

Livrable G : Prototype II et rétroaction du client

GNG 1503 – Génie de la conception  
Faculté de génie – Université d'Ottawa

MATHIEU TREMBLAY, ANAÏS CIRINE HACENE, CHRISSE INANGORORE,  
OUMAIMA HASSOUNI, SÉBASTIEN SABER

Mars 13, 2022

## Résumé

Dans ce livrable, il est de notre devoir de détailler notre prototype 2 et l'ajuster en fonction de la rétroaction du client lors de la rencontre n° 3. Nous avons choisi de travailler avec un type de moule pour tout notre projet. Nous sommes à l'étape de concevoir notre prototype 2 réelles l'aide du même matériaux que le prototype final et outils. Nous allons discuter de tous les aspect technique de notre prototype, tells. Pour terminer, un plan d'essai pour le prototypage sera mis en place en déterminant le pourquoi de l'essai, comment il sera fait ainsi que quand est-ce qu'il sera fini. Nous avons aussi mis à jour notre diagramme de Grantt dans Wrike.

## Table des matières

<b>RÉSUMÉ .....</b>	<b>2</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES.....</b>	<b>3</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>2 SPÉCIFICATION CIBLES.....</b>	<b>5</b>
<b>3 PROTOTYPE 2 .....</b>	<b>6</b>
<b>4 R ÉTROACTION DU CLIENT ET UTILISATION DE COMMENTAIRE.....</b>	<b>7</b>
<b>5 MODÈLE ANALYTIQUE.....</b>	<b>8</b>
<b>6 PLAN D'ESSAI DE PROTOTYPE .....</b>	<b>9</b>
<b>POURQUOI EST-CE QU'ON FAIT CET ESSAI? .....</b>	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>DESCRIPTIONS DES OBJECTIFS DE L'ESSAI .....</b>	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>QU'EST-CE QU'ON VA FAIRE ET COMMENT? .....</b>	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>COMMENT EST-CE QUE CELA VA SE PASSER? .....</b>	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>7 CONCLUSIONS, RECOMMANDATIONS ET TRAVAIL FUTUR .....</b>	<b>15</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Relation des critères.....	5
----------------------------------------	---

# 1 Introduction

Le but de nos livrables est de concevoir un mobilier urbain ou un pontage. Ceux-ci doivent être composés d'au moins 90 % de béton écoresponsable. Dans ce livrable, nous allons développer notre deuxième prototype avec le même matériel et outils pour notre prototype 3, pour évaluer et analyser les si tous les composante fonctionne bien et analyser s'il vas être un moule simple et réutilisable. Il est important que notre prototype final soit fonctionnel alors lors de ce livrable, nous allons analyser différent aspect qui ont un impact sur nos prototypes, tels que le « Pourquoi » et les « Quoi », « Comment » et « Quand » de l'analyse et la rétroaction que nous avons recueillie à travers le projet et notamment la rétroaction reçu lors de la rencontre 3 avec le client. Nous allons utiliser ceci davantage pour développer un plan de test de prototype qui répond à tous les critères mentionner. Tout ou long du livrable, nous allons appliquer toutes nos connaissances acquises dans ce cours et des connaissances antérieures pour réaliser un projet détailler et concis. Nous allons expliquer notre raisonnement pour ce type de prototype et tous les aspects techniques en jeu.

## 2 Spécifications cibles

Tableau 1 : Relation des critères

TABLEAU 1 : RELATION DES CRITÈRES

	<b>Critères de conception</b>	<b>Relation (=, &lt; ou &gt;)</b>	<b>Valeur</b>	<b>Unités</b>	<b>Méthode de vérification</b>
	<b>Exigences fonctionnelles</b>		(Longueur x largeur x hauteur)		
1	Dimensions montées du banc	=	(75 x 18,5 x 22,5)	cm	Analyse
2	Dimensions montées du moule	=	(37,5 x 11,25 x 9,25)	cm	Analyse
	<b>Contraintes</b>				
1	Coût	=	100	\$	Estimation, vérification finale
2	Faisabilité	=	Oui	s.o.	Analyse
3	Composition du béton (prototype)	≤	0.015	m <sup>3</sup>	Analyse, essai final
	<b>Exigences non fonctionnelles</b>				
1	Esthétique	=	Oui	s.o.	Essai
2	Emplacement	=	Oui	s.o.	Analyse
3	Respecte l'environnement	=	Oui	s.o.	Analyse
4	Matériel	=	Oui	s.o.	Essai
5	Entretien	=	Oui	s.o.	Essai

