

GNG 1503

Manuel d'utilisation et de produit pour le projet de conception

Livrable de projet K

Soumis par:

Xcellent, FB-23

Alexandre Ouellette, 300263995

George Mikhael, 300238376

Myriam Madiesse Ngounou, 300264912

Charbel Niyonkuru, 300243328

Le 10 avril 2022

Université d'Ottawa

Table des matières

Table des matières.....	ii
Liste de figures.....	iv
Liste de tableaux	v
Liste d'acronymes et glossaire.....	vi
1 Introduction.....	i
2 Aperçu.....	ii
2.1 Conventions.....	iii
2.2 Mises en garde & avertissements	iii
3 Pour commencer	v
3.1 Considérations pour la configuration	viii
3.2 Considérations pour l'accès des utilisateurs.....	viii
3.3 Accéder au système	ix
3.4 Organisation du système & navigation	ix
3.5 Quitter le système.....	3
4 Utiliser le système.....	ix
4.1 <Fonction/Caractéristique donnée>	ix
4.1.1 <Sous-fonction/Sous-caractéristique donnée>	x
5 Dépannage & assistance	xi
5.1 Messages ou comportements d'erreur	xi
5.2 Considérations spéciales	xi
5.3 Entretien	xii
5.4 Assistance.....	xii

6	Documentation du produit	xiii
6.1	<Sous-système 1 du prototype>	xviii
6.1.1	LDM (Liste des Matériaux)	xviii
6.1.2	Liste d'équipements	xix
6.1.3	Instructions.....	xx
6.2	Essais & validation.....	xxviii
7	Conclusions et recommandations pour les travaux futurs	xxx
8	Bibliographie.....	xxxix
	APPENDICES	xxxii
9	APPENDICE I: Fichiers de conception	xxxii
10	APPENDICE II: Autres Appendices	xxxiv

Liste de figures

Figure 1. Prototype final du ponceau

Figure 2. Conception CAO du ponceau et description complète de pièces

Figure 3. Première étape d'assemblage

Figure 4. Deuxième étape d'assemblage

Figure 5. Quatrième étape d'assemblage

Liste de tableaux

Table 1. Acronymes	vi
Table 2. Glossaire	vi
Table 3. Documents référencés	xxxii

.

Liste d'acronymes et glossaire

Table 1. Acronymes

Acronyme	Définition
CAO	Conception Assisté par Ordinateur

Table 2. Glossaire

Terme	Acronyme	Définition
Conception Assisté par Ordinateur	CAO	Logiciel de modélisation numérique

1 Introduction

Ce manuel d'utilisation et de produit (MUP) fournit les informations nécessaires aux travailleurs du milieu agricole pour utiliser efficacement le ponceau de béton modulaire et pour la documentation du prototype. La conception du ponceau a pour but de réduire l'enfouissement en réutilisant des sols contaminés qui sont traités pour construire le ponceau. Ce MUP explique d'abord la configuration du ponceau, puis comment l'utiliser et quoi faire en cas de défaillance.

2 Aperçu

Northex Environnement est une entreprise engagée dans la préservation de l'environnement à travers le traitement des sols contaminés à causes de divers facteurs qui peuvent être chimiques, biologiques, etc. Ces sols sont normalement enfouis ce qui est un danger environnemental pour les centres d'enfouissement et les alentours mais aussi coûteux. Northex a donc décidé d'utiliser les particules de sols contaminés pour faire du béton et ainsi éviter l'enfouissement.

Les représentants de Northex ont besoin de répondre à la demande des travailleurs du milieu agricole ; qui cherchent un ponceau de béton modulaire, qui puisse traverser des fossés et supporter le poids d'un tracteur tout en étant durable, facile à transporter et utilisable dans différentes circonstances.

Le ponceau est facile à assembler et utilisable dans diverses circonstances. Il est facile à produire à grande échelle c'est-à-dire qu'il a des moules simples. Il résiste au cycle de gel et dégel et est simple à transporter. C'est un ponceau polyvalent qui peut servir dans de multiples circonstances.

Ce ponceau est construit pour être à la fois simple et attrayant. Les culées en X et les supports centraux donnent lieu à une symétrie qui assure une stabilité optimale du ponceau. Tous les assemblages étant faits à base d'encastrement, l'installation est facile et rapide. Il peut aussi être déplacé facilement et les moules sont réutilisables.



Figure 1. Prototype final du ponceau

Ce produit est un ponceau modulaire constituée de 7 pièces dont 3 qui sont symétriques à savoir la culée en X, la base et le support central. La fonction du ponceau est de traverser un fossé d'environ 2 mètres en version réelle. Le ponceau a été construit entièrement en béton de classe F-2 fourni par Northex Environnement. Ce béton est constitué de ciment, sable et de sols traités par Northex. Le ponceau a 4 pièces principales qui sont deux bases, deux culées en X, deux supports centraux et la partie supérieure. Pour accéder au ponceau, il faut d'abord l'assembler par encastrement dans le fossé auquel il est destiné. Après cela il suffit juste de marcher dessus ou y accéder avec un véhicule ne dépassant pas le poids moyen d'un tracteur (environ 6 tonnes)''

