

# Sauvegarde Solaire



uOttawa

Faculté de génie — Université d'Ottawa

Rapport Final — Livrable J  
GNG 1503 — Génie de la conception

Présenté à : Professeur D.Knox

Le 29 mars 2018

Beril Borali — 300 036 112

Julie Tourrilhes — 8 644 023

Matthew Bull — 8 173 861

Mays Mahasen — 5 362 127

Rachid Khazzaka — 8 792 737

## Abstrait

Dans le cadre du cours de conception GNG 1503, nous avons comme but d'apprendre le processus de conception. En génie, souvent nous traitons de choses logiques, qui ont une réponse fixe, sans réflexion et qui n'a pas de réponse finale fixe. En réalité, sur le marché du travail, les ingénieurs d'aujourd'hui font affaire avec des clients ayant des désirs non précis. Le rôle de l'ingénieur est de concevoir une solution pour ce client, sans nécessairement avoir un plan précis de ce que le client désire initialement. Dans ce cours, le but est d'apprendre comment on interprète les besoins du client et comment on peut lui concevoir le meilleur produit. Toutes les étapes du « design thinking » ont été utilisées pour répondre aux demandes de notre client et créer une conception réussie.

Au début du semestre, la police d'Ottawa nous a consultés suite à un problème persistant. Les mendiants restent debout sur les médianes des rues achalandées et cela cause un risque d'accident constant puisqu'ils se déplacent dans la rue et causent un danger pour tous. La police d'Ottawa a partagé avec nous leurs inquiétudes et désirs que nous avons transformés en besoins, classifiés et comparés avec des projets existants. Après de nombreux analyses, prototypes et rétroactions, nous avons abouti à un système, sois le Sauvegarde Solaire, qui sera placé au milieu des médianes, qui émet des lumières rouges clignotantes d'urgence, avisant les automobilistes qu'un véhicule d'urgence s'approche, avant même que le véhicule d'urgence arrive. L'énergie des lumières est alimentée par des panneaux solaires placés sur notre solution. Le but de ce produit est de physiquement empêcher les mendiants à se mettre dans une situation dangereuse, mais la Sauvegarde Solaire répond à bien plus que ce besoin. Elle assure la sécurité des citoyens et leur donne également une opportunité d'aider les véhicules d'urgences à se déplacer de façon sécuritaire en recevant un avis en avance de céder le chemin. Un système « Rolling Guardrail » a été ajouté afin d'améliorer la sécurité des automobilistes et des passagers lors d'un accident. Si un véhicule frappe notre concept, le matériel absorbant et flexible des rouleaux aide à amortir le choc et dévier l'automobile au lieu d'un impact direct.

# **Table des Matières**

<b>Liste des Figures</b>	<b>IV</b>
<b>Liste des Tableaux</b>	<b>V</b>
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>	<b>2</b>
<b>Rencontre avec le client</b>	<b>2</b>
<b>Critères de conception</b>	<b>3</b>
<b>Énoncé du problème</b>	<b>8</b>
<b>Nos idées</b>	<b>9</b>
<b>Stratégie de prototypage, objectifs et résultats d'essai</b>	<b>13</b>
<b>Nos prototypes</b>	<b>15</b>
<b>Notre Solution Finale</b>	<b>18</b>
<b>Conclusions et recommandations pour le futur</b>	<b>23</b>
<b>Résumé du travail et leçons apprises</b>	<b>24</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>25</b>

## Liste des Figures

<b>Figure 1. Rolling Guardrail</b>	<b>9</b>
<b>Figure 2. Turbine placer sur la médiane</b>	<b>10</b>
<b>Figure 3. Panneau solaire avec publicité sur écran</b>	<b>11</b>
<b>Figure 4. Premier prototype</b>	<b>15</b>
<b>Figure 5. Deuxième prototype</b>	<b>16</b>
<b>Figure 6. Troisième prototype</b>	<b>17</b>
<b>Figure 7. Série de Rolling Guardrail</b>	<b>18</b>
<b>Figure 8. Prototype final</b>	<b>21</b>

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1. Les besoins du client tirés des énoncés du client</b>	
(5=très important, 0=pas d'important)	<b>2</b>
<b>Tableau 2. Les critères de conception selon chaque besoin</b>	<b>3</b>
<b>Tableau 3. Exigences fonctionnelles</b>	<b>4</b>
<b>Tableau 4. Exigences non fonctionnelles</b>	<b>5</b>
<b>Tableau 5. Contraintes</b>	<b>6</b>
<b>Tableau 6. Étalonnages* de trois solutions avec estimations initiales</b>	<b>12</b>
<b>Tableau 7. Étalonnage* des variations de notre solution</b>	<b>22</b>

## Introduction

La ville d'Ottawa est une ville chargée avec beaucoup de circulation durant l'heure de pointe. En moyenne, à chaque quatre collisions, un piéton meurt et ceci est un fait très choquant. Après la rencontre avec le client, il a été possible de trouver un problème essentiel avec la ville d'Ottawa ; les mendiants qui se tiennent sur la médiane causent l'empêchement de la circulation du trafic et mettent la sécurité du public en péril. Le client veut trouver une solution à ce problème, mais voudrait également une solution multifonctionnelle que les dépenses et charges qui y sont associées soient justifiables auprès des payeurs de taxes.

Lors de notre première rencontre avec le client, nous avons écouté et noté ses énoncés, ses inquiétudes et ses motivations pour le bloqueur de mendiant. Ensuite, en prenant en considération ces derniers, il a été possible de lui poser des questions qui permettent d'améliorer notre concept. Suite à la rencontre, nous avons transformé ses énoncés en besoins que nous avons classifiés en ordre d'importance. Les besoins les plus essentiels pour le client sont d'assurer la sécurité du public, prévenir la présence des mendiants sur les médianes et avoir une solution qui est esthétiquement plaisante pour la ville d'Ottawa.