### 3 Prototype 2

L'objectif de ce prototypage est de créer une version réelle de notre moule final en utilisant les mêmes matériaux et outils que nous allons utiliser pour notre prototype final. Le but de ceci est de pouvoir analyser tous les enjeux qui pourront en avoir lieu avec l'assemblage de notre moule et comment couler le béton/le sortir du moule. Un prototype réel fait avec les mêmes matériaux nous donne une bonne idée de notre prototype final et nous permet d'éliminer tout risque avant une plus grande production de notre produit. En réalisant ce prototype, nous avons fait face à des difficultés à relier et à couper le bois dans certaines façons. Ce prototype nous a permis de prendre le temps et d'analyser/développer des façons de couper le bois plus efficacement et parfaitement.



Nous avons pu être capable de faire notre moule sans trop de difficulté une fois que tout a été analysé en profondeur. Nous avons coulé de l'eau dans notre moule pour voir s'il y a une place d'échappement mais il n'y avait pas donc le béton devrait bien rester à l'intérieur. Nous avons essayé de congeler l'eau pour simuler l'expérience avec le béton, mais ceci n'a pas fonctionné pour quelque raison. La première est que nous n'avons pas un congélateur assez grand pour ceci, et la deuxième est que la température dehors changeait assez souvent que, malgré plusieurs jours, l'eau n'a pas gelé. Évidemment on pourrait avoir acheté une autre substance que de l'eau, mais lors de la planification, on voulait garder cette étape avec des frais aussi petits que possible. Cependant, on prédit que notre glace devrait être gelée par la fin de la journée du 14 mars, qui nous permet de voir comment tout fonctionne avant qu'on commence à produire tous nos autres moules le 15 mars. De plus, notre plus grande inquiétude a été vérifiée lors de ceci, notamment la possibilité d'écoulement d'eau.

## 4 Analyse et utilisation des commentaires

Dans notre dernière rencontre client qui avait lieu le 8 mars, on a reçu des commentaires positifs, l'utilisateur nous a félicités pour notre travail, on avait préparé un concept d'un banc avec une jardinière avec différentes versions, la version 3 est la préférée en raison de sa structure simple, esthétiquement beau, attrayant, fait preuve à l'originalité, et une jardinière permet de mettre en valeur les plantes qui pourront être mises dans les différents espaces encastrés du meuble, le produit est fourni par 4 blocs de base, sans dalle de béton, on a choisi d'ajouter un trou de l'un des côtés d'un des blocs.

