

GNG 1503

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

Atelier Forces et Structures

Soumis par:

The Steelers / FA42

Binate, Cedric, 300451137

Girijambo, Jaouen, 300380919

Nguyen, Félix, 300458412

Nitcheu, Arnold, 300457736

Riendeau, Laurence, 300363571

03-12-2024

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.....	1
2 Aperçu.....	2
2.1 Conventions.....	2
2.2 Mises en garde & avertissements.....	2
3 Pour commencer.....	3
3.1 Considérations pour la configuration.....	3
3.2 Considérations pour l'accès des utilisateurs.....	3
3.3 Accéder au système.....	3
3.4 Organisation du système & navigation.....	3
3.5 Quitter le système.....	3
4 Utiliser le système.....	4
4.1 <Fonction/Caractéristique donnée>.....	4
4.1.1 <Sous-fonction/Sous-caractéristique donnée>.....	4
5 Dépannage & assistance.....	5
5.1 Messages ou comportements d'erreur.....	5
5.2 Considérations spéciales.....	5
5.3 Entretien.....	5

5.4	Assistance.....	5
6	Documentation du produit.....	6
6.1	<Sous-système 1 du prototype>.....	6
6.1.1	LDM (Liste des Matériaux).....	6
6.1.2	Liste d'équipements.....	6
6.1.3	Instructions.....	7
6.2	Essais & validation.....	7
7	Conclusions et recommandations pour les travaux futurs.....	8
8	Bibliographie.....	9
	APPENDICES.....	10
9	APPENDICE I: Fichiers de conception.....	10
10	APPENDICE II: Autres Appendices.....	11

Liste de figures

Insérez votre liste de figure ici (clique droit pour mettre a jour le champ).

Liste de tableaux

Table 1. Acronymes	vi
Table 2. Glossaire	vi
Table 3. Documents référencés	10

.

Liste d’acronymes et glossaire

Fournissez une liste des acronymes et des traductions littérales associées utilisées dans le document. Énumérez les acronymes par ordre alphabétique en utilisant un format tabulaire comme illustré ci-dessous.

Table 1. Acronymes

Acronyme	Définition

Fournissez des définitions claires et concises des termes utilisés dans ce document qui peuvent ne pas être familiers aux lecteurs du document. Les termes doivent être classés par ordre alphabétique.

Table 2. Glossaire

Terme	Acronyme	Définition

1 Introduction

Ce document a été élaboré dans le cadre de l'atelier éducatif « **Forces et structures** », proposé par les Programmes de sensibilisation à uOttawa. L'atelier, destiné aux élèves de la troisième à la huitième année, a pour objectif d'introduire les notions fondamentales des forces (tension, compression, etc.) et des principes de stabilité structurelle. Il s'appuie sur une approche pratique où les élèves construisent des structures réutilisables et testent leur résistance de manière ludique. Le document propose des instructions, des outils et des méthodes pour garantir une expérience interactive, sécuritaire et respectueuse de l'environnement.

Hypothèses formulées

1. **Participation active** : Les élèves travailleront en équipes de 3 ou 4 pour concevoir et construire une structure selon les directives fournies.
 2. **Réutilisabilité** : Les matériaux choisis doivent être démontables, réutilisables et respectueux de l'environnement.
 3. **Facilité d'utilisation** : Les instructeurs doivent pouvoir préparer et ranger le matériel rapidement, et utiliser des outils simples pour évaluer les performances des structures.
 4. **Sécurité** : Les matériaux et appareils doivent être adaptés aux enfants, résistants et résistants pour une utilisation répétée sûre.
-

Structure du document

1. **Introduction** : Présentez le contexte, les objectifs de l'atelier et l'importance des concepts enseignés.
2. **Liste des matériaux** : Description des matériaux réutilisables nécessaires pour la construction (bâtonnets, connecteurs, etc.).
3. **Instructions pour les élèves** : Décrit le déroulement de l'activité, les étapes de conception et les consignes de sécurité.
4. **Description de l'appareil de test** : Fonctionnement de l'outil utilisé pour évaluer la résistance des structures.

5. **Procédures d'évaluation :** Fournit les critères et la méthode pour tester la résistance et la stabilité des constructions.
 6. **Considérations logistiques et de sécurité :** Précautions à prendre pour assurer la sécurité des participants.
 7. **Annexes :** Inclut des croquis, des modèles de connecteurs imprimés en 3D et des exemples de structures.
-

Objectif du document

L'objectif de ce document est de fournir une ressource complète pour organiser et diriger l'atelier "**Forces et structures**". Il vise à :

- Aider les instructeurs à préparer et organiser l'activité.
 - Assurer un environnement sécuritaire et interactif.
 - Offrir des consignes claires pour les participants.
 - Favoriser l'apprentissage des concepts de forces et de stabilité de manière pratique.
-

Portée d'activités

- Construction de structures par les élèves en utilisant des matériaux réutilisables.
 - Évaluation de la capacité des structures à résister à des charges progressives pour observer leur limite de résistance.
 - Introduction interactive et pratique aux concepts de forces et de stabilité.
-

Public visé

- **Principal :** Instructeurs et animateurs des Programmes de sensibilisation à uOttawa.
 - **Secondaire :** Élèves participants (3e à 8e année) et leurs enseignants.
-

Considérations de sécurité et de confidentialité

1. Sécurité des matériaux :

- Les matériaux utilisés doivent être exemptés de bords tranchants ou de petites pièces dangereuses.
- Le matériel et le dispositif doivent être conçus pour une utilisation sans risque par des enfants.

2. Manipulation de l'appareil de test :

- Les élèves doivent être supervisés lorsqu'ils ajoutent des charges pour éviter tout incident.
- L'appareil doit être stable et sécurisé sur la surface de test.

3. Confidentialité :

- Aucun renseignement personnel sur les élèves ne sera collecté ou partagé.
- Les résultats des tests sont anonymes et utilisés uniquement à des fins éducatives.

Ce document vise à assurer une expérience éducative enrichissante, sécuritaire et durable pour tous les participants.

2 Aperçu

Explication du problème

Le Bureau des programmes de sensibilisation en génie de l'Université d'Ottawa a besoin de nouveaux matériaux réutilisables, durables et sécuritaires pour l'atelier Forces et structures, adapté aux élèves de la 3e à la 8e année, ainsi que d'un dispositif compact, sécuritaire et précis pour mesurer les forces appliquées sur les structures, le tout en respectant un budget de 75\$.

Cependant, certains défis se posent dans la mise en œuvre actuelle :

1. Utilisation de matériaux non réutilisables :

Les matériaux actuellement utilisés (comme le ruban adhésif) génèrent des déchets après chaque atelier, ce qui est contraire à une approche écoresponsable. Cela limite également la répétabilité de l'activité.

2. Manque de précision dans l'évaluation :

L'atelier repose sur des tests manuels ou visuels pour déterminer la résistance des structures, ce qui peut être subjectif et limiter l'apprentissage des élèves.

3. Temps de préparation et d'organisation :

Les animateurs doivent consacrer du temps à la préparation et au rangement des matériaux, ce qui peut ralentir la logistique et réduire le temps dédié à l'apprentissage des concepts scientifiques.

