

## **Prototype III et rétroaction de clients**

Livrable H  
présenté par l'équipe FB34  
Frédéric-Louis Khalid-Leroux – 300060595  
Francis Doyon-D'Amour – 300061491  
Alima Yasmine Kamagaté – 300263070  
Nick Donnel Nikuze – 300251714  
EL Horri Youssef – 300136777  
Khadyja Sarr – 300267608

GNG1503 – B03  
Professeur: Emmanuel Bouendeu  
AE : Amadou Coulibaly et Sidiki Habib Talib Cisse

Université d'Ottawa  
Faculté de génie  
27 mars 2022

# Table des matières

Table des figures .....	II
Table des tableaux.....	III
Introduction.....	1
Résultats du prototype II et développement.....	1
Développement du prototype III.....	1
Développement des moules et remplissage de béton.....	5
Analyse du prototype III .....	7
Spécifications cibles et nomenclature des matériaux.....	8
Rétroaction de client potentiel .....	10
Plan d'essai du prototype .....	10
Pourquoi est-ce qu'on fait cet essai?.....	10
Description des objectifs de l'essai.....	10
Qu'est-ce qu'on va faire et comment? .....	11
Comment est-ce que cela va se passer? .....	12
Conclusion .....	13
Références.....	14
Annexe .....	15
Annexe A .....	15

## Table des figures

Figure 1 : Bloc modulaire .....	1
Figure 2 : Dessus du mobilier .....	1
Figure 3 : Support pour table assemblée.....	2
Figure 4 : Essaie du blocs modulaires, prototype réel .....	2
Figure 5 : Essaie du support pour banc, prototype réel.....	2
Figure 6 : Dessus du mobilier final, prototype réel .....	2
Figure 7 : Fixation d'un seul support au-dessus du mobilier.....	3
Figure 8 : Emplacement des supports pour table triangulaire.....	3
Figure 9 : Emplacement des supports pour grande table .....	3
Figure 10 : Emplacement des supports pour petite table .....	3
Figure 11 : Emplacement des supports pour le grand banc .....	3
Figure 12 : Emplacement des supports pour le petit banc .....	3
Figure 13 : Fixation d'un seul support au-dessus du mobilier, prototype réel .....	3
Figure 14 : Table triangulaire, prototype réel .....	3
Figure 15 : Table avec banc .....	4
Figure 16 : Petite table, prototype réel.....	4
Figure 17 : Grand banc, prototype réel .....	4
Figure 18 : Petit banc, prototype réel.....	4
Figure 19 : Bac à fleur .....	4
Figure 20 : Poubelle .....	4
Figure 21 : Moules complet pour 17 blocs modulaires et 3 dessus de mobilier .....	5
Figure 22 : Moules complet pour 17 blocs modulaires et 3 dessus de mobilier .....	5
Figure 23 : Construction des moules .....	6
Figure 24 : Construction des moules .....	6
Figure 25 : Vibration des moules.....	6
Figure 26 : Remplissage des moules.....	6
Figure 27 : Finition avec la truelle.....	6
Figure 28 : Remplissage de béton finalisé .....	6
Figure 29: Bloc modulaire prototype.....	7
Figure 30: Dessus de mobilier prototype .....	7
Figure 31 : Diagramme de Gantt des essais.....	12
Figure 32 : Diagramme de Gantt pour les livrables .....	13

## **Table des tableaux**

Tableau 1 : Volume de béton et aire des moules nécessaires .....	7
Tableau 2 : Poids et quantité de pièces des prototypes .....	8
Tableau 3 : Spécification cibles .....	8
Tableau 4 : Nomenclature des matériaux.....	9

## Introduction

Au cours du dernier livrable, nous avons eu à réaliser la rétroaction du prototype I, faire le prototype II, récolter des rétroactions de clients potentiels et ainsi améliorer une dernière fois le produit. Les moules pour couler le béton ont été construits et testés avant de couler officiellement le béton au début de la semaine. Ce dernier a ensuite été sorti des formes pour révéler les blocs finaux.

