

GNG 1503

Livrable D : Conceptualisation

Par

Abdoul Abdoulaye
Philippe Plante
Franck Sokoudjou



Université d'Ottawa - University of Ottawa

© Ottawa, Canada, 21 février 2021

Résumé

Dans le cadre du cours du Génie de la conception, le projet de conception a été subdivisé en plusieurs étapes. Dans ce livrable, il est question de la conceptualisation qui est une partie indispensable du projet et qui consiste à générer plusieurs idées ou concepts préliminaires en vue de mener une analyse profonde et mettre en place le meilleur concept possible. Il sera d'abord présenté dans un premier temps la méthode par laquelle nous allons passer et aussi notre cheminement pour pouvoir aboutir à ses différents concepts pour chaque sous système de chaque membre du groupe. Ces concepts seront présentés sous forme d'esquisse et appuyés par des explications comportant leurs avantages et leurs inconvénients.

Dans un second temps, à l'aide de la matrice décisionnelle, l'équipe aboutira à un unique concept pour chaque sous système qui sera notre concept final pour le problème posé et qui s'appuie sur les différents besoins énoncés par le client.

Table des matières

1. Introduction.....	4
2. Empathie.....	5
2.2 Planification.....	5
2.3 Enoncé du problème.....	6
3 Remu-méninges.....	7
3.1 Conception préliminaire.....	7
3.2 Remu-méninges pour la conception préliminaire.....	8
3.2.1 Solution des membres de l'équipe, Philippe.....	8
3.2.2 Solution des membres de l'équipe, Franck.....	10
3.2.3 Solution des membres de l'équipe, Abdoul.....	12
3.3 Classification des idées.....	15
4. Prototype.....	16
5. Conclusions.....	18
6. Annexes.....	18
7. Références.....	21

Liste des figures

Figure 1: Méthode actuelle.....	5
Figure 2: Idée du client.....	5
Figure 3: Précision des mesures.....	9
Figure 4: Portabilité.....	9
Figure 5: utilisation d'un rapporteur d'angle mobile autour d'un support.....	10
Figure 6: prototype fait en plusieurs parties	11
Figure 7: Eléments désassemblés du sous système 1.....	13
Figure 8: Eléments assemblés du sous système 1.....	13
Figure 9: Boitier pour sous système 2.....	14
Figure 10: Exquise du Prototype.....	17

Figure 11 : Rapporteur d'angle numérique.....	19
Figure 12 : Calcule pour mesurer l'angle phi.....	19
Figure 13: Calcule pour mesurer l'angle theta.....	20
Figure 14: Références des angles.....	20

Liste des tableaux

Tableau 1: Conception préliminaire pour l'angle de la trajectoire.....	7
Tableau 2: Avantages et inconvénients.....	15
Tableau 3: Caractéristiques du Prototype (Système 1).....	16

1 Introduction

Une équipe de conception en génie à Ottawa a pris le défi de concevoir un prototype idéal pour la mesure d'un angle de trajectoire d'une balle de fusil. En mesurant l'angle de l'impact précis avec des lasers, cordes de plombs, "johnson level", tige de verre jaune, etc. , nous pouvons reproduire la scène directement sur un ordinateur. La méthode par laser est difficile à voir dans la clarté et est très coûteuse donc les policiers utilisent diverses méthodes de prix adorables mais rencontrent des difficultés au niveau de l'utilisation ainsi que la précision de ces outils.

Notre but est de concevoir un dispositif de calcul de trajectoire qui répond aux besoins spécifiés, tout en tenant compte des risques pour la santé et la sécurité publique. Les utilisateurs sont tous policiers travaillant dans la section de l'identité judiciaire et expert en reconstruction de fusillades et le client qui nous a approché avec se problème est Monsieur Dan Deschamps de la service de police d'Ottawa.

Donc, le problème est important à résoudre pour faire évoluer la technologie en reconstruction des fusillades et faciliter l'utilisation pour ces policiers en service. Les mesures des angles doivent être assez précises pour être éligible en cours lorsque le policier présente son cas. Pour résoudre ce problème avec efficacité, l'équipe choisit le processus de la pensée conceptuelle pour bien empathiser avec le client et concevoir un prototype qui répond bien aux

critères demandés. Dans les prochaines pages, on examinera avec détail l'emphatisation, le processus de remue-méninges et notre prototypage.

2 Empathie

En suivant les étapes précises vues en classe, l'équipe a pris avec soin l'étape d'empathisation avec le client pour bien comprendre le problème. Pour se faire, l'équipe a planifié un entrevues avec des questions positives et une mentalité du débutant pour obtenir de l'information sur ses besoins. On poursuit par convertir les besoins en besoin interprété pour bien définir un énoncé de problème. On convertit ensuite ces besoins en critères de conception pour bien faire l'étalonnage du client (le poids) et sur les performances techniques de diverses méthodes utilisées. Ce processus nous permet donc de bien identifier le problème et de trouver la meilleure solution des spécifications.

2.2 Planification

Comme but d'équipe, nous voulons concevoir la meilleure solution possible en suivant une bonne planification du départ. Pour ce faire, l'équipe organise 5 questions ouvertes et positives et utilise la méthode du débutant lors de l'entrevue pour garder une communication active. Il est important de bien planifier l'entrevue pour obtenir le plus d'informations possible sur le problème pour formuler un bon énoncé de problème. Le client présente la méthode utilisée actuellement et son idée qui peut être modifiée et améliorée par rapport à ces besoins (voir figure 1 et 2).