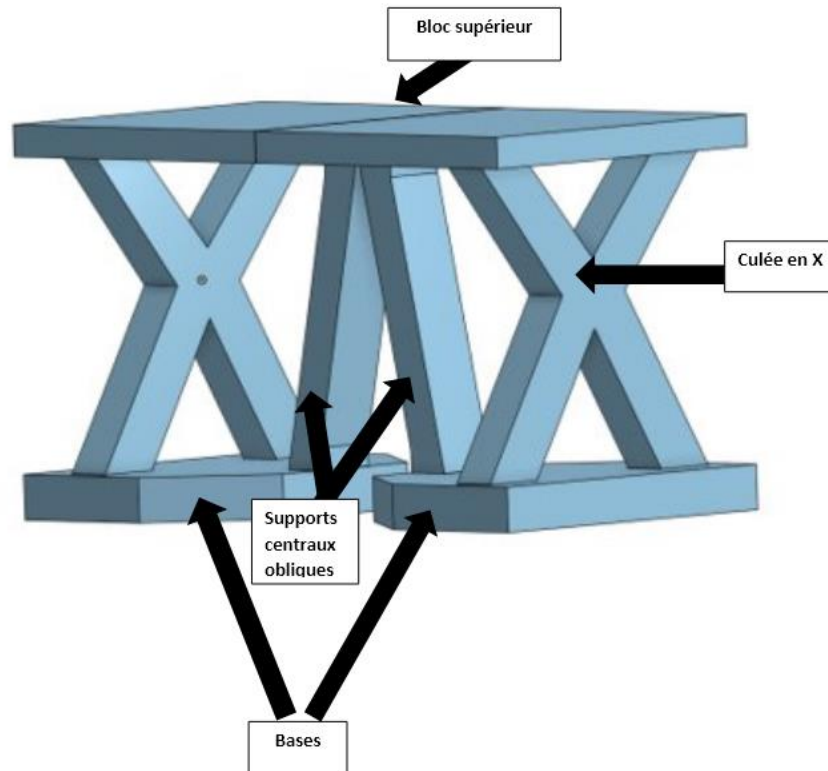


Figure 2. Conception CAO du ponceau et description complète de pièces

2.1 Conventions

Ce ponceau est conçu de façon à rendre l'installation et l'utilisation le plus simple possible. De ce fait, il n'y a pas de convention dans le fonctionnement du ponceau.

2.2 Mises en garde & avertissements

Le ponceau est constitué de sols traités pouvant contenir un petit niveau de contamination. Vérifier avec un fournisseur de soins si vous pensez être une personne à risque.

Le ponceau est constitué de pièces en béton qui est un matériau lourd. Vérifier le poids de chaque pièce et utiliser les équipements propices afin d'éviter tout risque lors de l'assemblage ou du désassemblage du ponceau. Il est aussi fortement recommandé de déterminer la stabilité des endroits où vous comptez placer les bases du ponceau. La position des bases devrait être complètement horizontale pour une stabilité complète du ponceau. Si le terrain est oblique, s'il vous plaît déblayer avant de poser les bases.

Il est interdit qu'une personne fasse l'installation seule. L'installation devrait se faire en équipe de deux personnes ou plus et avec l'aide d'une machine si nécessaire. Il est fortement recommandé de vérifier l'intégrité des pièces avant commencer l'installation.

Après l'installation, il faut éviter de dépasser une charge de 6.5 tonnes sur le ponceau. Il est aussi recommandé de vérifier régulièrement la présence de fissures sur le ponceau. Le cas échéant, il faut vous référer au processus de dépannage et assistance du présent manuel.

3 Pour commencer

Dans ce guide d'installation, nous allons présenter de façon claire et concise les étapes nécessaires pour installer efficacement le ponceau. Pour rappel, le ponceau est constitué de sept pièces à savoir deux bases, deux supports centraux obliques, deux culées en X et une plaque supérieure d'environ deux mètres et demi de long sur deux mètres de large.

Pour une bonne sécurité, l'installation doit se faire en équipe de deux personnes ou plus ainsi qu'une machine pour les parties les plus lourdes. Avant de commencer, il faut vérifier l'intégrité des pièces, la présence de fissures éventuelles et la configuration des espaces où vous allez placer les bases. Les positions des bases devraient être horizontales et assez stables pour supporter le poids d'un ponceau. Après toutes les dispositions précédentes, nous procédons à l'installation.

Première étape: Établir les bases de façon alignée et symétrique. Il faut aussi vérifier l'espacement pour qu'il corresponde à la distance entre les culées et aux dimensions de la plaque supérieure. Les bases devraient être insérées dans le sol de la moitié de leur épaisseur.

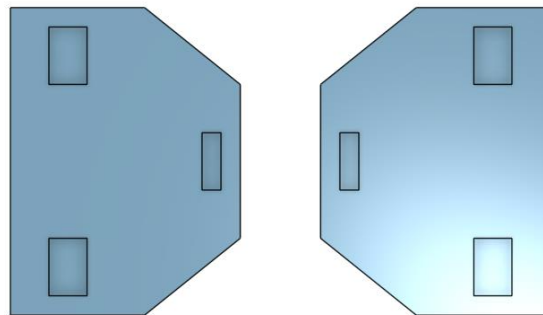


Figure 3. Première étape d'assemblage

Deuxième étape : Insérer les culées dans les trous d'encastrement correspondant dans la base. Les culées devraient être temporairement soutenues avec des cordes si les encastresments ne sont pas assez stables.

