

GNG1503
Rapport Final du Projet de Conception

Robot de cuisson

ÉQUIPE FB 7

Alioune Badara Top 300084989

Mikolaj Carrière 300012051

Alexandre Julien 300061967

Adam Kimakh 300093927

Olivier Papillon 300066201

15 avril 2019

Université d'Ottawa

Résumé

Les Services alimentaires de l'Université d'Ottawa ont chargé la classe GNG1503B de concevoir un robot de cuisson autonome, abordable, auto-nettoyant, qui cuit les aliments dans un ordre particulier, à une température et une durée spécifique et précise.

En utilisant la pensée conceptuelle comme méthode de conception et un budget de 100\$, le groupe FB7 a conçu un robot à petite échelle et deux applications Java pour le contrôler.

Le robot avait des capacités de manipuler une poêle avec un bras à deux articulations, un pour déplacer la poêle vers la gauche et la droite et l'autre pour la faire verser. De plus, le robot simulait le malaxage avec un mécanisme séparé à une articulation et simulait la cuisson avec des lumières DEL sur une plaque chauffante imprimé en 3D.

Le robot était contrôlé par deux applications Java. Le premier pour charger une liste d'ingrédients avec une durée et une température de cuisson spécifique à chacun. Le deuxième une interface de commande pour le consommateur qui permet de choisir les portions voulus. Tout c'est instruction étais envoyer à un ordinateur Arduino pour activer le robot de cuisson si et seulement si un capteur de pression était activé en plaçant un bol à côté du robot.

Table des Matières

1	11	
1	Introduction	12
2	Identification des besoins et processus de spécification du produit	13
2.1	Interprétation des données	13
2.2	Importance des besoins	15
2.3	Énoncé du problème	16
2.4	Critères de conceptions	17
2.5	Exigences et contraintes.....	18
2.6	Étalonnage.....	19
2.6.1	Robot existant	19
2.6.2	Poêle	20
2.6.3	Mécanisme de réchauffement.....	21
2.7	Évaluations des spécifications	22
2.7.1	Robot	22
2.7.2	Poêle	23
2.7.3	Mécanisme de réchauffement.....	23
2.8	Résultats d'étalonnage	24
3	Conceptualisation	25
3.1	Exigences et contraintes.....	25

3.2	Sous-systèmes	25
3.2.1	Mécanisme pour malaxer.....	25
3.2.2	Fixation pour le bras du poêle	28
3.2.3	Robots.....	29
3.3	Évaluations des spécifications des robots.....	33
3.4	Résultats.....	34
4	Plan du Projet, suivi et nomenclature des matériaux	34
4.1	Plan du projet	35
4.1.1	Liste des tâches	35
4.1.2	Diagramme de Gantt	37
4.1.3	37
4.2	Coûts du projet prévisionnelle	38
4.3	Résultats et décisions	39
5	Analyse	40
6	Prototypage, Essai et Validation du Client	41
6.1	Prototype A	41
6.1.1	Description des objectifs de l'essai	41
6.1.2	Qu'est-ce qu'on va faire et comment?.....	42
6.1.3	Comment est-ce que cela va se passer?.....	43
6.1.4	Conception.....	44

6.1.5	Observations	46
6.1.6	Rétroaction client.....	47
6.2	Prototype B	48
6.2.1	Description des objectifs de l'essai	48
6.2.2	Qu'est-ce qu'on va faire et comment?.....	49
6.2.3	Comment est-ce que cela va se passer?	50
6.2.4	Conception.....	50
6.2.5	Observation.....	52
6.2.6	Rétroaction client.....	52
6.3	Prototype C	53
6.3.1	Description des objectifs de l'essai	54
6.3.2	Qu'est-ce qu'on va faire et comment?.....	55
6.3.3	Comment est-ce que cela va se passer?	56
6.3.4	Conception.....	56
6.3.5	Observation.....	58
6.3.6	Rétroaction du client.....	58
7	Solution de robot finale	59
7.1	Le robot.....	60
7.1.1	Capacités.....	60
7.1.2	Déficiences	60

7.2	Le logiciel	61
7.2.1	Capacités.....	61
7.2.2	Déficiences	62
7.3	Coûts du projet final.....	62
8	Conclusions et recommandations pour travaux futurs	63
8.1	Leçons apprissent.....	63
8.2	Défis	64
8.3	Recommandations.....	64
9	Bibliographie	65
	APPENDICES	66
	APPENDICE I: Manuel de l'Utilisateur	66
	APPENDICE II: Fichiers de Conception	68
	APPENDICE III: Autres Appendices	68

Liste des Figures

Figure 1- Kenwood Cooking Chef	19
Figure 2- All-Clad Prep & Cook	19
Figure 3- AirGO Cooking System.....	19
Figure 4 - MSR Ceramic	20
Figure 5 - Starbasix	20
Figure 6 - Primus Campfire.....	20
Figure 7 - Primus Essential.....	20
Figure 8 - Salton	21
Figure 9 - Kuraidori.....	21
Figure 10 - Master Chef	21
Figure 11 - MSR Pocket Rocket 2.....	21
Figure 12 - Primus Classic Trail.....	21
Figure 13 – Sous-système – Mécanisme pour malaxer	26
Figure 14 – Sous-système – Fixation pour le bras du poêle.....	28
Figure 15 – Robot A	30
Figure 16 – Robot B	31
Figure 17 – Robot C	32
Figure 18 - Diagramme de Gantt.....	37
Figure 19 – Analyse de poids.....	40
Figure 20 – Moteur à haut couple.....	40
Figure 21 – Prototype A	44

Figure 22 – Prototype B	48
Figure 23 – Prototype C	53
Figure 24 – Design de la plaque chauffante en 3D avec lumière DEL	55
Figure 25 - Station d'affichage pour la journée de conception.....	59
Figure 26 – Robot de cuisson finale	60
Figure 27 – Application pour commande du client	61

Liste des Tableaux

Tableau 1 - Interprétation des données.....	13
Tableau 2 - Importance des besoins	15
Tableau 3 - Critères de conceptions	17
Tableau 4 - Exigences fonctionnelles.....	18
Tableau 5 - Exigences non-fonctionnelles	18
Tableau 6 - Contraintes	19
Tableau 7 – Étalonnage robot existant	19
Tableau 8 – Étalonnage de la poêle.....	20
Tableau 9 – Étalonnage du mécanisme de réchauffement	21
Tableau 10 - Évaluations des spécifications du robot	22
Tableau 11 - Évaluations des spécifications de la poêle	23
Tableau 12 - Évaluations des spécifications du mécanisme de réchauffement.....	23
Tableau 13 – Sous-système – Mécanisme pour malaxer.....	27
Tableau 14 – Sous-système – Fixation pour le bras du poêle	29
Tableau 15 – Étalonnage des robots.....	33
Tableau 16 - Évaluations des spécifications des robots	33
Tableau 17 – Liste des tâches.....	36
Tableau 18 – Nomenclature des matériaux	38
Tableau 19 – Matériaux pour Prototype A	45
Tableau 20 – Analyse de masse des composante pour Prototype A	45

Tableau 21 – Analyse des angle de rotation pour Prototype A	46
Tableau 22 – Matériaux pour Prototype B	51
Tableau 23 – Analyse de précision des articulation motorisé	52
Tableau 24 - Matériaux requis pour Prototype C	56
Tableau 25 – Matériaux total pour le projet	62
Tableau 26 – Paramètre du logiciel	67

Liste des Acronymes

Acronyme	Définition
DEL	Diode électroluminescente
IDE	integrated development environment

1 Introduction

Les classes GNG1503 ont été engagés par les Services alimentaires de l'Université d'Ottawa pour concevoir une partie d'un robot de cuisson. Le robot sera divisé en trois parties; préparation, distribution et cuisson. La classe GNG1503B sera responsable d'utiliser la méthode de la pensée conceptuelle pour développer une solution à la partie de cuisson.

Ce problème a été proposé par les Services alimentaires de l'Université d'Ottawa pour deux raisons. La première est la pénurie de main d'œuvre qualifiée pour faire la cuisson dans les restaurants. La deuxième, pour améliorer l'efficacité et la précision du service dans les restaurants de l'université.

Le client a fondamentalement besoin pour la partie de cuisson, un robot qui est autonome qui cuit des aliments dans un ordre spécifique, à une température spécifique pour chaque aliment, dans un temps spécifique pour chaque aliment, qui auto-assiette et qui se nettoie après chaque usage. Il devrait être abordable, facile à programmer et capable de recevoir les commandes des clients du restaurant.

Avec un budget limité de 100\$, il était essentiel de démontrer les capacités possibles de notre robot et pas se fixer sur la cuisson actuelle du robot. L'intention était de démontrer le contrôle précis d'une multitude de composante incluent un moteur, un capteur de pression et des lumières DEL pour simuler la chaleur. De plus, il était important de démontrer la flexibilité du robot pour pouvoir interpréter n'importe quelle recette et pouvoir limiter les options du client durant l'étape de commande. En raison de sécurité, le robot ne devra pas être activé s'il un bol n'est pas présent pour recevoir les aliments cuits. Même avec un prototype final à petite échelle, notre robot de cuisson permettra un futur développement simple et efficace.

2 Identification des besoins et processus de spécification du produit

Mardi le 22 janvier 2019, la classe de GNG1503B avait eu la chance de rencontrer des représentants du Service alimentaire de l'Université d'Ottawa, afin de discuter d'une solution pour le manque de main-d'œuvre dans les restaurants. Lors de cette rencontre nous avons eu la chance de empathiser avec les besoins de notre client. Pas seulement les lignes d'attente sont trop longues, la main-d'œuvre est difficile de trouver. Heureusement notre client ne s'attendait pas trop de notre "robot de cuisson". Il a divisé les tâches du robot en trois catégories. La préparation des aliments, la distribution et la cuisson. Notre équipe sera responsable de la partie de cuisson.

Ci-dessous, contient la documentation de la rencontre avec le client séparée en différentes catégories : les questions posées, les besoins interprétés explicitement ou implicitement, ainsi que son importance relative et l'énoncé du client.

2.1 Interprétation des données

Tableau 1 - Interprétation des données

Questions	Énoncés du client	Besoins interprétés
Quelles sont les tâches du robot?	Le robot sera responsable de la cuisson seulement de repas de qualité, uniforme et rapide. La préparation des ingrédients et la distribution sont la responsabilité d'autre classe de conception.	Le robot de cuisson fait la cuisson complète de façon automatisé

Juste pour confirmer les spécifications des tâches principales.	<ul style="list-style-type: none"> ● Le robot doit pouvoir cuire des aliments dans un ordre particulier, à une température particulière pour une durée spécifique. ● Il doit cuire la nourriture uniformément. ● Il doit verser la nourriture dans un plat ● Il doit se nettoyer après chaque cuisson. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Le robot de cuisson est automatisé. ● Il cuit des aliments dans un ordre particulier ● Il cuit des aliments à une température particulière ● Il cuit des aliments pour une durée spécifique. ● Il cuit des aliments uniformément. · Il verser la nourriture dans un plat ● Il se nettoie après chaque cuisson.
Entre le gaz et l'électricité, que préférez-vous en termes de source de chaleur?	Électricité	Le robot de cuisson chauffe avec l'électricité
Est-ce que les sauces sont précuites?	Oui les sauces sont précuites et s'il y a des pâtes ils seront précuits aussi. La distribution des sauces sera la responsabilité d'une autre classe	Le robot de cuisson peut distribuer la sauce
Qui va être responsable de la garniture et touches finale?	Une personne aura la responsabilité.	
Quelles sont vos précautions de sécurité	Le feu et la sécurité des aliments. La sécurité des aliments sera gérée par le temps de cuisson. Le temps de cuisson dépendra de la grandeur des aliments. Les aliments doivent être entreposé dans un environnement de moins de 4 degrés Celsius ou plus que 60 degrés Celsius (Critère dans la phase de distribution)	Le robot de cuisson cuit les aliments sécuritairement
Quelles sera la grandeur des aliments coupés?	Ils devraient être coupé autour de 1 cm cube.	
Quelle est la grandeur des portions finale?	Environ 250 grammes	Le robot de cuisson peut retenir 250 grammes de nourriture.