Figure 1: Méthode actuelle



Figure 2: Idée du client



Pour la méthode actuelle, les policiers mesurent les angles avec l'aide d'un "johnson level", rapporteur d'angle, fil de plomb et une caméra comme preuve. Cette méthode n'est toujours pas assez efficace en fait de précisions des mesures et doit avoir 3 utilisateurs pour effectuer une mesure. Le concept du client comprend une tige de diamètre de 0.22 pouces ainsi qu'un rapporteur d'angle horizontal et un demi rapporteur d'angle attaché à la verticale. Cette méthode est efficace pour bien mesurer l'angle theta et phi mais doit comprendre certaines améliorations pour qu'il soit complet.

Bref, l'équipe commence avec une bonne planification et une bonne base sur la compréhension des angles de trajectoire ainsi que les problèmes rencontrés en empathisant avec le client. Dans la prochaine section, l'équipe doit bien définir un énoncé de problème qui répond à qui, quoi et quelle forme doit prendre la solution.

2.3 Énoncé de problème

Pour bien résumer le problème rencontré, l'équipe déclare en une ou deux phrases, abordées par le processus de conception, les besoins basés sur l'énoncé du client. On remarque après l'entrevue, que le client rencontre plusieurs difficultés avec la méthode utilisée présentement et doit avoir une amélioration aux niveaux de la précision de l'angle mesuré ainsi que l'utilisation de l'outil. La marge d'erreur des mesures occupe une erreur d'environ 5 % et il aimerait aussi réduire l'utilisation de trois personnes à une. L'utilisateur de la solution est pour chaque policier expert en reconstruction de fusillade et le client est monsieur Dan Deschamps de la service de police d'Ottawa. La forme du prototype est un angle de trajectoire qui est efficace et simple à l'utilisation et mesure des angles avec précisions. Avec l'information obtenue, l'équipe est en mesure de bien formuler un énoncé de problème qui fait partie du processus de la pensée conceptuelle (design thinking).

“Concevoir pour toute personne travaillant dans la Section de l'identité judiciaire et expert en reconstruction de fusillades un dispositif de calcul de trajectoire plus simple, précis, cohérent et facile à utiliser.”

Pour conclure, l'énoncé de problème si haut répond bien aux trois questions demandées et identifie bien le problème du client. La prochaine étape de définition est d'établir des critères de conceptions ainsi que l'étalonnage du client et du rendement technique. Le tout sera accompli avec l'aide du processus de remue-méninges.

3 Remue-Méninges

Dans cette partie, l'équipe génère le plus d'idées possibles après avoir complété l'étape d'empathie et définition. On définit bien nos systèmes et sous-systèmes des concepts préliminaires pour développer des dessins visuels. En suivant le processus de remue-méninges l'équipe trouvera une solution idéale par rapport au critère de conception. On catégorise, condense, combine et raffine chaque idée par chaque membre en trouvant leurs avantages et leurs inconvénients. Cela nous permettra de bien identifier une solution efficace en suivant le budget et la durée du projet tout ça en analysant et en évaluant les effets ou les résultats. Bref, on finit par se mettre d'accord sur les actions et le délai en classant les options adéquatement sans jugement, ceci pour faciliter le suivi du projet .

3.1 Conception Préliminaire

Les conceptions préliminaires sont basées sur quelques critères de conception importants par rapport au système de conception pour le calcul de l'angle de la trajectoire des tirs au fusil. Dans le tableau 1, on a les concepts préliminaires pour le dispositif.

Tableau 1: Conception préliminaire pour l'angle de la trajectoire

Sous-système 1 Précision des mesures	Sous-système 2 Portabilité
1. Marge d'erreur	1. Facile à transporter
2. Utilisation	2. Taille d'entreposage
3. Positionnement du prototype	3. Temps d'installation

Dans le sous-systèmes 1, les précision de mesures a 3 critères importants pour le dispositif d'angle de trajectoire soit: marge d'erreur, utilisation et positionnement du prototype. La marge d'erreur des mesures effectuées devra être plus petite que 5% pour qui soit éligible en

cour. De plus, l'utilisation de l'outil doit être précise, facile à manipuler et efficace. Si possible, développer un produit possible à utiliser par une personne. Bref, Pour le positionnement du prototype, il faut prendre en compte la surface que l'outil s'applique dessus (plat, courbe, etc.) . La tige aussi doit être positionnée dans le centre à l'origine.

Dans le sous-systèmes 2, la portabilité du dispositif a 3 critères importants: facile à transporter, taille d'entreposage et temps d'installation et d'utilisation. Pour la transportation, le client doit être capable de se permettre de déplacer le prototype sans aucune difficulté. La taille d'entreposage doit être d'une taille suffisante à entreposer. Le prototype ne doit pas occuper beaucoup de place. Ainsi, le temps d'installation et d'utilisation devrait être minimal.

Pour conclure, lors de la conceptualisation, les concepts préliminaires vont permettre de bien générer des concepts et idées présentés avec l'aide des esquisses. En équipe, nous pourrons trouver la bonne solution en suivant le processus de remue-méninges.

3.2 Remue-méninge pour la conception préliminaire

Suite à un remue-méninges d'idées de concepts préliminaires sur une des parties du système de précision de mesures ou pour la portabilité, chaque membre de l'équipe ont pu produire une liste de concepts préliminaires pour chaque sous-systèmes et chacun a présenté ses concepts avec l'aide des esquisses à main levée. L'équipe devra prioriser et classer leurs solutions en fonction des critères de conceptions. Dans les figures ci-dessous, chaque membre de l'équipe présente leurs deux concepts par rapport aux concepts préliminaires ci-haut en expliquant leurs caractéristiques et leurs fonctionnements.

3.2.1 Solution des membres de l'équipe, Philippe

L'idée présenté par Philippe Plante , utilise la méthode par Arduino Uno pour trouver l'angle de projection avec précision. La solution facilite l'utilisation et l'entreposage est faite par un coffre résistant.