Les besoins fondamentaux du client sont d'assurer la sécurité des citoyens. Le fait que les mendiants se tiennent dans le milieu de la médiane est dangereux, non seulement pour eux, mais pour les automobilistes et les piétons. C'est un danger public et la police d'Ottawa a un besoin d'assurer la sécurité de tous en empêchant les mendiants de rester sur les médianes tout en pouvant justifier les dépenses du projet.

Ce qui rend notre projet unique, c'est la double fonctionnalité de Sauvegarde Solaire. Notre solution est un bloqueur de mendiants placé sur la médiane constituée de « Rolling Guardrail » qui tourne sur eux même lors d'une collision avec une voiture et qui est durable avec une surface réfléchissante qui assure la visibilité pour les conducteurs. La deuxième fonctionnalité de notre produit est les lumières D.E.L. clignotantes alimentées par des panneaux solaires qui avertissent aux automobilistes l'arrivée d'un véhicule d'urgence. Ce système est connecté par un système sans fil aux véhicules d'urgence.

## Objectifs

Le but du projet est de concevoir le meilleur produit pour le client, en tirant constamment de ses rétroactions afin de raffiner le concept. La limitation de budget force le concepteur à éliminer les ressources inutiles, et c'est ce que nous faisons à travers du projet. Nous passons à travers toutes les étapes du design thinking afin d'optimiser la conception de produit et assurer la satisfaction du client.

## Rencontre avec le client

La première rencontre avec le client est le premier guide pour la conception. Cette rencontre s'agit principalement de questions, écoute et de prises de notes. Cette étape du design thinking s'agit de laisser le client parler sans jugement, afin d'obtenir le plus d'information en ce qui a trait à ses besoins et désirs envers le problème. Il faut prendre en compte que le client ne sait pas exactement ce qu'il veut. Nous avons donc pris en note ses énoncés et classifié afin de produire un tableau organisé qui exprimait bien les besoins correspondant aux énoncés. Le tableau suivant démontre bien l'ordre d'importance des besoins du client.

**Tableau 1. Les besoins du client tirés des énoncés du client  
(5=très important 0=pas d'important)**

Importance	Besoins
5	Prévenir la présence des mendiants sur les médianes
5	Assurer la sécurité du public et se conformer aux lois
2	Respecter le budget donné par le client
3	Choisir un matériel durable et fonctionnel au climat canadien
4	Un système esthétique fonctionnel et représentatif esthétiquement pour la ville d'Ottawa
2	Rentabilité du système

## Critères de conception

Finalement, après avoir dressé la liste des besoins dans la section précédente, il est plus facile pour faire une conception précise de produit à notre client. Avec ces besoins, nous avons créé des critères de conception qui peuvent nous donner les lignes principales afin de pouvoir avoir un énoncé de problème. Le tableau 2 démontre bien les critères de conception correspondant à chaque besoin que nous avons dressé auparavant.

**Tableau 2. Les critères de conception selon chaque besoin**

<b>Besoins</b>	<b>Critères de conception</b>
Prévenir la présence des mendiants sur les médianes	Réduire les collisions de piétons Lieu de placement acceptable
Assurer la sécurité du public et se conformer aux lois	Dimension du système respecte les normes Lieu de placement acceptable
Respecter le budget donné par le client	Coût (\$)
Choisir un matériel durable et fonctionnel au climat du Canadien	Durée de vie optimale (ans) Matériel anticollision Couleur tendre (pas trop attirant) Matériel anticorrosion et durable à des températures extrêmes
Un système esthétique fonctionnel et représentatif esthétiquement pour la ville d'Ottawa	Les couleurs accordées avec son environnement Une conception moderne
Un système rentable	Rentabilité (profits \$)

Le client a également insisté que le produit devra être un système ayant une dépense justifiable au citoyen de la ville d'Ottawa. La police d'Ottawa est prête à dépenser pour ce projet, mais cet argent provient des résidents, donc les payeurs de taxes. Ce produit sera utilisé afin de répondre au besoin de notre client, mais doit également avoir une utilité importante pour le public.

Les critères de conception ont été basés sur les besoins du client et les spécifications/contraintes qu'il nous a donnés. Les contraintes ont été notre souci primaire puisque ces derniers étaient nécessaires pour satisfaire les besoins du client et créer une conception valide pour notre problème. Les métriques, soit les valeurs mesurables par une unité, ont été déterminés basés sur les contraintes et les valeurs qui pouvaient être mesurées.

Certaines exigences ont été modifiées ou enlevées après les rétroactions avec le client, référez-vous au tableau 3,4 et 5 pour les critères correspondant aux besoins.