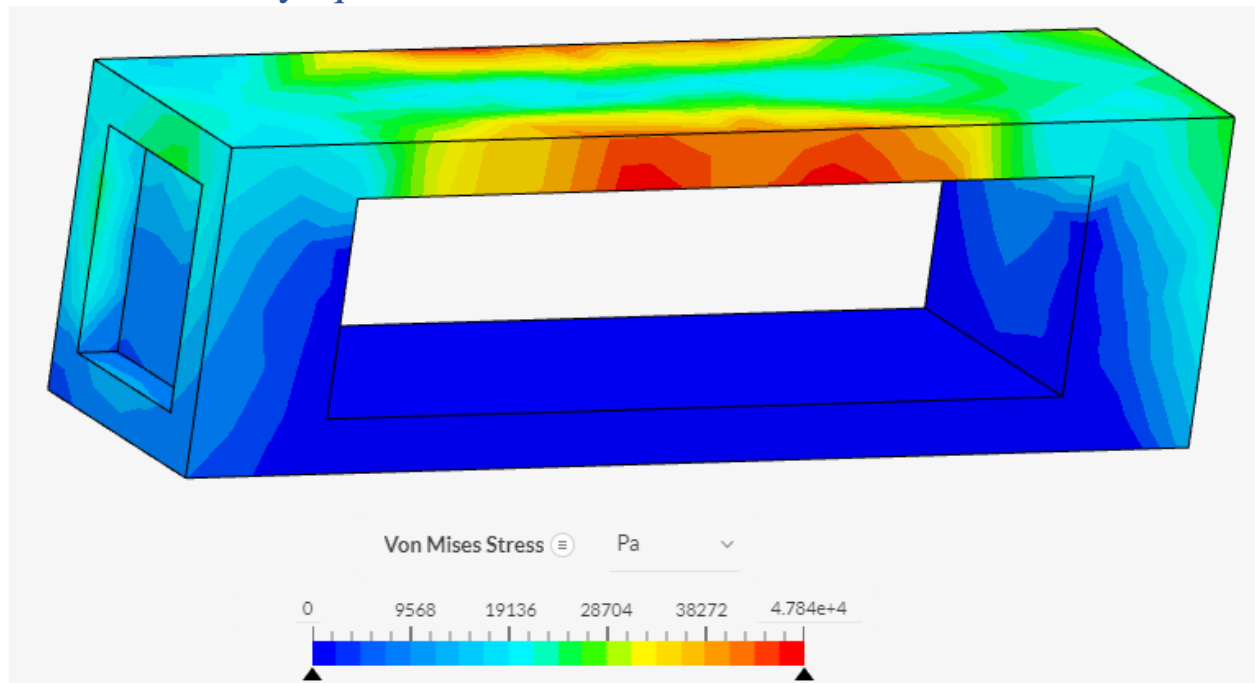
L'utilisateur nous a demandé de justifier les dimensions des moules qu'on a choisis, et de montrer comment le produit va être monté sur l'échelle réelle, comme il nous a demandé de faire le coffrage.

La troisième rencontre, et qui était la dernière nous a aidés pour avancer dans le projet, et développer les idées créatives concernant la version préférée du client.

## 5 Commentaire recueilli

Nous avons obtenu la rétroaction d'une amie concernant les différents assemblages de notre conception détaillée. L'assemblage 3 est celui préféré en raison de sa structure en L qui rappelle le concept d'un grand nombre de canapés, ce qui le rend invitant pour s'y asseoir. De plus, le design moderne et branché du meuble caractérisé par une décoration simpliste, une structure d'une forme droite et épurée permet de mettre en valeur les plantes qui pourront être mises dans les différents espaces encastrés du meuble. De même pour les planches de bois rappelant un esprit de nature avec les plantes, mais elles peuvent encombrer un peu le banc. Mêlant modernisme, nature et design épuré, ce banc s'intégrera parfaitement dans un décor urbain. Les commentaires du client nous ont aidés à aboutir à un assemblage plus spacieux que celui choisi avant la rencontre, ainsi que de mettre en place un système ayant un espace au centre pour laisser l'option de mettre les plantes ou un panneau solaire par exemple, mais pouvant aussi simplement être un espace. De même avec les rectangles sur les côtes des rectangles qui peuvent soit être utilisés pour y mettre des panneaux solaires où en tant que décorations. Le système pourrait aussi devenir un sous-système et former un assemblage comme ce que nous avons fait, c'est-à-dire favoriser la réutilisation du même système principal. Quant à la rétroaction de notre amie, ça nous pousse à viser la modernité avec la simplicité ainsi que l'illusion au confort.

