

# **Livrable E**

**Faite par:**

**Karine Gauthier**

**Sacha Macdonald**

**Artem Lavrynets**

**Mamadou Thioub**

## Table des matières

• 1. Introduction.....	3
• 2. Conception détailler.....	3
• 3. Plan des coûts.....	7
• 4. Liste de matériel.....	8
• 5. Identification et analyse des risques.....	11
• 6. Conclusion.....	14

- 1. Introduction

À la suite du livrable D, nous avons pu définir clairement un plan de conception générale. Ensuite, nous avons spécifier et détailler d'avantage la conception pour avoir une idée plus claire et concrète que nous allons pouvoir se fier. Nous allons énumérer les matériel et composant nécessaire pour en faire une estimation des coûts relire à ceux-ci. Nous allons aussi inclure une liste de de matériel et logiciel nécessaire pour la conception des prototypes. Nous allons ensuite présenter une liste de risque possible lier au projet ainsi qu'un plan contingence pour éviter les risques raisonnablement possibles. Finalement, nous créer un plan de prototypage incluant les tests de ceux-ci.

- 2. Concept détailler

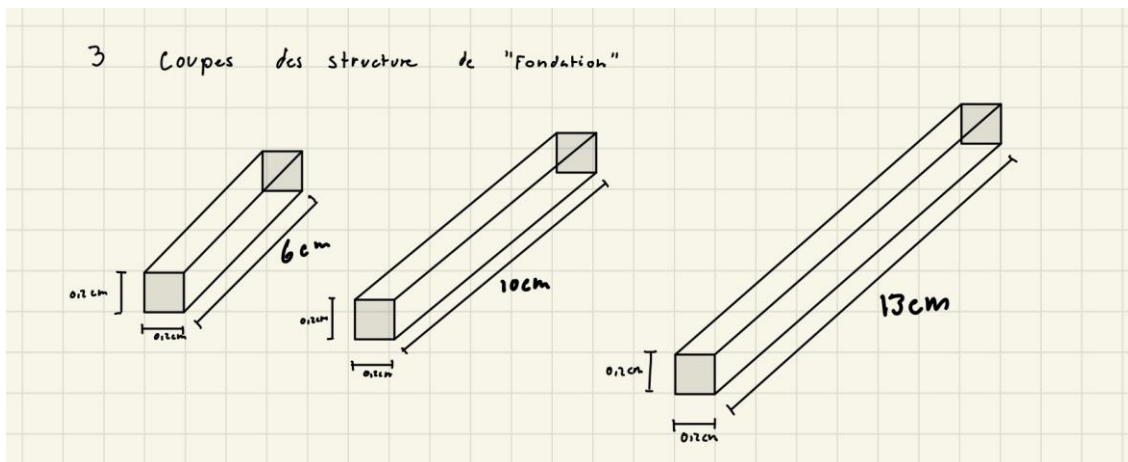
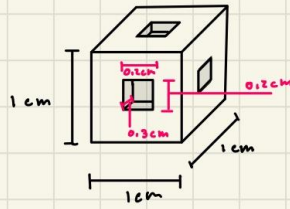


Figure 1 : Capture du concept détailler 1

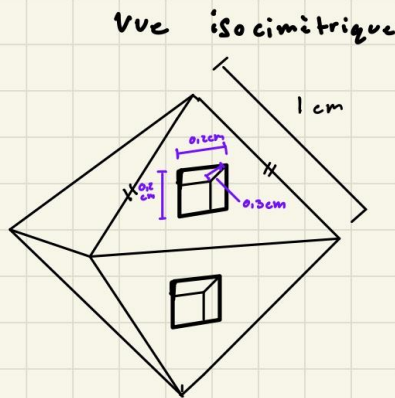
## Attachement des structure de fondation