**Tableau 3. Exigences fonctionnelles**

<b>Critères de Conception</b>	<b>Relation (= &lt; or &gt;)</b>	<b>Valeur</b>	<b>Unités</b>	<b>Méthode de vérification</b>
<b>Prévenir les mendiants d'aller sur la médiane</b>	=	oui	s.o.	Essai
<b>Durabilité (matériel)</b>	=	oui	s.o.	Estimation Essai
<b>Sécurité</b>	=	oui	s.o.	Statistique
<b>Conforme aux lois</b>	=	oui	s.o.	Normes établies

**Tableau 4. Exigences non fonctionnelles**

<b>Critères de Conception</b>	<b>Relation (= &lt; or &gt;)</b>	<b>Valeur</b>	<b>Unités</b>	<b>Méthode de vérification</b>
<b>Esthétique</b>	=	oui	s.o.	Essai
<b>Durée de vie</b>	=>	7	années	Essai Estimation
<b>Corrosion et résistance UV</b>	=	oui	s.o.	Essai
<b>Fiabilité</b>	=	oui	s.o.	Essai
<b>Production de l'énergie</b>	=>	1	kW/h	Essai Estimation
<b>Ramasser des dons</b>	=>	10 000	\$	Essai
<b>Publicité</b>	=	oui	s.o.	Essai

**Tableau 5. Contraintes**

<b>Critères de Conception</b>	<b>Relation (= &lt; or &gt;)</b>	<b>Valeur</b>	<b>Unités</b>	<b>Méthode de vérification</b>
<b>Dimensions (L x h x l)</b>	=	75 X 3 X 1 - 1 ½	pi	Analyse
<b>Coût</b>	=<	2000-5000	\$	Estimation Vérification finale
<b>Conditions d'opérations : température</b>	=	-50 à 50	°C	Essai
<b>Conditions d'opérations : neige, glace et neige fondante, soleil</b>	=	oui	s.o.	Essai
<b>Rentabilité</b>	=	oui	s.o.	Essai
<b>Entretien</b>	<=	500-1000	\$	Essai Estimation

\***Entretien** : Sois le coût pour laver et déblayer la neige excessive

Basées sur les contraintes et les exigences, les spécifications cibles ont été estimées et développées afin de nous donner des objectifs à atteindre pour créer un concept valide. Ces spécifications ont été calculées pour une section de 75 m de notre solution finale et sont des calculs estimés basés sur nos connaissances et des ressources en gamme de produits déjà sur le marché. Ces spécifications sont des estimations maximales.

**Spécifications cibles :**

- Poids (kg) : 2000
- Coût (\$) : 5000
- Dimensions (pi) : 75 X 3 X 1 - 1 ½
- Énergie produite : 4 kW/h
- Rentabilité (\$) : Système sans coût de fonctionnalité
- Entretien (\$) : 500-1000 par année
- Conditions d'opérations : température (°C) : -40 à 40
- Durée de vie (années) : 10
- Matériel durable, anticollision et amortisseur : oui

## Énoncé du problème

**« La police d'Ottawa a besoin d'assurer la sécurité du public en développant un système durable et esthétique qui prévient la présence des mendiants sur les médianes et qui a un coût abordable pour la ville d'Ottawa. »**

Après avoir rencontré le client et dressé une liste de besoins et de critères de conception, il a été possible de déterminer notre énoncé de problème démontré ci-haut. Nous avons appris que le besoin principal avec le plus d'importance pour le client est d'assurer la sécurité du public, prévenir la présence des mendiants sur la médiane et avoir un système esthétiquement plaisant et justifiable envers les citoyens de la ville d'Ottawa. Dans l'énoncé de problème, on mentionne les besoins essentiels comme la sécurité du public, un système durable à notre climat, esthétiquement plaisant pour la ville d'Ottawa afin de représenter la beauté de la capitale nationale. Ce système prévient la présence des mendiants et est justifiable envers les citoyens de la ville d'Ottawa. L'énoncé du problème exprime clairement le besoin primaire et important de ce produit. La solution devrait réduire le risque et le taux de collision avec les piétons et voiture qui va augmenter la sécurité routière.

## Nos idées

Après la première rencontre avec le client, il a été possible de faire des recherches pour trouver des idées pour notre solution. Ceci a permis de comprendre les différentes solutions sur le marché et de comprendre ce qui fonctionne bien ou moins bien. Suite à nos recherches, le « Rolling Guardrail » a été trouvé.



**Figure 1. Rolling Guardrail (14)**

Le « Rolling Guardrail » est un système efficace et durable. Lorsqu'une voiture entre en collision avec ce dernier, le « Rolling Guardrail » dévie la voiture et fait en sorte qu'elle ne traverse pas dans les autres voies. De plus, lorsqu'une voiture entre en contact avec les « Rolling Guardrail », ils tournent sur eux même afin de diminuer le dommage fait à la voiture et de diminuer la sévérité des blessures du conducteur. De plus, les « Rolling Guardrail » sont faciles à remplacer puisqu'ils peuvent être individuellement remplacés (rouleau individuel) suite à un accident. Les rouleaux sont faits de plastique flexible, élastique et fonctionnent dans les températures extrêmes du Canada. Ces derniers empêchent physiquement les mendiants de se rester sur la médiane.

Une autre idée est d'ajouter des lumières avertissant le rapprochement d'un véhicule d'urgence. Ces dernières fonctionnent sur l'énergie solaire qui sera entreposée dans les panneaux solaires avec pile intégrée. Les lumières avertissant un véhicule d'urgence seront connectées à l'aide d'un réseau sans-fil aux véhicules d'urgence de la ville d'Ottawa. Les lumières s'allument lorsque les véhicules d'urgence sont dans la proximité et clignotent à une vitesse d'une à trois secondes.

Une autre idée était les turbines qui fonctionnent grâce au mouvement des voitures. Elles sont placées sur la médiane entre des morceaux de plastique anticollisions. Elles tournent et produisent de l'énergie. Les turbines peuvent contenir un système de radar de vitesse si désiré. L'énergie emmagasinée peut être utilisée pour faire fonctionner le radar. Les turbines peuvent également enregistrer des informations comme le flux de voitures qui passent par cette rue par jour, etc. qui donne des statistiques à la ville d'Ottawa. Cette solution est avantageuse car elle est fonctionnelle pendant toute l'année, est énergétiquement rentable, fournit l'électricité pour les logiciels dans les turbines qui scannent les plaques, mesurent la vitesse des voitures et respectent le budget alloué.