## 6 Modèle analytique



À l'aide du logiciel SimScale, nous avons importé notre modèle CAO de Onshape pour pouvoir évaluer les points à risque dans notre projet et s'il est capable de soutenir une grande pression. Après la simulation, on peut observer que notre banc peut confortablement soutenir une pression interne de 30 000 Pa, qui peut être influencé par des facteurs externes ce qui est amplement suffisant pour trois personnes voire quatre d'environ 50kg chacune.

$$F = gm = 9,81 \times 50 = 490,5 \text{ N}$$

$$P = F/S = 490,5 / (1,85 \times 3,75) = 70,7 \text{ Pa}$$

Étant donné que 30 000 Pa est suffisant pour plus de 100 personnes, dans notre cas cela nous convient, même avec une masse allant jusqu'à 200 kg.



## 7 Premier plan d'essai de prototype

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

*Ceci est une introduction. Donnez les raisons pour l'essai en fournissant assez d'informations pour pouvoir justifier les raisons pour lesquelles le prototypage **est même requis**. En général, est-ce que l'**objectif** est d'apprendre, de communiquer, de diminuer le risque, etc. ?*

Ce prototype est une version simplifiée de notre solution finale, il permet de réduire l'investissement en temps et en argent, permet le contrôle d'aspect précis du concept et à simplifier les tâches d'analyse. Cependant, l'objectif du prototype est de réduire l'incertitude, avoir un but bien défini aide à assurer le succès. Les prototypes peuvent être utilisés pour apprendre davantage ou mieux comprendre un problème. Communiquer ou obtenir la rétroaction des utilisateurs, réduire le risque associé à un aspect particulier. Aussi pour mesurer la performance, souvent de la fonctionnalité globale d'un concept.

### Description des objectifs de l'essai

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

L'objectif spécifique de faire des essais de concept est de prendre des décisions : d'avancer ou de ne pas avancer, d'identifier le marché à intégrer, faire une sélection parmi plusieurs concepts, confirmer la décision du concept choisi, faire l'étalonnage, la sollicitation ou génération des idées pour améliorer le concept, aussi faire des prévisions de la demande, faire la vérification des hypothèses et simplifications et de vérification si le produit est prêt à être lancé.

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

Avec le prototype, on pourra apprendre davantage ou mieux comprendre un problème. Par exemple, nous avons utilisé un dessin comme une sorte de prototype préliminaire afin de nous aider à démontrer notre concept, à vendre notre produit. Aussi, on peut communiquer d'une façon visuelle notre prototype et cela est plus intéressant pour les compagnies qui sont intéressées d'acheter notre produit et permet aussi à notre client d'ajouter des idées pour améliorer notre produit.

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

Certains résultats possibles sont que notre produit sera fonctionnel, efficace. On pourrait aussi avoir une confirmation sur la solidité de notre produit. On peut aussi s'attendre qu'il y ait des imprévus ou que certaines pièces ne soient pas fonctionnelles. Ainsi, nous serions amenés à changer certaines configurations de notre concept.

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

Ces résultats nous permettront d'envisager de changer des matériaux s'ils ne s'assemblent pas. Si les résultats nous y obligent, nous serons amenés à changer les dimensions (poids supporté, largeur x longueurs autorisées, masse de la conception). L'essai nous permettra de visualiser notre concept dans sa forme la plus réaliste, ainsi nous allons pouvoir évaluer s'il répond aux normes de sécurité. Nous allons également pouvoir tester si les pièces sont suffisamment soudées entre elles, car notre banc sera accessible au public de tout âge et de toutes intentions. Enfin, ces résultats nous permettront d'ajouter des designs, de modifier les dimensions, les matériaux... ou de changer les concepts si l'on en ressent le besoin.