## Résultats du prototype II et développement

Le prototype II nous a communiqué des informations importantes concernant l'assemblage et aussi il nous a montré des ajustements qui doivent être faits. En outre, le prototype nous a montré que l'assemblage qui avait été mis en place pour le prototype précédent pouvait fragiliser la structure des blocs modulaires. Lorsque l'on a construit le modèle deux fois, on s'est aperçu que l'assemblage qui était choisi, qui consistait à avoir des trous tout le long des blocs, allait inclure des failles dans les blocs. Après avoir cherché d'autres solutions, l'équipe a opté pour une solution qui est présentée dans les pages suivantes. La construction des moules pour le deuxième aurait été relativement complexe avec tous les trous qui étaient inclus dans le design.

## Développement du prototype III

Le troisième prototype a été premièrement fait dans Solidworks. Le prototype a été modifié afin de n'avoir qu'un seul trou à faire. Ceci baissera la faiblesse présente dans la pièce. Afin d'assembler les blocs modulaires un à côté de l'autre, un boulon sera inséré dans le trou du bloc modulaire. Afin d'assembler les blocs modulaires un par-dessus l'autre, une barre plane en acier sera ajoutée de chaque bord. Les figures ci-dessous représentent le nouveau bloc modulaire et le nouveau dessus de mobilier. Des images du prototype réel sont aussi présentes. Par conséquent, certaines configurations n'ont pas pu être faites en raison d'un manque de béton.

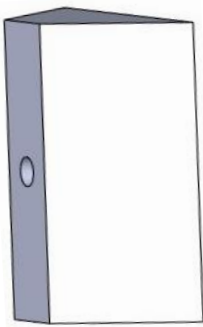


Figure 1 : Bloc modulaire

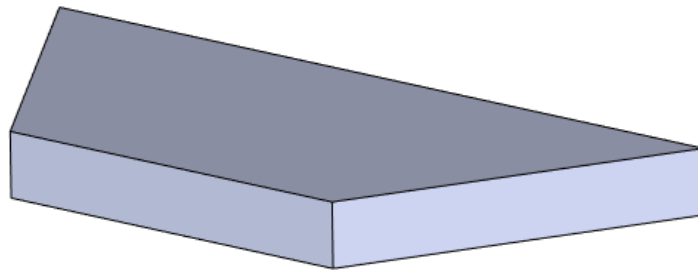


Figure 2 : Dessus du mobilier

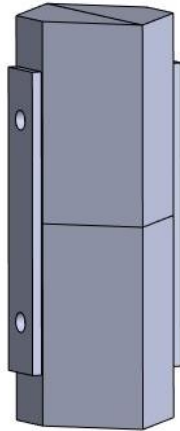


Figure 3 : Support pour table assemblée



Figure 4 : Essai du blocs modulaires, prototype réel



Figure 5 : Essai du support pour banc, prototype réel



Figure 6 : Dessus du mobilier final, prototype réel

Afin de fixer les pattes aux dessus de mobilier, des supports en L seront ajoutée. Ceci permettra d'avoir de plus petits trous beaucoup moins intrusifs qui devrait augmenter la solidité du béton. De plus, ce type de fixation nous permet d'avoir une plus grande liberté pour l'emplacement des supports. Il est donc possible de diminuer le nombre de support pour plusieurs mobiliers. Les figures ci-dessous démontre la fixation d'une seule patte avec un dessus de mobilier, ainsi que les emplacements des différentes pattes pour les différentes configurations.