Quel est la grandeur du poêle envisagé	La grandeur du poêle dépend de la sorte de cuisson. Cuisson lente, peu d'inclinaison du poêle, on peut utiliser un poêle plus petit. "Pour la cuisson rapide, grande inclinaison pour plus haute surface de cuisson (comme un wok). Pour le projet en question il devrait être environ 2.5 litres	Le robot de cuisson peut retenir un poêle de 2.5 Litre
Quel matériel est-ce que le poêle devrait être construit?	En Téflon pour la facilité de nettoyage. Avec autre matériel la nourriture peut coller.	Le robot de cuisson retient un poêle fait de Téflon
Est-ce que le robot doit être facile à modifier?	Le plus facile le mieux. Les opérateurs ne sont pas des programmeurs ou ingénieurs.	Le robot de cuisson a une interface simple.
	La température de cuisson devrait être capable de varier entre 0 à 500 °F	Le robot de cuisson peut varier sa température de cuisson.
Est-ce que le robot doit être lavé à la main?	C'est préférable si le robot est capable de se nettoyer soit même après chaque commande	Le robot peut se nettoyer de façon autonome.

2.2 Importance des besoins

Tableau 2 - Importance des besoins

Numéro	Besoins interprétées	Importance	Justifications
1	Le robot de cuisson est automatisé dans les six tâches principales.	5	Conformément à ce que veut notre client le robot doit marcher sans interaction humaine. Ça réduit la main d'œuvre humaine et augmente le rythme du travail.
2	Le robot de cuisson cuit les aliments sécuritairement.	5	En tant qu'ingénieur la sécurité est une chose fondamentale sur laquelle on devrait s'attarder c'est pourquoi on y veille d'abord avant de se diriger vers les autres choses comme la cuisson.
3	Le robot de cuisson peut retenir un poêle de 2.5 litres	4	Notre robot devrait pouvoir cuisiner divers repas et donc on doit pouvoir s'adapter de ce fait on aura des différents poêles pour une meilleur qualité de cuisson.

4	Le robot de cuisson peut retenir 250 grammes de nourriture.	4	Une quantité de 250 grammes a été identifiés par le client comme la quantité désiré pour une personne.
5	Le robot peut transférer le met à une assiette	4	Tout ceux-ci sont dans le processus d'automatisation.
6	Le robot de cuisson retient un poêle fait de Téflon	4	Le téflon est une matière qui ne colle pas et est très facile à nettoyer avec seulement un jet d'eau un peu fort.
6	Le robot de cuisson peut varier sa température de cuisson.	4	Il y a des plats avec des cuissons lentes et ceux avec des cuissons un peu plus élevées c'est pourquoi elle doit pouvoir varier. Un programme trop difficile à modifier pourrait entraîner de grands problèmes non seulement en termes de cuisson mais aussi on va devoir former beaucoup d'autres techniciens pour pouvoir régler les problèmes.
7	Le robot de cuisson chauffe avec l'électricité	3	Le monde d'aujourd'hui s'oriente vers celui des énergies renouvelables et le gaz qui est un combustible ne l'est pas.
8	Le robot peut se nettoyer de façon autonome	2	Tout ceux-ci sont dans le processus d'automatisation.
9	Le robot de cuisson peut distribuer la sauce	1	On ne peut pas s'assurer de la cuisson des aliments et des sauces dans une même poêle donc elle sera précuite auparavant.

2.3 Énoncé du problème

Les services alimentaires de l'Université d'Ottawa cherchent un robot de cuisson qui cuit des aliments dans un ordre spécifique, à une température spécifique pour chaque aliment, dans un temps spécifique pour chaque aliment, qui auto-assiette et qui se nettoie après chaque usage. Il devrait être abordable et facile à programmer.

2.4 Critères de conceptions

Tableau 3 - Critères de conceptions

Numéro	Besoins interprétées	Critères de conception
1	Cuit des aliments dans un ordre particulier	Contrôle de l'ordre de cuisson
2	Cuit des aliments à une température particulière	Contrôle la température pour chaque étape (degré C) Mécanisme de réchauffement (gaz ou électricité) Variabilité de température pour un aliment en particulier
3	Cuit des aliments pour une durée spécifique.	Contrôle le temps que l'élément chauffant est allumé pour chaque étape (Temps en secondes)
4	Cuit des aliments uniformément.	Incorpore un mécanisme pour remuer durant la cuisson
5	Verser la nourriture dans un plat	Incorpore un mécanisme pour vider le poêle dans un bol ou une assiette.
6	Se nettoie après chaque cuisson.	Incorpore un mécanisme pour se nettoyer après chaque cuisson
7	Cuit les aliments sécuritairement.	La durée de cuisson est facilement ajustable en prévision de la variété dans les ingrédients.
8	Retient un poêle de 2.5 litres	La grandeur du poêle (litre)
9	Cuit 250 grammes de nourriture.	La grandeur du poêle (litre)
10	Retient un poêle qui est facile à réchauffer.	Matériel de construction du poêle (sorte de métal)
11	Retient un poêle qui est facile à nettoyer.	Matériel de surface de cuisson du poêle
12	Abordable	Coût (\$)
13	Peut-être nettoyer	Chaque pièce est démontable.

2.5 Exigences et contraintes

Ci-dessous est la liste des exigences fonctionnelles et non-fonctionnelles ainsi que les contraintes de notre projet. Certaines spécifications ont déjà été établis par notre client et d'autre par notre équipe.

Tableau 4 - Exigences fonctionnelles

Exigences fonctionnelles	Solution du client / d'équipe	Source
Quantité des aliments à cuire	250 g	Client
Capacité du poêle	2.5 L	Client
Variabilité de température de cuisson	Jusqu'à 500 °F	Client
Variabilité de temp de cuisson	Aucune contrainte	Équipe
Autonettoyant	Oui (client) / Logiciel de contrôle	Équipe
Contrôle d'ordre de cuisson	Logiciel de contrôle	Équipe
Facile à nettoyer	Oui	Client

Tableau 5 - Exigences non-fonctionnelles

Exigences non-fonctionnelles	Solution du client / d'équipe	Source
Type de réchauffement.	Électrique (client)	Client
Durabilité	Capacité de cuisson continue (client)	Client
Fiabilité	Très fiable (client)	Client
Esthétique	Les clients du resto vont voir le robot (équipe)	Équipe

Tableau 6 - Contraintes




Contraintes	Solution du client / d'équipe	Source
Coût	100\$ (client)	Client
Capacité de cuisson (gramme de nourriture)	250 grammes (client)	Client
Sorte de cuisson	Variée (client)	Client

2.6 Étalonnage

L'équipe FB7 à étalonner des robots de cuisson existant ainsi que des poêles et des mécanismes de réchauffement pour comprendre l'envergure du projet possible relatif au budget de cent dollars.

2.6.1 Robot existant





Tableau 7 – Étalonnage robot existant

Nom / Spécifications	<i>Figure 1- Kenwood Cooking Chef</i>	<i>Figure 2- All-Clad Prep & Cook</i>	<i>Figure 3- AirGO Cooking System</i>
Figure			
Référence	www.amazon.ca	www.bedbathandbeyond.ca	www.amazon.ca
Prix	1919.76\$	1199.99\$	235.94\$
Puissance	1150W	1400W	1500W
Capacité de Cuisson	2.9	1.9	3.8
Capacité de mélanger	6.7	4.4	4.7

Prépare/Coupe	Oui	Oui	Non
Mélange	Oui	Oui	Oui
Matériel de la poêle	Acier Inoxydable	Acier Inoxydable	Céramique
Programmable	No	Oui	Oui






2.6.2 Poêle

Tableau 8 – Étalonnage de la poêle

Poêle / Spécification	<i>Figure 4 - MSR Ceramic</i>	<i>Figure 5 - Starbasix</i>	<i>Figure 6 - Primus Campfire</i>	<i>Figure 7 - Primus Essential</i>
Figure				
Référence	www.mec.ca	www.walmart.ca	www.mec.ca	www.primus.us
Capacité	2.5 L	2.8 L	3.0 L	2.5 L
Hauteur	12.7 cm	9.0 cm	12.2 cm	5.0 cm
Diamètre	18.1 cm	20.0 cm	19.8 cm	25 cm
Matériel de construction	Aluminium	Aluminium	Acier inoxydable	Acier inoxydable
Matériel de surface de cuisson	Céramique	Teflon	Acier inoxydable	Céramique émaillé
Prix	84.95\$	17.97\$	49.95\$	46.00\$
Poids	0.310 kg	0.350 kg	0.610 kg	0.380 kg

2.6.3 Mécanisme de réchauffement

Tableau 9 – Étalonnage du mécanisme de réchauffement

Mécanisme chauffant / Spécification	<i>Figure 8 - Salton</i>	<i>Figure 9 - Kuraidori</i>	<i>Figure 10 - Master Chef</i>	<i>Figure 11 - MSR Pocket Rocket 2</i>	<i>Figure 12 - Primus Classic Trail</i>
Figure					
Référence	www.homehardware.ca	www.homehardware.ca	www.canadianantire.ca	www.mec.ca	www.mec.ca
Alimentation	Électrique Infra-rouge	Électrique Induction	Électrique Conventionne 1	Gaz de pétrole liquéfié	Gaz de pétrole liquéfié
BTU / Watt 1000 BTU ≈ 300 W	1200 Watt	1800 Watt	1000 Watt	8200 BTU	10000 BTU
Diamètre de la surface de cuisson	19 cm	26 cm	19 cm	9 cm	12.5 cm
Matériel de surface de cuisson	Céramique	Vitre	Bobine de fonte	Métal (3 bras)	Métal (4 bras)
Prix	59.99\$	99.95\$	19.99\$	59.95\$	23.95\$

2.7 Évaluations des spécifications

Chaque spécification est évaluée sur une échelle de 1 à 3 (valeur) pour déterminer qu'elle poêle est le meilleur. (3 Fort, 2 Moyen, 1 Faible)

2.7.1 Robot

Tableau 10 - Évaluations des spécifications du robot

Nom / Spécifications	Importance / Poids	Kenwood Cooking Chef	All-Clad Prep & Cook	AirGO Cooking System
Prix	5	1	2	3
Puissance	3	1	2	3
Capacité de Cuisson	3	2	1	3
Capacité de mélanger	3	3	2	1
Prépare/Coupe	1	3	3	1
Mélange	5	3	3	3
Matériel de la poêle	5	1	1	3
Programmable	5	1	3	3
Total		51	63	82

2.7.2 Poêle

Tableau 11 - Évaluations des spécifications de la poêle

Poêle / Spécification	Importance (poids)	MSR Ceramic	Starbasix	Primus Campfire	Primus Essential
Capacité	5	2	2	3	2
Hauteur	3	3	2	2	1
Diamètre	3	1	2	2	3
Matériel de construction	4	3	3	2	2
Matériel de surface de cuisson	3	3	2	2	3
Prix	3	1	3	2	2
Poids	1	3	2	1	2
Total		49	51	48	47

2.7.3 Mécanisme de réchauffement

Tableau 12 - Évaluations des spécifications du mécanisme de réchauffement

Mécanisme chauffant / Spécification	Importance (poids)	Salton (Valeur)	Kuraidori (Valeur)	Master Chef (Valeur)	MSR Pocket Rocket 2 (Valeur)	Primus Classic Trail (Valeur)
Alimentation	3	2	3	1	2	3
BTU / Watt 1000 BTU ≈ 300 W	5	1	2	1	3	3
Diamètre de la surface de cuisson	4	2	3	2	1	1
Matériel de surface de cuisson	4	3	3	2	1	1
Prix	5	2	1	3	2	3
Total		41	48	39	39	47

2.8 Résultats d'étalonnage

D'après les résultats de l'étalonnage et des évaluations de critères, même s'il y a des robots qui peuvent faire la préparation, le modèle le moins dispendieux est le mieux conçu d'après les critères.