**Figure 2. Turbine placer sur la médiane (5)**

Ce système utilise l'énergie solaire et la transforme en énergie électrique pour les téléviseurs qui seront dans la médiane afin d'afficher des publicités pour collecter des dons qui seront donnés aux organisations sans-profits pour les sans-abris. Cela veut donc dire que ce système est rentable mais le profit exact ne sera pas connu jusqu'à ce qu'on fasse des essais. L'estimation des profits est de 150 \$/semaine. Ce système respecte les dimensions, le coût et fonctionne dans les températures extrêmes comme le froid du Canada ; cependant il requiert beaucoup d'entretien et est cher à remplacer s'il le faut. Les panneaux solaires vont être placés sur un angle à laquelle la neige et les feuilles ne vont pas s'accumuler, cela coûte donc moins cher d'entretien durant l'hiver et l'automne. Le matériel du bloqueur de piétons sera fait de P.O. plastique (poljé qui est durable et qui fonctionne pour les quatre saisons sans dégradation due à la température et qui ne se corrode pas. Dans ce système, il va y avoir de fausses caméras qui sont

placées à des endroits stratégiques et visibles pour influencer les bons comportements des piétons, mendiants et conducteurs. L'énergie produite par les panneaux solaires est stockée dans des piles dans le bloqueur de piétons fait de P.O plastique (polyuréthane) pour être utilisée lorsque besoin pour afficher les publicités sur les écrans. Ce système dépend de l'énergie solaire donc s'il n'y a pas de soleil, ce système ne vas pas fonctionner. Mais une pile pourra entreposer de l'énergie pour les journées avec aucun soleil. Ce système est avantageux car il ne requiert pas l'électricité de la ville et donc il est un système auto-durable sans coût de fonctionnalité.



**Figure 3. Panneau solaire avec publicité sur écran (3)**

**Tableau 6. Étalonnages\* de trois solutions avec estimations initiales**

Spécifications	Importance (poids 1-5)	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Poids (kg)	1	70	85	100
Coût (\$)	4	200 500	375 000	450 500
Taille (pi)	4	250 X 3 X 3	250 X 2 X 2	250X 2 X 2
Énergie produit (kW/h)	2	3	4	4
Type d'énergie	1	Solaire	Éolienne	Solaire
Rentabilité (\$/semaine)	2	150	0	0
Entretien (\$) (Dommages)	2	100 000	80 000	50 00
Conditions d'opérations: température (°C)	3	-40 à 30	-30 à 30	-40 à 30
Durée de vie (années)	3	10	7	10
Publicité	1	oui	non	non
Matériel anti-collision	2	PO Plastic	PO Plastic	PO Plastic
Sécuritaire	5	oui	non	oui

\* Cette étalonnage a été changé après les rétroactions avec le client et a été fait dans les étapes préliminaires pour toutes les idées présentées ci-haut (sauf les lumières avertissant un véhicule d'urgence). La solution 1 est pour le panneau solaire avec publicité sur écran, la solution 2 est pour la solution avec les turbine placer sur la médianes et la solution 3 est pour la solution avec les « Rolling Guardrail ».

## **Stratégie de prototypage, objectifs et résultats d'essai**

L'essai est un élément clé d'une conception réussie. Les prototypes et les essais ont été nécessaires afin de nous aider à raffiner notre solution et concevoir une solution valide dans l'environnement donné. Nos prototypes permettent une représentation visuelle et interactive des attributs de notre bloqueur de piéton. À l'aide de nos prototypes, nous avons appris les faiblesses/point forts de notre projet en mesurant la performance et fonctionnalité. Conséquemment, nous avons pu améliorer notre solution lorsque nécessaire pour assurer la satisfaction du client/utilisateur suite à ses rétroactions de nos prototypes

### **Objectifs de tous les prototypes :**

- Voir le physique et les attributs du prototype
- Faisabilité/fidélité/validité
- Voir si les lumières (vitesse et intensité) sont trop distrayantes pour les conducteurs
- Communiquer et obtenir la rétroaction de notre solution
- Représenter notre solution finale à l'aide d'un prototype réel et compréhensif
- Déterminé si la surface réfléchissante fonctionne
- Vérifiez l'emplacement du panneau solaire

### **Résultats des essais :**

- La réaction du client a été observée ainsi que son langage corporel. Cette information nous a permis de savoir quelle partie de notre prototype était bon/mauvais.
- Nous avons appris que les lumières devraient être placée à la hauteur des conducteurs afin qu'il puisse voir les lumières.
- Nous avons pu déterminer que nous avons besoin de plus de matériel pour renforcer/fortifier notre solution. De plus, les lumières n'étaient pas trop distrayantes puisqu'il non pas une grande intensité.
- L'emplacement du panneau solaire à changer de plat a un angle dans l'intention de maximiser la production d'énergie et de ne pas permettre la neige de s'accumuler sur le panneau.
- Nous avons pu déterminer que l'emplacement des cônes devrait être : un placer droit et l'autre placer inverse. Ceci permet aux cônes de mieux rouler sur eux même lorsque

nécessaire pour faire moins de dommages aux conducteurs puisque la distribution des forces serait répartie à travers les cônes. Cela assure aussi la visibilité de l'autre côté de la médiane.