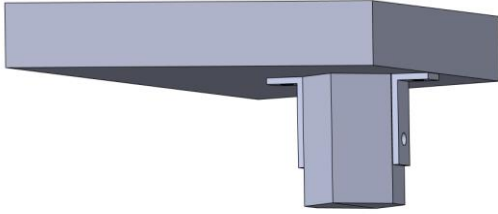


Figure 7 : Fixation d'un seul support au-dessus du mobilier

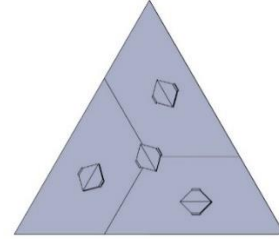


Figure 8 : Emplacement des supports pour table triangulaire

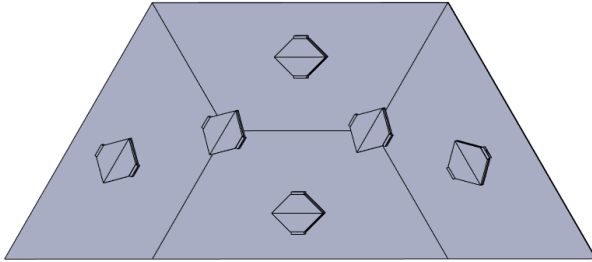


Figure 9 : Emplacement des supports pour grande table

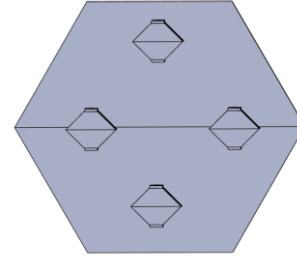


Figure 10 : Emplacement des supports pour petite table

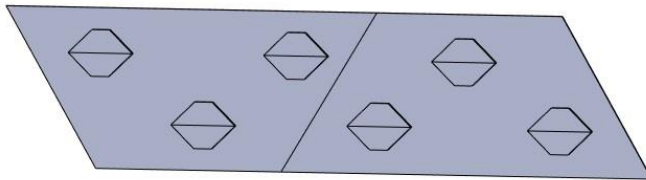


Figure 11 : Emplacement des supports pour le grand banc

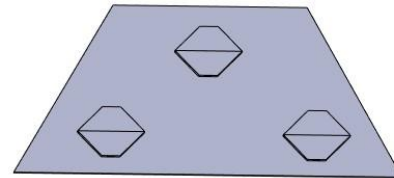


Figure 12 : Emplacement des supports pour le petit banc



Figure 13 : Fixation d'un seul support au-dessus du mobilier, prototype réel



Figure 14 : Table triangulaire, prototype réel



Figure 15 : Table avec banc



Figure 16 : Petite table, prototype réel



Figure 17 : Grand banc, prototype réel



Figure 18 : Petit banc, prototype réel

La poubelle/bac à fleur seront faite avec les blocs modulaires. Une barre plane en acier sera utilisée et fixé avec les boulons pour s'assurer que la stabilité de la poubelle est maintenue. Cette barre fera un carré qui maintiendra les blocs modulaires solidement ensemble. Afin de maintenir les blocs un par-dessus l'autre, une barre plane en acier sera utilisé comme celle pour le support. Les figures suivantes démontrent le bac à fleur ainsi que la poubelle.

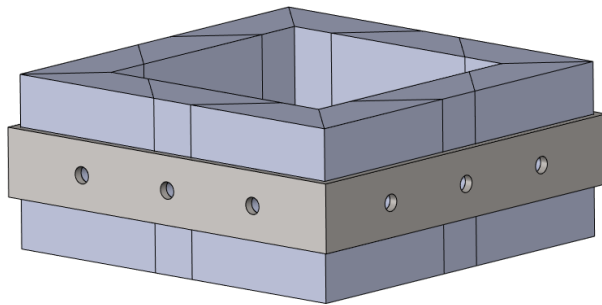


Figure 19 : Bac à fleur

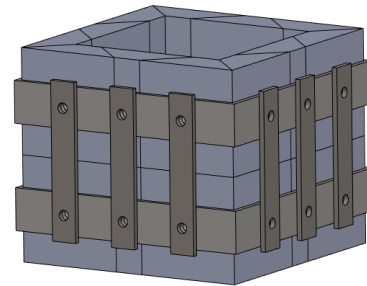


Figure 20 : Poubelle



## Développement des moules et remplissage de béton

Pour la construction des moules la première étape fut de trouver les angles exacts sur les morceaux utiliser pour leur construction. Après avoir trouvé les angles une découpe a été effectuée à l'aide d'une scie. Après la découpe on s'est aperçu qu'avec les matériaux choisis pour les moules sa construction allait être délicate. L'idée ingénieuse utilisée pour la construction fut de s'aider par un moule maître pour que les morceaux ne bougent pas et pour assurer un respect des angles découpés. Pour l'assemblage des morceaux on a commencé par percer un trou plus petit avec une mèche en raison de la fragilité des matériaux utilisés. À l'aide du premier trou placé, on a agrandi ce trou avec une tête de vis pour pouvoir insérer notre vis. On a inséré les vis en commençant pour attacher d'abord les 4 faces de moules sans le fond. Après avoir vissé ensemble les faces sans le fond on visse en dernier le fond pour finir la construction de moule. Le béton a ensuite été coulé. Il était important de bien remplir les moules afin de s'assurer qu'il n'y ait pas de faiblesse dans le béton. Afin de s'assurer qu'il soit bien rempli, les moules ont été vibrés et des tiges de métal ont été utilisées. Afin d'avoir une belle surface, des truelles ont été utilisées, ce qui a rendu le béton lisse. Les images suivantes ont été prises lors de la fabrication des moules et lors du coulage de béton.