En prévision pour la prochaine étape, il était aussi établi que le poêle préférable est le Starsabix et le mécanisme de réchauffement est le Kuraidori (électrique) ou le Primus Classic Trail (gaz)

Le plus grand défi actuel est le budget pour le projet. Avec seulement 100\$, si nous ne pouvons pas procurer les matériaux à un prix plus abordable, nous allons devoir choisir des solutions moins désirables.

3 Conceptualisation

En prenant compte des critères de conceptions, les exigences fonctionnelles, non fonctionnelle et les contraintes décrites plus haut, une conceptualisation et évaluation de différents sous-systèmes et de concepts possible pour le robot de cuisson incluant, le mécanisme pour remuer, la fixation du manche du poêle et différents mécanismes de rotation.

3.1 Exigences et contraintes

Après plusieurs calculs et recherche sur l'internet, nous sommes rendus compte que la force requise pour manipuler un poêle de 300 grammes avec 250 grammes d'ingrédient sera beaucoup trop grande pour la capacité de moteur disponible à bons marché (figure A). Avec cette réalisation, la manipulation de la poêle va être repoussée jusqu'à la prochaine rencontre du client. Seulement la fixation du manche, le mécanisme pour remuer et les concepts de robot seront présentés.

3.2 Sous-systèmes

3.2.1 Mécanisme pour malaxer.

Pour pouvoir malaxer les aliments dans la poêle, l'équipe a développé trois solutions possibles. Un mécanisme avec un moteur par-dessus le malaxeur, un mécanisme avec le moteur en dessous du malaxeur et un mécanisme intégré qui fonctionne avec la rotation de la poêle.

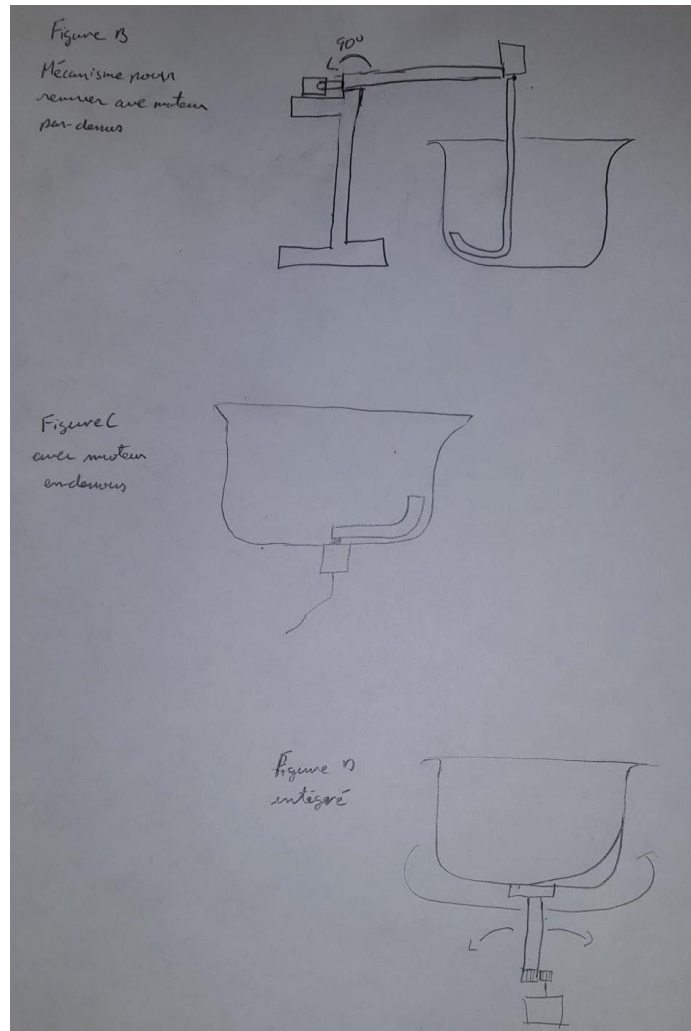


Figure 13 – Sous-système – Mécanisme pour malaxer

3.2.1.1 Moteur par-dessus

Cette solution garde le moteur loin de la source de chaleur. Nous allons aussi pouvoir enlever le mécanisme du poêle pour permettre la manipulation du poêle. Cette solution nous ne permet pas de nettoyer le fouet efficacement.

3.2.1.2 Moteur en dessous

Comme le mécanisme intégré, le mécanisme à l'intérieur du poêle avec un moteur en dessous nous permet aussi d'accomplir les critères de conceptions et comme la solution intégrée, nous donne des défis. Avec un moteur en dessous, nous devons aussi se concernés du contact continue avec notre source de chaleur et d'isolé notre moteur de cette source.

3.2.1.3 Intégré

Un mécanisme pour remuer intégrer nous permettrait de remplir tous les critères de conception facilement. Cependant l'intégration nous pose plusieurs problèmes comme la rotation du poêle basculer et le contact continu avec notre source de chaleur.

Tableau 13 – Sous-système – Mécanisme pour malaxer

Remuage/ Spécification	Intégré (Poêle qui tourne)	Moteur en dessous	Moteur par-dessus
Avantages	Très simple	Très compact	Simple à implémenter
Particularité	Nécessite un mécanisme qui fait tourner le poêle	Nécessite un trou dans le poêle	Nécessite que le robot prenne plus d'espace
Facile à nettoyer	Oui	Oui	Non
Préoccupation	Mécanisme de retient et articulation du poêle	Isolation du moteur de la chaleur	La force et imperméabilité du moteur
Complexité	Haute	Haute	Moyenne

3.2.2 Fixation pour le bras du poêle

Pour prévenir notre poêle de bougé pendant la distribution des aliments et en remuant, nous allons devoir le fixer à notre banc de travail. Ci-dessous sont les trois possibilités possibles pour résoudre le problème.

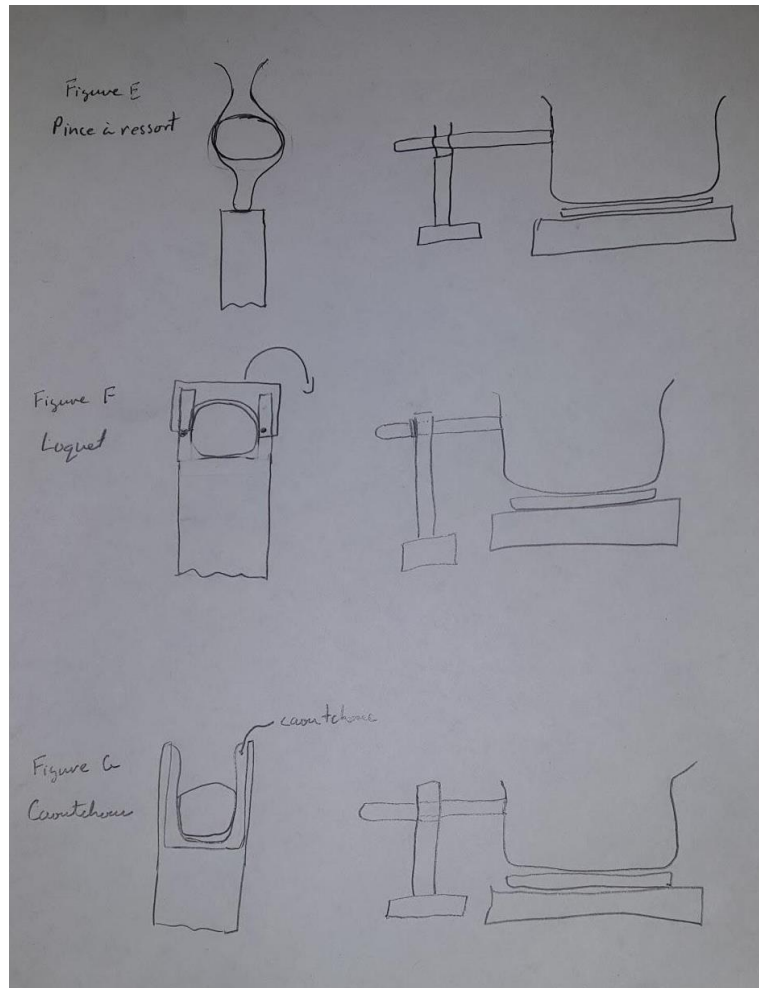


Figure 14 – Sous-système – Fixation pour le bras du poêle

3.2.2.1 Pince à ressort

Simple et efficace. Ses pinces permettent le manche de rentrer et sortir facilement et permet une variété de grandeur et formes de manches

3.2.2.2 Loquet

Très facile à utiliser. Cette fixation est limitée à retenir notre poêle car elle ne se conforme pas très bien à la forme du manche.

3.2.2.3 Caoutchouc

Aussi très facile à utiliser. Se conforme bien à la forme du manche et permet une très grande résistance au mouvement. Puisque la fixation est faite de caoutchouc, l'usure prématurée est une préoccupation.

Tableau 14 – Sous-système – Fixation pour le bras du poêle

Fixation/ Spécification	Pince à ressort	Loquet	Caoutchouc
Avantages	Rapid et sécuritaire	Sécuritaire	Malléable
Particularité	Trouver des pinces qui convient à plusieurs sortes de manches	Fabrication	Fabrication et disponibilité
Facile à nettoyer	Oui	Non (Mécanisme)	Non
Préoccupation	Mécanisme de retient et articulation du poêle	Isolation du moteur de la chaleur	La force et imperméabilité du moteur
Complexité	Haute	Haute	Moyenne

3.2.3 Robots

Durant une session de remus-manège, en assurant qu'il n'y avait pas de jugement, l'équipe à développer trois concepts de robot possible pour résoudre le problème.

3.2.3.1 Robot A

Un poêle attaché au bout d'un bras robotique. Une plaque chauffante dans le milieu, le bras bouge à gauche pour verser dans un bol et à droite pour le nettoyage. Le mécanisme de remuage est attaché sur le bras pour pouvoir être nettoyé avec le poêle.