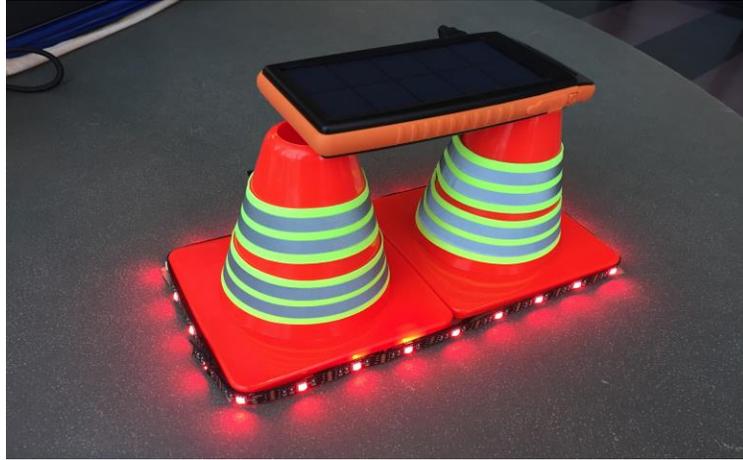
Enfin, les prototypes et l'obtention des rétroactions ont été essentiels à la production finale de notre solution. Ils nous ont permis de raffiner le projet et d'obtenir des suggestions de la part de professionnels experts, du client et aussi d'autres étudiants dans d'autres programmes de l'Université. La diversité des opinions nous a permis d'améliorer, le plus possible le système. Un étudiant dans un programme en sciences sociales peut donner une rétroaction basée sur un impact social, alors qu'un étudiant en droit peut donner un avis concernant le respect des lois du ministère du transport. Ces derniers, nous ont aidé à créer une solution acceptable pour tous citoyens de la ville d'Ottawa puisque ces opinions et critiques représente toute la population. Ces prototypes ont donné une opportunité au client de visualiser et comprendre notre solution dans l'intention de lui laisser réfléchir à ces nouveaux concepts jamais vu auparavant. Enfin, les prototypes nous ont donné la chance de vérifier nos concepts avant de créer une solution finale.

## Nos prototypes



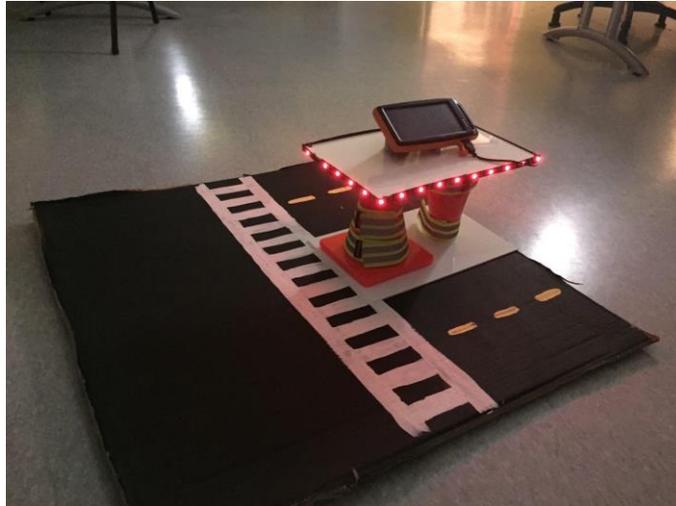
**Figure 4. Premier prototype**

Ceci est le premier prototype. Nous avons choisi un prototype physique, compréhensible dans le but d'illustrer le scénario où le Sauvegarde Solaire sera placé. Ce type de prototype aide le client à visualiser notre solution ainsi de pouvoir bien dimensionner le plan du prototype sur une médiane réelle. Lors de notre rencontre avec le client pour la première rétroaction, il a pu nous pointer sur les points faibles qu'il trouvait qu'on devrait améliorer en nous donnant les commentaires le plus clairement que possible. Les « Rolling Guardrail » ont été représentés par les rouleaux de pâte à pain avec la bonne échelle représentative de la réalité. Le but de ce premier prototype était de s'assurer que nous étions sur la bonne voie en termes de conception par rapport à la demande du client et de son besoin de sécurité et de prévenir la présence des mendiants. Les objectifs spécifiques de l'essai sont de voir le physique du prototype, la faisabilité/fidélité. De plus, ce prototype permettra de voir si notre système est trop distrayant pour les conducteurs et de communiquer et obtenir de la rétroaction sur notre solution du client.



**Figure 5. Deuxième prototype**

Ceci est le deuxième prototype. Nous avons testé la fonctionnalité des bandes réfléchissantes, des lumières D.E.L. et du panneau solaire. Les rouleaux sont immobiles et ce prototype représente seulement les éléments clé de notre solution. Les cônes sont faits d'un type de plastique absorbant, flexible, durable dans les conditions extrêmes aux Canada et solide en même temps. Ceci permet d'absorber les chocs et est le plus représentatif du matériel polyuréthane qui sera utilisé par le système de « Rolling Guardrail ». À la suite de ce prototype, il était clair qu'il fallait solidifier notre solution et créer une structure pour supporter chaque élément. Les objectifs spécifiques du prototype sont de pouvoir visualiser si les lumières (vitesse et intensité) vont être une distraction pour les conducteurs et de pouvoir ajuster les lumières selon l'opinion du client et l'utilisateur (nous avons demandé à plusieurs conducteurs s'ils ont trouvé ça distrayant). De plus, un autre but du prototype est de pouvoir visualiser notre solution avec les matériaux qui seront utilisés pour la solution finale et ensuite voir quels matériaux il nous manque pour la solution finale. De plus, cet essai nous permet d'avoir la rétroaction du client sur les matériaux utilisés et sur la solution finale.



**Figure 6. Troisième prototype**

Les objectifs sont que ça représente bien la solution finale en démontrant tous les attributs essentiels de notre solution comme les lumières avertissant un véhicule d'urgence, les surfaces réfléchissantes, le panneau solaire qui utilise l'énergie solaire pour alimenter les lumières avertissant un véhicule d'urgence et finalement les cônes qui représente les « Rolling Guardrail » pour qu'il y a une diminution du dommage qui sera causé lors d'une collision avec le Sauvegarde Solaire.