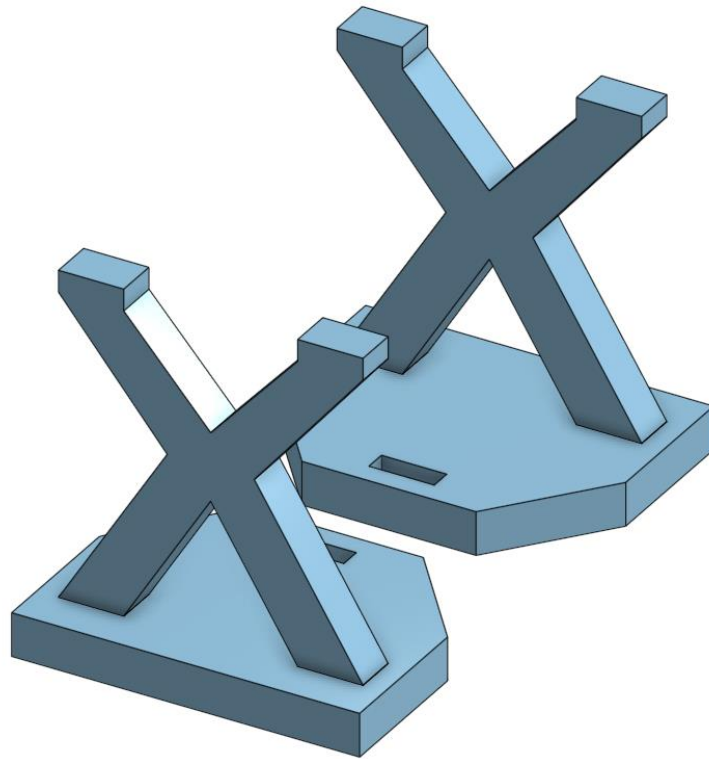


Figure 4. Deuxième étape d'assemblage

Troisième étape : Insérer les supports centraux dans les bases du ponceau.

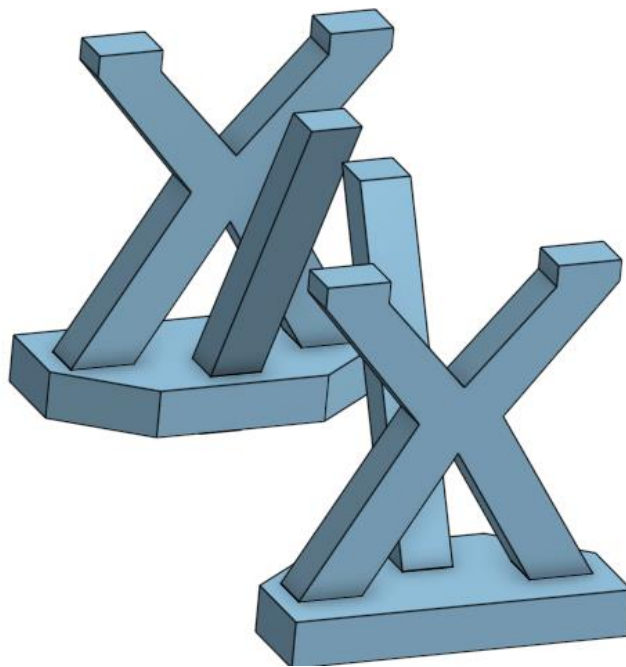


Figure 4. Troisième étape d'assemblage

Quatrième étape : Poser la plaque supérieure du ponceau en insérant les parties respectives aux endroits appropriés.

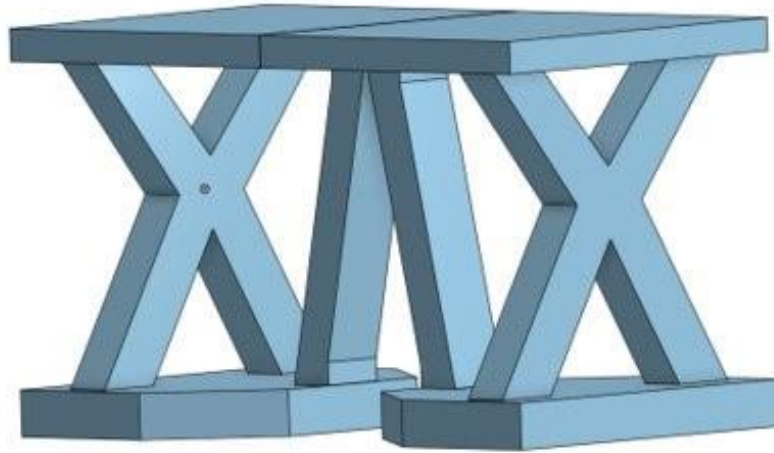


Figure 5. Quatrième étape d'assemblage

3.1 Considérations pour la configuration

Pour une installation réussie du ponceau, l'installation doit être effectuée en équipe de deux ou plusieurs personnes. De plus, l'équipe doit disposer d'une machine pour soulever des objets lourds comme la plaque supérieure du pont. Comme machine, les installateurs peuvent utiliser une grue hydraulique, un tracteur, etc. Les installateurs devraient aussi porter du matériel de protection tel qu'un casque de sécurité et d'autres matériels nécessaires s'il faut travailler dans des conditions humides. La vérification de l'état des pièces avant l'installation est une étape de sécurité indispensable.

3.2 Considérations pour l'accès des utilisateurs

Les utilisations du ponceau incluent mais ne sont pas limitées à l'usage agricole, les cours de golf.

Il faut éviter de surcharger le ponceau c'est à dire faire passer plus de 6 tonnes dessus.