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

#### Tableau des critères de succès

<b>Numéro</b>	<b>Critères de succès</b>
1	Le banc est solide
2	Les pièces sont soudées entre elles et difficilement désassemblées
3	Les matériaux sont fonctionnels et encastrables
4	Le béton recyclé compose 90 % de béton recyclé
5	Le banc est esthétique et simple
6	Le banc est confortable
7	Les moules sont polyvalents
8	Les moules sont réutilisables et durables
9	Les panneaux solaires et les batteries nous permettent de transformer et distribuer de l'énergie électrique par une prise USB.
10	Le banc est capable de supporter au moins le poids de 4 personnes

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

*Décrivez le **type** de prototype (p. ex. ciblé ou compréhensif) et la raison de votre choix de ce type de prototype.*

Au début, notre type de prototype sera physique et sera un peu penché du côté ciblé. Mais lorsque nous créerons les autres prototypes, on penchera de plus en plus du côté complet (compréhensif). Au tout début, nous allons faire la mise en œuvre des attributs de notre produit. De plus, étant un prototype ciblé, on peut répondre à des questions précises à propos de nos choix de sous-systèmes. Nous avons choisi ce type de prototype puisque nous ne sommes pas prêts à faire des essais rigoureux et nous sommes au point de commencer à choisir à intégrer nos sous-systèmes pour en créer plusieurs.

*Décrivez le processus d'essai avec assez de détails pour permettre à quelqu'un d'autre que vous de construire et d'essayer le prototype.*

Notre processus d'essai consistera de commencer par regarder les pièces des sous-systèmes pour vérifier leurs étanchéités pour s'assurer qu'il n'y a pas de défaut apparent et structurel. Après cela, nous allons tester l'adhésion du mortier qui collera nos morceaux ensemble afin de s'assurer que ceux-ci sont bien collés et qui ne sera pas facile à briser ou enlevé. Nous allons ensuite tester le banc dans son ensemble pour nous assurer qu'il est solide en mettant beaucoup de poids dessus pour s'assurer qu'il ne se brisera pas. Finalement, nous allons tester le banc pour le confort afin de nous assurer qu'il sera confortable pour les gens qui l'utiliseront. Nous allons aussi vérifier toutes les recommandations des villes pour accommoder les différents règlements dans différentes villes. Il est aussi important de noter que des tests seront effectués sur le béton pour s'assurer que celui-ci sera conforme aux normes. Dans cet essai, nous avons construit notre moule en bois et l'avons entouré d'une fine couche de plastique, nous avons alors rempli le moule d'eau et l'avons laissé congeler à l'extérieur à une température de  $-5$  degrés C.

*Qu'est-ce qui sera **mesuré** ?*

Les moules, les pièces et le banc seront mesurés. Nous devons concevoir notre mobilier avec 90 % de béton alors nous allons mesurer des ratios pour respecter cette contrainte. De plus, nous allons aussi prendre des mesures pour créer notre prototype avec un ratio plus petit pour créer notre prototype. Finalement, nous allons devoir prendre des mesures pour comparer des bancs déjà sur le marché afin d'avoir une bonne idée des dimensions que nous allons prendre pour notre concept ainsi que le poids que peut supporter notre banc.

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

Au long de notre conception, nous allons surtout observer l'esthétique de notre banc, mais nous allons aussi observer des facteurs qui pourraient améliorer notre banc, mais aussi nuire. Dans le cas où un facteur nuit, nous allons le documenter et apporter des modifications pour le prochain prototype. Étant donné que nous avons trois prototypes à présenter, ceux-ci nous permettront de documenter des facteurs comme la couleur adéquate, l'emplacement des modules décoratif, le choix des décorations ou des plantes, l'efficacité de notre moule, etc. Nos documentations seront prises pendant la conception et pendant les tests. Nous allons noter nos notes avec une tablette intelligente ou simplement avec un papier et un crayon.

*Quels matériaux sont requis et quelle est l'estimation de leurs coûts approximatifs ?*