Figure 3 (Précision des mesures)

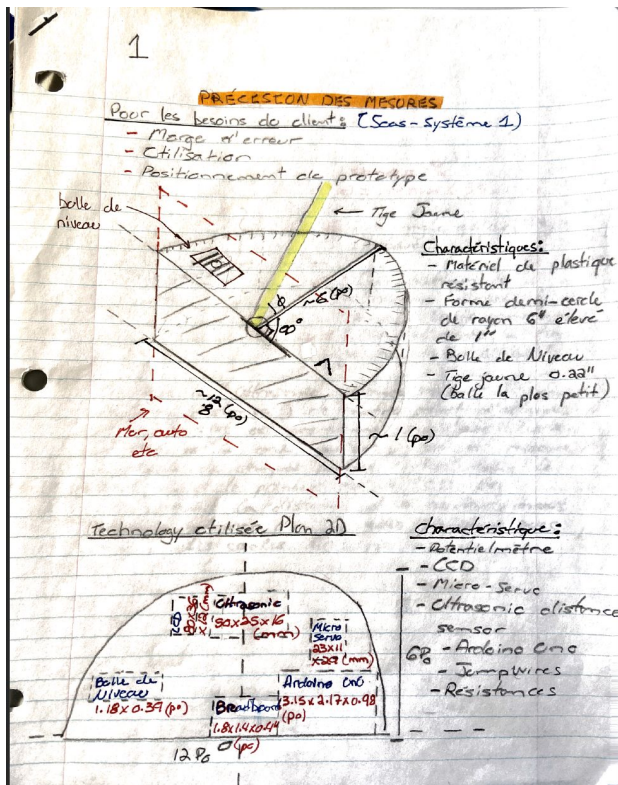
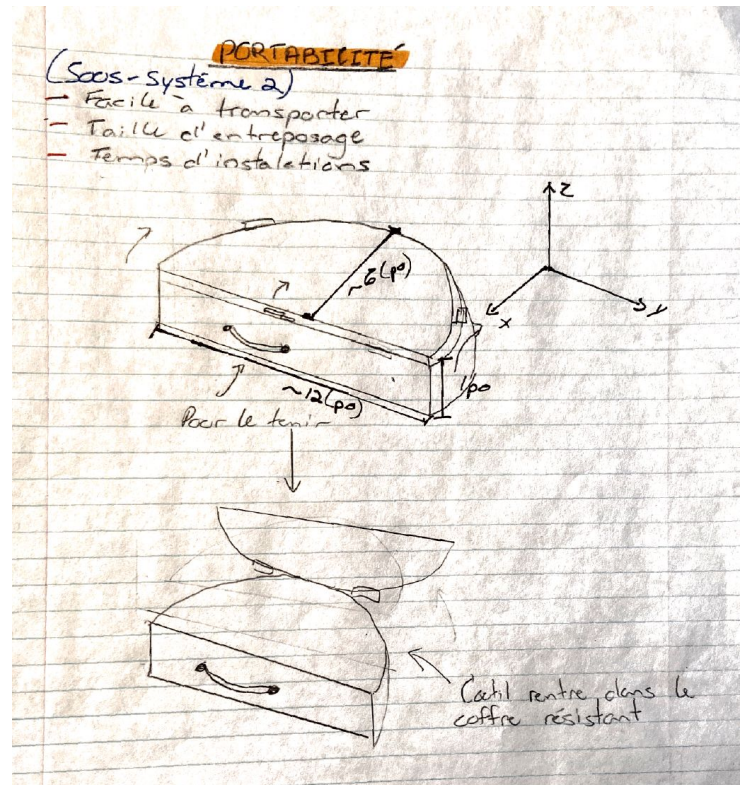


Figure 4 (Portabilité)



Sous-système 1:

Les caractéristique du prototypes pour la figure 1 constitue de: matériel en plastique résistant, forme d'un demi-cercle de rayon 6" élevé de 1", bulle de niveau, tige jaune rayon de 0.22", Arduino Uno, planche à pain, potentiomètre, LCD, micro-servo, ultrasonic distance sensor, jump wires et une résistances. Le code devrait être modifié en fonction de ce que nous voulons que le Arduino fait pour notre prototype. De plus, le but est d'utiliser la base des équations mathématiques de Pythagores pour mesurer l'angle approprié. Pour ce faire, nous devons fixer le "ultrasonic distance sensor" à une certaine distance de notre point d'origine d'où la tige est positionnée sur l'axe des x. La tige est à une certaine hauteur y, qui est facilement mesurée avec l'aide des parties utilisée dans l'Arduino et le client peut lire c'est donner sur le LCD display. En connaissant la distance de l'origine ainsi que la hauteur à ce point, nous pouvons retrouver l'angle de trajectoire en degré avec précision qui a été recommandé par le client. Dans le code, nous devons inclure les données si haut, ainsi d'inclure la fonction,

THETA = ARCTAN(y/x) d'où theta est l'angle qu'on veut mesuré, x une constante de la position du ultrasonic et y, l'hauteur de la position de la tige.

Sous-système 2:

Les caractéristiques de la figure 2 est constitué de matériel fait en plastique résistant et de forme d'un demi-cercle d'environ 6" et élevé d'environ 1". Le client peut facilement entreposer le prototype dans le coffre en soulevant le coffre et plaçant l'objet. Le coffre à également une poignée attachée qui permet à l'utilisateur de transporter facilement l'outil.

3.2.2 Solution des membres de l'équipe, Franck

L'idée présentée par Franck utilise le rapporteur d'angle et une tige à verre mais avec des modifications pour diminuer la marge d'erreur et le bon positionnement du prototype. La bonne précision des mesures d'angle et une bonne lecture peut se faire avec un bon positionnement du prototype. le prototype sera fait en trois petites parties pour faciliter la portabilité.