3.3 Accéder/installation du système

Pour installer le ponceau, il faut l'assembler comme décrit dans la partie du manuel Pour commencer. Il faut aussi respecter les consignes de sécurité inscrit dans cette même partie. Après installation, le ponceau peut être utilisé par n'importe quel utilisateur tant que la charge sur le ponceau n'excède par 6.5 tonnes. Aussi, il est interdit d'utiliser le ponceau pour autre chose que traverser un fossé.

3.4 Organisation du système & navigation

Le ponceau est constitué de sept pièces dont six sont disposés symétriquement (voir figure 5). La base a pour fonction de soutenir la structure et éviter qu'elle s'effondre ou s'enfonce. Les culées en X et supports centraux assurent le lien entre les bases et la partie supérieur ainsi que d'assurer le support de la plaque supérieure. La plaque supérieure est la partie sur laquelle les personnes marchent et les véhicules passent. En bref, la plaque supérieure a pour rôle de supporter toutes les charges.

4 Utiliser le système

Comme le produit est un ponceau, il y a seulement une fonction. Le ponceau est utilisé pour pouvoir traverser un fossé d'environ deux mètres d'une manière facile et vite. Le ponceau doit être capable de supporter une grande quantité de masse comme un tracteur et ne devrait pas subir aucune déformation ou mouvement. Cela dit, après son installation par la manufacture, il n'y a aucune entrée requise nécessaire pour son utilisation, l'utilisateur pourrait simplement utiliser le ponceau sans être obligé de suivre des étapes. De plus, il n'y a aucune sortie qui serait produite par le ponceau.

4.1 <Fonction/Caractéristique donnée>

Le ponceau est divisé en quatre pièces différentes et a une forme symétrique. Sur chaque côté du ponceau on à une base avec trois trous d'encastrement pour tenir les culées, une culée centrale avec des pièces de support sur sa partie inférieure et supérieure pour pouvoir supporter le centre du ponceau, une culée en forme de X pour pouvoir supporter l'extrémité du ponceau et d'une partie supérieure qui permet le déplacement facile à travers un fossé d'environ deux mètres. Toutes les pièces seront assemblées ensemble par la manufacture et par la suite elle serait prête pour l'utilisation.

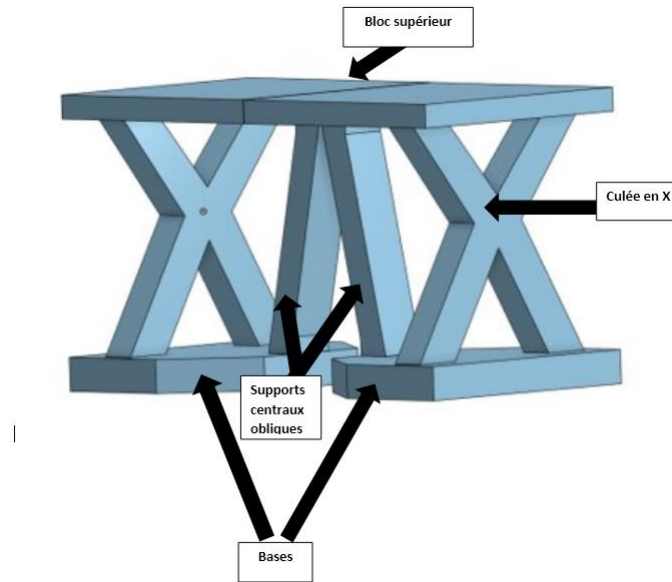


Figure 2. Conception CAO du ponceau et description complète de pièces

4.1.1 <Sous-fonction/Sous-caractéristique donnée>

Le ponceau n'a pas de sous-fonctions ou sous-caractéristique donc, il n'existe aucune sous-section que l'utilisateur doit connaître.

5 Dépannage & assistance

Lors d'une erreur, l'utilisateur serait obligé de contacter Northex directement. Dû au fait que le produit est un ponceau, toutes les corrections d'erreurs ne peuvent pas être faites facilement. La raison pour lequel on aurait besoin de contacter la manufacture directement est parce que toutes les pièces du ponceau sont lourdes donc, pour corriger les erreurs on aurait besoin des grosses machines et ces machines ne sont pas toujours accessibles pour tout le monde. Les erreurs qui peuvent apparaître sont :

- Mauvais encastrement : Ce type d'erreur est causé par de mauvaises mesures dans les coffres des pièces. Ces erreurs rendent le ponceau moins stable dû au fait que les culées ne se tient pas bien entrent la base et la partie supérieure du ponceau. La correction de cette erreur est de remplacer les pièces qui n'encastrent pas d'une manière stable et sécurisée.
- Fissure sur le béton : Ce type d'erreur est causé par un mauvais coulage de béton. Si le béton n'est pas compact dans les moules (exemple, par une machine de vibration) et qu'il reste des poches d'air dans ces moules quand le béton se sèche, le produit final peut avoir plusieurs fissures. Ces fissures diminuent la durabilité du ponceau et la seule correction pour cette erreur serait de remplacer ces pièces.
- Éclatassions de ponceau : Ce type d'erreur est causé par une mauvaise installation de la base ponceau. Les bases doivent être mises sous le sol pour assurer que le ponceau ne se bouge pas durant son utilisation; s'ils ne sont pas mis assez profond, il risque bouger qui peut résoudre dans l'éclatement du ponceau. La correction de cela est démontée par le ponceau, de recreuser des trous pour les bases et de remonter le ponceau en remplaçant les pièces qui sont endommagées si nécessaire.