## Notre Solution Finale

Notre solution finale est un système à double fonctionnalité pour avoir un système justifiable envers les citoyens de la ville d'Ottawa. En moyenne dans la ville d'Ottawa, à chaque quatre collisions, un piéton est mort (7). De plus, pour les dernières deux années d'affilée, les véhicules d'urgence de la ville d'Ottawa n'ont pas satisfait le temps de réponse à une urgence de 8 minutes ou moins (10). Ceci est pourquoi nous avons créé notre « Sauvegarde Solaire ».

Le Sauvegarde Solaire est équipé de plusieurs attributs qui répondent aux besoins tirés des énoncés des clients lors de la première rencontre. Pour débiter, le Sauvegarde Solaire présente des « Rolling Guardrail » démontré dans la figure suivante.



**Figure 7. Série de Rolling Guardrail (14)**

Les « Rolling Guardrail » sont faits d'un plastique polyuréthane qui est un matériel anticollision, flexible, élastique et fonctionne dans le climat extrême du Canada — ne gèle pas ou ne fond pas. Lorsque ce dernier se fait heurter par une voiture, il est très résistant et fait en sorte de dévier la voiture dans la voie qu'ils se trouvaient au lieu de dévier dans la voie opposée. Bref, les « Rolling Guardrail » font en sorte de dévier et absorber la voiture au lieu de « frapper un mur de brique » et de causer beaucoup de dommage. De plus, les « Rolling Guardrail » peuvent tourner sur eux même qui permet de guider la voiture dans le bon sens dans sa voie. Ce dernier diminue le dommage fait aux voitures lors de la collision mais aussi diminue la sévérité des blessures des conducteurs et des passagers. Un aspect avantageux des « Rolling Guardrail », est le fait que lorsque ce dernier est endommagé, le « Rolling Guardrail » en question peut être remplacé individuellement au lieu d'une section complète puisque c'est construit en morceaux. Les « Rolling Guardrail » sont placés un par un sur des morceaux d'acier.

De plus, les « Rolling Guardrail » ont des bandes réfléchissantes qui améliorent la visibilité de ces-dernier pour les conducteurs durant la nuit.

De plus, les dimensions des « Rolling Guardrail » est ajustable à chaque intersection pour assurer que la médiane est couverte complètement et est le plus efficace que possible. Ainsi, ils peuvent être utilisé pour entourer n'importe quel objet dangereux à des véhicules comme des barrières en ciment et des poteaux de lumières.

Les panneaux solaires seront placés sur le haut des « Rolling Guardrail ». Ils seront placés sur un angle ajustable à chaque intersection afin que le système capte le maximum d'énergie solaire mais aussi pour assurer que la neige et les feuilles ne s'accumulent pas. Cependant, on sait que ceci ne va pas fonctionner à 100 %, c'est pour ça que nous avons alloué un montant de 500 \$ à 1000 \$ par année à l'entretien du système qui inclut, le déneigement des panneaux solaire et les vérifications hebdomadaires. Les panneaux solaires ont une pile intégrée qui emmagasine l'énergie solaire prise durant la journée et qui donne l'énergie au lumière LED. Lorsque la pile intégrée du panneau solaire est remplie, le panneau solaire s'éteint. Les panneaux vont s'allumer pour avoir de l'énergie lorsque le pile descend à un niveau de 99 %. On veut que la pile soit toujours pleine puisque la ville d'Ottawa n'est pas une ville qui présente toujours du soleil — on a différent condition météorologique qu'il faut prendre en considération.

De plus, le système avertissant un véhicule d'urgence n'est pas « nécessaire » dans la ville d'Ottawa puisque les conducteurs et la population sait déjà quoi faire si un véhicule d'urgence s'approche. Par contre, le Sauvegarde Solaire avertit les conducteurs présents dans un intersection qu'un véhicule d'urgence s'approche qui fait en sorte de diminuer le temps de réponse au véhicule d'urgence et de créer une allée pour laisser les véhicules d'urgence à passer à travers l'intersection occupée plus facilement. Ce système visuel est aussi utile pour les personnes sourdes qui ne peuvent pas entendre les sirènes des véhicules d'urgence. Ceci étant dit, le système n'est dépendant et s'il y a un défaut dans le système qui fait en sorte qu'il ne fonctionne pas, ce n'est pas grave.

Les lumières D.E.L. sont connectés à l'aide d'un réseau sans fil. Ceci est déjà vu sur la rue King Edward et Laurier à la station d'incendie. Lorsqu'il y a un incendie et les pompiers doivent partir, les lumières des conducteurs devient rouge pour assurer que les pompiers peuvent partir immédiatement au lieu d'attendre la circulation. Les lumières D.E.L. vont fonctionner de la même manière. De plus, l'énergie solaire entreposée dans le panneau solaire est le seul moyen de faire fonctionner les lumières LED. Ceci veut dire que nous n'utilisons pas l'énergie de la ville qui fait en sorte que notre système est rentable et autosuffisant.

Bref, notre système sera ancré au sol comme dans la figure 5 avec les « Rolling Guardrail ». Sur le haut, les panneaux solaires seront placés sur un angle ajustable pour maximiser la production d'énergie pour optimiser l'efficacité de notre système. Les lumière LED seront placés autour de notre système sur le haut et sont un avertissement que les véhicule d'urgence s'approche. Notre prototype et solution finale est démontrée dans la figure 8. Cependant, pour nos prototypes, il n'a pas été possible d'acheter les « Rolling Guardrail » puisqu'il faut acheter un minimum de 500, donc nous avons utilisé des cônes en plastique. Ces derniers sont placés à l'inverse sur notre prototype qui permet d'une simulation plus réaliste de l'impact des voitures au maximum. Ceci démontre la distribution du charge et l'impact plus réellement. De plus, il n'a pas été possible de procurer le matériel d'acier pour placer les cônes donc on a utilisé de l'acrylique pour notre prototype.