Sous système 1: Précision des mesures

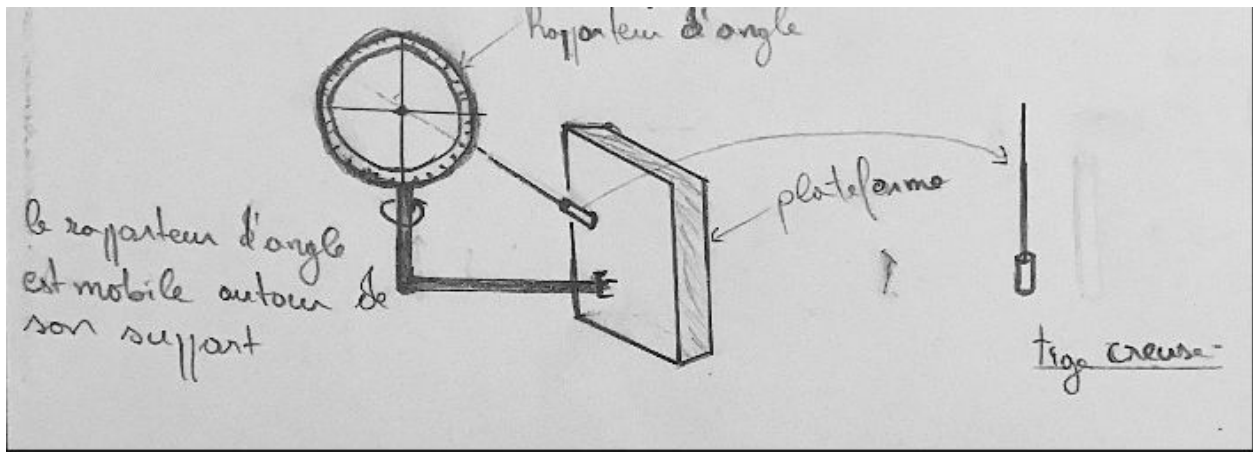


Figure 5: utilisation d'un rapporteur d'angle mobile autour d'un support

Caractéristiques:

Un rapporteur d'angle mobile et démontable autour d'un support qui est fixé sur la plateforme où a eu l'impact du tire à fusil, pour pouvoir bien placer le prototype et faciliter la lecture de l'angle tout le système sera immobile après avoir tout bien placé. Sans oublier la nouvelle tige en verre qui elle sera maintenant creuse et à l'intérieur on va y insérer une autre tige beaucoup

plus fine pour pouvoir bien la placer sur le 0 central du rapporteur d'angle et comme ça diminuer la marge d'erreur qui était d'abord dû à la tige qui elle était trop épaisse donc était difficile de le mettre sur le zéro central. Le support sur lequel est fixé le rapporteur peut s'allonger ou se raccourcir pour pouvoir le placer à la même hauteur que l'endroit où a eu l'impact de la balle

Sous système 2:

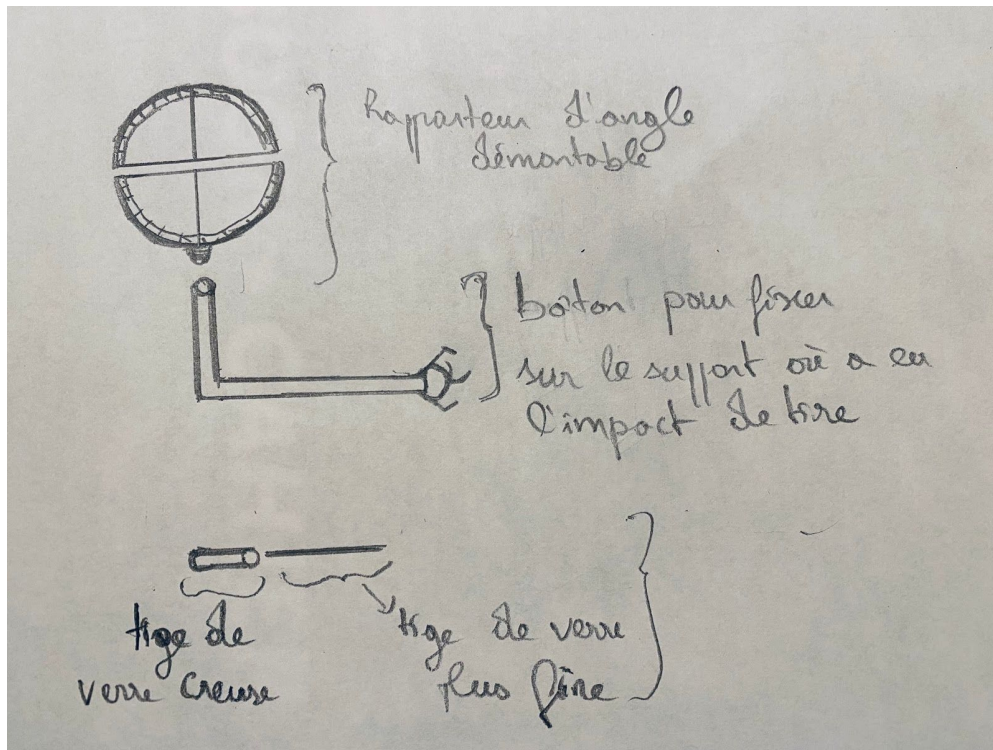


Figure 6: Prototype fait en plusieurs parties

Caractéristiques:

Le prototype est constitué de 4 éléments qui sont le rapporteur d'angle qui peut être démonté afin de bien adapter le prototype à l'environnement, un bâton qui sert de support au rapporteur d'angle et qui se fixe sur celui-ci et ensuite est fixé sur la surface de l'endroit où c'est effectué le tir de fusil, pour pouvoir maintenir une stabilité nette et prioriser une bonne mesure d'angle. Le bâton en question peut s'allonger ou se raccourcir afin de mieux l'adapter à tout type de situation. Ensuite nous avons une tige à verre qui a été raccourcie et creusée pour pouvoir y insérer à l'intérieur une autre tige à verre plus fine afin de pouvoir bien la placer sur le zéro central de notre rapporteur d'angle. La partie la plus épaisse est faite pour la placer dans l'endroit

ou a été l'impact de la balle. Tous ses différents composants seront facile à ranger et aussi à transporter et le temps d'installation sera très minimal.