4. Engagement limité des élèves :

Bien que les élèves participent activement à la construction, les résultats des tests peuvent ne pas être suffisamment clairs ou impressionnants pour susciter un intérêt durable.

Importance du problème

1. **Éducation pratique et interactive :**
Les jeunes élèves apprennent mieux en manipulant et en observant des résultats concrets. L'amélioration de cet atelier permet d'optimiser leur compréhension des concepts scientifiques tout en stimulant leur créativité et leur esprit critique.
 2. **Responsabilité environnementale :**
En privilégiant des matériaux réutilisables, l'atelier reflète les valeurs modernes de durabilité et sensibilise les élèves à l'importance de réduire les déchets.
 3. **Engagement et motivation :**
Un atelier bien conçu, avec des tests visuels et compétitifs, peut rendre l'expérience plus mémorable et encourageante pour les participants, favorisant leur intérêt pour les sciences.
 4. **Précision scientifique :**
L'utilisation d'appareils de mesure précis et accessibles permet aux élèves d'établir des liens plus solides entre les concepts théoriques et les observations pratiques.
 5. **Optimisation du temps et des ressources :**
Une logistique simplifiée et des outils faciles à utiliser permettent aux animateurs de se concentrer davantage sur la transmission des connaissances, tout en assurant un déroulement fluide de l'activité.
-

Conclusion

Le problème réside dans la nécessité d'améliorer à la fois la durabilité, la précision et l'efficacité de l'atelier "Forces et structures". Ces améliorations ne sont pas seulement pratiques, elles sont également essentielles pour maximiser l'impact éducatif de l'atelier et aligner ses pratiques sur des valeurs environnementales et pédagogiques modernes.

Matériel

Numéro	Besoins	Importance
1	Le matériel est sécuritaire et il y a très peu de chances de se blesser avec, même en étant très jeune.	5

2	Le matériel est interactif et facile d'utilisation.	4
3	Le matériel est assez durable pour permettre la réutilisation de façon successive.	5
4	Le matériel est écologique et produit peu de déchets.	4
5	Le matériel est facile à obtenir au quotidien.	4
6	Le matériel est compact et rentre dans un bac et il se transporte facilement.	4
7	Le matériel a un coût abordable de remplacement et d'achat.	5
8	Le matériel se démonte et se range rapidement.	4
9	Le matériel est esthétiquement beau et propre.	3

Dispositif

Numéro	Besoins	Importance
1	Le dispositif mesure et affiche clairement la force mesuré.	5
2	Le dispositif est léger et compact.	4
3	Le dispositif est conçu pour garantir une utilisation régulière pendant plus de 10 ans.	3
4	Le dispositif est sécuritaire, même lorsque manipulé par des enfants de l'école primaire.	5
5	Le dispositif mesure au maximum 210 x 297 mm (8,3 x 11,7 pouces).	5
6	La force peut être mesurée en Newton ou en kilogrammes, mais d'autres méthodes comme une série de lumières sont acceptables.	3
7	Le dispositif mesure idéalement le poids et le temps.	2

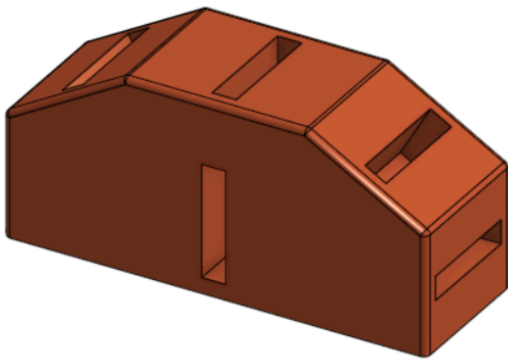
8	Le produit est fiable et opérationnel en tout temps.	5
9	Le dispositif est branché à une source d'alimentation pour charger et/ou pour fonctionner.	3
10	Le dispositif coûte au maximum 40\$ à fabriquer.	4
11	Le dispositif a un affichage bilingue français et anglais et met le français d'abord.	5

Ce qui différencie notre produit des autres est la simplicité de ce dernier. En effet, notre produit ne présente aucune complexité, ce qui est favorable pour les élèves mais aussi les instructeurs. Pour les masses, une charte de couleurs indiquant le poids de chaque masse dépendamment de sa couleur est inclus dans l'achat du produit.

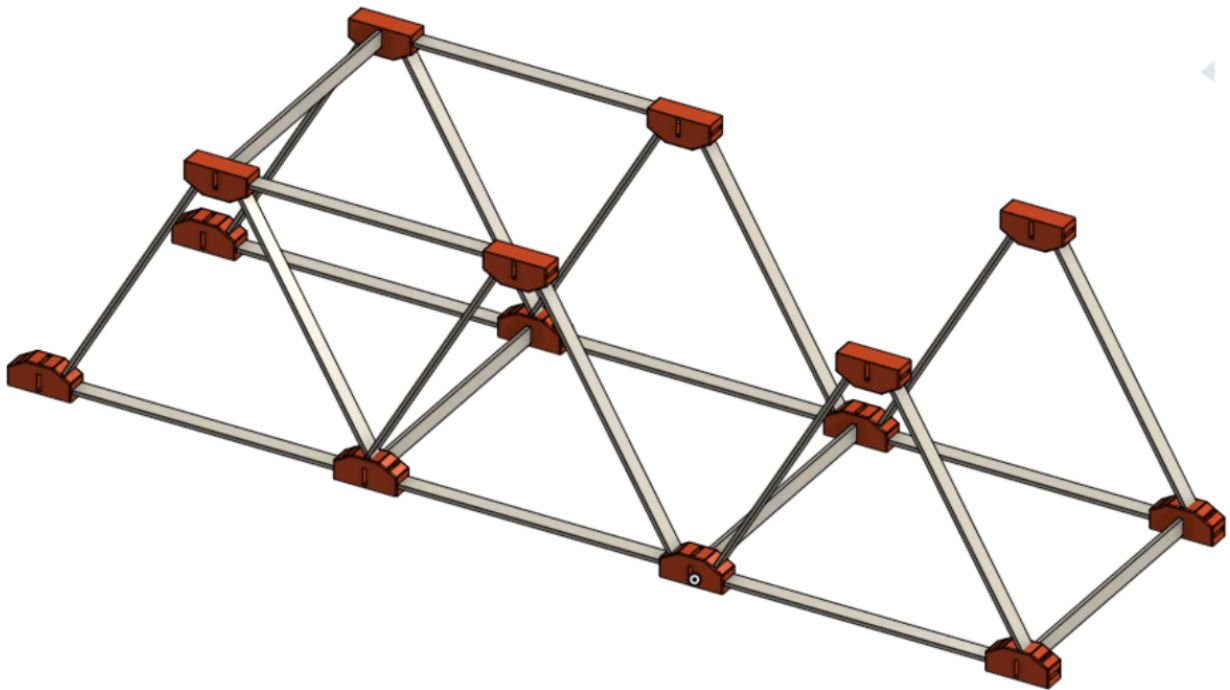
Masses finales:



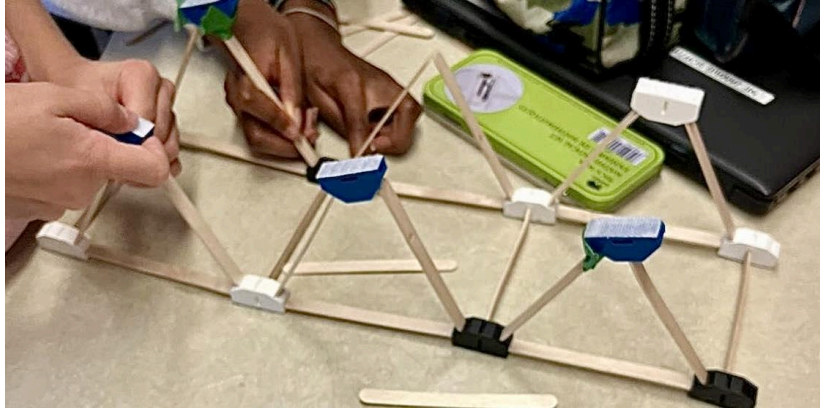
Joints finaux:



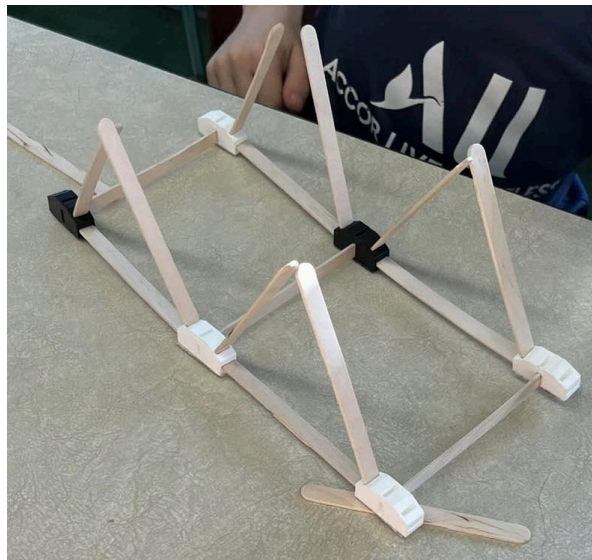
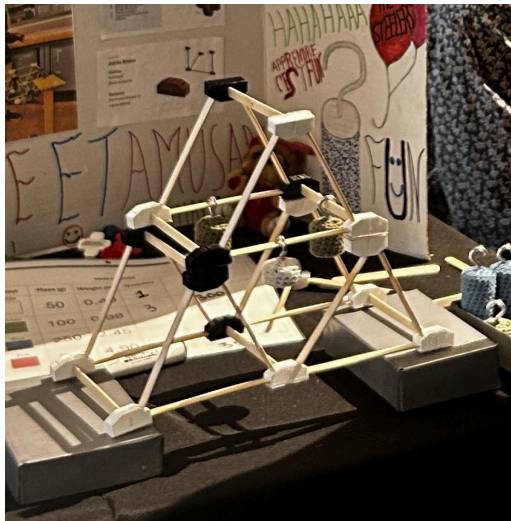
Exemple de structures:



(Fait par des élèves)



(Fait par des élèves)



Matériaux réutilisables :

Le produit utilise des éléments modulaires, comme des bâtons de bois et des connecteurs imprimés en 3D, permettant un montage et un démontage rapide pour une utilisation répétée.

Appareil de test pratique et visuel :

Un dispositif compact mesure la résistance des structures en affichant les résultats de manière claire et engageante, par exemple avec des chiffres, des lumières ou des indicateurs progressifs.

Conception sécuritaire :

Tous les matériaux et appareils sont adaptés à une manipulation par des enfants, avec une attention particulière portée à l'absence de risques physiques.

Simplicité et efficacité :

Le produit est facile à préparer, à utiliser et à ranger, optimisant le temps consacré à l'apprentissage pratique.

Engagement des participants :

L'approche encourage la créativité et la collaboration en intégrant des éléments compétitifs et des résultats mesurables, stimulant ainsi l'intérêt des élèves.

Engagement envers la durabilité :

L'accent est mis sur une approche écologique, minimisant les déchets et encourageant des pratiques responsables auprès des élèves.

Architecture/Construction du système

1. Structure du système

Le système se compose de deux parties principales :

1. **Le matériel pour les structures :** Bâtonnets de bois et connecteurs en plastique réutilisables (3D), conçus pour être faciles à assembler et démonter.
2. **L'appareil de test :**
 - **Dispositif de mesure:** Masse faite en acier ayant un revêtement sur les crochets pour protéger à la fois ces derniers ainsi que les étudiants qui les utiliseront.
 - **Affichage des résultats :** Les résultats sont visibles en se basant sur une charte de couleur, qui indique le poids de chaque masse.

2. Mode d'accès utilisateur

1. **Installation :**
 - **Animateurs :** Gardez avec vous les masses
 - **Élèves :** Construisez les structures en emboîtant les bâtonnets dans les joints.
2. **Utilisation :**
 - Les élèves placent leurs structures entre deux tables de classe.
 - Les charges (masses) sont ajoutées progressivement sur la structure.
3. **Démontage et rangement :**
 - Les connecteurs et bâtonnets sont démontés rapidement pour être réutilisés.

3. Conditions particulières

- **Durabilité :** Tous les composants sont conçus pour résister à un usage répété, même dans des environnements scolaires.

- **Transportabilité** : L'ensemble est léger et compact, permettant un déplacement facile entre les ateliers.
 - **Sécurité** :
 - Aucun élément ne présente de bords tranchants ou de petites pièces dangereuses.
 - Le système est conçu pour être stable, même avec des charges lourdes.
-

Schéma fonctionnel

Un schéma fonctionnel (simplifié) pourrait inclure :

1. **Section de construction** : Illustrant les bâtonnets, connecteurs et la plateforme de montage.
2. **Section de test** :
 - Les résultats s'affichent grâce aux couleurs du de la masse que l'on ajoute, après il faudra faire un petit calcul d'addition.
3. **Flux d'activité** : De la construction par les élèves à l'évaluation des structures par l'appareil.

2.1 Conventions

Ce document suit les conventions suivantes pour faciliter la lecture et la compréhension :

Actions à effectuer :

Lorsque le lecteur doit accomplir une tâche, celle-ci est introduite par le mot **Action**, suivi des étapes détaillées.

- Exemple : **Action** : Lisez le paragraphe suivant attentivement avant de poursuivre.

Mots importants ou termes spécifiques :

- Les mots-clés ou concepts essentiels sont affichés en **gras**.
- Les exemples ou phrases importantes sont indiqués en *italique*.

Sections importantes :

Les avertissements ou mises en garde sont précédés d'un titre **Avertissement** pour attirer l'attention.

Les informations utiles ou astuces sont précédées d'un titre **Conseil**.

2.2 Mises en garde & avertissements

Avertissement:

"Attention : Certains composants du dispositif de mesure peuvent être tranchants. Veuillez manipuler avec précaution pour éviter toute blessure."

"Avant chaque atelier, vérifiez l'intégrité des matériaux réutilisables (les bâtonnets de popsicle). Remplacez les éléments usés ou cassés pour garantir la sécurité et la précision des tests."

Mise en garde :

"Assurez-vous que toutes les crochets soient correctement fixés aux masses à chaque utilisation"

"Les structures en bois (bâtons popsicle) utilisées pour les tests de force peuvent se fissurer après plusieurs utilisations. Il est conseillé de les inspecter avant chaque séance pour éviter des accidents."