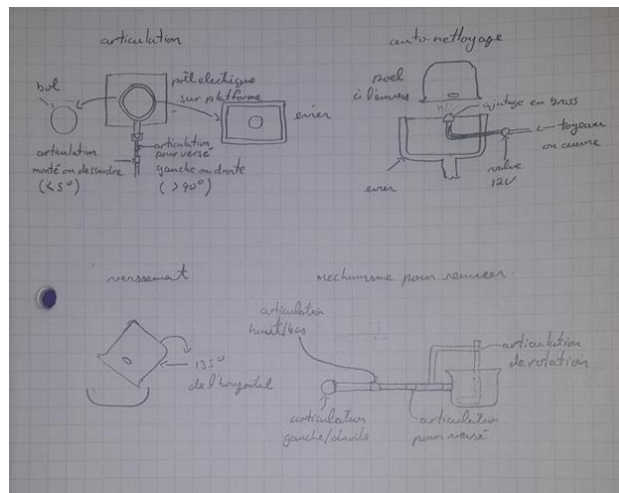


Figure 15 – Robot A

3.2.3.2 Robot B

Un poêle attaché au bout d'un bras robotique avec mécanisme pour remuer incorporer dans le poêle. Une plaque chauffante dans le milieu, le bras bouge à gauche pour verser dans un bol et à droite pour le nettoyage.

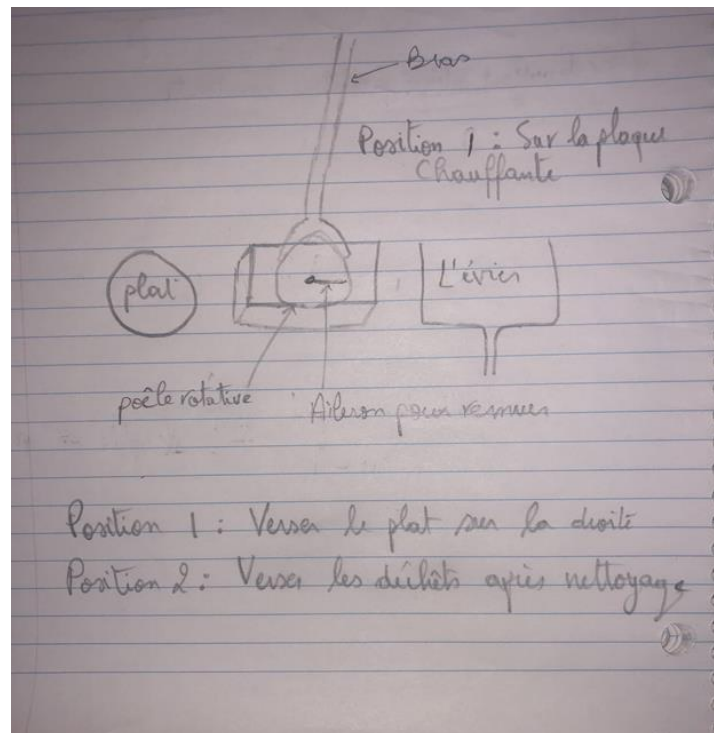


Figure 16 – Robot B

3.2.3.3 Robot C

Une poêle attachée au bout d'un arbre rotatif. L'élément chauffant est incorporé avec la poêle.

La poêle bascule vers le devant pour verser la nourriture et vers le derrière pour nettoyer.

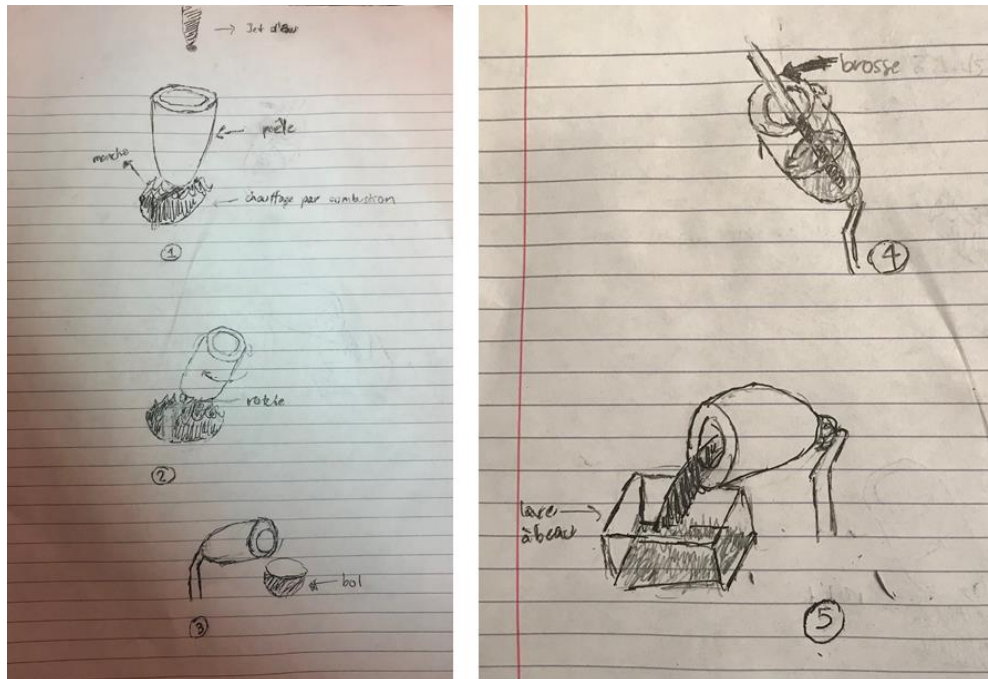


Figure 17 – Robot C

Tableau 15 – Étalonnage des robots

Robot / Spécification	Robot A	Robot B	Robot C
Nombre de moteurs/articulations	4	2	3
Nombre de positions	3	3	5
Chauffage Électrique et Gaz	Oui	Oui	Oui
Autonettoyant	Oui	Oui	Oui
Mécanisme pour remuer incorporer	Non	Oui	Non
Complexité prévus	Nettoyer l'ustensile pour remuer, Coût	Isolation du moteur dans la poêle de la chaleur, coût	Rotation du poêle, Coût
Support poêle avec manche	Oui	Oui	Oui

3.3 Évaluations des spécifications des robots

Tableau 16 - Évaluations des spécifications des robots

Robot / Spécification	Importance (poids)	Robot A	Robot B	Robot C
Nombre de moteurs/articulations	5	3	2	1
Nombre de position	4	2	2	3
Chauffage	5	3	3	2
Autonettoyant	5	3	3	3
Mécanisme pour remuer incorporer	3	1	3	1
Complexité prévus	5	3	2	1
Support poêle avec manche	2	3	3	3
Total		81	73	53

Il est impossible de faire une évaluation des spécifications pour les sous-systèmes car ils sont tellement différents. Si on prend en considération les avantages et complexité des solutions pour les sous-systèmes proposés, nous avons identifié que pour le mécanisme de remuer à développer sera avec le moteur par-dessus pour sa proximité de la source de chaleur et du potentiel de ce déplacé hors du chemin du poêle et du mécanisme de distribution. Pour la fixation du manche, nous allons développer les pinces à ressort pour leur simplicité et efficacité prévus. Pour le robot lui-même, l'évaluation a démontré que le robot A est favorable.

3.4 Résultats

Puisqu'on n'est pas certain si il est important de manipuler le poêle, les sous-systèmes sont limités au mécanisme de remuer et de fixation du manche. Malheureusement, dans ce cas le besoin interprétés qui requis notre robot de verser la nourriture cuite dans un bol ou un assiette ne pourra pas être accompli. Cependant avec un budget limité, il est possible qu'un employé pourrait simplement faire cette action et pas nuire d'une façon considérable l'efficacité du robot. Il reste à consulter le client.

4 Plan du Projet, suivi et nomenclature des matériaux

Après notre consultation avec le client, nous avons établi que le budget sera une contrainte pour notre projet. Avec la probation du client, nous allons simplement concevoir une preuve de concept. Cette solution sera amplement nécessaire pour démontrer aux clients les capacités de notre robot.

Nous allons faire les calculs nécessaires pour identifier les composants pour un robot fonctionnel, cependant nous allons simplement utiliser des composants miniatures et de simulation pour démontrer le fonctionnement possible de notre robot. Notre intention est de

développer un prototype miniature (léger) qui nous permettras de démontrer notre application d'interface. Le concept de robot que nous allons développer est le robot dans la figure A.

4.1 Plan du projet

4.1.1 Liste des tâches

- a. Prototype A - preuve de concept
 - i. Construction en Lego (Mikolaj)
 1. Bras du robot
 2. Poêle
 3. Bras de remuage
 4. Évier en Lego
 - ii. Version initiale du logiciel de contrôle (Alexandre)
 1. Mécanisme du bras
 2. Contrôle de température (faire tourner un moteur qui simule le contrôle de temp et fait allumer des lumière LED rouge pour visualiser la température. (Fig. B)
 3. Recette
 4. Vérification du logiciel d'interface
 - iii. Analyse des composantes critiques
 - iv. Livrable
 1. Livrable du prototype 1
 2. Livrable du prototype 2
 - v. Implémentation du robot avec la plaque chauffante
 - vi. Filage des moteurs et lumière
 - vii. Assemblage des composantes
 - viii. Présentation (Journée de conception)
 - ix. Présentation finale
 - x. Rédiger un rapport final

Tableau 17 – Liste des tâches

Tâches	Matériel	Temps (jour)	Assigné
Construction du bras et du poêle	Lego	1	Mikolaj
Version initiale du logiciel de contrôle	C et Java	2	Alexandre
Analyse des composante critiques	Calcule de forces sur papier	1	Tous
Livrable du Prototypé 1	MS Word	1	Tous
Implémentation du bras de robot	Arduino UNO	2	Tous
Vérification du logiciel d'interface	Arduino, C et Java	2	Alex
Livrable de Prototypé 2	MS Word	1	Tous
Implémentation de la plaque chauffante	Plaque chauffante, Bras de robot et poêle	1	Tous
Filage des moteurs et lumière	Moteur et LED	1	Tous
Bras de remuage		1	Top
Configuration de l'Évier			Adam
Assemblage de tous les composantes (programme, moteurs et plaque)	Bras de robot, Poêle, plaque chauffante, programme	1	Tous
Livrable du projet 3	MS Word	1	Tous
Journée de conception	Aucun	1	Tous
Présentation finale	MS PowerPoint et robot de cuisine	1	Tous
Rédiger un rapport	MS Word	1	Tous