5.1 Messages ou comportements d'erreur

Dû au fait que le produit est un ponceau, il n'y a pas de message d'erreur qui serait fourni à l'utilisateur. Le seul comportement d'erreur qu'un client peut recevoir est par rapport à la stabilité du ponceau. Si le ponceau bouge, déforme ou présente plusieurs fissures lors de son utilisation c'est possible qu'une des pièces soit défectueuse. Les actions correctives seraient de contacter la manufacture pour qu'il puisse aller voir le ponceau pour identifier l'erreur et les actions qui doivent être prises pour leur gérer.

5.2 Considérations spéciales

Les mis en garde à prendre en compte pour le dépannage serait la formation de fissures sur le ponceau ou là mouvements/déformation des différentes pièces. Ces problèmes peuvent être une indication que le ponceau est défectueux et peut affecter la qualité du ponceau. Si ces problèmes apparaissent, la manufacture devrait être contacté et l'utilisateur doivent utiliser le ponceau avec prudence jusqu'à ce que la sécurité soit assurée ou le ponceau est réparé.

5.3 Entretien

Le ponceau devrait se tenir sans avoir besoin d'entretien, par contre c'est toujours bon de garder un œil ouvert pour des imprévues sur le ponceau. Cela pourrait être la formation de fissures, le déplacement et la déformation des pièces... Les différentes saisons pourraient engendrer ces problèmes et en vérifiant les pièces du ponceau, des problèmes pourraient être évités.

5.4 Assistance

Lors d'une urgence, l'utilisateur peut obtenir une assistance en contactant Northex. Pour faire cela l'utilisateur pourrait envoyer un courriel à resources@northex.net, dans ce courriel l'utilisateur devrait donner une description du problème avec des photos attachées. Si l'utilisateur ne peut pas communiquer à travers le courriel ils devront appeler Northex, [+1 866-757-3353](tel:+18667573353), durant cet appel l'utilisateur doit donner une description des problèmes et de répondre aux questions si demandé. Dans leurs descriptions l'utilisateur devront expliquer le type de problème (par exemple, si c'est des fissures sur le béton ou est par rapport encastrement), qu'elle pièce est affectée, l'état du ponceau (par exemple, est-ce que le ponceau a éclaté?), comment ont-ils remarqué le problème et la date de l'installation de leur ponceau (peut être une approximation). Toute l'information requise par l'utilisateur permettrait les représentants de Northex d'identifier le vrai problème pour pouvoir trouver une solution appropriée. Les problèmes peuvent être sérieux, donc l'utilisateur doit utiliser le ponceau avec prudence jusqu'à ce que la sécurité soit assurée ou le ponceau est réparé.

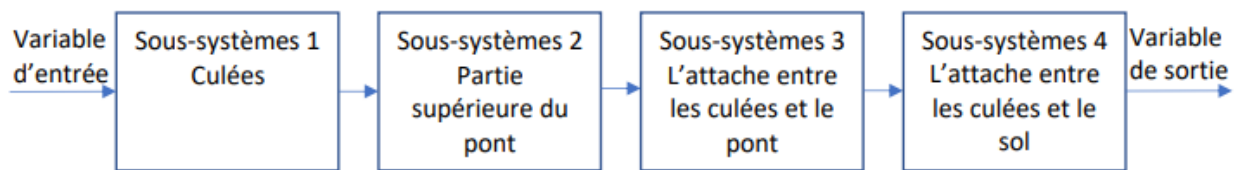
6 Documentation du produit

La construction du prototype s'est faite en plusieurs étapes. Nous avons utilisé particulièrement les logiciels Onshape, SolidWorks, Inkscape et la machine de découpe laser.

Nous avons utilisé Onshape et SolidWorks pour effectuer la conception 3D de notre ponceau de béton et de nos moules. Inkscape nous a permis d'obtenir la représentation 2D des moules pour la découpe laser. Au cours de notre projet, nous avons eu le choix de faire nos moules soit à l'aide de l'imprimante 3D soit à l'aide de la machine à découpe laser; par la suite nous avons effectué le choix qui était le plus adapté à notre produit c'est à dire la découpe laser. Nous avons effectué ce choix à cause de la simplicité des différentes pièces de notre ponceau.

Pour notre projet, l'entreprise voulait un produit de béton recyclé éco-efficace; donc le choix du matériau a été défini par le client. La durée de vie du béton est estimée de 70 à 100 ans. Notre Ponceau est constitué de quatre principales pièces.

- Schéma ou diagramme synoptique





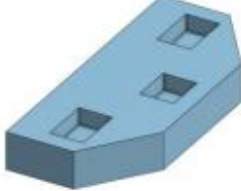

Nous avons par la suite effectué un rapport de solution globale sur les différentes solutions proposées et nous avons défini la solution finale.


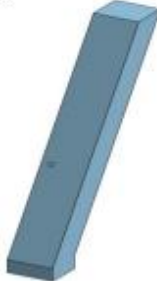
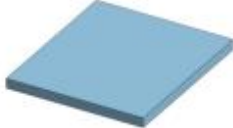
- Etalonnage et matrice décisionnelle

Ponceau Spécification	Importance	Solution Globale	Solution Fonctionnelle 1	Solution Fonctionnelle 2
Coût	5	3	3	3
Dimensions	4	2	1	3
Poids	2	3	1	1
Durée de vie	3	2	3	2
Matériau	2	3	3	3
Polyvalent	5	3	3	3
Installation	2	2	3	2
Stabilité (pression supportable)	4	3	3	2
Total		72	69	68

Nous avons également définie les avantages et inconvénient. Deplus, une liste des risque et un plan de contingences ont été élaboré.