Figure 21 : Moules complet pour 17 blocs modulaires et 3 dessus de mobilier

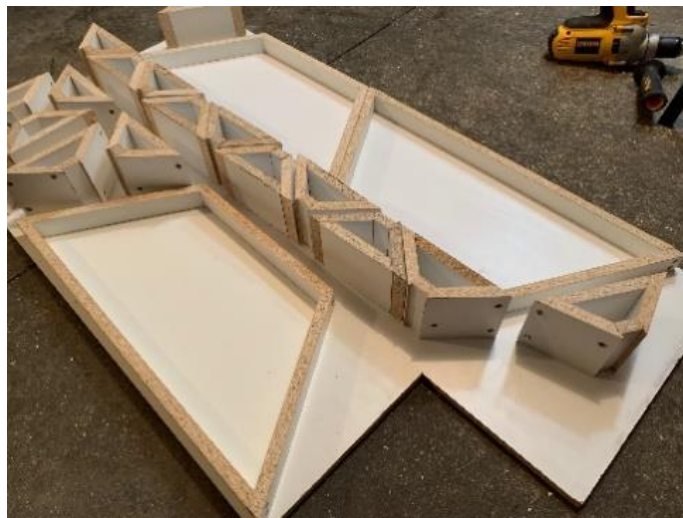


Figure 22 : Moules complet pour 17 blocs modulaires et 3 dessus de mobilier



Figure 23 : Construction des moules



Figure 24 : Construction des moules



Figure 25 : Vibration des moules



Figure 26 : Remplissage des moules



Figure 27 : Finition avec la truelle



Figure 28 : Remplissage de béton finalisé

## Analyse du prototype III

Nos blocs prototypes nous permettront de faire plusieurs configurations et ainsi prouver la fonctionnalité et l'aspect modulaire de notre design. Les figures suivantes démontrent les dimensions des blocs modulaires ainsi que les dessus de mobilier prototypes.

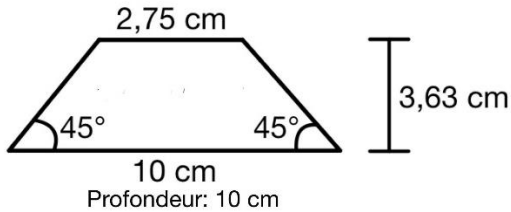


Figure 29: Bloc modulaire prototype

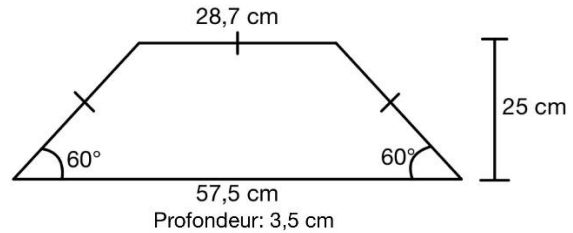


Figure 30: Dessus de mobilier prototype

Les tableaux suivants démontrent le volume de béton utilisée pour le prototype ainsi que l'aire nécessaire pour les moules. Puisque le volume de béton donnée par la compagnie Northex est de seulement 15 L, les dimensions ont dû être ajusté afin d'être en mesure de faire le plus de configuration possible. Après avoir optimisé les dimensions de notre prototype, trois dessus de mobilier et 16 blocs modulaires pourront être fait. L'aire des moules et le volume de béton ont été calculé (Annexe A). Afin de calculer la masse, une densité de 2,2 kg/L a été multipliée au volume. Les valeurs ont été synthétisée dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Volume de béton et aire des moules nécessaires

Pièce	Nombre de pièce à mouler	Volume de béton par pièce (L)	Masse (kg)	Aire d'un moule (in <sup>2</sup> )	Volume total (L)	Aire total (in <sup>2</sup> )
Bloc Modulaire	16	0,23	0,51	39,23	3,68	627,7
Dessus de mobilier	3	3,77	8,29	245,13	11,31	735,4
				Grand total	14,99	1363,1

Afin de déterminer les combinaisons de mobilier possible à prototyper, le tableau suivant énumère le nombre de blocs modulaires et de dessus de mobilier nécessaire pour les différentes configurations.