3 Pour commencer

Ce prototype est conçu pour tester la résistance d'une structure assemblée à l'aide de bâtonnets de popsicle et de joints avec différentes fentes. Les masses en aluminium, recouvertes de tissu pour assurer la sécurité, sont utilisées pour évaluer la stabilité et la résistance de la structure.

Étape 1 : Préparation des composants

- **Joints avec fentes** : Ces joints servent de base à la construction de la structure. Chaque joint est conçu avec des fentes spécifiques pour insérer les bâtonnets de popsicle.
- **Bâtonnets de popsicle** : Utilisés pour assembler les joints et former la structure. Ces bâtonnets doivent être insérés dans les fentes des joints à chaque étape de l'assemblage.
- **Masses en aluminium recouvertes de tissu** : Ces masses seront accrochées à la structure pour tester sa résistance. Chaque masse est identifiée par une charte de couleur indiquant son poids.

Étape 2 : Assemblage de la structure

1. **Positionner les joints** : Placez les joints dans une disposition de base (voir image 1).
 - Exemple d'image : Un schéma montrant les joints disposés selon les dimensions du prototype.
2. **Insérer les bâtonnets de popsicle** : Enfoncez les bâtonnets dans les fentes des joints pour former les segments de la structure (voir image 2).
 - Exemple d'image : Un schéma montrant les bâtonnets insérés dans les fentes, formant la base de la structure.

Étape 3 : Test de la structure avec les masses

1. **Accrocher les masses** : Placez les masses sur les points prévus de la structure pour tester sa résistance. Chaque masse s'accroche facilement aux jonctions des bâtonnets, et son poids est indiqué par la couleur correspondante sur la charte (voir image 3).
 - Exemple d'image : Un schéma montrant les masses accrochées à la structure. La charte de couleur est également présentée.
2. **Lire la charte de couleur** : La charte de couleur vous permet d'identifier le poids de chaque masse. Chaque couleur correspond à un certain poids, allant de léger à lourd. Cette information est cruciale pour ajuster la résistance de la structure selon les tests.

Étape 4 : Finalisation et vérification

- Une fois la structure assemblée et testée avec les masses, vérifiez la stabilité de l'ensemble. Si la structure tient sous le poids prévu, elle est prête à être utilisée pour des tests supplémentaires ou comme élément de base pour des constructions plus complexes.

Consignes spéciales pour le client

Pour que le prototype fonctionne parfaitement s'il est remis à votre client demain, assurez-vous de suivre ces étapes supplémentaires :

- Vérifiez que tous les joints sont correctement insérés dans les fentes des bâtonnets.
- Assurez-vous que les masses sont bien étiquetées et accompagnées de la charte de couleur pour une identification facile du poids.
- Vérifiez l'absence de pièces mobiles ou défectueuses avant de livrer le prototype.

Image 1 : Disposition des joints de base.

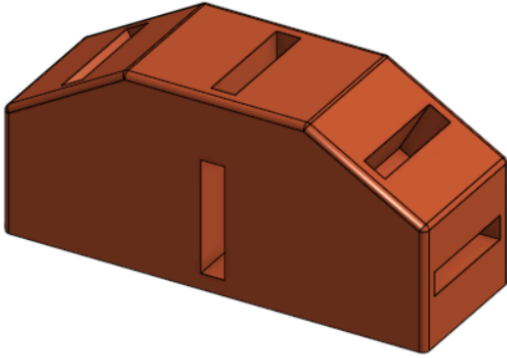


Image 2 : Assemblage des bâtonnets dans les fentes des joints

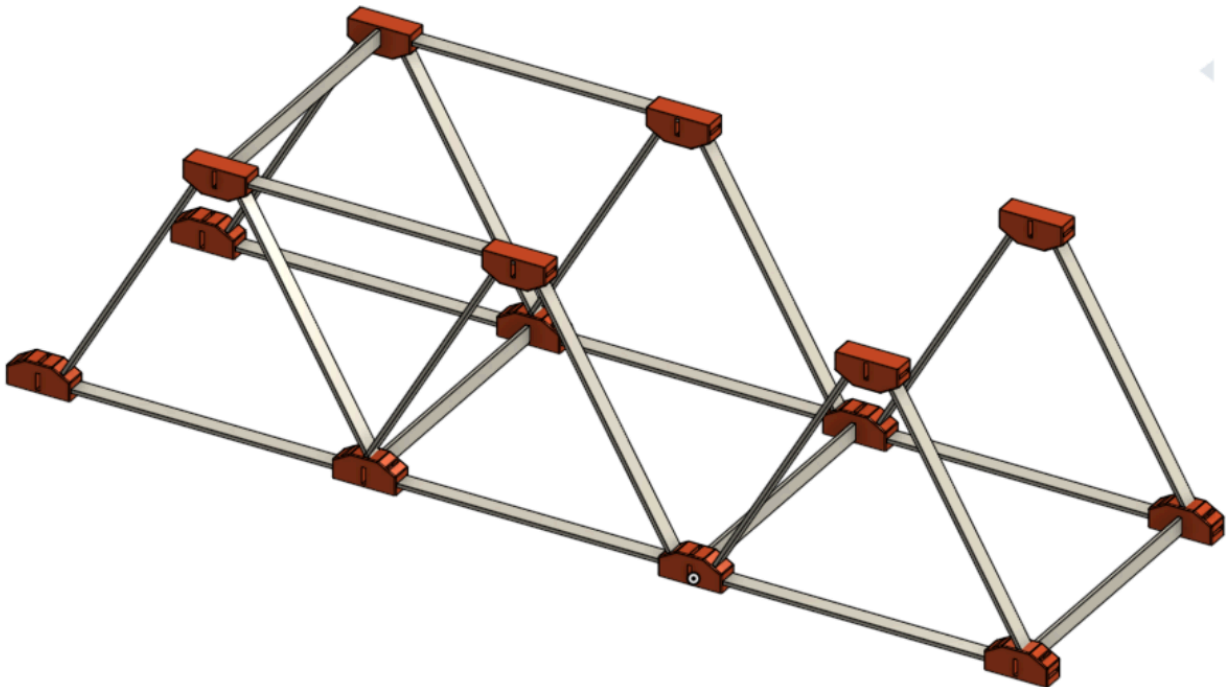
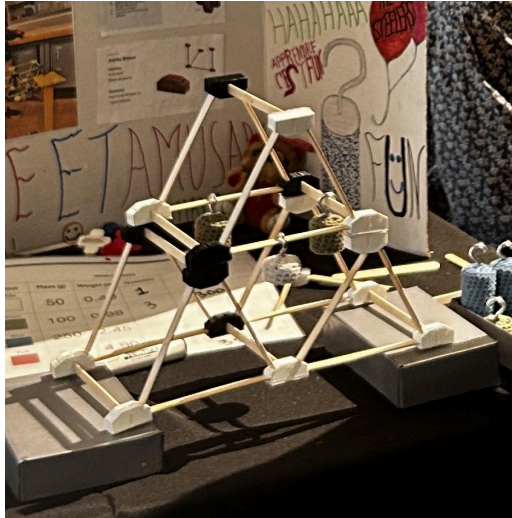


Image 3 : Accrochage des masses et charte de couleur pour identification du poids.