4.1.2 Diagramme de Gantt

4.1.3

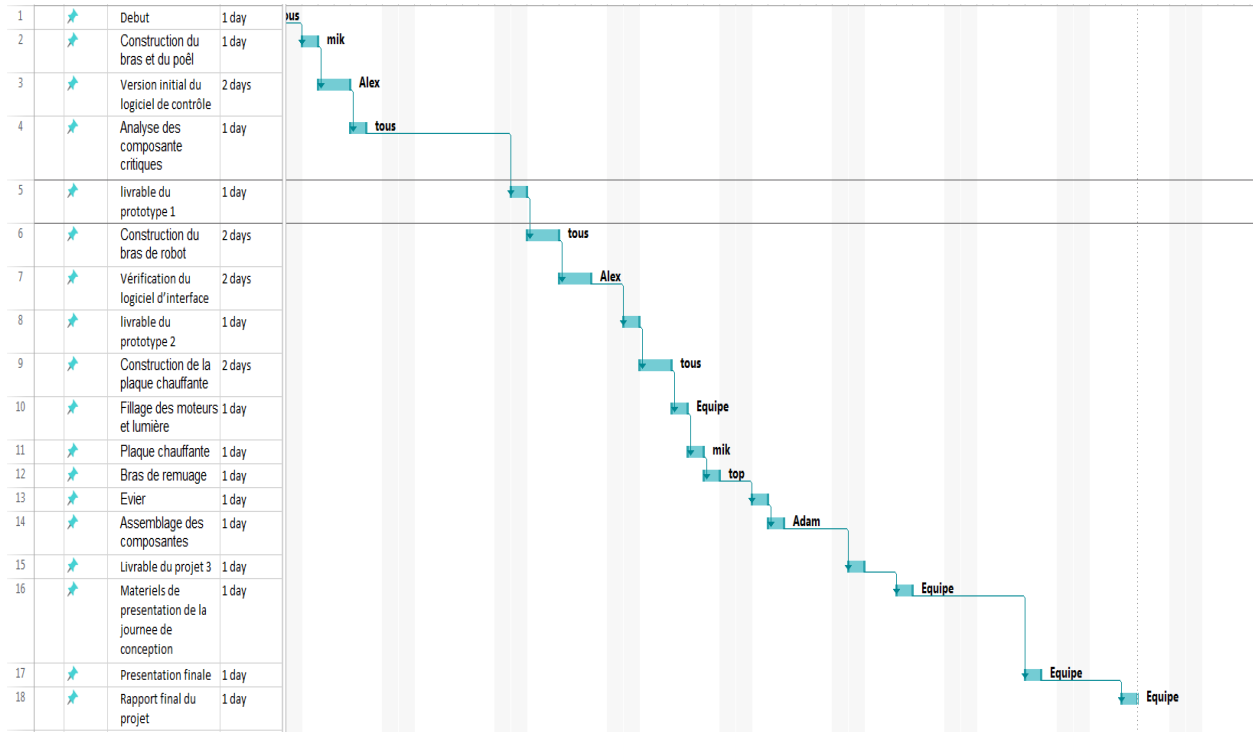


Figure 18 - Diagramme de Gantt

4.2 Coûts du projet prévisionnelle

Ci-dessous est la nomenclature des matériaux et les coûts du projet prévisionnelle d'après les plans de travail jusqu'à présent. Le coût et nomenclature des matériaux finale est situé la section 8 de ce rapport.

Tableau 18 – Nomenclature des matériaux

Numéro de l'article	Description	Quantité	Prix unitaire (\$)	Prix (\$)	Référence
01	Boîte de lego	1	5.00	5.00	
02	Écrous et boulons x 20	1	5.00	5.00	www.homedepot.ca
03	Arduino Uno	1	20.00	20.00	makerstore.ca
04	Mini moteur (Contrôle pour le mécanisme de remuage)	1	5.50	5.50	makerstore.ca
05	Poêle - Tasses à mesurer en acier inoxydable	1	2.00	2.00	
06	Bras pour remuer (Paille en plastique)	1	0.10	0.10	
07	Moteur pas à pas avec accessoire x 5	5	4	19.99	www.amazon.ca
08	Ensemble de 50 lumières LED rouge 3mm	1	13.99	13.99	www.amazon.ca

4.3 Résultats et décisions

Du au budget limité de cent dollars, nous sommes d'accord avec le client de miniaturiser le robot. Cela nous permettra de plus facilement de concevoir un prototype fonctionnel qui nous permettra de démontrer le fonctionnement sans avoir à nous préoccuper du poids des objet et donc de la force des moteurs.

Nous avons déterminé que le budget pour notre projet au complet sera de 54.71 taxes inclus . Cela est simplement possible car nous avons accès à plusieurs composant gratuite comme des Lego.

Notre plan de projet est contraint par les dates de soumission des prototypes. Cela nous a permis de bien répartir les tâches pour avoir une bonne répartition de travail.

5 Analyse

Les analyse spécifique sont présentent dans chaque section du rapport. Ci-dessous sont affichés les calculs pour la force du moteur requise pour lever le poêle remplis de d'aliments et la composante requise pour accomplir la tâche.

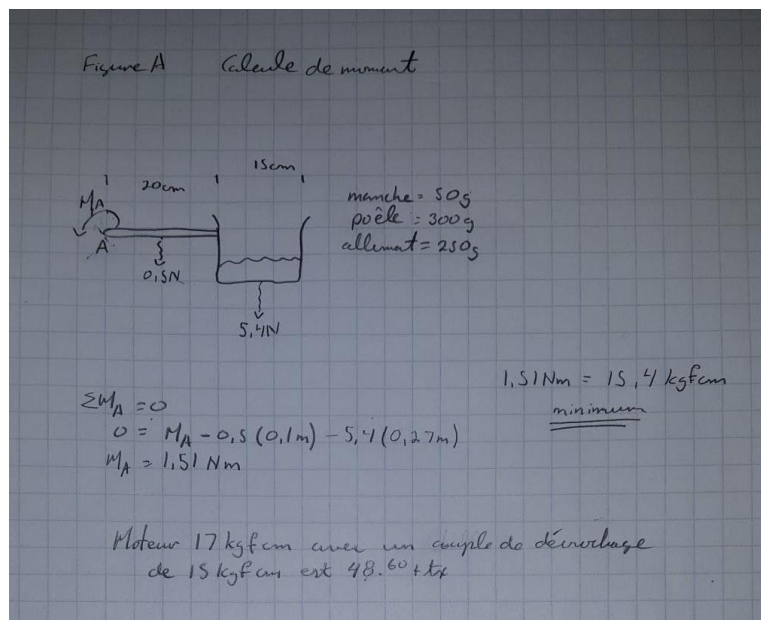


Figure 19 – Analyse de poids

Longrunner 17KG Digital High Torque Robot Servo Motor LDX-218



- couple de décrochage : 15kg/cm(6.6v);
- Couple Opérationnel 17kg/cm(7.4v)
- Prix : 51 \$
- www.amazon.com

Figure 20 – Moteur à haut couple

6 Prototypage, Essai et Validation du Client

6.1 Prototype A

Le premier prototype est une formation en lego du bras du robot. Le but de ce prototype est pour visualiser les mouvements du robot et d'analyser le fonctionnement du bras de robot. Spécifiquement, le contrepoids nécessaire pour le fonctionnement du bras, la visualisation de l'emplacement des moteurs, l'identification des contraintes du bras de robot et les solutions possibles. On utilise des Lego pour le premier essaie puisque c'est peu dispendieux, facile à obtenir et peut nous donner une bonne idée de la conception du bras de robot.

6.1.1 Description des objectifs de l'essai

Les objectifs de l'essai sont de visualiser le mouvement des, voir comment le bras de robot va bouger et avoir une idée de l'assemblage de bras de robot. Ceci nous permettra d'ajuster la fonctionnalité du bras de robot avec des principe comme le principe de levier ainsi que le contrepoids nécessaire pour le mouvement du bras et l'équilibre de force.

Ce prototype va nous permettre de visualiser et communiquer, le fonctionnement et le les limitations du modèle et d'y ajuster en conséquence. Ce que nous pouvons apprendre des essais ce prototype sont l'emplacement optimale des moteurs, l'importance du poids dans le système avec un bras en d'autres mots si le bras est capable de supporter le poids et si l'emplacement du balai sur le bras est faisable avec le contrepoids nécessaire pour le supporter.

Les résultats possibles de ces tests sont que le bras peut ne pas être fonctionnel du tout, le bras de robot peut être fonctionnels mais pas fluide, d'autres solutions possibles sont que le balai

pourrait être trop pesant pour le fonctionnement du robot ou bien le bras de robot pourrait se briser lors de l'élévation ou pour déposer les aliments.

Ces résultats vont nous permettre de comprendre le fonctionnement du bras de robot spécifiquement où on devrait mettre les moteurs pour assurer le moins de force d'élévation de chaque moteur, ainsi ces essais nous permettra de déterminer si l'emplacement du balai pour remuer va être fonctionnelle ou sinon on trouvera une autre façon de l'incorporer. De plus ça nous permettra de déterminer la figuration du contrepoids du système et des composantes nécessaires pour assurer que le bras peut supporter la force de mouvement du robot sinon une nouvelle solution.

Le succès dépend de si on de créer un bras de robot en lego qui est capable de faire les mouvements requis pour le robot de cuisson qui incluent le mouvement de droite à gauche, le mouvement de déposer des aliments avec cela on pourrait déterminer l'emplacement optimale des moteurs, la force des moteurs versus le poids de nos composantes et si le balai est bien placé pour le bon fonctionnement du bras.

6.1.2 Qu'est-ce qu'on va faire et comment?

Le prototype sera ciblé et physique pour simple raison de temps, de capacité et de coûts. Le prototype A sera construit en LEGO en format miniature pour pouvoir comprendre comment les mouvements et les méthodes de fixation des moteurs vont interagir.

Avec des LEGO variés, construire un modèle du robot décrit et figuré dans le Livrable D et la "plaque chauffante" décrite dans le Livrable E. Assurez de fixer le bras du robot et la plaque sur une base commune. L'articulation de rotation du bras doit être fixée au bas du bras. L'articulation verticale doit être fixée au milieu du bras comme un coude à 90 degrés et l'articulation de rotation

du poêle doit être installé au bout du bras comme un poignait. Le mécanisme pour remuer est attaché au bras et fixé derrière la plaque chauffante.

Il est important de mesurer les forces requises de chaque moteur ainsi que les forces statiques et dynamiques exercées sur chaque composante pour pouvoir déterminer le type de matériel requis pour le robot final. Il faudra aussi comprendre comment la chaleur affectera les fixations, le matériel, l'électronique et les moteurs. Ces critères seront calculés mathématiquement.

La complexité de la construction ainsi que les dimensions sont importantes. Ils seront documentés dans le rapport de laboratoire.

Les matériaux requis seront le LEGO pour la construction et du ruban électrique pour garder les pièces de LEGO ensemble et le prototype plus solide.

La recherche sur la robotique, les forces dans un environnement dynamique et leur effet sur les fixations. La conduction de chaleur entre les matériaux variera. La capacité des matériaux de construction à résister aux forces. La conductivité de chaleur du matériel varié et la capacité des matériaux à résister à la chaleur et aux composants électroniques.

6.1.3 Comment est-ce que cela va se passer?

La collecte des LEGO et la recherche des pièces spécifiques pour tous les mouvements. Puisque les LEGO ne sont pas organisés. Cela devrait prendre une heure. Ensuite la construction. Puisque les briques de LEGO sont tellement variées, seulement le type est important et non les couleurs. Une fois que chaque composante est construite, ils sont fixés sur une base et du ruban électrique est utilisé pour fournir du support additionnel. Cela prendra une heure au plus.

Les résultats de cet essai permettent de voir la complexité de construction et les forces requises pour bouger et retenir les différentes composantes du robot. La portée de notre projet dépend de ces résultats.

