la fin de ce projet est un outil doté d'une grande capacité de reconnaissance d'objets. L'utilisateur a la possibilité de personnaliser sa base de données en fonction de son environnement. Plusieurs concepts ont été développés tout au cours de ce projet. La méthode empathique nous a permis d'identifier les besoins qui sont ensuite traduits en critères, métriques et spécifications. L'utilisation de la matrice décisionnelle fine donne un étalonnage fin de différents produits de la concurrence selon différents critères de conception. L'étude de faisabilité a permis de cerner les forces et faiblesses de notre solution pour une meilleure idée sur la viabilité de notre produit. Le modèle d'affaire choisi à maximiser nos chances dans le marché cible et établit les liens entre clients, partenaires, produit. Grâce à l'analyse économique, les résultats obtenus après estimations des comptes de profits et de pertes ont pu être analysés pour en déduire que notre investissement sera rentable. Ces comptes de profits et de charges ont été réalisés basés sur des hypothèses de la vie réelle pour nous permettre d'être le plus réaliste possible dans nos estimations. Les travaux futurs dans ce projet seront principalement l'amélioration de l'esthétique, du support physique ainsi que sa maniabilité et l'élargissement de la base de données. Des habiletés en programmation informatique, en gestion efficace du temps, ainsi que des compétences sociales et financières ont été développées à partir des apprentissages faits tout au cours de cette expérience.

Le produit final pourrait être un avantage non seulement pour ceux avec des problèmes de la vue, mais aussi dans les recherches en science, en astrologie et dans plusieurs autres domaines.

## **Bibliographie et appendices**

Bouendeu, Emmanuel. «INTRODUCTION À LA GESTION ET AU DÉVELOPPEMENT DE PRODUITS EN GÉNIE ET EN INFORMATIQUE» [note dans le cours GNG2501], Université d'Ottawa, Ottawa, 5 décembre 2018.

### *Liens utiles:*

<https://www.raspberrypi.org/documentation/linux/software/python.md>

<https://gist.github.com/dschep/24aa61672a2092246eaca2824400d37f>

<https://lftcodeplay.com/2017/06/30/how-to-install-python-3-6-on-raspbian-linux-for-raspberry-pi/>

<https://www.raspberrypi.org/magpi/tensorflow-ai-raspberry-pi/>

<https://www.buyapi.ca/>