Attachement  
cubique

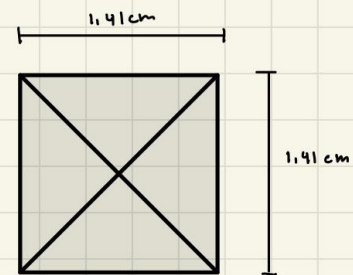


\* les 6 Faces du  
cube sont identiques

Attachement  
pyramide  
hexagonal



Vue Face



\* les 6 Faces sont identique

Figure 2 : Capture du concept détailler 2

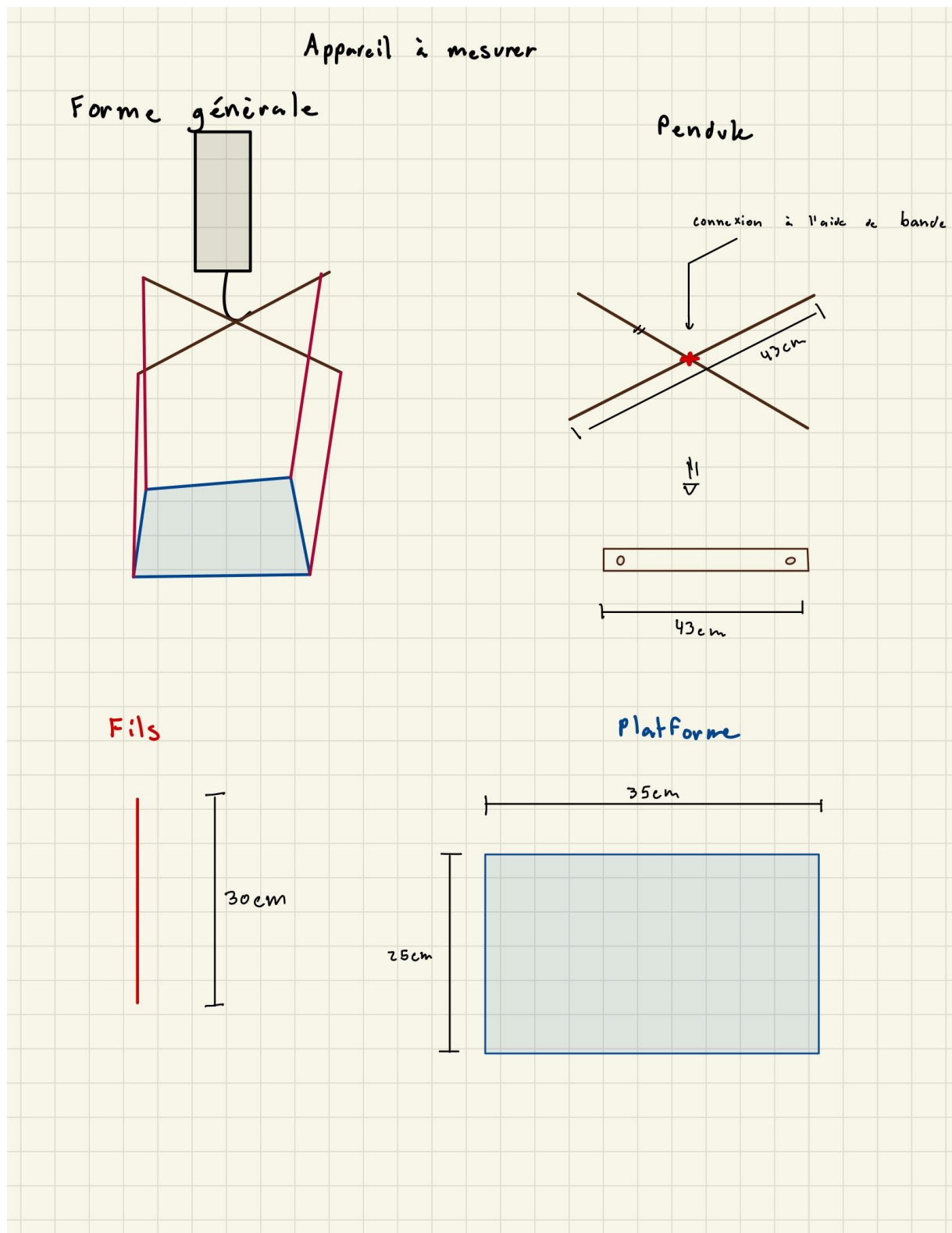


Figure 3 : Capture du concept détailler 3

**Appareil à Mesurer : Digital Force Gauge Push and Pull Meter Dynamometer**



Figure 4 : Capture du dynamomètre utilisé

- **3. Plan des couts**

**Liste des coûts:**

Nom de l'item	Description	Unité de mesure	Quantité	Coût unitaire	Coût étendu	Lien
Dynamomètre	Digital force Gauge Push Dynamomètre	Unité	1	59\$	59\$	<a href="#">lien</a>
MDF	Plaque de MDF	Unité	2	0\$	0\$	
File	25 pied x 3/16 pouces	Unité	1	2,99\$	2,99\$	<a href="#">lien</a>
Matériel pour imprimante 3D		Unité	1	0\$	0\$	Fournie dans le makerspace
Plateforme de bois	Dossier d'un Livre	Unité	1	0\$	0\$	
batterie	AA	Unité	2	3,98\$	3,98\$	<a href="#">lien</a>
Tige de fibre de charbon	4 morceaux de 1.5mm x 400mm	Unité	1	12,80\$	12,80\$	<a href="#">lien</a>
Coût total des produits (sans taxes ou livraison)					78.78\$	
Coût total des produit (avec taxes et livraison)					89,02\$	

Table 1 : Tableau des coûts

- **4. Plan des prototypages**

**Liste de matériel de prototypages**

Nom de l'item	Description	Type	# de prototype	Source
Inskape	Application pour les coupes du MDF	Logiciel	1,2	MakerLab
MDF	Pour tester sa durabilité	Matériel temporaire	1,2	MakerLab
Imprimant 3D	Pour tester sa compatibilité avec le MDF	Équipement	2	MakerLab
CAD Onshape	Pour la conception des pieces 3D	Logiciel	2	MakerLab
Dynamomètre	Pour tester sa fidélité	Équipement	3	<a href="#">lien</a>
Poids (à l'aide de bouteille d'eau)	Pour teste la fidélité du dynamomètre	Équipement temporaire	3	

Table 2 : Tables des matériels de prototypages

Afin d'optimise chaque composant du concept final, nous avons séparé les tests de prototypages en 3prototypese spécifique visant chaque fonctionnalités.