Un tableau qui illustre les matériaux requis ainsi que l'estimation de leurs coûts approximatifs est joint ci-dessous. Les matériaux requis pour notre conception seront le béton, le mortier, possiblement du bois pour que les personnes s'assoient. Notre revêtement de bois aura un coût approximatif de 10 \$. Nous allons possiblement utiliser un panneau solaire dans notre conception, mais celui-ci n'aura pas de coût puisque nous allons seulement intégrer un creux sur un côté du banc comme ça l'acheteur aura l'option d'ajouter le panneau ou non. Nous allons probablement ajouter de la terre et des plantes à notre concept, une estimation de 10 \$ pour notre prototype final. Le béton sera fourni donc on n'aura pas de dépense pour le béton. Pour l'un des concepts, on aurait besoin d'un poteau cylindrique de métal, un coût d'environ 15 \$ est à envisager. Il y aurait aussi un prix relié à une batterie et des fils électriques qui viennent avec notre panneau solaire et à la prise USB, mais cela ne sera probablement pas inclus dans notre prototype final. Nous aurons aussi des dépenses pour créer nos moules, donc pour les moules nous aurons besoin de l'huile de moteur, du bois, des morceaux de métal et des vis/boulons. Le bois pour les moules coûtera environ 30 \$, les morceaux de métal environ 15 \$, les vis/boulons environ 8 \$ et l'huile à moteur environ 8 \$. Cela nous fait un total de 96 \$.

Tableau qui illustre les matériaux requis ainsi que l'estimation de leurs coûts approximatifs

Numéro	Matériaux requis	Estimation de leurs coûts approximatifs
1	Revêtement de bois	10 \$
2	Panneau solaire	Optionnel (coût déboursé par l'acheteur)

3	Terre et plantes	10 \$
4	Bois	50 \$
5	Vis/boulons	8 \$
6	Huile à moteur	8 \$
	Total approximatif	86 \$

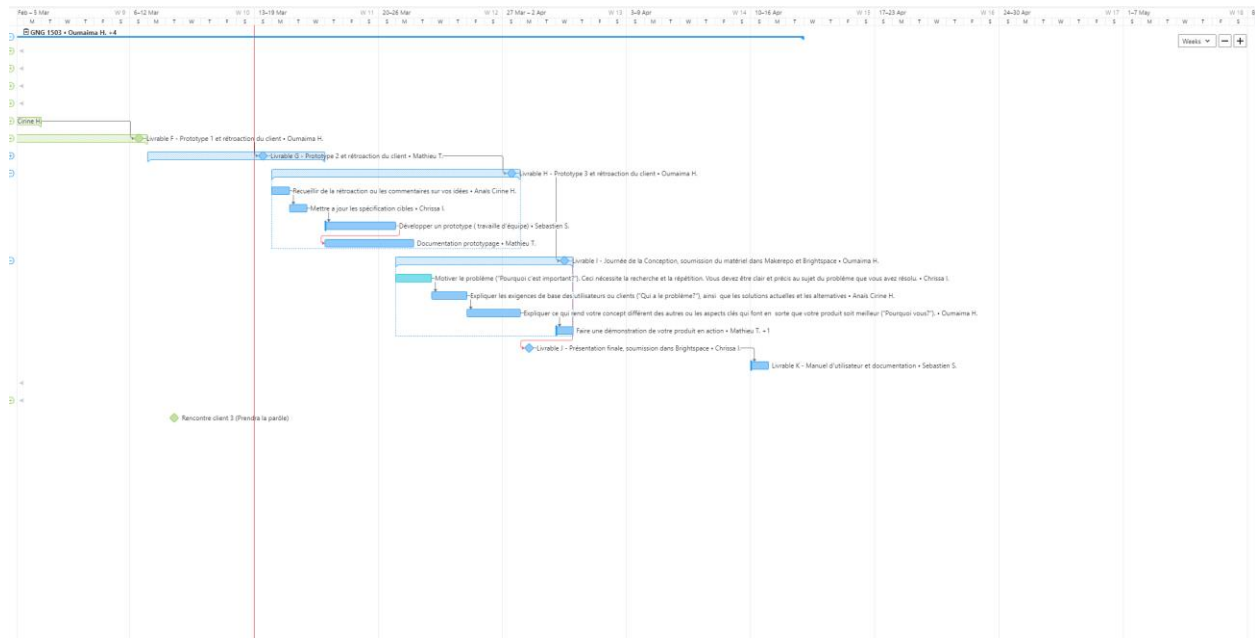
*Quel travail (p. ex. logiciel d'essai ou travail de construction ou de modélisation ou de recherche) doit être fait ?*

Le travail de construction sera fait à partir de Onshape, une application de modélisation 3D. Nous avons choisi cette application, car nous nous y sommes pratiqués depuis plus de 4 semaines et il est facile à utiliser. D'ailleurs, il évalue les dimensions autres que celles qu'on choisit telles que le volume, la masse, la superficie, on peut aussi y calculer la force. On y concevra les formes de moules, les matériaux à assembler et les parties en béton à fabriquer.