**Figure 8. Prototype finale**

Si nous avons plus de temps, nous allons créer un système rentable. Ce système affichera des publicités sur des écrans. Ce dernier sera rentable pour la Police d'Ottawa par contre nous ne savons pas les défaillances de ce dernier. Il sera possible que lors d'un accident, si la voiture heurte le Sauvegarde Solaire, les écrans seront très cher pour réparer et donc ce système n'est peut-être pas favorable. Cependant ceci n'est pas clair et n'est pas testé, c'est juste une idée pour avoir un système rentable.

Notre solution peut être utilisé de plusieurs façons. Dans le tableau suivant, on peut constater 3 différentes solutions. La solution #1 est notre solution finale. Il contient les lumières LED, les panneaux solaires qui sont flexible et le « Rolling Guardrail ». Ce dernier coûte dépendant de la médianes, 2894 à 5030 \$. La solution #2, comprend les « Rolling Guardrail » et les lumières LED avec les panneaux solaires non flexible qui seront donc endommager plus rapidement. Cette solution coûte 1536 à 3050 \$. Finalement, la dernière variation à notre solution est simplement les « Rolling Guardrail » avec les lumières LED qui seront alimenté par l'électricité de la ville au lieu des panneaux solaire. Cette dernière solution à un prix qui varie de 1850 à 3300 \$.

**Tableau 7. Étalonnage\* des variations de notre solution**

	Coût pour une médiane de <u>75m</u> (CAD)	#1	#2	#3 
Anti-Collision Highway Guardrail Traffic Safety Roller - Rolling Guardrail Barrier	1,100-2,500	✓	✓	✓
Lumères LED waterproof	750-800	✓		✓
Lumières LED waterproof et solar panel	436-580		✓	
Panneau Solaire Flexible	1,044-1,150	✓		
Coût Total (CAD)		2,894-5,030	1,536-3,080	1,850-3,300

\*L'étalonnage a été faite pour une médiane de 75 m.

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

Finale­ment, le design thinking est un processus bon et efficace à la conception de produit. En passant du questionnement du client, la prises de notes, la création de besoins et de critères de conception, la création d'un problème, la divergence d'idées (idéation), le prototypage et l'essai, nous prenons la peine de vraiment comprendre ce que le client veut et lui donner encore plus que ça. Dans le design thinking il est primordial de consulter constamment le client car la conception découle de ses énoncés et des besoins que nous avons créé à partir de ses énoncés. En le consultant, nous nous assurons de continuer sur la bonne voie car ses recommandations vont nous dire si nous sommes en train de construire un produit qui réponds à ses besoins. Le processus de design thinking invoque beaucoup de prototypage et d'essai, jusqu'à arriver au produit final, ceci découle directement du fait que nous nous basons sur les besoins que nous avons interprété du client.

Nos recommandations à ce projet seraient de commencer le prototypage plus tôt afin d'avoir de meilleures rétroactions de la part de notre client. Il a été difficile de coordonner les livrables avec les dates de rétroaction avec le client. Par exemple, il nous fallait compléter le livrable « rétroaction 2' alors que nous n'avions pas encore reçu de rétroaction de la part du client. Nos recommandations seraient d'ajuster les dates de remise des livrables en fonction de la date de rétroaction, afin d'avoir des remises de rapport mieux représentatifs de la réalité. Également le budget était une contrainte car en réalité, avec un client, le budget dépasse 100 \$, et avec un meilleur budget, nous aurions pu produire de meilleurs prototypes, et donc, un meilleur produit final pour mieux représenter notre solution.

## Résumé du travail et leçons apprises

Le but de ce projet est d'assimiler les étapes du design thinking. Nous avons eu l'opportunité d'utiliser cette méthode de conception afin de créer un produit pour notre client, la police d'Ottawa. Souvent en conception, nous ne savons pas exactement ce que le client recherche. Nous devons, en d'autres mots, aider le client à trouver exactement le problème qu'il veut régler. Le design thinking est une méthodologie utilisée afin de concevoir cela. Nous avons rencontré à maintes reprises notre client et nous avons discuté de ses énoncés, ses idées, son opinion par rapport aux prototypes, pour s'assurer que nous sommes dans la bonne direction. Dans le processus de design thinking il est crucial d'obtenir des rétroactions du client car nous nous basons sur les énoncés transformés en besoins transformés en critères de conception, pour produire le projet. Nous avons appris qu'en génie nous devons utiliser des processus sociaux et non seulement des applications techniques enseignés. Que souvent, sur le marché du travail, les clients sont des personnes qui ne savent pas exactement ce qu'ils veulent comme produit et que bien plus souvent qu'on le croit, il faudra utiliser des méthodologies comme le design thinking afin de répondre à cette demande pour satisfaire le client.