**Les Objectifs des prototypes:**

- Communication et rétroaction : Valider les concepts des sous-systèmes pour s'assurer qu'ils répondent aux besoins des utilisateurs et recueillir des suggestions d'améliorations.
- Vérification de la faisabilité : Tester la robustesse des matériaux de connexion et de fondation pour garantir leur durabilité et leur facilité d'utilisation.
- Analyse des sous-systèmes critiques : Examiner chaque sous-système (fondation, connexion, et mesure) séparément pour évaluer leur performance avant de tester l'intégration complète.
- Réduction des risques : Évaluer le dynamomètre et les connecteurs 3D pour anticiper et résoudre les problèmes de mesure et de solidité.



## Plan de Prototypage et de Tests:

Prototype	Date	Usage	Méthode	Objectif	Fidélité	Type	Critère de réussite
Prototype 1 : Test de la fondation MDF avec charge	Oct. 2024	Mesurer la résistance du MDF	Application de force verticale	Vérifier la résistance et la flexibilité du MDF	Basse	Physique ciblé	MDF supporte une force de 5 kg sans fissures
Prototype 2 : Connexion MDF avec connecteurs 3D	Oct. 2024	Essai de la solidité des connexions	Appliquer la force au points de connexion	Vérifier la stabilité de la structure sous pression	Moyenne	Physique ciblé	Maintien de la connexion sans déformation significative
Prototype 3 : Appareil de mesure	Oct. 2024	Précision de mesure	Test avec différentes forces connues	Vérifier la précision et la répétabilité des mesures ainsi que la durabilité de la pendule	Haute	Physique complet	Mesures dans une marge d'erreur de $\pm 0.5\%$

Table 3 : Tableau du plan de teste des prototypes

### Prototype 1:

**Objectif :** Évaluer la résistance du MDF utilisé comme fondation pour la structure, en vérifiant sa capacité à résister à une charge verticale sans se fissurer ou se déformer.