Tableau 2 : Poids et quantité de pièces des prototypes

Mobilier urbain possible	Nombre de bloc modulaires	Nombre de dessus de mobilier	Masse totale du prototype (kg)
Grande table	24	4	45,4
Petite table	16	2	24,74
Petit banc	6	1	11,35
Grand banc	12	2	22,7
Table triangulaire	16	3	33,03
Poubelle	24	0	12,24
Bac à fleur	12	0	6,12

Il sera possible de faire trois dessus de mobilier et 16 blocs modulaires afin de prouver que le prototype est fonctionnel et que les blocs peuvent bel et bien s'assembler ensemble avec stabilité. Avec le nombre de dessus de mobilier et de bloc modulaire, il sera possible de faire la petite table, la table triangulaire, le petit banc, le grand banc et le bac à fleur. La poubelle et la grande table ne pourront pas être prototyper. Il est bien de noter qu'une infinité de combinaison est possible si un nombre adéquat de blocs modulaires et de dessus de mobilier sont moulé.

## Spécifications cibles et nomenclature des matériaux

Tableau 3 : Spécification cibles

	Critères de conception	Relation (=, < ou >)	Valeur	Unité	Méthode de vérification
<b>Exigences fonctionnelles</b>					
1	Stabilité	=	oui	s.o	Essai
2	Facilité du transport	=	oui	s.o	Essai
3	Facilité de commercialisation	=	oui	s.o	Essai
4	Facilité de construction	=	oui	s.o	Essai
5	Fabricable en industries	=	oui	s.o	Essai

<b>Contraintes</b>					
<b>1</b>	Coût de production du prototype	<	100	\$CAD	Estimation (Lors de la vérification finale)
<b>2</b>	Poids par bloc	<	50	Kg	Analyse
<b>3</b>	Volume prototype	<	15	L	Analyse
<b>Exigences non fonctionnelles</b>					
<b>1</b>	Esthétique / originalité	=	oui	s.o	Essai
<b>2</b>	Simplicité du mobilier	=	oui	s.o	Essai
<b>3</b>	Polyvalence	=	oui	s.o	Essai
<b>4</b>	Temps d'assemblage	<	60	Min.	Essai
<b>5</b>	Durée de vie	>	10	Année	Essai

Tableau 4 : Nomenclature des matériaux

<b>Nom de l'item</b>	<b>Description</b>	<b>Quantité</b>	<b>Coût unitaire</b>	<b>Coût étendu</b>	<b>Lien</b>
Vis	#2 pouces de long	88	0.10\$	8.8\$	[1]
Bois MDF	Feuilles de "18 x 24" ¼ pouces d'épaisseur	4	2.50	10\$	[2]
Béton	Fourni par Northex	15 L	0\$	0\$	
Concrete adhesive	Adhésif à béton pour contact béton sur béton	946 mL	12.57\$	12.57\$	[3]
Huile végétale	Éviter l'adhésion du béton au moule	946 mL	2.99\$	2.99\$	[4]
Barre de métal	Afin d'ajouter une stabilité aux blocs modulaires	2	6.11\$	12.22\$	[5]
<b>Coût total</b>				<b>46.58\$</b>	



## **Rétroaction de client potentiel**

Client potentiel 1 : Le client a trouvé que le produit est intéressant. Il trouve la géométrie d'avantage intéressante car les possibilités sont vastes. Il salue aussi la simplicité et l'utilité du mobilier. Il a également souligné qu'il pourrait effectivement acheter le Modu-Mobi.

Client potentiel 2 : Le client a aimé que le concept généré par notre équipe. Il a apprécié la polyvalence d'usage du concept. Il a aussi souligné que le fait que les blocs doivent être assemblés par vis ne dérange pas dans la mesure où la géométrie est très flexible mais aussi que l'on ne va pas vouloir forcément chaque jour changer l'aménagement ou la disposition du mobilier.