3.1 Considérations pour la configuration

Description de la configuration du système :

Le prototype physique est une structure composée de **joints avec fentes**, de **bâtonnets de popsicle** et de **masses en aluminium recouvertes de tissu**. Ces composants permettent de tester la résistance de la structure en fonction du poids appliqué. L'utilisateur assemble les joints et les bâtonnets pour créer une structure modulaire, et peut y accrocher les masses pour observer son comportement sous différentes charges.

- **Joints avec fentes** : Composants fixes qui servent de base à l'assemblage.
- **Bâtonnets de popsicle** : Utilisés pour relier les joints et créer la structure.
- **Masses en aluminium recouvertes de tissu** : Pesées avec une charte de couleur indiquant le poids, elles sont suspendues à la structure pour tester sa résistance.

Configuration de l'environnement :

Assemblage de la structure :

L'utilisateur insère les bâtonnets dans les fentes des joints. Cela crée une forme stable qui peut être utilisée pour tester la résistance de la structure sous des charges.

Test de résistance :

Les masses sont accrochées à différents points de la structure. La résistance de la structure est vérifiée en fonction du poids des masses, selon la charte de couleur.

Outils nécessaires :

Aucun outil spécialisé n'est requis pour l'assemblage ou l'utilisation du prototype. L'utilisateur utilise simplement ses mains pour insérer les bâtonnets dans les joints et accrocher les masses.

Connexion aux autres éléments existants :

Aucune connexion à des systèmes externes ou logiciels n'est nécessaire pour ce prototype. L'utilisateur peut interagir directement avec le prototype pour tester la structure.

3.2 Considérations pour l'accès des utilisateurs

Utilisateurs et groupes d'utilisateurs du prototype

Utilisateur principal - Enfants de la 3e à la 8e année

Description :

Ce groupe d'utilisateurs comprend des enfants d'âge scolaire qui utiliseront le prototype pour tester et explorer des concepts de base en mécanique. Les enfants assembleront la structure avec les joints, les bâtonnets de popsicle et les masses, et observeront les résultats des tests de résistance. Ce produit est conçu pour encourager l'apprentissage pratique à travers le jeu et l'expérimentation.

Restrictions :

- **Compétences et niveau de compréhension** : Bien que le prototype soit simple, les enfants devront être guidés pour comprendre les principes de base des tests de résistance et du montage de la structure. Une aide peut être nécessaire pour expliquer les concepts de manière accessible.
- **Supervision requise** : Une surveillance adulte est nécessaire, en particulier pour l'utilisation des masses en aluminium, bien qu'elles soient recouvertes de tissu pour la sécurité.

Utilisateur secondaire - Enseignant ou animateur**Description :**

Les enseignants ou animateurs qui supervisent l'utilisation du prototype dans un cadre scolaire ou récréatif guideront les enfants tout au long du processus d'assemblage et de test. Ils fourniront des explications simples et encourageront les élèves à explorer les principes scientifiques derrière les tests de résistance.

Restrictions :

- **Soutien pédagogique** : L'enseignant doit être capable d'expliquer les étapes d'assemblage et les résultats des tests de manière adaptée à l'âge des enfants.
- **Accessibilité** : Des instructions claires, visuelles et simplifiées doivent être disponibles pour aider les enfants à comprendre les objectifs du prototype et à utiliser le produit en toute sécurité.

Utilisateur tertiaire - Parents ou accompagnateurs

Description :

Les parents ou accompagnateurs peuvent également utiliser ce prototype pour encourager les enfants à explorer les concepts de base en ingénierie et mécanique à la maison ou lors de démonstrations.

Restrictions :

- **Supervision et sécurité** : Bien que les enfants puissent manipuler les composants, les parents doivent superviser l'utilisation, en particulier lorsqu'il s'agit de manipuler les masses et d'assembler la structure.
- **Connaissances de base** : Les parents peuvent ne pas avoir de connaissances en mécanique, donc les instructions doivent être simples et accessibles.

Utilisateur en situation de handicap (accessibilité)

Description :

Les enfants ayant des besoins d'accessibilité peuvent également utiliser le prototype avec des ajustements appropriés, comme des outils ou des supports pour aider à manipuler les composants.

Restrictions :

- **Manipulation physique** : Les enfants ayant une mobilité réduite ou des difficultés motrices pourraient avoir besoin d'une aide supplémentaire pour assembler les pièces et manipuler les masses.
- **Adaptations possibles** : Des ajustements peuvent être nécessaires, comme des outils adaptés ou des éléments de conception pour faciliter l'utilisation par des enfants en situation de handicap.

3.3 Accéder/installation du système

Procédures d'installation du prototype physique

1. Préparation des matériaux :

Avant de commencer l'assemblage du prototype, assurez-vous que vous avez tous les composants nécessaires :

- Joints avec différentes fentes
- Bâtonnets de popsicle
- Masses en aluminium recouvertes de tissu (chaque masse accompagnée d'une charte de couleur indiquant son poids)
- Espace de travail sécurisé et plat pour l'assemblage

2. Assemblage de la structure :

- **Étape 1 : Insérer les bâtonnets dans les joints**

Prenez un bâtonnet de popsicle et insérez-le dans une fente d'un joint. Répétez

l'opération pour assembler les différents joints entre eux afin de créer une structure de base.

- Veillez à ce que les bâtonnets soient insérés solidement pour garantir la stabilité de la structure.

- **Étape 2 : Ajouter des bâtonnets supplémentaires**

Si vous souhaitez étendre la structure ou la rendre plus stable, ajoutez des bâtonnets de popsicle supplémentaires dans les joints. Vous pouvez expérimenter avec différentes configurations de bâtonnets pour explorer la résistance du système.

3. Utilisation des masses pour tester la résistance :

- **Étape 1 : Accrocher les masses**

Prenez une masse en aluminium recouverte de tissu. Les masses peuvent être accrochées partout sur la structure en fonction des zones que vous souhaitez tester.

- Chaque masse a une charte de couleur indiquant son poids, ce qui vous permet de savoir combien de poids est appliqué sur chaque partie de la structure.

- **Étape 2 : Observer la résistance**

Une fois les masses accrochées, observez la structure pour vérifier si elle résiste au poids ou si elle se déforme.

- Notez à quel moment la structure cède sous le poids ou reste stable pour analyser les performances du prototype.

4. Ajustements pour utilisation personnelle :

Si vous souhaitez ajuster la structure ou adapter le prototype à vos besoins personnels, voici quelques suggestions :

- **Modifier la configuration des joints :** Vous pouvez ajouter ou retirer des joints pour modifier la forme et la stabilité de la structure.
- **Changer le placement des masses :** Essayez différentes positions pour les masses afin de tester la structure sous divers types de contraintes et vérifier sa résistance.

3.4 Organisation du système & navigation

Organisation du système du prototype

Composantes principales

Joint avec différentes fentes

- **Fonction :** Ces joints servent de points d'ancrage pour insérer les bâtonnets de popsicle et créer la structure de base du prototype. Ils sont conçus pour être faciles à manipuler et à assembler, avec des fentes qui accueillent les bâtonnets de manière sécurisée.
- **Interaction :** Chaque joint est connecté aux autres joints par les bâtonnets de popsicle, permettant de former différentes configurations et de tester la stabilité de la structure.