**Méthode :** Placer une charge progressive allant jusqu'à 5 kg sur la fondation en MDF et mesurer tout déplacement ou fissuration. Utiliser des repères visuels et un dynamomètre pour suivre la force appliquée.

**Critère d'arrêt :** Arrêter le test si des fissures apparaissent ou si la structure en MDF s'affaisse de plus de 0,2 cm. Le test est réussi si la fondation résiste à la charge sans dommages.

Fidélité : Faible - Ce test observe la solidité de base du MDF, mais ne représente pas encore les charges dynamiques ou l'usure d'utilisation répétée.

### **Prototype 2 :**

Objectif : Vérifier la solidité et la fiabilité des connexions en MDF et des connecteurs imprimés en 3D sous charge.

Méthode : Appliquer une force croissante jusqu'à 5 kg sur la structure en utilisant un dynamomètre pour mesurer la charge. Observer et documenter tout signe de déformation, de désalignement ou de rupture des connexions.

Critère d'arrêt : Arrêter le test si une déformation notable ( $>0,5$  cm) ou une rupture des connexions se produit. Le test est considéré comme réussi si la structure supporte 5 kg sans altération significative.

Fidélité : Moyenne - Ce niveau est suffisant pour évaluer la stabilité structurelle, mais des tests supplémentaires pourraient être nécessaires pour des environnements d'utilisation plus réalistes.

### **Prototype 3:**

Objectif : Valider la précision et la répétabilité des mesures de force obtenues et la durabilité de la pendule, pour garantir des résultats fiables lors des tests de structure.

Méthode : Effectuer plusieurs mesures de force connues (par exemple, 1 kg, 3 kg, et 5 kg) en appliquant ces charges au dynamomètre, puis comparer les lectures avec les valeurs réelles.

Critère d'arrêt : Le test est arrêté si l'écart entre la force mesurée et la force réelle dépasse autour de 0,5 % pour chaque mesure. Le dynamomètre est validé si toutes les mesures respectent cette précision.

Fidélité : Haute - Une fidélité élevée est nécessaire pour s'assurer de la précision de l'instrument, étant donné que les résultats de tests futurs en dépendent.

- **5. Identification et analyse des risques**

## **Identification des risques**

### **Risques financiers :**

- Dépassement du budget pour les matériaux et la production : Les matériaux prévus (par exemple, le bois MDF et les pièces imprimées en 3D) peuvent être plus coûteux que prévu en raison de fluctuations du marché ou de besoins supplémentaires en quantité.
- Dépenses imprévues pour des éléments et outils supplémentaires : Pendant l'assemblage ou les tests, il peut être nécessaire d'acheter des composants ou des équipements supplémentaires, ce qui peut augmenter le coût global du projet.

### **Risques humains :**

- Manque de compétences au sein de l'équipe : Le travail avec l'imprimante 3D, le dynamomètre et les logiciels spécialisés nécessite des connaissances et des compétences spécifiques. Une formation insuffisante des membres de l'équipe pourrait entraîner des erreurs à tous les stades du projet.
- Conflits au sein de l'équipe concernant le choix des matériaux et le design : Des désaccords sur les décisions de conception peuvent provoquer des retards, affectant ainsi les délais d'exécution.
- Erreurs lors de l'assemblage et des tests de la structure : Des erreurs lors de l'assemblage ou des tests pourraient nécessiter des répétitions, affectant les délais et le coût du projet.

### **Risques temporels :**

- Retards dans la production en raison d'une panne d'équipement : Des pannes potentielles de l'imprimante 3D ou un manque de matériaux de consommation peuvent entraîner une suspension indéfinie du projet.
- Retards lors de la phase de réassemblage en raison d'erreurs de calcul : Si la structure doit être refaite en raison d'erreurs, cela affectera également le calendrier global du projet.

- Livraison des matériaux : Des retards dans la livraison du MDF, des composants imprimés en 3D ou d'autres matériaux pourraient ralentir considérablement le projet.