3.2.3 Solution des membres de l'équipe, Abdoul

Le concept présenté par Abdoul Quadir, se base sur le prototype du client. Le problème majeur du prototype du client est le fait que le rapporteur situé sur la verticale se déplace de son origine (0), ce qui augmente considérablement la marge d'erreur du prototype. Le concept d'Abdoul qui sera présenté dans les lignes qui suivent se voit alors corrigé ce problème.

Sous système 1 :

L'idée est de concevoir un prototype formé par deux éléments en aluminium, une tige cylindrique de diamètre inférieur à 0,3 pouces soudée à un demi rapporteur plein à $\frac{1}{3}$ de son volume et une rapporteur principale avec une petite cavité pour loger la tige cylindrique au niveau du zéro et permettre sa rotation comme illustré dans les figures 5 et 6.

Avec un rayon égale au rayon du rapporteur principal, Le demi rapporteur sur la verticale aura un bout changeable en caoutchouc et se posera sur le rapporteur principal afin d'éviter de l'endommager mais aussi de faciliter le déplacement du rapporteur verticale. Le point d'assemblage du système se trouvera alors au niveau de l'origine (0) du rapporteur principal. La tige cylindrique se posera dans la cavité circulaire située sur le rapporteur principal ou elle pourra effectuer une rotation 360 degrés (ici nous n'avons besoin que d'une rotation 180 degrés autour du rapporteur principal).

Pour mesurer les deux angles de la trajectoire, le système est assemblé, le diamètre du rapporteur principale se posera sur la surface de l'impact à l'horizontal et le demi rapporteur sera ajusté en fonction de la tige dans l'impact de la balle (tige servant de repère pour mesurer les angles de la trajectoires, différente de la tige cylindrique constituant le prototype).

Les avantages d'un tel prototype sont le positionnement de la tige au niveau zéro, la mesure directe des deux angles, la facilité de l'entreposage mais aussi son bas prix. La marge d'erreur au niveau de ce prototype est donc faible mais plus le diamètre de la tige servant de repère pour

mesurer les angles augmente plus la marge d'erreur augmente. Il faut aussi noter une difficulté de mesurer les angles sur certaines surfaces.