- **Conception détaillé:**

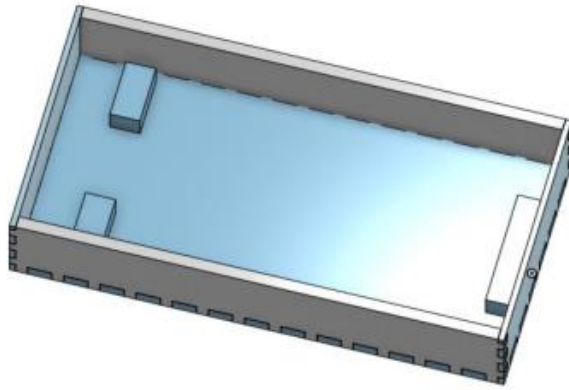
Projet	Dessin conceptuel	Conception détaillée
Ponceau		 <p data-bbox="906 520 1187 552">Dessin conceptuel des culées</p> <p data-bbox="906 552 1094 583">Lien (part studio 1):</p> <p data-bbox="906 583 1019 615">Lien culées</p>  

	 <p>Lien de l'assemblage (assemblage 3):Assemblage</p>	<p>Dessin conceptuel de l'attache des culées au sol Lien (part studio 2) :Lien_attache_sol</p> <hr/>  <p>Dessin conceptuel du support de la plaque supérieure du pont Lien (part studio 3) :Lien_support_plaque</p> <hr/>  <p>Dessin conceptuel de la plaque supérieure du pont Lien (part studio 2) :Lien_plaque</p>
--	---	---

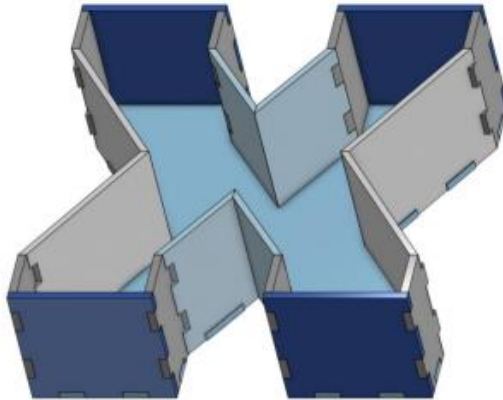
La principale modification apportée à la conception détaillée lors de la modélisation du prototype I est que la pièce d'attache entre la partie supérieure du pont et les culées est remplacé par une attache directe entre les culées et les plaques supérieures par encastrement.

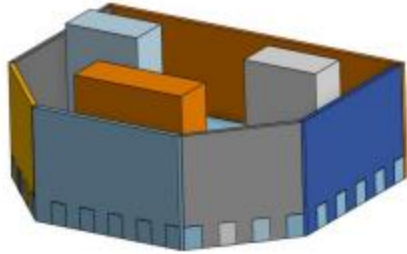
- **Prototype pour le moules**

Partie supérieure du pont

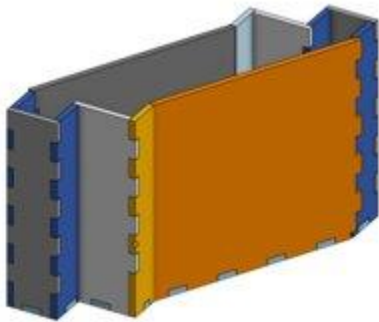


Culées des extrémités





Support de la partie supérieure du pont



6.1 Base, partie supérieure, culée X, culée central

6.1.1 NDM (Nomenclature des Matériaux)

Nomenclature des matériaux					
Nom de l'item	Description du composant	Lien	Quantité	Prix unitaire	Prix Calculé
Béton	Matériel du ponceau de classe F-2	Northex	15 L	Gratuit	0\$
MDF pour découpage laser	1 plaque de bois	Makerlab	8	3\$+HST	\$27.12
Gorilla glue	Récipient de 59ml	Home depot	2	7.48\$	14.96\$
Pièce de bois	Pin 1x3x2	Home depot	1	2.92\$	2.92\$
Pièce de bois	Pin 1x2x2	Home depot	1	1.80\$	1.80\$
Total					46.80\$

6.1.2 Liste d'équipements

Nomenclature des équipements					
Nom de l'item	Description	Source	Type	Prix unitaire	Prix Calculé

Onshape	Logiciel pour créer des modèles et prototypes qui seront utilisés pour la conception et pour imprimer un modèle en 3D	https://www.onshape.com/en/	Logiciel	Gratuit	0\$
SolidWorks	Logiciel pour créer des modèles et prototypes qui seront utilisés pour la conception et pour imprimer un modèle en 3D ou découpage laser	Remote app disponible sur VMware Horizon client	Logiciel	Gratuit	0\$
Inkscape	Logiciel pour transformer les pièces 3D en tracé linéaire 2D qui vont être coupés avec le découpeur laser	Microsoft store	Logiciel	Gratuit	\$0
Machine de découpe laser	Pour couper les pièces de bois qui font partie des moules	MakerLab de l'université d'Ottawa	Équipement	Gratuit	0\$
Total					0\$

6.1.3 Instructions

Le processus de conception utilisé pour construire ce sous système est la pensée conceptuelle qui se déroule en 5 étapes:

Étape 1: Empathie

Pendant le cours 5 qui est la rencontre avec le client, nous avons empathisé avec ce dernier afin de déterminer ses attentes.