## Analyse des risques

Après l'identification des risques, ils peuvent être classés en fonction de la probabilité de leur occurrence et de leur impact potentiel :

Risque	Probabilité	Impact	Niveau de risque
Panne de l'imprimante 3D	Moyenne	Élevé	Élevé
Erreurs dans les calculs de résistance	Élevée	Élevé	Élevé
Dépassement du budget	Moyenne	Moyen	Moyen
Manque de compétences au sein de l'équipe	Élevée	Moyen	Moyen
Retards dans la livraison des matériaux	Moyenne	Élevé	Moyen
Conflits au sein de l'équipe	Moyenne	Faible	Faible

Table 4 : Tableau d'analyse des risques

**Panne de l'imprimante 3D** : Probabilité – moyenne, impact – élevé. Une panne entraînera des retards et des coûts supplémentaires.

**Erreurs dans les calculs de résistance** : Probabilité – élevée, impact – élevé. Ce risque pourrait entraîner des retards importants et la nécessité de refaire des parties de la structure.

**Dépassement du budget** : Probabilité – moyenne, impact – moyen. Il pourrait être nécessaire d'augmenter le budget pour couvrir les matériaux et outils supplémentaires.

**Manque de compétences au sein de l'équipe :** Probabilité – élevée, impact – moyen. Le manque de compétences ralentira le processus de travail, entraînera des erreurs et nécessitera une formation supplémentaire.

### **Plan de réponse aux risques**

**Panne de l'imprimante 3D :** Afin d'éviter les arrêts dus à une éventuelle panne de l'imprimante 3D, un partenariat sera mis en place avec des prestataires externes capables de fournir rapidement des services d'impression 3D. Cela permet de poursuivre le projet sans interruption, même si l'équipement tombe en panne.

**Erreurs dans les calculs de résistance :** À l'étape de développement, un audit indépendant des calculs sera réalisé par des experts externes pour identifier les erreurs potentielles et prévenir les problèmes de résistance de la structure. Le recours à des spécialistes externes augmentera la précision des calculs et améliorera la qualité du travail.

**Dépassement du budget :** Pour éviter les dépassements budgétaires, un fonds de réserve sera mis en place pour les dépenses imprévues. Le budget sera révisé toutes les deux semaines pour un contrôle régulier des dépenses et des ajustements nécessaires, permettant ainsi de maîtriser les finances et de détecter rapidement les écarts potentiels.

**Manque de compétences au sein de l'équipe :** Afin d'améliorer les compétences de l'équipe de projet, des formations et des sessions de perfectionnement sont prévues. Avant le début des travaux avec l'équipement, plusieurs sessions de formation seront organisées, et des consultants seront sollicités si nécessaire. Cela permettra de réduire les erreurs dues au manque d'expérience avec l'équipement et d'augmenter le niveau global de compétences de l'équipe.

### **Panne de l'imprimante 3D :**

**Action :** Connectez un fournisseur de services d'impression 3D de secours.

**Responsable :** Responsable de l'équipement.

**Délai de réalisation :** Si un dysfonctionnement est détecté, le délai de réponse est de 1 jour.

**Erreurs dans les calculs de résistance :**

**Action :** Implication de spécialistes pour vérifier les calculs.

**Responsable :** Ingénieur en chef.

**Délai de réalisation :** Vérifier au stade de la préparation au montage.

**Dépassement du budget :**

**Action :** Examiner périodiquement les dépenses.

**Responsable :** Responsable financier.

**Date d'échéance :** Toutes les deux semaines.

**Suivi et contrôle des risques**

- Réunions hebdomadaires pour discuter de l'état d'avancement du projet.
- Révision du budget et des plans toutes les deux semaines.

Rapports périodiques sur l'état de chaque risque et ajustement du plan en temps opportun.

- **6. Conclusion**

Pour conclure, ce livrable nous a permis de mettre un place un plan concret des procède à suivre telle que les prototypages, les dépense ainsi que les risque a évitez. Nous avons basé les tous selon notre concept détaillé de notre interprétation de la solution final et après ce lavables, nous pouvons confiant dire que cette conception semble possible et réaliste d'après les délais et les restrictions. De plus, nous avons mis en place un bon plan de prototypages spécifique que nous allons utilisez comme guide au cours des semaine prochaine pour évaluer chaque sous-catégorie de la solution finale.