6.1.4 Conception

Le prototype A est construit en LEGO. Il est de type compréhensif et physique. Les détails du prototype sont décrits ci-dessous

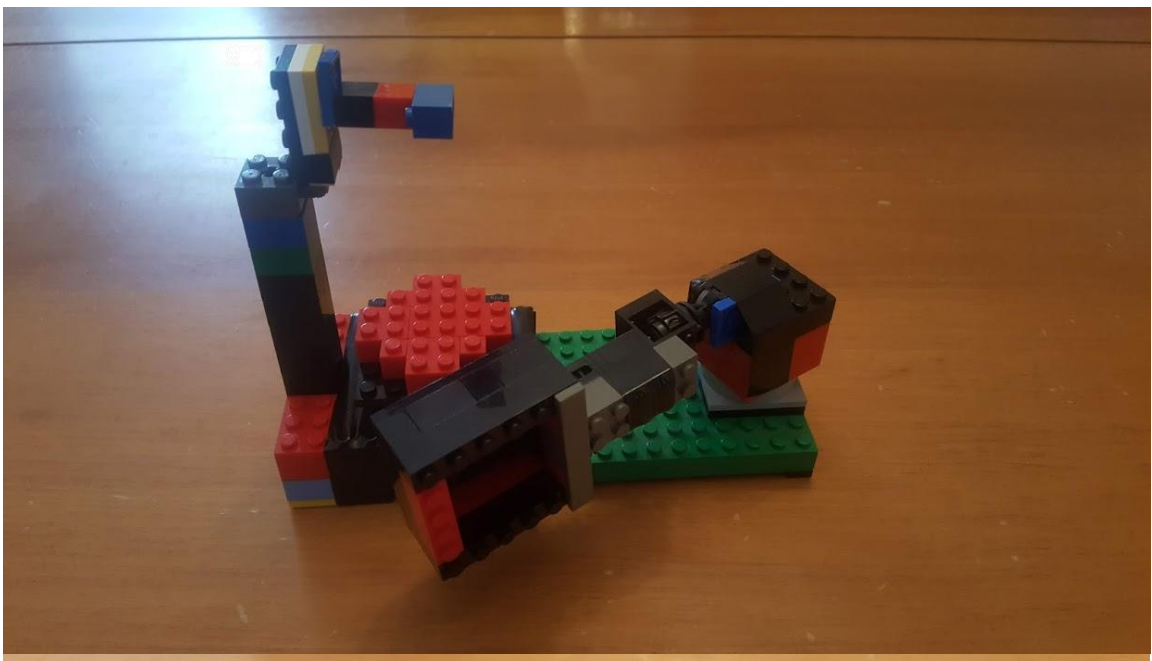


Figure 21 – Prototype A

6.1.4.1 Matériaux requis Prototype A

Tableau 19 – Matériaux pour Prototype A

Pièce #	Description	Unité	Prix par unité (\$)	Prix total (\$)
01	Lego	1	5	5
09	Ruban électrique	1	1	1
			Sous-Total	6
			Tax	0.78
			Total	6.78

6.1.4.2 Analyse

6.1.4.2.1 Masse

Les dimensions et la masse des composantes du robot. Pour l'instant, les dimensions seront calculées d'après la dimension et la masse du prototype. Puisque le prototype est plus ou moins à l'échelle, présentement inconnue, il sera possible de multiplier les dimensions pour pouvoir avoir des dimensions réalistes. La densité du LEGO est 0.565g/cm³. Seulement la masse des composantes articulés sont importantes car les autres sont fixés à la base.

Tableau 20 – Analyse de masse des composantes pour Prototype A

Composante	Largeur (cm)	Longueur (cm)	Hauteur (cm)	Volume (cm ³)	Masse (g)
Base	20	6	2	240	136
Bras verticale	3	3	4.5	40.5	23
Bras horizontal sans poêle	1.5	5	1.5	11.25	6.5
Poêle vide	4.5	4.5	2.5	33	18.5

Composante horizontale pour remuer	3	1.5	1	4.5	2.5
Composante verticale pour remuer	1.5	0.75	4	4.5	2.5

6.1.4.2.2 Angle de rotation

L'angle de rotation de chaque articulation est nécessaire pour pouvoir comparer avec les spécifications des moteurs. Les mesures sont prises visuellement.

Tableau 21 – Analyse des angle de rotation pour Prototype A

Articulation	Description	Angle de rotation (degré)
Horizontal du bras	L'articulation qui permet le bras/poêle de bouger à gauche ou à droite de la plaque chauffante.	90 - 180
Rotation du bras	L'articulation qui permet de verser les contenus du poêle	270
Pour remuer	L'articulation qui remue les aliments dans le poêle.	360
Vertical du bras pour remuer	L'articulation qui lève le mécanisme pour remuer pour permettre le poêle de bouger.	90

6.1.5 Observations

Ce livrable est basé sur le prototypage, les objectifs de l'essai, la présentation d'un prototype physique et compréhensif, le récapitulatif des matériaux et bien sûr la rétroaction du client. Lors de l'essai, nous avons fait une présentation descriptive du prototype et une analyse pertinente des dimensions, de l'emplacement des moteurs et composantes de notre prototype. En somme, l'essai est une réussite. On a trouvé que le meilleur emplacement pour les moteurs sur notre bras et on a conclu que le détachement du mécanisme de remuage et la diminution de poids augmenterait

l'efficacité de notre prototype. Pour le prochain prototype nous allons bâtir sur notre prototype afin d'analyser d'autres essais.

6.1.6 Rétroaction client

Lors de la deuxième rencontre avec le client, nous lui avons montré notre idée préliminaire du premier prototype montré dans l'image ci-dessous. Elle était surprise et aime notre idée. Elle a aussi bien aimé l'idée d'un robot autonettoyant.

Notre prototype est fait en lego donc il sera plus facile à transporter dans un sac. Elle était surprise de l'idée d'avoir un bras de robot qui remue et en même temps qui est utilisé pour le nettoyage. Au début on voulait faire un robot de grandeur acceptable cependant elle nous a permis de faire un robot à taille réduite qui démontre les actions que la version finale du produit va pouvoir faire.

L'interface de programmation du robot avait été discuté avec le client. L'option de sélection des éléments par exemple: légumes poissons, viandes etc. était proposé. Le programme est aura une interface d'utilisateur facile à modifier et interactif facile. L'interface programmable du robot de cuisson est un atout majeur à notre projet et elle adore l'idée de conception.

Le client a aussi mentionné que notre budget qui est de 100 dollars ne suffit pas pour faire un projet de grande envergure, elle préfère qu'on fasse un projet miniature mais qui fonctionne avec tous les composants d'un grand robot en d'autres mots une version miniature du robot de cuisson.

6.2 Prototype B



Figure 22 – Prototype B

Le deuxième prototype est construit en K’Nex, bois et moteur pas à pas. L’intention est de comprendre comment les moteurs peuvent être montés. Un test de précision de moteur sera aussi effectué pour assurer la précision du mouvement avec un bouchon, une règle, et un rapporteur d’angle pour mesurer les angles du moteur pas à pas.

6.2.1 Description des objectifs de l’essai

Les objectifs sont de démontrer le contrôle de chaque moteur qui contrôle le poêle. Une articulation de gauche à droite et de rotation des angles de 45-180 degrés et un tour complet de 360 degrés. Chaque moteur doit être capable de retourner à son point de départ/neutre.

On va pouvoir apprendre à quel niveau de précision nous allons pouvoir contrôler chaque articulation. Ainsi que les limitations de nos choix de moteurs par exemple si on a besoin de d'autre modèle de moteur ou un changement pour l'emplacement des moteurs dans notre système.

Les résultats possibles sont les moteurs peuvent être très imprécis, il est possible que on soit capable de contrôler les moteurs avec une précision impeccable ou bien on n'est pas du tout capable de faire fonctionner le moteur.

S'il est possible de contrôler les articulations avec haute précision, la prochaine étape sera de créer une séquence automatisée. Si les articulations sont erronées, ils sont essentiels de trouver une manière de les raffiner.

Le succès est le contrôle précis de chaque moteur, une erreur de moins de 2 degrés d'autres résultats sera une faillite d'essai

6.2.2 Qu'est-ce qu'on va faire et comment?

Le prototype sera ciblé et physique pour simple raison de temps, de capacités et de coûts. Le prototype B sera construit avec les moteurs, les pièces de K'Nex et du bois. Les pièces de K'Nex permettent de joindre les composantes et les moteurs pour manipuler le poêle.

Utilisez des composantes K'Nex pour construire une base pour le bras robotique. Un morceau de bois sera utilisé pour fixer la base du bras et le deuxième moteur qui versera le poêle. Notre essai consistera à analyser la précision des mouvements du bras de robot avec une règle et un rapporteur d'angle.

La précision des moteurs sera mesurée en degré de séparation de sa position de rotation désiré. La construction permettra aussi d'assurer que les composante n'impact pas le mouvement nécessaire de rotation.

La précision des articulations ainsi que la complexité de programmation. Ils seront documentés dans le rapport de laboratoire.

La construction des bases pour les moteurs ainsi que le circuit électrique. Le logiciel de contrôle pour les moteurs, les programmes d'Arduino. Le nombre de pas du moteur pour être capable de choisir l'angle précis.

6.2.3 Comment est-ce que cela va se passer?

La construction devrait prendre 3 heures à compléter. Le circuit prendra une heure et la configuration du logiciel prendra 5 heures de plus. Puisqu'il y a assez de moteurs, la construction peut être complétée simultanément avec la fabrication du circuit qui doit être complété avant la configuration du logiciel.

Les résultats de cet essai permettent de voir la précision des articulations. Il est essentiel pour la prochaine étape d'assemblage des parties et le succès de tout le projet dépend de si on est capable de contrôler les moteurs.

6.2.4 Conception

Le prototype B est construit en K'Nex, bois et moteur pas à pas. Il est de type compréhensif et physique. Les détails du prototype sont décrits ci-dessous

Matériaux requis Prototype B

Tableau 22 – Matériaux pour Prototype B

Pièce #	Description	Unité	Prix par unité (\$)	Prix total (\$)
10	K'Nex	1	5	5
11	Vis Robertson 0.5po #6	1	2	2
03	Arduino Uno	1	20	20
07	Moteur pas-à-pas	3	4	12
12	Plaque circuit électrique	1	3	3
13	Fils électriques	20	0.05	1
05	Poêle - Tasses à mesurer en acier inoxydable	1	2	2
15	Planche de bois pour la base	1	1	1
			sous-Total	46
			Tax	5.98
			Total	51.98

6.2.4.1 Analyse

6.2.4.1.1 Articulations motorisées

Tableau 23 – Analyse de précision des articulation motorisé

Articulation	Angle désiré	Angle obtenu	Précision
Gauche à droite	45 degrés de chaque côtés	45	100%*
Versement	360	360	100%

*Le moteur contient 2048 pas pour une rotation complète, l'angle peut être déterminé dans le programme d'Arduino par la formule général.

$X = (2048/360) * \text{angle désiré}$ ou $X = \text{nombre de pas}$

Ci-dessous il y a des liens à des vidéos d'un partie de l'essai

[Test 360 degrés](#)

[Test 45 degrés](#)

6.2.5 Observation

En somme, l'essai est une réussite. On a trouvé les angles auquel le moteur bouge ainsi que leur précision approximée avec une formule général, qui, pour nos besoins, est satisfaisante. Pour le prochain prototype on va tenter d'intégrer un système de contrôle varié qui pourrait simuler la commande d'un client.