Étape 2: Définition du problème

- Besoins des clients et critères de conception

Numéro	Besoin	Critères de conception
1	Le ponceau à un coût raisonnable	Coût (\$)
2	Taille appropriée	Dimensions (cm) Volume (cm ³) Distance entre les culées(cm)
3	Le ponceau est facile à installer	Nombre de pièce Temps d'installation (heure) Poids (lb)
4	Le ponceau est durable	Qualité de béton Condition d'opération
5	Les pièces du ponceau sont encastrables et polyvalentes	Dimensions(cm) Pièces de formes simples
6	Le ponceau est simple à produire	Forme de moules simples
7	Résistance au cycle de gel et dégel	Qualité de béton
8	Le ponceau est facile à transporter	Poids(lb) Dimensions(cm)
9	Le ponceau peut supporter le poids d'un tracteur	Pression supportée(N)
10	Le ponceau a une apparence attractive	Bonne esthétique
11	Production rapide à grande échelle	Forme de moules simples

- Énoncé du problème

Étape 3: Idéation

_ Spécifications de conception technique

	Critères de conception	Relation (=, < ou >)	Valeur	Unités	Méthode de vérification
	Exigences fonctionnelles				

1	Stabilité	=	oui	s.o.	Essais
2	Installation rapide	=	oui	s.o.	Essai
3	Durable	=	oui	s.o.	Analyse, essai finale
4	Transport facile	=	oui	s.o.	Essai
	Contraintes				
5	Coût	=	100	\$	Estimation, vérification finale
6	Volume	=	15	L	Analyse
7	Distance entre les culées	=	30	cm	Analyse
8	Condition d'opération : froide, neige, glace, sec	=	oui	s.o.	Essai
9	Hauteur et largeur modifiable	=	oui	s.o.	Analyse, Essai
10	Classe de béton	=	F-2	s.o.	Essai
	Exigences non fonctionnelles				
11	Nombre de pièces	>	1	pièce	Analyse
12	Pièces encastrables et polyvalents	=	oui	s.o.	Analyse, essai
13	Fiable	=	oui	s.o.	Analyse, essai
14	Conception simple	=	oui	s.o.	Analyse, essai
15	Esthétique	=	oui	s.o.	Essai

_ Étalonnage

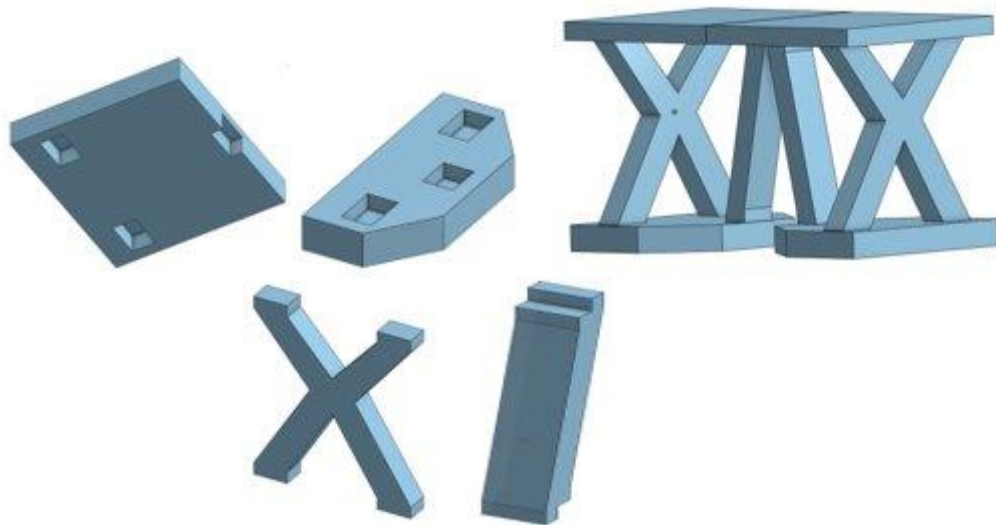
Ponceau Spécification	Importance	Ponceau polyvoûte	Weholite	Ponceau rectangulaire
Compagnie		Béton provincial	Centre du ponceau courval	Hamilton Kent
Coût	5	30 000,00 \$	500,00 \$	10 000,00 \$
Dimensions	4	2,5 x 3,22 m	3,355 x 5,03m	2,4 x 5 m
Poids	2	60 tonnes	Plus de 5 tonnes	52 tonnes
Durée de vie	3	Environ 90 ans	Plus de 100 ans	Environ 80 ans
Matériau	2	Béton	Polyéthylène de haute densité	Béton
Polyvalent	5	Oui	Oui	Oui
Installation	2	Très rapide	Lent	Rapide
Stabilité (pression supportable)	4	342 KPa à 431 KPa	160kPa à 250 kPa	230kPa à 280 kPa

- Matrice décisionnelle

Ponceau Spécification	Importance	Ponceau polyvoûte	Weholite	Ponceau rectangulaire
Compagnie		Béton provincial	Centre du ponceau courval	Hamilton Kent
Coût	5	1	3	2
Dimensions	4	2	1	3
Poids	2	1	3	2
Durée de vie	3	2	3	1
Matériau	2	3	1	2
Polyvalent	5	3	3	3
Installation	2	3	1	2
Stabilité (pression supportable)	4	3	1	2
Total		60	57	58