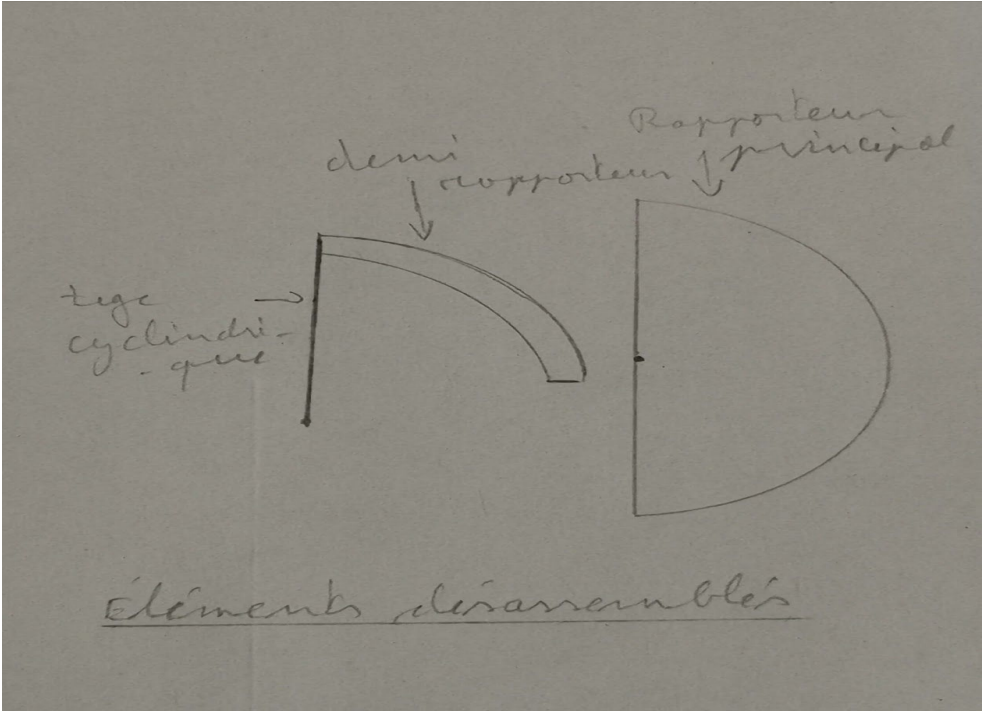


Figure 7: Eléments désassemblés du sous système 1

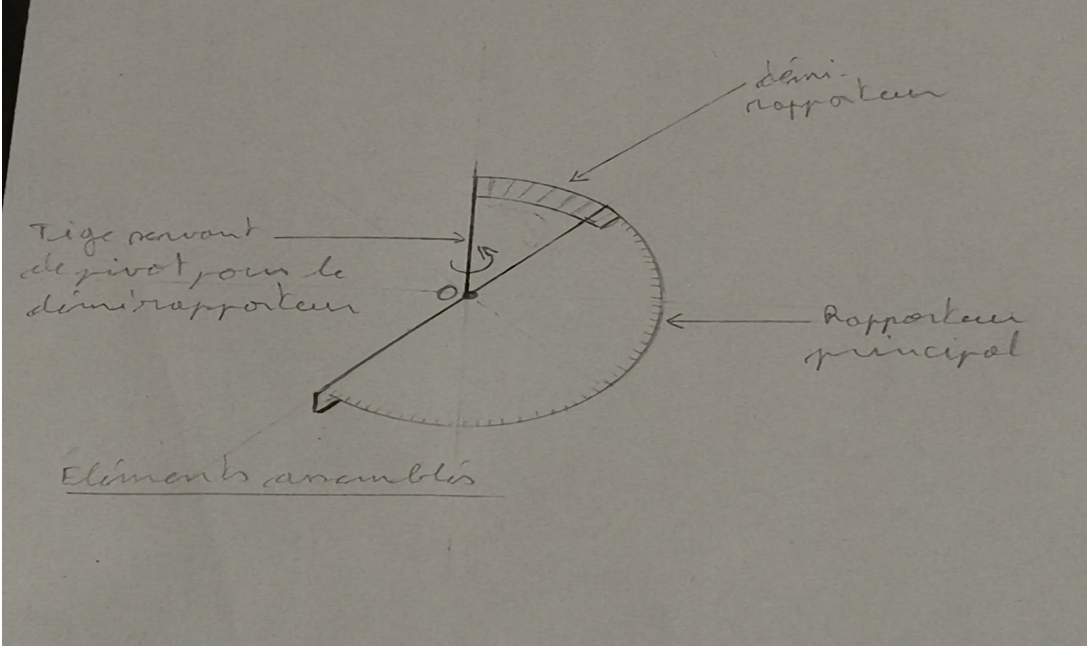


Figure 8: Eléments assemblés du sous système 1

Le sous système 2 :

Pour l'entreposage, un boîtier en plastique robuste sera conçu. Sur la figure 7 nous voyons les trois vues de notre boîtier qui logera la tige cylindrique soudée au demi rapporteur, le rapporteur principale et des bouts en caoutchouc pour le demi rapporteur. Le boîtier aura une très petite largeur (au maximum 2 pouces) et une longueur maximum de 6,2 pouces. Un chiffon robuste sera d'abord collé dans le boîtier, puis viendra se loger chaque élément de notre système de telle sorte que les éléments y soient immobiles afin d'éviter tous dommages. Le boîtier se range donc facilement, prend peu de place et est léger.

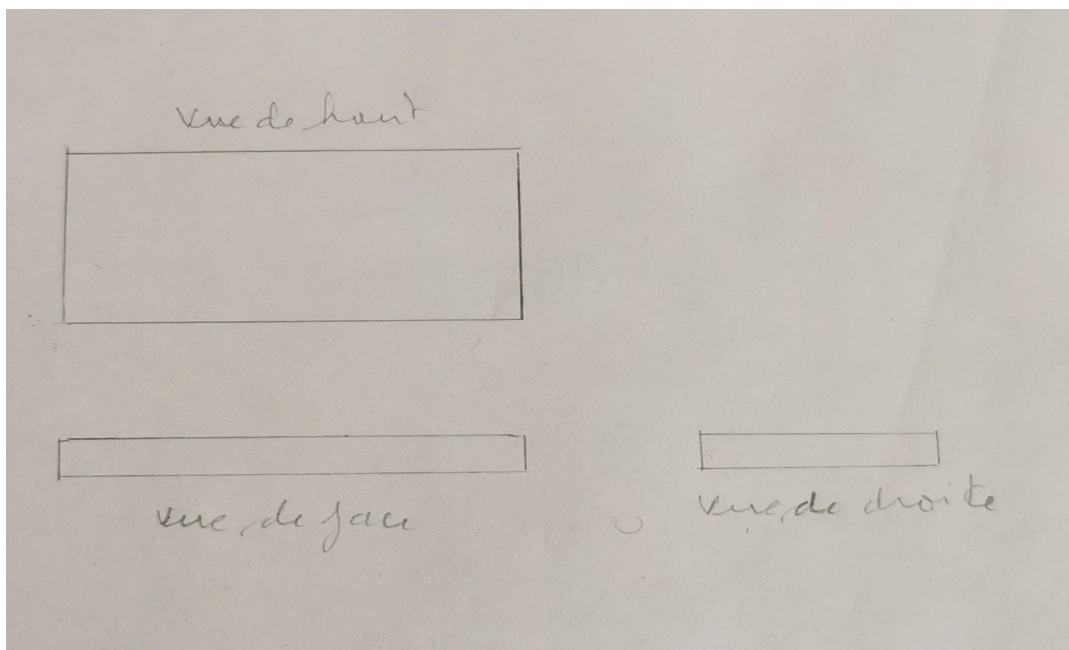


Figure 9: Boîtier pour sous système 2

Pour conclure le tout, en partageant les idées de chaque membre, nous avons pu analyser chaque solution en développant des nouvelles idées (voir annexes) qui ont permis à l'équipe de venir en accord sur un prototype. La prochaine section expliquera davantage sur le processus de remue-ménages plus spécifiquement la classification de nos idées.

3.3 Classification des idées

Pour bien se permettre d'analyser chaque idées présentées tout en suivant les étapes nécessaires pour bien suivre le processus de remue-méninges, l'équipe s'est réunie pour discuter de certains avantages et inconvénients par rapport aux solutions et idées trouvées. Cette méthode permet d'identifier certains détails qu'on pourrait améliorer, changer ou enlever pour rendre le prototype le plus agréable et efficace aux besoins du client. Dans le tableau 2, nous observons les avantages et inconvénients discutés en groupes, de chaque idées disposées par chaque membre de l'équipe.