Client potentiel 3: Le client a beaucoup apprécié l'idée d'assemblage du prototype il a trouvé que l'idée était originale et que c'était intéressant de voir que le mobilier est à la fois modulable mais aussi solide grâce à l'idée des barres de fer. De plus, le fait que le mobilier soit sur-mesure, c'est-à-dire, que nous pouvons décider de l'architecture et l'adapter à nos envies, a accentué l'intérêt du client envers ce dernier.

## **Plan d'essai du prototype**

### **Pourquoi est-ce qu'on fait cet essai?**

Le prototypage est la partie qui vient après l'idéation dans la pensée conceptuelle. En effet, cette dernière sert à construire une solution basée sur la rétroaction de notre partenaire.

### **Description des objectifs de l'essai**

#### **Quels sont les objectifs spécifiques de l'essai?**

C'est sur ces faits que l'objectif du prototypage est de communiquer afin de mieux comprendre ce que l'on attend de nous et de pouvoir concevoir un meilleur prototype physique de la solution.

#### **Qu'est-ce qu'on peut apprendre ou communiquer exactement avec ce prototype?**

Avec ce prototype, on peut innover. Effectivement, le prototype n'est pas seulement un moyen de valider notre idée, il nous permet de penser et d'apprendre. Le prototype va nous permettre de simuler les contraintes auxquels nos mobiliers seront soumis.

#### **Quels sont les types de résultats possibles?**

En ce qui concerne notre prototype, nous verrons les résultats après que nous ayons fait les tests.

## **Comment est-ce que ces résultats vont aider à prendre des décisions?**

En se focalisant sur les critères de conceptions et leur importance nous pourrons choisir le concept le mieux adapté.

## **Quels sont les critères de succès ou d'échec de l'essai?**

Les essais aident à éviter les défauts de conceptions et à assurer la bonne fonctionnalité du projet. Les critères afin de faire un bon essai, c'est tout d'abord choisir un concept, une méthode d'essai (simulation, prototype physique, etc...) et enfin effectuer l'essai et interpréter les résultats.

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

### **Description du type de prototypage**

Nos prototypes seront des moules dans lesquels on va couler le béton. Ces blocs de béton seront des modèles réduits qui pourront par la suite être assembler et donner une représentation fidèle des modèles de mobilier qui peuvent être fabriqué à grande échelle.

### **Description du processus d'essai**

On aura un seul essai pour couler le béton dans les moules et effectuer l'assemblage des blocs. Cela étant dit pour s'assurer que les moules de béton sont fonctionnels on prévoit de concevoir les dimensions et différents angles entrant en jeu dans un logiciel de modulation 3D pour établir les mesures précises. Par après on compte affiner les composantes pour que les moules puissent répondre aux lois physiques auxquels ils seront soumis du au coulage de béton. Des calculs seront effectués pour confirmer que les moules sont résistants avant de couler le béton.

### **Qu'est-ce qui sera mesuré?**

Pour répondre aux critères de conceptions, on aura à mesurer les longueur et angles des mobiliers, on attribuera des points au produit selon qu'il réponde ou pas aux critères de conceptions fixés. Aussi pour la fabrication des moules on mesurera le prix des matériaux conformément aux budgets du projet. Également pour s'assurer que les moules sont résistants au coulage de béton on aura à calculer les forces auxquels ils seront soumis lors du coulage.

### **Qu'est-ce qui sera observé et comment est-ce que se sera documenté?**

Ce qui sera observé sera comment le bloc modulaire interagi avec d'autres blocs modulaires identique. Comment les formes se joignent ensemble pour créer d'autres formes plus grandes et complexes. Il sera aussi plus facile de visualiser un bon moyen de joindre les morceaux ensemble. Le tout sera documenté avec des notes et mis au propre dans un document.

## Quels matériaux sont requis et l'estimation de leurs coûts approximatifs?

Les matériaux requis sont: une feuille de mélamine de dimension 4'x8' avec 3/4" d'épaisseur pour un coût de 70\$, du ciment fourni par la compagnie Northex pour un coût de 0\$, de l'adhésif de béton pour un coût de 13\$, un paquet de vis de 8 pièces de 2-1/2 pouces de long qui nous coûtera 8\$ et pour terminer de l'huile végétale de 946 ml.

## Quel travail doit être fait?

Nous allons créer des modèles 3D dans le logiciel de modélisation 3D. Ces modèles 3D nous permettront d'avoir un aperçu plus concret des modèles réduits avec une fidélité des mesures. Par la suite notre équipe construira les moules en bois. Ces moules permettront d'accueillir le béton et après démoulage, les blocs de béton seront assemblés.