Étape 4: Prototypage

- Conception du Ponceau à l'aide du logiciel Onshape

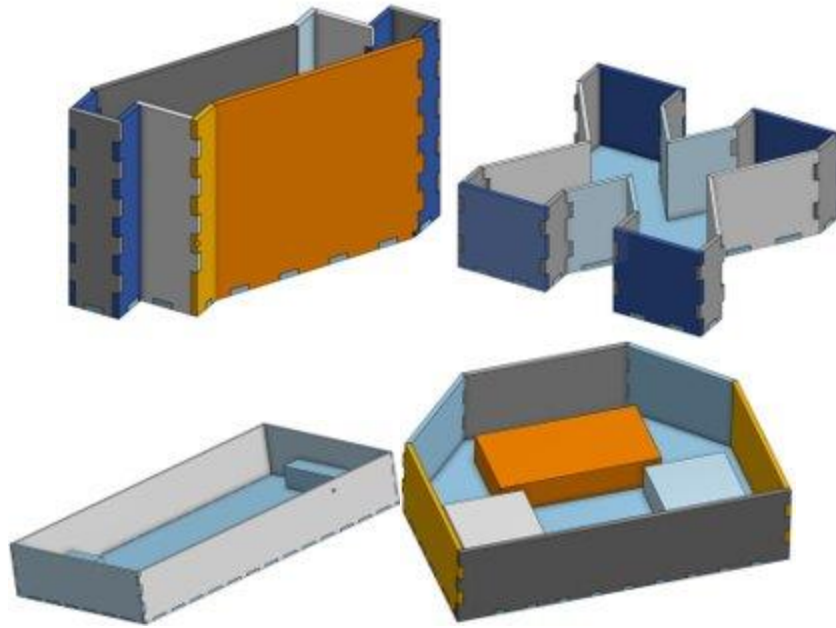


- Prototype 1

Ce prototype est conçu avec le carton et colle chaude, ses dimensions est 18 cm x 10 cm x 10,5 cm. Selon les tests de durabilité exécuter, le ponceau a pu supporter 15 fois sa masse.



- Conception onshape des moules



- Moules physique



Étape 5: Essais et solution finale



6.2 Essais & validation

Plan d'essai de prototypage

Numéro de test	Objectif du test	Prototyp e utilisé	Méthode de test	Résultats à documenter	Critère d'arrêt	Résultat de test
1	Tester la solidité des moules avant l'ajout du béton	Ciblé, moyenne fidélité	Physique	Force de résistance des moules après avant de béton	Les moules se tient sans mouvement	Avec la colle, les moules se tient et ne bouge pas quand on applique une force sur les pièces
2	Tester la stabilité des moules avec la machine de vibration	Ciblé, moyenne fidélité	Physique	Si les moules puissent supporter la force de la machine	Les pièces des moules restent coller ensemble et se tient sans couler le béton	Les moules n'ont pas brisé après avoir être mis sur la machine de vibration. De plus il n'y avait pas de coule de béton dans les pièces.
3	Tester la solidité des moules après l'ajout du béton	Ciblé, moyenne fidélité	Physique	Force de résistance des moules après l'ajout de béton	Les moules résistent au poids du béton	Les moules ont pu supporter la quantité de béton désirer sans subir aucune déformation.

7 Conclusions et recommandations pour les travaux futurs

Au cours de ce projet, nous avons appris à quel point la communication est importante. Il est primordial de bien communiquer en tant qu'équipe afin de travailler efficacement et d'avoir une idée du progrès qui a été fait, mais aussi de bien communiquer avec le client afin de bien comprendre ce qu'il recherche. Une bonne communication a été la clé pour avoir un bon prototype. Bien que notre prototype soit quand même bien, il reste encore à travailler les moules et le support central afin de s'assurer que les pièces ne sont pas trop fragiles et que les moules restent toujours intacts après le démoulage.

Si nous avions plus de temps, nous continuerions de créer des prototypes et de tester le démoulage afin d'améliorer notre concept petit à petit jusqu'à avoir le meilleur concept possible.

8 Bibliographie

Il n'ya pas de références bibliographiques dans ce manuel.

APPENDICES

9 APPENDICE I: Fichiers de conception

Table 3. Documents référencés

Nom du document	Emplacement du document et/ou URL	Date d'émission
Xcellent (MakerRepo)	https://makerepo.com/charbeln/1109	11/03/2022
Présentation (Onshape)	https://cad.onshape.com/documents/e60570874c06cc5550eec7ca/w/468a464d150c1c5d639d526e/e/60f036e988c0e22c4496ac7a?renderMode=0&uiState=62532eb43e8bf92ff01d5e82	16/02/2022

hape)		
Moul es (Ons hape)	https://cad.onshape.com/documents/62e9b3bd0ec19d8e250c0c65/w/42aa808326f3a3e7866378a7/e/2098c85ff2d88ffbf1684e75?renderMode=0&uiState=62532edab518b205f72e867c	03/0 3/20 22
Solut ion 1 ponc eau (Ons hape)	https://cad.onshape.com/documents/32de4274ff54aff5be86a214/w/e462a8e23a13b7b80beacaaa/e/e070e6561270b6ff3e45984d	09/0 2/20 22

10 APPENDICE II: Autres Appendices

Wrike (émis le 10/04/2022) :

<https://www.wrike.com/frontend/ganttchart/index.html?snapshotId=RyMa6EPGYjdLqORKmA>

[mvZtu1fVWGiOkT%7CIE2DSNZVHA2DELSTGIYA](https://www.wrike.com/frontend/ganttchart/index.html?snapshotId=RyMa6EPGYjdLqORKmA)