Bâtonnets de popsicle

- **Fonction :** Les bâtonnets servent à assembler les joints et à créer une structure solide. Ils sont insérés dans les fentes des joints pour former un cadre ou une grille.

- **Interaction :** Les bâtonnets sont insérés dans les fentes des joints pour maintenir la structure ensemble. Ils peuvent être disposés selon différentes configurations pour explorer différentes formes et tester la résistance de la structure.

Masses en aluminium recouvertes de tissu

- **Fonction :** Les masses servent à tester la résistance de la structure en appliquant des poids. Chaque masse est accompagnée d'une charte de couleur indiquant son poids, ce qui permet d'analyser les résultats des tests.
- **Interaction :** Les masses sont suspendues ou placées sur la structure, appliquant une pression sur les bâtonnets et les joints pour tester la solidité de la construction. La structure réagit à ces forces en se déformant ou en restant stable, selon sa résistance.

Connexions aux fonctionnalités principales

Assemblage de la structure

- **Fonction :** Cette fonctionnalité permet à l'utilisateur d'assembler le prototype en insérant les bâtonnets de popsicle dans les joints. Cela crée une base stable sur laquelle les tests de résistance peuvent être effectués.
- **Connexion :** Les bâtonnets sont insérés dans les fentes des joints, formant la structure de base. Une fois l'assemblage terminé, les utilisateurs peuvent passer à l'étape suivante, qui consiste à tester la résistance de la structure.

Test de résistance avec les masses

- **Fonction** : Cette fonctionnalité permet de tester la solidité de la structure en appliquant des masses en aluminium sur celle-ci. Les utilisateurs peuvent accrocher les masses ou les placer sur différentes parties de la structure pour observer comment elle réagit sous l'effet du poids.
- **Connexion** : Les masses sont accrochées ou placées sur la structure et appliquent une pression sur les joints et les bâtonnets. La réponse de la structure aux masses permet aux utilisateurs de déterminer sa résistance et de modifier la conception si nécessaire.

Ajustements et modifications pour une utilisation personnalisée

Modification de la configuration des joints et bâtonnets

- **Fonction** : Si l'utilisateur souhaite personnaliser la structure ou tester des configurations différentes, il peut ajouter ou retirer des bâtonnets et des joints pour créer de nouvelles formes.
- **Connexion** : Les joints et les bâtonnets peuvent être facilement réarrangés pour créer différentes structures et tester leur performance sous diverses contraintes.

Réglage du placement des masses

- **Fonction** : Pour explorer les réactions de la structure sous différents types de poids, l'utilisateur peut ajuster la position des masses et observer la manière dont elles affectent la résistance.
- **Connexion** : Le placement des masses est flexible et peut être modifié pour tester différentes zones de la structure et analyser sa solidité.

3.5 Quitter le système

Démontage de la structure :

Après avoir effectué les tests, commencez par démonter la structure en retirant les bâtonnets de popsicle des fentes des joints. Veillez à le faire doucement pour ne pas endommager les composants.

Rangez les bâtonnets de popsicle dans un espace sec et propre pour éviter toute déformation.

Rangement des joints :

Retirez les joints des bâtonnets et rangez-les dans un contenant séparé afin de les protéger des chocs. Si les joints sont en plastique ou en un autre matériau fragile, veillez à les stocker de manière à éviter tout écrasement ou déformation.

Rangement des masses :

Retirez les masses en aluminium recouvertes de tissu de la structure. Rangez-les dans un endroit sûr pour éviter tout dommage. Assurez-vous que les masses sont bien séparées des autres composants pour éviter qu'elles ne se mélangent ou ne soient endommagées.

Nettoyage des composants :

Essuyez les composants (bâtonnets, joints, masses) avec un chiffon doux pour enlever toute poussière ou saleté. Si nécessaire, nettoyez-les avec un produit adapté pour éviter d'abîmer le matériel, en particulier le tissu recouvrant les masses.

Stockage des éléments :

Placez tous les composants du prototype dans un contenant ou une boîte de rangement pour éviter de perdre des pièces et faciliter leur réutilisation. Assurez-vous que les pièces sont bien protégées, surtout les joints et les masses, qui pourraient être endommagés en cas de chocs.

4 Utiliser le système

4.1 <Fonction/Caractéristique donnée>

Graphique et Description

L'assemblage du prototype se fait en insérant des bâtonnets de popsicle dans les fentes des joints. Cela permet de construire une structure solide. Chaque joint possède plusieurs fentes dans lesquelles les bâtonnets peuvent être insérés, permettant ainsi de connecter différents joints pour former un cadre ou une grille.

Figure 1 : Assemblage de la structure avec des bâtonnets



Légende : Un exemple d'assemblage des joints avec des bâtonnets de popsicle pour former une structure.

4.1.1 <Sous-fonction/Sous-caractéristique donnée>

Sous-fonctions ou sous-caractéristiques du système

Le prototype étant simple et principalement destiné à des enfants de la 3^e à la 8^e année, il ne possède pas de sous-systèmes complexes. Toutefois, certaines fonctionnalités peuvent être considérées comme des sous-caractéristiques du système, car elles contribuent à son fonctionnement global :

Connexion des structures

Les joints en PLA sont les composants centraux permettant de connecter les bâtonnets de popsicle. Leur conception avec plusieurs fentes offre la possibilité de créer diverses configurations de structures, ce qui renforce la modularité et la créativité du système.

Masse ajustable

Les tiges d'acier recouvertes de laine sont conçues pour tester la résistance des structures. Chaque masse est accompagnée d'une charte de couleur qui simplifie l'identification du poids pour les enfants, leur permettant d'expérimenter facilement la stabilité des structures sous différentes charges.

Stabilisation des bases

Les bandes de velcro sous les joints servent à stabiliser les structures sur différentes surfaces.

Cette caractéristique améliore la sécurité et la durabilité du système, particulièrement lors d'une utilisation prolongée.

Ces sous-caractéristiques, bien qu'intégrées, fonctionnent ensemble pour offrir une expérience ludique et éducative aux enfants, sans introduire de complexité supplémentaire. Elles garantissent également que le prototype reste intuitif et accessible à un public non technique.

5 Dépannage & assistance

1. Problèmes d'assemblage

a. Erreur : Les bâtonnets ne s'insèrent pas correctement dans les fentes des joints

Les bâtonnets de popsicle ne s'adaptent pas bien aux fentes des joints, soit parce que la fente est trop petite, soit parce que le bâtonnet est trop grand ou cassé.

- **Causes possibles :**

La taille des fentes n'est pas standard ou présente des imperfections.

Les bâtonnets sont cassés ou déformés.

- **Actions correctives :**

Vérifier les joints : Assurez-vous que les fentes des joints sont nettes et sans débris. Si elles sont obstruées, utilisez un petit outil pour les nettoyer (par exemple, une épingle ou un cure-dent).

Vérifier les bâtonnets : Si un bâtonnet est cassé ou déformé, remplacez-le par un bâtonnet neuf. Il est conseillé d'utiliser des bâtonnets ne présentant pas de fissures.