## Comment est-ce que cela va se passer?

### Combien de temps est-ce que l'essai va prendre et quelles sont les dépendances?

Notre processus d'essai comprend 3 prototypes des modèles de mobilier. Chaque prototype sera implémenté et affiné grâce aux rétroactions diverses qu'on recueille après chaque essai de prototype. Les rétroactions reçues après chaque rencontre avec le client permettront d'affiner les prototypes et de créer un prototype final. Avec cela expliqué il est normal de conclure que chaque prototype est dépendant du précédent et de la rétroaction fournie par le client. Le délai estimé par notre équipe a un maximum de 40 jours.

## Diagramme de Gantt

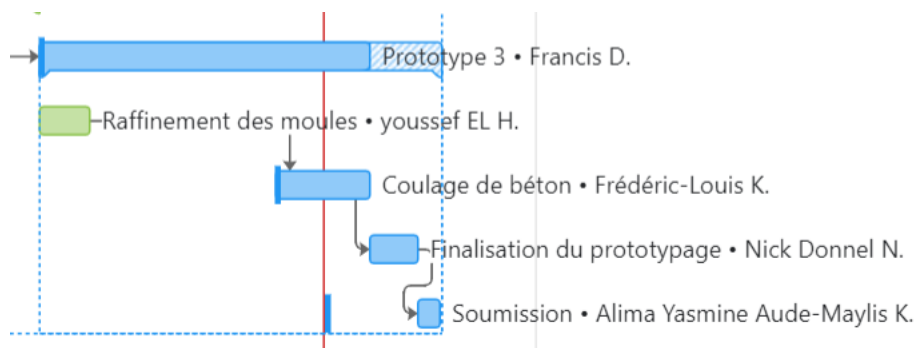


Figure 31 : Diagramme de Gantt des essais



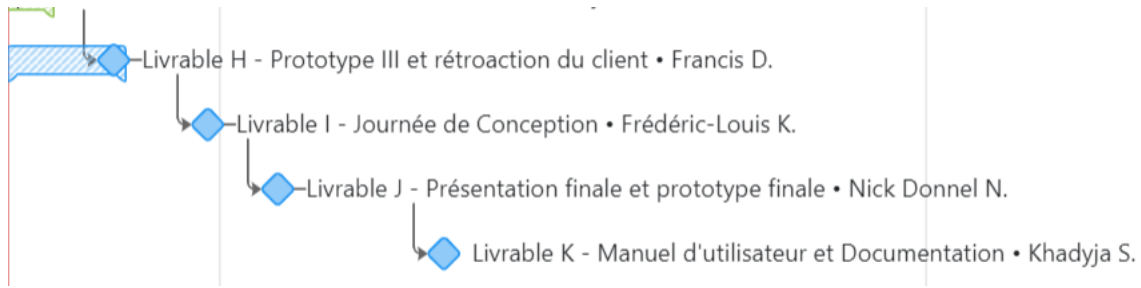


Figure 32 : Diagramme de Gantt pour les livrables

**Quand est-ce que les résultats sont requis? Et qu'est-ce qui dépend des résultats de cet essai dans le plan du projet?**

Les résultats sont requis avant les rencontres avec le client, afin de pouvoir avoir des rétroactions et améliorer le produit.

**Conclusion**

Pour conclure, après révision de la méthode d'assemblage de nos moules, nous avons pu finaliser le développement de notre prototype final. Ainsi dans ce rapport nous présentons les modifications apportées ainsi que nos moules physiques. Par la suite, nous entamerons le coulage du béton afin de réaliser nos produits finaux.

## Références

- MakerLab, «Vis de bois à tête plate,» Université d'Ottawa, [En ligne]. Available:
- 1] [https://edu-makerlab.odoo.com/fr\\_CA/shop/product/vis-de-bois-a-tete-plate-75?search=vis+#attr=385,390](https://edu-makerlab.odoo.com/fr_CA/shop/product/vis-de-bois-a-tete-plate-75?search=vis+#attr=385,390). [Accès le 6 Mars 2022].