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

*Combien de temps est-ce que l'essai va prendre et quelles sont les **dépendances** (c.-à-d. qu'est-ce qui doit arriver avant de pouvoir faire l'essai) ?*

L'essai prendra 1 à 2 semaines, en raison du temps accordé par le cours de GNG 1503. Pour parvenir à l'essai, il faudra choisir les dimensions de notre concept, le concevoir sur notre application de modélisation et ensuite acheter les matériaux à assembler. Pour ce deuxième essai, on construira le moule (environ 3h) et ensuite nous laisserons l'eau geler (12h). Pour le troisième essai, lorsque les moules seront approuvés, il faudra faire le contrôle du béton reçu par l'entreprise Northex Environnement. Enfin, il faudra faire couler le béton dans nos moules et faire l'essai. Ces étapes dépendent de l'une à l'autre.



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

Dans le plan du projet, notre conception finale, son esthétique, ses dimensions, ses matériaux, etc. dépendent de cet essai. En effet, suite au précédent essai, nous avons décidé de garder les dimensions du moule. À l'essai suivant, nous pourrions envisager de changer des matériaux s'ils ne s'assemblent pas à notre concept par exemple si le panneau solaire ne s'intègre pas à notre conception en béton ou qu'il est impossible d'incruster une prise électrique. Si les résultats nous y obligent, nous serons amenés à changer les dimensions (poids supporté, largeur x longueurs autorisées, masse de la conception). L'essai nous permettra de visualiser notre concept dans sa forme la plus réaliste, ainsi nous allons pouvoir évaluer s'il répond aux normes de sécurité. Nous allons également pouvoir tester si les pièces sont suffisamment soudées entre elles, car notre banc sera accessible au public de tout âge et de toutes intentions. Enfin, cet essai nous permettra d'ajouter des designs, si l'on en ressent le besoin. Toutes ces modifications dépendent des résultats de notre essai. Ces résultats sont requis avant la soumission du livrable G, qui aura lieu le 13 mars.

## 8 Conclusions, recommandations et travail futur

En conclusion, avec notre solution en tant que concept final, nous avons finalisé les dimensions de notre prototype en nous basant sur ce que nous avons conclu sur on Shape et le dernier livrable. Ces dimensions nous ont aidés à concevoir un mobilier urbain réel pour pouvoir bien analyser notre système et d'autre problème qui ont possiblement passé sous nos yeux. De plus, son concept est esthétique, car il peut se fondre dans la majorité des paysages urbains, il est simple et attrayant. D'ailleurs en raison de sa simplicité à concevoir, à utiliser et pour la polyvalence de nos moules ; ce concept est abordable. Nous avons aussi intégré des sous-systèmes prélevés d'autres concepts tels qu'un panneau solaire et/ou une prise électrique extérieure ainsi qu'une poubelle. Quant au budget, nous avons déterminé les prix de ce dont on aura besoin pour le prototypage que ce soient des matériaux physiques ou logistiques. Les risques ont même été évalués du plus probable au moins probable. L'étape de l'essai a bien été détaillée ainsi que ce qu'on pourrait appeler les « limites » de l'essai c'est-à-dire les critères de réussite ou d'échec.

Lien Wrike :

<https://www.wrike.com/frontend/ganttchart/index.html?snapshotId=4wOcVCml0m49DveJGVXKLwoorN1wEoUs%7CIE2DSNZVHA2DELSTGIYA>