Nos suggestions seraient de pouvoir avoir un livrable sur la rétroaction après le design day. Comme cela, nous obtiendrons encore plus de rétroactions de la part de tous. Dans notre projet, nous avons constamment questionné le client, mais nous avons oublié les utilisateurs eux-mêmes. Ce serait rentable et très intéressant de pouvoir créer un prototype 4 après le design day, après avoir reçu le plus de rétroactions. Ces commentaires sont très importants, car, le client qui est la police d'Ottawa ne sera pas l'utilisateur de ce produit, mais les clients sont, tout le monde. Il est important de savoir ce que les payeurs de taxes pensent d'un projet comme cela. La police d'Ottawa insistait sans cesse sur le fait que la dépense doit être justifiable auprès des payeurs de taxes. Alors pourquoi ne pas obtenir leur rétroaction aux payeurs de taxes le plus tôt possible ? Nous aurions dû avoir une séance de rétroactions avec des groupes de personnes aléatoires afin d'avoir les rétroactions les plus représentatives.

## Bibliographie

1. ‘12m 100led Solar Panel Led String Lights Fairy Light 4mm Flexible Strip For Christmas Halloween Party Wedding Decoration Clear String Lights Cool String Lights From Aflylighting, \$337.37| Dhgate. Com.’ n.d. DHgate. Accessed April 3, 2018. <https://www.dhgate.com/product/12m-100led-solar-panel-led-string-lights/405751095.html>.
2. “AC Led Lights Strip Roll SMD 5050 WATERPROOF SUPER HIGH QUALITY Free Shipping.” n.d. EBay. Accessed April 3, 2018. <https://www.ebay.ca/itm/AC-led-lights-strip-roll-SMD-5050-WATERPROOF-SUPER-HIGH-QUALITY-Free-shipping-/301977015144.admin>. 2013.
3. “Solar Sign & Flood Lighting Kits DIY Installation.” *Silicon Solar Store* (blog). January 21, 2013. <http://www.siliconsolar.com/solar-sign-lights.html>.
4. Arthur, W. Eugene. 1985. Self-erecting roadway marking post. United States US4522530A, filed December 9, 1982, and issued June 11, 1985. <https://patents.google.com/patent/US4522530/en>.
5. “Buy 1kw Mini Domestic Vertical Wind Turbine in China on Alibaba. Com.” n.d. Accessed April 3, 2018. [https://www.alibaba.com/product-detail/1kw-mini-domestic-vertical-wind-turbine\\_60272377718.html](https://www.alibaba.com/product-detail/1kw-mini-domestic-vertical-wind-turbine_60272377718.html).
6. “Champion Sports Hi Visibility Flexible Vinyl Cone, Fluorescent Orange, 6” : Amazon.ca : Sports & Outdoors.” n.d. Accessed April 3, 2018. [https://www.amazon.ca/Champion-Sports-Visibility-Flexible-Vinyl/dp/B000UGWNB8/ref=pd\\_sim\\_200\\_4?encoding=UTF8&refRID=SNGBW01JQ2T5N93DVSWG&th=1&psc=1](https://www.amazon.ca/Champion-Sports-Visibility-Flexible-Vinyl/dp/B000UGWNB8/ref=pd_sim_200_4?encoding=UTF8&refRID=SNGBW01JQ2T5N93DVSWG&th=1&psc=1).
7. Dept, Transportation Services. 2018. “Annual Safety Reports.” January 4, 2018. <https://ottawa.ca/en/residents/transportation-and-parking/road-safety/annual-safety-reports>.
8. Larousse, Éditions. n.d. “Définitions : urgence — Dictionnaire de français Larousse.” Accessed April 3, 2018. <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/urgence/80704>.

9. “MegaPower (TM) 1 Meter 3FT 3 FEET Bias LED Lighting 5V USB Powered LED Strip TV Backlight Multi Color RGB Light for Flat Screen TV LCD, Desktop PC Monitor, Home Theater, Under Cabinet: Amazon. ca: Electronics.” n.d. Accessed April 3, 2018. <https://www.amazon.ca/MegaPower-Lighting-Powered-Desktop-Monitor/dp/B076KR6LLP/ref=sr>.
10. Price, L. 2006. “Treating the Clock and Not the Patient: Ambulance Response Times and Risk.” *Quality & Safety in Health Care* 15 (2): 127–30. <https://doi.org/10.1136/qshc.2005.015651>.
11. “Solar Charger RAVPower 15000mAh Outdoor Portable Charger Solar Power Bank Dual USB External Battery Pack Power Pack with Flashlight (IPX4 Splashproof, Dustproof, Solar Panel Charging, DC5V/2A Input): Amazon. ca: Camera & Photo.” n.d. Accessed April 3, 2018. [https://www.amazon.ca/RAVPower-15000mAh-Flashlight-Splashproof-Dustproof/dp/B073P5D9KD/ref=sr\\_1\\_2\\_sspa?ie=UTF8&qid=1519863328&sr=8-2-spons&keywords=solar+battery+pack&psc=1](https://www.amazon.ca/RAVPower-15000mAh-Flashlight-Splashproof-Dustproof/dp/B073P5D9KD/ref=sr_1_2_sspa?ie=UTF8&qid=1519863328&sr=8-2-spons&keywords=solar+battery+pack&psc=1).
12. “Solarparts Standard Kits 200w Diy Rv/Boat Kits Solar System 100w Flexible Solar Panel+Controller+Cable Outdoor Light Led Module 10 Watt Solar Panel Amorphous Solar Panel From Puguangsolar, \$261.29| Dhgate. Com.” n.d. DHgate. Accessed April 3, 2018. <https://www.dhgate.com/product/solarparts-standard-kits-200w-diy-rv-boat/392807475.html>.
13. “The Climate and Weather of Ottawa, Ontario.” n.d. Accessed April 3, 2018. <https://www.livingin-canada.com/climate-ottawa.html>.
14. “This New Korean Rolling Barrier System Could Save Millions of Lives.” 2016. November 10, 2016. <https://interestingengineering.com/korean-company-develops-life-saving-rolling-barrier-system>.