6.2.6 Rétroaction client

Lors de la rencontre avec le client, on a eu la chance de présenter notre prototype. Le client a dit qu'il veut un mouvement fluide entre les mouvements du prototype pour minimiser le temps. De plus, il veut seulement un bras de robot pour mélanger les aliments et il veut qu'il soit au milieu du poêle afin de mieux brasser les aliments.

Nous l'avons mentionné notre idée d'éliminer le feu et le chauffage de notre conception pour le remplacer par des lumières DEL qui clignotent à différent rythmes pour différentes températures. Il a approuvé notre preuve de conception.

Par rapport aux moteurs, il a mentionné qu'il en a trop dans notre prototype et donc quand il y aura un problème avec un de ces moteurs ça va prendre deux semaines pour les remplacer ou les réparer.

L'idée pour la programmation de recette qui sera facilement modifiable était présenté. Le client a mentionné que cela est un bon atout pour l'ouverture de le projet.

6.3 Prototype C

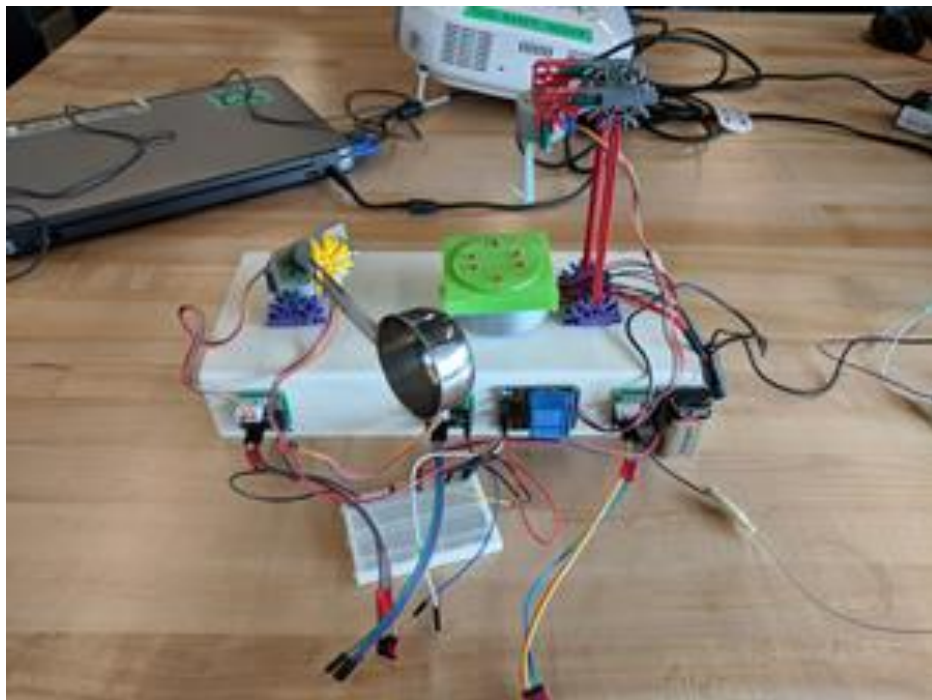


Figure 23 – Prototype C

Le troisième prototype est construit en K'Nex, bois et moteur pas à pas, et toutes les composantes sont branchées ensemble dans un circuit. L'intention est de pouvoir contrôler le robot avec un logiciel Arduino.

6.3.1 Description des objectifs de l'essai

Les objectifs sont de démontrer que le robot est capable de suivre des instructions de cuisson peu importe la recette. Il va démontrer le contrôle de temps de cuisson, de température de cuisson, simuler avec des lumière DEL, et l'ordre de cuisson. Il va verser et faire un cycle de nettoyage, en simulation bien sûr.

On va pouvoir communiquer la versatilité de cuire les aliments dans n'importe quel ordre, pour n'importe quel temps à n'importe quelle température, donc n'importe quelle recette. Nous allons aussi démontrer le contrôle de moteur pour manipuler le poêle et un mécanisme de remuage. Nous allons aussi démontrer un mécanisme qui prévient le robot de démarrer s'il n'y a pas de bol prêt à recevoir la nourriture.

Le control précis des moteurs et des différentes phases de cuisson (ordre, temps et température) ou le manque de ces contrôles sera démontré. Il est possible qu'il y ait manqué de pouvoir dans notre circuit

Les résultats permettront de déterminer si nous ne pouvons pas faire le contrôle précis des moteurs et pouvoir contrôler les trois phases de cuisson. Si ce n'est pas le cas on aura besoin de rajouter des éléments au circuits et faire de la recherche supplémentaire pour le contrôle des composantes de notre système.

Le succès ou l'échec de l'essai dépend de la capacité de control précis des moteurs et des différentes phases de cuisson (ordre, temps et température)

6.3.2 Qu'est-ce qu'on va faire et comment?

Ce dernier prototype sera compréhensif. Le prototype C sera construit avec les moteurs, les pièces de K'Nex, du bois, une plaque chauffante imprimé en 3D, des lumières DEL et un capteur de pression. Les pièces de K'Nex permettent de joindre les composantes et les moteurs pour manipuler le poêle.

La précision des moteurs sera mesurée en degré de séparation de sa position de rotation désiré. Le contrôle du temps, de la température et de l'ordre de cuisson.

La précision des articulations et du logiciel de contrôle seront observé. Ils seront documentés dans le rapport de laboratoire.

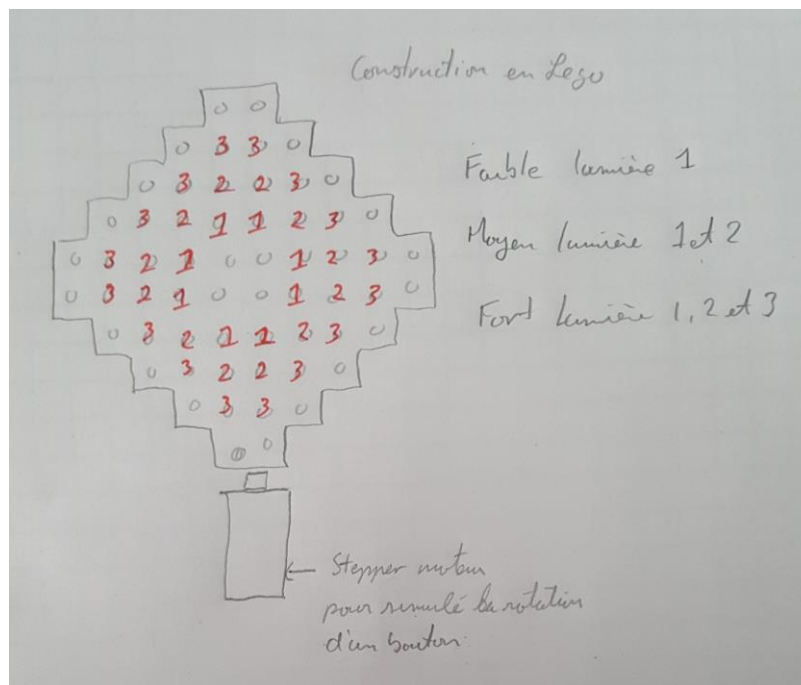


Figure 24 – Design de la plaque chauffante en 3D avec lumière DEL

6.3.3 Comment est-ce que cela va se passer?

La construction devrait prendre 5 heures à compléter. Le circuit prendra 2 heures et la configuration du logiciel prendra 5 heures de plus.

Les résultats de cet essai sont requis pour la réussite de l'ensemble du projet pour démontrer le fonctionnement du robot de cuisson et permet démontrer la faisabilité du robot.

6.3.4 Conception

Pour construire ce prototype, utilisez des composantes K'Nex pour construire une base pour le bras robotique et le mécanisme de remuage. Un morceau de bois sera utilisé pour fixer la base du bras et le deuxième moteur qui versera le poêle. Imprimer une plaque chauffante en 3D et installer des lumières DEL pour simuler le réchauffement.

6.3.4.1 Matériaux requis Prototype C

Tableau 24 - Matériaux requis pour Prototype C

Pièce #	Description	Unité	Prix par unité (\$)	Prix total (\$)
10	K'Nex	1	5	5
11	Vis Robertson 0.5po #6	1	2	2
03	Arduino	1	20	20
16	Adaptateur DC Arduino	1	12	12
07	Moteur pas-à-pas	3	4	12
12	Plaque circuit électrique	1	3	3
17	Lumière DEL	8	0.25	2

13	Fils électriques	20	0.05	1
2	Ruban électrique	1	1	1
18	Bol	1	1	1
05	Poêle - Tasses à mesurer en acier inoxydable	1	2	2
19	Plaque chauffante imprimé en 3D	1	3	3
15	Planche de bois pour la base	1	1	1
20	Battery 9V	1	5	5
21	Connecteur de batterie	1	1	1
22	Capteur de pression	1	12	12
			sous-Total	83
			Taxes	10.79
			Total	93.79

6.3.4.2 Analyse

L'essai n'a pas été réussi parce que nous avons manqué de pouvoir pour alimenter le système, nous avons tout de même effectués des tests pour déterminer si le système pourrait être contrôlé par des fichiers et cet essai était une réussite, pour la journée de la conception il faudrait trouver une source d'alimentation suffisante pour faire fonctionner notre système, ou déterminer une façon de modifier les connections du système afin d'utiliser moins d'électricité. Il faut tout de même noter que nos moteurs fonctionnent quand ils sont branchés individuellement, c'est

simplement un problème lorsque l'on tente de contrôler 3 moteurs avec la même pin 5V qu'il y a une défaillance dans le système.

Pour les lumières DEL, il faudrait les alimenter avec une batterie de 9 volts et contrôler le circuit avec relais pour minimiser la charge sur l'Arduino.

6.3.5 Observation

En somme, l'essai est une faillite. On n'a pas pu faire l'ensemble du système fonctionner tous ensemble puisqu'il nous manque de puissance dans notre circuit électrique ou il a une défaillance dans le système. Les composantes fonctionnent individuellement avec notre programme mais pas dans le circuit. Pour la journée de conception on va faire plus de recherche sur le branchement de composantes dans un circuit.

6.3.6 Rétroaction du client

Lors de notre dernière rencontre avec notre client le 19 mars 2019 , on a eu à présenter notre prototype 3 qui est un prototype compréhensif représentant notre projet et nos limites.

Nous avons reçu comme rétroaction que l'on démontre bien les mouvements de notre robot, les mouvements sont fluides et bien contrôlé.

On réduit le nombre de moteurs de 4 à 3. Ceci évitera les risques de défaillance du système. Il a aussi ajouté que l'ouverture des recettes de notre projet est un bon atout à l'ensemble du projet.

Cependant il a souligné deux problèmes. Premièrement , il a mentionné que notre prototype serait un excellent prototype 2 mais est trop petit pour être un prototype 3 ou finale. Enfin, il a dit qu'on n'a pas encore pris en compte l'aspect d'auto nettoyage qui est un facteur majeur pour le projet.

7 Solution de robot finale

Après une autre semaine de travail, la solution finale pour le robot de cuisson était prête pour la journée de conception.