Réajuster l'assemblage : Réessayez d'insérer les bâtonnets en les insérant doucement dans les fentes des joints, en vous assurant qu'ils sont alignés correctement.

b. Erreur : La structure assemblée est instable ou se casse

Après l'assemblage, la structure tombe ou semble fragile.

- **Causes possibles :**

Mauvaise insertion des bâtonnets dans les joints.

Mauvaise disposition des joints ou des bâtonnets pendant l'assemblage.

Utilisation de joints ou bâtonnets usés ou déformés.

- **Actions correctives :**

Revoir l'assemblage : Vérifiez que les joints sont correctement positionnés et que les bâtonnets sont bien insérés dans toutes les fentes.

Stabilité des joints : Assurez-vous que les joints sont bien en place et que les bâtonnets sont bien alignés. Si nécessaire, reconstituez la structure à partir de zéro pour garantir la stabilité.

Renforcer les points de connexion : Si la structure est instable, vous pouvez essayer de renforcer les points de connexion en ajoutant des bâtonnets supplémentaires pour plus de soutien.

5.1 Messages ou comportements d'erreur

Erreur : Les fentes des joints sont trop petites pour insérer les bâtonnets

Comportement : Les bâtonnets ne s'insèrent pas dans les fentes des joints en raison de l'étroitesse des fentes.

Causes probables :

Bâtonnets de popsicle légèrement trop gros ou trop longs pour les fentes.

Actions correctives :

Utiliser des bâtonnets correctement dimensionnés : Si les bâtonnets sont trop gros, remplacez-les par des bâtonnets plus fins ou découpez les bâtonnets à la bonne taille.

Examiner la qualité des joints : Si plusieurs joints présentent des fentes de taille incorrecte, envisagez de les remplacer par des joints plus uniformes.

5.2 Considérations spéciales

Pour garantir une utilisation optimale du prototype et résoudre les éventuels problèmes, il est important de tenir compte des circonstances et actions suivantes :

Problèmes liés aux joints en PLA

- **Circumstance spéciale** : Les joints peuvent s'user ou se fissurer après une utilisation prolongée ou si une force excessive est appliquée lors de l'insertion des bâtonnets.
- **Action** : Remplacer immédiatement les joints défectueux par des pièces de rechange. Si aucun joint n'est disponible, imprimer de nouveaux joints en PLA à l'aide des fichiers STL fournis.

Problèmes liés aux bâtonnets de popsicle

- **Circumstance spéciale** : Les bâtonnets peuvent se casser sous des charges excessives ou une manipulation brute.
- **Action** : Garder un stock de bâtonnets de rechange pour remplacer ceux qui se brisent.

Problèmes de stabilité des structures

- **Circumstance spéciale** : Une structure instable peut se renverser si les masses sont mal réparties ou si le sol est irrégulier.

- **Action :** Vérifier que les bandes de velcro sous les joints adhèrent bien à la surface. Si nécessaire, ajuster la répartition des masses ou reconstruire une base plus large pour améliorer la stabilité.

Problèmes de sécurité liés aux masses

- **Circumstance spéciale :** Les masses en aluminium, bien que recouvertes de laine, peuvent tomber d'une hauteur et blesser quelqu'un si elles ne sont pas correctement accrochées.
- **Action :** Toujours vérifier que les crochets des masses sont bien fixés sur la structure avant de tester la résistance.

Exceptions liées à l'environnement d'utilisation

- **Circumstance spéciale :** Le prototype est conçu pour une utilisation intérieure. Une utilisation extérieure (humidité ou surfaces instables) peut endommager les bâtonnets et réduire l'adhérence des bandes de velcro.
- **Action :** Utiliser uniquement le prototype dans un environnement sec et stable.

Ces mises en garde et actions permettent de minimiser les risques et d'assurer une expérience sécurisée et éducative pour les utilisateurs.

5.3 Entretien

Utilisation de Matériaux de Remplacement

Circonstances spéciales :

- **Si des matériaux de remplacement sont nécessaires** (par exemple, des bâtonnets de popsicle de remplacement ou des joints usés) : Utiliser des matériaux de remplacement qui ne correspondent pas exactement aux spécifications peut modifier les résultats des tests de résistance. Les bâtonnets doivent avoir la même taille et la même rigidité pour garantir des résultats cohérents.

Action spéciale :

- **Utilisation de matériaux conformes :** Lors du remplacement de pièces, assurez-vous que les nouveaux matériaux (bâtonnets, joints) sont identiques à ceux utilisés initialement. Si nécessaire, contactez le fournisseur des matériaux pour obtenir des pièces de remplacement conformes.

Mises en garde :

Incompatibilité possible avec d'autres composants : L'utilisation de bâtonnets ou de joints non standards peut entraîner des erreurs dans l'assemblage ou des défaillances de la structure sous charge.

Manipulation des Masses et Sécurité

Circonstances spéciales :

- **Lorsque les masses sont manipulées ou accrochées à la structure :** Les masses en aluminium recouvertes de tissu sont conçues pour être sûres, mais une manipulation incorrecte peut entraîner des blessures. Par exemple, les masses pourraient se détacher de la structure en cas de mauvaise fixation, ou elles pourraient tomber accidentellement.

Action spéciale :

- **Manipulation prudente des masses :** Lors de l'ajout ou de la retrait des masses, assurez-vous que les masses sont bien accrochées aux points désignés sur la structure. Ne laissez pas les masses sans surveillance pendant qu'elles sont suspendues.
- **Port de protection :** Bien que les masses soient recouvertes de tissu pour la sécurité, il est recommandé de porter des gants pour éviter tout risque de blessure accidentelle lors de la manipulation des pièces.

Mises en garde :

- **Attention aux charges élevées :** Si la structure est testée avec des masses très lourdes, veillez à toujours travailler dans un environnement sécurisé où la chute d'une masse ne puisse pas causer de dommages.

Problèmes liés aux Fentes des Joints

Circonstances spéciales :

- **Si les fentes des joints sont trop petites ou mal alignées :** Dans certains cas, des erreurs de fabrication ou des défauts dans la conception des joints peuvent entraîner des fentes trop petites pour insérer correctement les bâtonnets. Cela peut provoquer des déformations ou des défaillances prématurées de la structure.

Action spéciale :

- **Ajuster les fentes :** Si vous rencontrez des fentes trop petites ou mal positionnées, il est possible d'élargir légèrement les fentes à l'aide d'un outil de coupe précis, comme un cutter ou une lime fine. Toutefois, cette opération doit être réalisée avec précaution pour ne pas endommager le joint.

Mises en garde :

- **Risque de dommages supplémentaires** : L'élargissement des fentes doit être effectué avec soin, car un ajustement excessif peut entraîner un affaiblissement du joint et affecter la stabilité de la structure.

Problèmes d'Alignement de la Structure

Circonstances spéciales :

- **Lorsqu'une partie de la structure semble désalignée ou instable après l'assemblage** : Cela peut être dû à une erreur d'assemblage, mais également à un défaut dans la conception de la structure ou à des matériaux défectueux.

Action spéciale :

- **Vérification complète de l'alignement** : Lorsque vous constatez que la structure est instable, vérifiez que tous les bâtonnets sont correctement insérés dans les fentes des joints et que les joints sont disposés correctement.
- **Réassembler la structure** : Si un désalignement est constaté, démontez et remontez les sections de la structure pour vous assurer que chaque élément est correctement positionné.