Tableau 2: Avantages et inconvénients

	Avantages	Inconvénients
Philippe	<ul style="list-style-type: none">- Précision- Portabilité- Lire directement l'angle du LCD	<ul style="list-style-type: none">- Coûteux (50\$)- Codage difficile- Le temps pour accomplir les tâches- Positionnement des parties Arduino
Franck	<ul style="list-style-type: none">- Facilité d'installation- Mesure de theta et phi	<ul style="list-style-type: none">- Utilisation d'un support- Positionnement par rapport à la tige- Pas assez de précision
Abdoul	<ul style="list-style-type: none">- Positionnement de la tige- Mesure de theta et phi- Peu coûteux- Facilité d'entreposage	<ul style="list-style-type: none">- Utilisation d'une grosse tige augmenta la marge d'erreur

L'équipe a eu une entente pour le bien du client que la solution de Philippe reflète moins d'inconvénients ainsi plus d'avantages par rapport à nos critères de conception. Les solutions d'Abdoul et Franck répondaient bien aux critères de conception demandés mais l'équipe trouve la solution la plus agréable pour les besoins du client. Chaque membre de l'équipe se concentre d'abord pour ensuite contribuer différentes idées par rapport aux deux solutions choisies. Bref,

l'équipe choisit bien une solution par rapport à chaque idées présenter tout en suivant les critères de conceptions qui nous permettent de bien répondre aux besoins du client.

4 Prototype

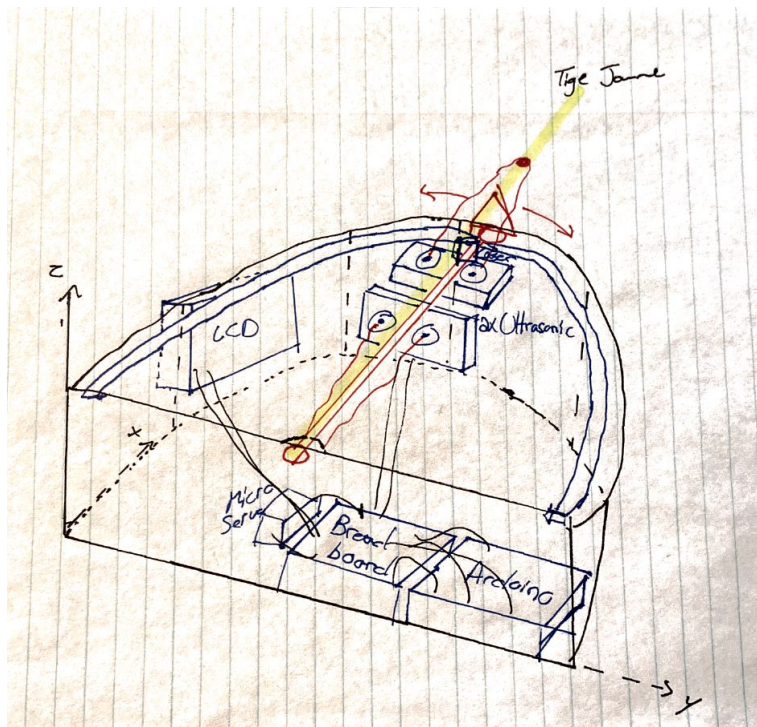
Suite à une rétroaction d'équipe de l'étape de l'idéation, les membres choisissent la meilleure solution qui bénéficiera le plus aux besoins du client. Par rapport au système 1, l'utilisation. Dans le tableau ci-dessous, les caractéristiques utilisées pour le prototype sont bien identifiées.

Tableau 3: Caractéristiques du Prototype (Système 1)

Outil	Caractéristiques
Arduino Uno	<ul style="list-style-type: none"> - 1x Arduino Uno - 1x LCD affichage module bleu pour Arduino - 1x Potentiomètre - 15x Jumper wires - 1x SG90 Micro-servo motor - 1x Résistance 220 Ohms - 2x Ultrasonic distance sensor - 1x KY-008 650nm Laser sensor - Code
Rapporteur d'angle	<ul style="list-style-type: none"> - Matériel: Plastique - Taille: 12x6x1 po³ - Forme de demi-cercle - Bâton mobile de forme cylindriques (6 po)
Tige	<ul style="list-style-type: none"> - Tige jaune du client - Forme cylindrique - Diamètre: 5.6mm - Longueur: environs 0.6m

Pour bien illustrer les caractéristiques du prototype, l'équipe prépare une esquisse à main levée qui représente notre solution finale détaillée. (Voir la figure 10.)

Figure 10: Exquises du Prototype



Le fonctionnement de notre prototype est très simple, il comprend un microcontrôleur qu'on lui implique un code spécifique et il nous retourne ce qu'on veut sur le LCD display, dans notre cas l'angle de position theta ainsi que l'angle phi. Le laser permet au client de positionner le ultrasonic à l'aide du triangle qui tourne des deux côtés. La tige doit aussi être positionnée à l'origine qui est trouvée par le trou de forme de demi-cercle dans le milieu du côté rectangulaire du rapporteur d'angle. Le premier ultrasonic trouve directement la distance de la tige jaune (le micro serveur permet au système de garder chaque calcul linéaire) qui trouve l'angle theta avec l'aide du code de l'arduino et le deuxième trouve l'angle phi, en mesurant directement la distance à l'origine. Le tout sera "printer" sur le LCD pour le client et n'aura qu'à prendre les photos des mesures. Un bouton ouvert et fermé sera réglémentée sur le dessous du système pour

activer et désactiver le prototype. Bref, le prototype vise à faciliter à l'utilisation ainsi que la précision de ces mesures pour réduire la marge d'erreur.

Par rapport au sous-système 2 qui est la portabilité, le prototype final sera fait d'un composant arduino uno, d'un demi rapporteur d'angle et d'une tige qui est la même que celle utilisée par le client. Pour la facilité de transport, tous ses composants de tailles considérables seront placés dans un coffre résistant muni d'un poignet. Grâce à la taille considérable du prototype, le problème d'entreposage n'aura plus lieu d'être et aussi son temps d'installation qui sera réduit. L'évaluation du sous système 2 de portabilité nous a donc fait aboutir à cette solution.