MakerStore, «MDF,» MakerStore, 2019. [En ligne]. Available:

  - 2] <https://makerstore.ca/shop/ols/products/mdf/v/M003-1-4-12-NCH>. [Accès le 6 Mars 2022].

The Home Depot, «SAKRETE Concrete Adhesive, 946 mL,» Home Depot, [En ligne]. Available: <https://www.homedepot.ca/product/sakrete-concrete-adhesive-946-ml/1000480322>. [Accès le 6 Mars 2022].

  - 3]

Larry the Liquidator, «Vegetable oil Selection 946 mL,» Larry the Liquidator, [En ligne]. Available: [https://www.larrytheliquidator.ca/products/vegetable-oil-selection-946-ml?variant=42427419459839&currency=CAD&utm\\_medium=product\\_sync&utm\\_source=google&utm\\_content=sag\\_organic&utm\\_campaign=sag\\_organic](https://www.larrytheliquidator.ca/products/vegetable-oil-selection-946-ml?variant=42427419459839&currency=CAD&utm_medium=product_sync&utm_source=google&utm_content=sag_organic&utm_campaign=sag_organic). [Accès le 6 Mars 2022].

  - 4]

Seton, «Asphalt Rebar Spikes,» Seton, [En ligne]. Available:

  - 5] [https://www.seton.ca/asphalt-rebar-spikes-16005d.html?utm\\_campaign=PC-04-TrafficControl\\_CatchAllSmartShopping\\_Seton\\_PLA\\_NB\\_NC\\_Google\\_CA&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_term=&matchtype=&device=c&adgroupid=Catch+All+-+New+Hierarchy&gclid=CjwKCAiAgbiQBh](https://www.seton.ca/asphalt-rebar-spikes-16005d.html?utm_campaign=PC-04-TrafficControl_CatchAllSmartShopping_Seton_PLA_NB_NC_Google_CA&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_term=&matchtype=&device=c&adgroupid=Catch+All+-+New+Hierarchy&gclid=CjwKCAiAgbiQBh). [Accès le 6 Mars 2022].

FB34, «Gantt Chart of group FB34,» Wrike, [En ligne]. Available:

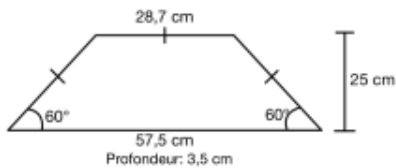
  - 6] <https://www.wrike.com/open.htm?id=830046363>. [Accès le 27 Mars 2022].

# Annexe

## Annexe A

### Grandeur Prototype

#### Dessus du mobilier



#### Aire du moule

$$A = \frac{28,7 + 57,5}{2} \times 25 = 1072,5 \text{ cm}^2 - \text{Fond}$$

$$A = 28,7 \times 3,5 + 57,5 \times 3,5 = 301,7 \text{ cm}^2 - \text{Côté}$$

$$A = 2 \times 28,9 \times 3,5 = 202,3 \text{ cm}^2 - \text{Côté}$$

$$\text{Aire total du moule} = 1576,5 \text{ cm}^2$$

#### Volume de béton

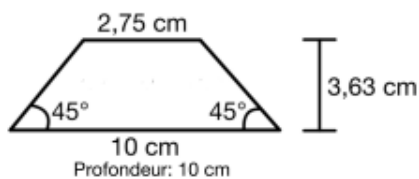
$$V = 1072,5 \times 3,5 = 3753,75 \text{ cm}^3$$

$$V = 3,75 \text{ L}$$

Total pour 3 dessus

$$3 \times 3,75 \text{ L} = 11,25 \text{ L}$$

#### Blocs modulaires



#### Aire du moule

$$A = \frac{2,75 + 10}{2} \times 3,63 = 23,1 \text{ cm}^2 - \text{Fond}$$

$$A = 2 \times 5,12 \times 10 = 102,5 \text{ cm}^2 - \text{Côté}$$

$$A = 10 \times 10 + 2,75 \times 10 = 127,5 \text{ cm}^2 - \text{Côté}$$

$$\text{Aire total du moule} = 253,1 \text{ cm}^2$$

#### Volume de béton

$$V = 23,1 \times 10 = 231 \text{ cm}^3$$

$$V = 0,231 \text{ L}$$

Total pour 16 pattes

$$16 \times 0,231 \text{ L} = 3,696 \text{ L}$$