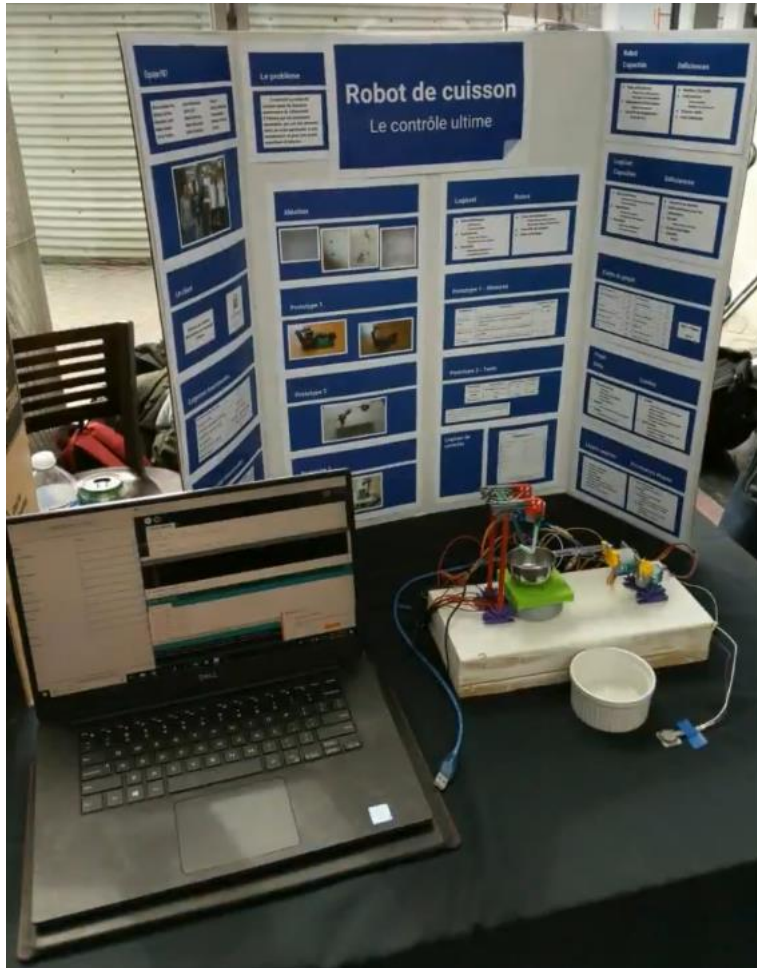


Figure 25 - Station d'affichage pour la journée de conception

7.1 Le robot

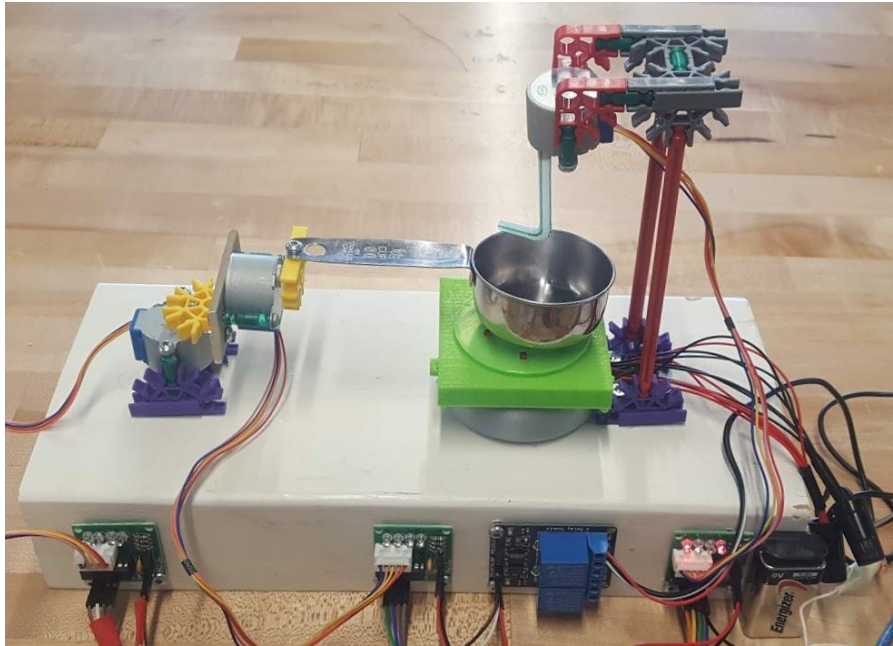


Figure 26 – Robot de cuisson finale

7.1.1 Capacités

En bout de ligne, le robot final était munie de trois articulations, deux pour la poêle et un pour le malaxage. Un mécanisme de sécurité en forme de capteur de pression était utilisé pour assurer que le robot fonctionne seulement si un bol était placé pour recevoir la nourriture. Une simulation de température en forme de lumière DEL sur une plaque imprimé en 3D était utilisé. La vitesse à laquelle les lumières clignote démontre l'intensité de la température de cuisson.

7.1.2 Déficiences

Principalement, pour des raisons budgétaires, la réalisation d'un modèle à échelle n'était pas possible. Il manque quelque articulation, un pour lever la poêle et un pour articuler le bras de

malaxage verticalement. Il manquait aussi un système d'auto-nettoyage et une capacité de chauffer la nourriture.

7.2 Le logiciel

Aliments	Portions
Saucisse Italienne	1
Thé d'ail	1
Oignon espagnol	1
Poivron	1
Sel et Poivre	1
Tomates cerises	1
Pate de tomates	1
Epinards	1
Pates	1
Parmesan	1
Mozzarella	1

Figure 27 – Application pour commande du client

7.2.1 Capacités

Le logiciel à été conçu avec deux interfaces, un pour le client et un pour le consommateur. Les ingrédients peuvent être ajouté avec un temps et une température de cuisson spécifique pour chaque ingrédient. Des recettes peuvent aussi être ajouté (sans interface) qui permet de contrôler les options de portions pour les consommateurs.

7.2.2 Déficiences

Il manque une interface pour ajouter des recettes. Il manque aussi une façon d'envoyer plusieurs commandes à la fois. Finalement une application pour le consommateur sur un ordinateur tablette sera idéale pour les commandes du consommateur.

7.3 Coûts du projet final

Tableau 25 – Matériaux total pour le projet

Pièce #	Description	Unité	Prix par unité (\$)	Prix total (\$)
01	Lego	1	5	5
10	K'Nex	1	5	5
11	Vis Robertson 0.5po #6	1	2	2
03	Arduino	1	20	20
16	Adaptateur DC Arduino	1	12	12
07	Moteur pas-à-pas	3	4	12
12	Plaque circuit électrique	1	3	3
17	Lumière DEL	8	0.25	2
13	Fils électriques	20	0.05	1
02	Ruban électrique	1	1	1
18	Bol	1	1	1
05	Poêle - Tasses à mesurer en acier inoxydable	1	2	2
19	Plaque chauffante imprimé en 3D	1	3	3

15	Planche de bois pour la base	1	1	1
20	Battery 9V	1	5	5
21	Connecteur de batterie	1	1	1
22	Capteur de pression	1	12	12
			sous-Total	88
			Taxes	11.44
			Total	94.44

8 Conclusions et recommandations pour travaux futurs

8.1 Leçons apprissent

Le projet de la conception du robot de cuisson nous a fait apprendre beaucoup. Principalement, nous avons appris la méthode de la pensée conceptuelle et sur la gestion de projet pour pouvoir gérer la charge énorme. Nous avons aussi développé des capacités en robotique, qui inclut la programmation Arduino pour contrôler des moteurs et des lumières, de la programmation Java pour les interfaces graphiques et la fabrication en impression 3D. Nous avons aussi appris et mis en application la fabrication des circuits électriques. Nous avons aussi mis en application des calculs de forces, de résistance et d'ampérage pour les lumières DEL.

8.2 Défis

Les défis les plus importants étaient le temps et le budget. Le temps a limité pas seulement l'étape de conception et de fabrication, mais aussi d'apprendre les connaissances pour améliorer le résultat final. Le budget aurait permis de développement d'un robot à échelle.

8.3 Recommandations

Il nous manque plusieurs connaissances pour pouvoir construire un robot qui fait de la cuisson réelle. Principalement il manque des connaissances dans la robotique pour améliorer les articulations et comment incorporer les moteurs correctement dans le robot, la mécanique des matériaux pour choisir les matériaux de construction idéales et des fluides pour comprendre la répartition de chaleurs pour la sécurité des composantes du robot et des utilisateurs. Des connaissances additionnelles en programmation seront requises pour améliorer les interfaces par rapport à l'esthétique et la fonctionnalité, comme la détection d'erreur.

9 Bibliographie

1. Le document à été baser sur le guide proposé par Prof Bouendeu de la classe GNG1503.
2. La méthode de conception de la pensée conceptuel vient du manuel de cours GNG1503 et enseigner par Prof. Bouendeu.

APPENDICES

APPENDICE I: Manuel de l'Utilisateur

Le robot fonctionne avec 3 programmes, un programme Java, un en “Processing IDE” et un en Arduino. Le programme Java peut être modifié pour changer les séquences ou les ingrédients d'une recette, il contient aussi l'interface graphique. Le programme en “Processing” sert simplement à lire les données imprimées à un fichier (le fichier aura été modifié par le programme Java pendant la demande de la commande du client) et l'envoyer au programme Arduino. Le programme Arduino sert simplement à faire fonctionner le robot.

La séquence est composée de plusieurs cas (numérotés en base 20) différents indiqués ci-dessus avec des différents réglages pour la température, le temps de cuisson et pour déterminer si le robot doit remuer ou pas. Il existe aussi les cas ‘0’ et ‘J’, qui sont là pour ajouter un aliment et pour effectuer la commande qui dépose la nourriture et lave le robot, respectivement.

Lorsque le bouton “Terminer la commande” (en bas dans la Figure 1) est appuyé sur le programme Java, il faut ensuite appuyer sur le bouton “Run” (en haut à gauche dans la Figure 2) dans “Processing” pour envoyer la séquence à l'Arduino qui ensuite s'exécute.

Tableau 26 – Paramètre du logiciel

Cas	Remuage	Température	Temps (Seconds)
1	Off	Bas	5
2	Off	Moyen	15
3	Off	Haut	25
4	Off	Bas	5
5	Off	Moyen	15
6	Off	Haut	25
7	Off	Bas	5
8	Off	Moyen	15
9	Off	Haut	25
A	On	Bas	5
B	On	Moyen	15
C	On	Haut	25
D	On	Bas	5
E	On	Moyen	15
F	On	Haut	25
G	On	Bas	5
H	On	Moyen	15
I	On	Haut	25

APPENDICE II: Fichiers de Conception

1. MakerRepo

<https://makerepo.com/mcarr146/gng1503fb7robot-de-cuisson>

2. Code Arduino

<https://makerepo.com/mcarr146/gng1503fb7robot-de-cuisson>

3. Vidéo YouTube - Démonstration

[mcarr146https://youtu.be/ICiYc9ScYUM](https://youtu.be/ICiYc9ScYUM)

4. Modèle de plaque chauffante 3D

<https://www.cgtrader.com/free-3d-models/furniture/kitchen/hotplate>

APPENDICE III: Autres Appendices

1. Présentation

<https://makerepo.com/mcarr146/gng1503fb7robot-de-cuisson>

2. Tableau de présentation.

<https://makerepo.com/mcarr146/gng1503fb7robot-de-cuisson>