Notre équipe est confiant que le prototypage des deux sous-systèmes répond complètement aux besoins et aux critères désirés du client. Les solutions garantissent une conception avec des mesures d'angles précises ainsi qu'une grande augmentation d'efficacité d'utilisation à une ou deux personnes. L'équipe est prête à présenter leur solution avec fierté au client durant la prochaine rencontre.

5 Conclusion

Au terme de notre étude, nous pouvons remarquer qu'il en ressort différents concepts pour le dispositif. Ces concepts sont le reflet des étapes de la conceptualisation qui nous ont permis d'établir les fondements des prototypes générés dans les concepts finaux. Grâce à la classification des idées, qui est une étape cruciale dans un projet, nous avons pu déterminer le meilleur concept pour le prototype qui est l'utilisation d'un système comprenant un arduino uno, des capteurs ultrasoniques, un rapporteur d'angle et d'autres éléments. Ce système pourra alors afficher directement la valeur des angles sur un écran LCD avec une grande précision. Cependant, dans une analyse plus profonde, qu'en est t'il du plan et du coût de ce dispositif? C'est ce dont il sera question dans notre prochain livrable.

6 Annexes

Plusieurs idées présentées par chaque membre ont bien été prises en note durant chaque rencontre. Dans les images ci-dessous, l'équipe présente certains concepts qu'il n'a pas été choisi ainsi que certains calculs et dessins détaillés qui nous ont permis de résoudre le problème et développer notre

prototype.

Figure 11 : Rapporteur d'angle numérique



Le rapporteur d'angle numérique, une idée d'Abdou, était d'utilité ce rapporteur comme mesure d'angle de trajectoire.

Figure 12 : Calcule pour mesurer l'angle phi

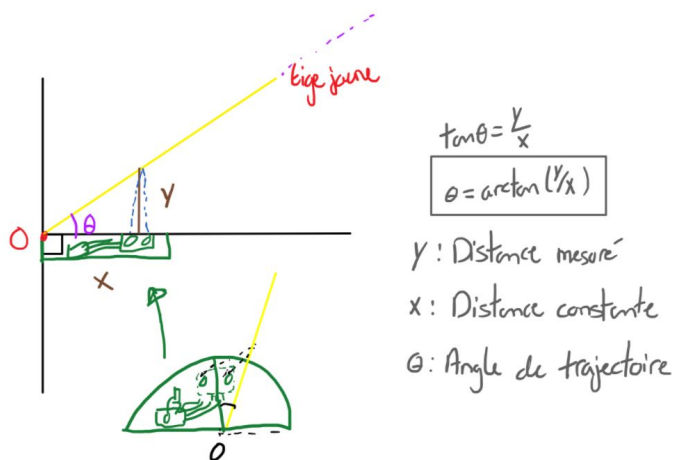


Figure 13: Calcule pour mesurer l'angle theta

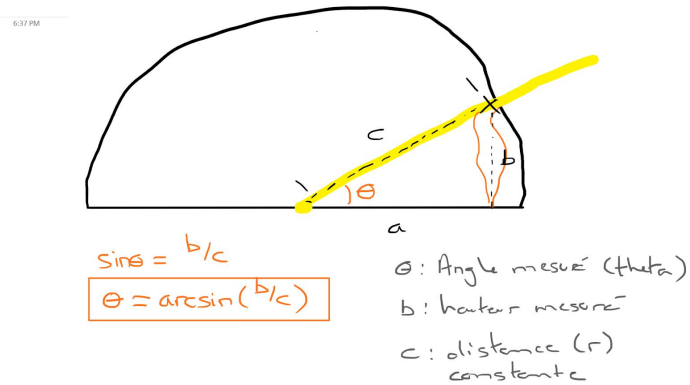
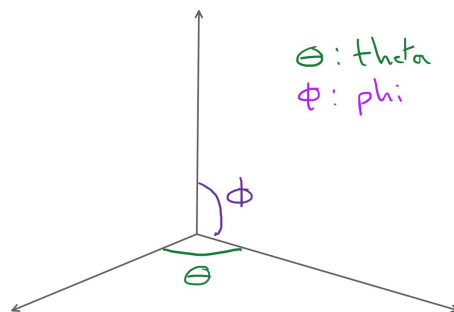


Figure 14: Références des angles



Bref, c'est idées son important d'être garder au proche car il peuvent toujours venir en jeu dans le futur si le développement du prototype se complique. Les calculs présentés seront important d'être pris en compte lors du développement du code Arduino. Les idées d'Abdoul et Franck sont également prises en note puisque chaque idée est importante d'être bien conservée.

7 Références

“Circuit Design Robot Radar System (Simple Distance Display).” *Tinkercad*,
www.tinkercad.com/things/e3SAgXFoRPR-robot-radar-system-simple-distance-display.

Corporation, NVE. *NVE AA and AB-Series Analog Sensors*,
www.nve.com/analogSensors.

Forensic Science Consultants. *Forensic Science Consultants*,
www.forensicfirearms.com

“Mesurer Des Angles Avec Un Arduino - Drone Ch.7.” *Fire*, 15 July 2020,
www.firediy.fr/article/mesurer-des-angles-avec-un-arduino-drone-ch-7.

Pelletier, Yves. “Mesurer Un Angle D'inclinaison Avec Un Accéléromètre.” *Électronique En Amateur*, 1 Jan. 1970,
electroniqueamateur.blogspot.com/2015/01/mesurer-un-angle-dinclinaison-avec-un.html.

“Présentation de Dan Deschamps”,
<https://uottawa.brightspace.com/d21/le/content/214030/viewContent/3468868/View>

“Description du projet”,
<https://uottawa.brightspace.com/d21/le/content/214030/viewContent/3410029/View>