Mises en garde :

- **Ne pas forcer les composants** : Si une pièce semble ne pas s'ajuster correctement, n'insistez pas pour la forcer, car cela pourrait entraîner des dommages. Prenez plutôt le temps de réévaluer l'assemblage.

Difficultés liées à la Charte de Couleur ou à l'Étiquetage des Masses

Circonstances spéciales :

- **Si la charte de couleur ou l'étiquetage des masses est perdu ou illisible** : La charte de couleur est essentielle pour identifier rapidement les poids des masses. Si elle est perdue ou si les étiquettes deviennent illisibles, il peut être difficile de réaliser les tests avec précision.

Action spéciale :

- **Reproduire la charte de couleur** : En cas de perte ou d'endommagement de la charte, recréez une nouvelle charte à l'aide d'un modèle standard, ou demandez un remplacement auprès du fournisseur du prototype.
- **Réétiqueter les masses** : Si les étiquettes des masses sont illisibles, remplacez-les immédiatement avec des nouvelles étiquettes claires qui correspondent aux poids exacts de chaque masse.

Mises en garde :

- **Ne pas tenter d'identifier les poids sans la charte** : Il est essentiel de connaître le poids exact de chaque masse pour garantir que les tests sont réalisés avec précision. Ne tentez pas d'estimer le poids des masses sans utiliser la charte officielle.

5.4 Assistance

Gestion des Incidents de Sécurité

Si vous identifiez un incident de sécurité (par exemple, un risque physique lié à l'utilisation des masses ou des composants), il est crucial de réagir rapidement pour minimiser les risques. Voici la procédure à suivre :

Procédure en cas d'incident de sécurité :

Évaluation de la Sécurité :

- Si un incident de sécurité se produit (chute de masse, casse d'un composant, etc.), **évaluez immédiatement la situation** pour garantir la sécurité des utilisateurs. Éloignez toute personne de la zone à risque.

Arrêter l'Utilisation du Prototype :

- **Suspendre immédiatement** l'utilisation du prototype en cas de danger pour éviter toute aggravation de la situation.

Signaler l'Incident

6 Documentation du produit

Conception Mécanique

Composants Principaux

Joints avec Fentes : Ces joints sont l'élément clé pour maintenir les bâtonnets de popsicle en place. Chaque joint est conçu avec des fentes de taille précise pour accueillir les bâtonnets. Les joints doivent être robustes pour supporter les charges exercées sur la structure sans se déformer.

Bâtonnets de Popsicle : Les bâtonnets sont utilisés pour assembler la structure en reliant les joints. Ils doivent être assez rigides pour maintenir la structure stable sous charge, tout en étant assez légers pour ne pas fausser les tests de résistance.

Masses en aluminium recouvertes de tissu : Ces masses servent à appliquer différentes charges sur la structure. L'aluminium est choisi pour sa légèreté et sa résistance, tandis que le tissu permet de garantir la sécurité de l'utilisateur en évitant des risques de blessures.

6.1 <Sous-système 1 du prototype>

6.1.1 NDM (Nomenclature des Matériaux)

Tableau de nomenclature des matériaux

Nom de l'item	Description	Unité de mesure	Quantité estimée	Coût unitaire (\$)	Coût étendu (\$)	Lien
Bâtonnets de bois	Bâtons de popsicle qui serviront à construire la structure.	1 sac (100 bâtons)	100 bâtons	0.0125	1.25	Dollarama
Bandes de velcro	Bandes collées au bas des joints	1 paquet (2 bandes)	1 bande	0.625	1.25	Dollarama
PLA	Filament pour l'impression de nos joints. Diverses couleurs.	1 joint (6.00 cm3)	25 joints* (150 cm3)	0.15 (par joint)	4.50	Makerstore

Oeillet à vis	Oeillet avec boulon plaqué en zinc. Longueur: 50.8 mm (2 pouces) Diamètre : 4.7625 mm (3/16 pouces)	1	12	0.79	9.48	Rona
Tige d'acier 1po	Tige d'acier pleine.	1 pied (Longueur)	1 pied, 1 pouce	4.92 (diamètre de 1")	5.33	Metal Pros
Tige d'acier 1,6po	Tige d'acier pleine.	1 pied (Longueur)	5 pouces	26.45 (diamètre de 1,6")	11.00	Brunsfeld Center
Colle Gorilla	Colle à vis.	1 tube (6ml)	1 tube	8.59	5.97	Amazon
Laine	Retailles de laines (différentes couleurs)	1 sac de retailles	4 couleurs	2.50	2.50	Walmart
Coût total du produit (sans taxes)					41.28\$	
Coût total du produit (avec taxes)					46.64\$	

*On estime que 4 bâtons seront utilisés pour un joint. Donc chaque équipe aura 25 joints pour leur structure.

** 1,7 pieds d'acier nous donnera une masse total de 2 kg

6.1.2 Liste d'équipements

Pour construire le prototype t, voici l'équipement nécessaire pour l'assemblage et la fabrication :

- **Imprimante 3D** : pour fabriquer les joints en PLA.
- **Pistolet à colle chaude** : pour fixer les bandes de velcro aux joints si nécessaire.

- **Couteau ou ciseaux robustes** : pour couper les bandes de velcro ou retailler les bâtonnets de popsicle si besoin.
- **Mètre ou règle** : pour mesurer précisément la longueur des tiges d'acier ou des bâtonnets.
- **Tournevis ou clé Allen** : pour visser les œillets à vis aux tiges d'acier.
- **Ponceuse ou lime** : pour lisser les bords des tiges d'acier et éviter tout risque de blessure.
- **Balance** : pour peser les masses une fois les tiges d'acier prêtes et vérifier leur conformité au poids souhaité.

Ces outils permettent de fabriquer et assembler le prototype tout en assurant précision et sécurité.

6.1.3 Instructions

Instructions étape par étape pour construire le prototype

Matériaux et équipement nécessaires

Matériaux :

- Bâtonnets de bois
- Bandes de velcro
- PLA pour imprimante 3D
- crocher à vis
- Tiges d'acier (1 po et 1,6 po)
- Colle Gorilla
- Laine

Équipement :

- Imprimante 3D
- Pistolet à colle chaude
- Couteau ou ciseaux robustes
- Ponceuse ou lime
- Tournevis ou clé Allen
- Balance

Préparation des joints en PLA

Pour fabriquer les joints, utilisez une imprimante 3D. Chargez le fichier CAO du modèle dans le logiciel de l'imprimante. Configurez le filament PLA à la couleur souhaitée et commencez l'impression. Une fois les joints imprimés, inspectez-les pour détecter toute irrégularité et lissez les bords avec une lime si nécessaire.

Ajoutez des bandes de velcro en les découpant à la longueur souhaitée, puis fixez-les au bas des joints avec un pistolet à colle chaude. Ces bandes permettent de stabiliser les structures lors de leur manipulation.

Assemblage des structures avec les bâtonnets

Insérez les bâtonnets de popsicle dans les fentes des joints pour assembler différentes configurations de structures. Vous pouvez expérimenter avec des formes comme des carrés, des triangles ou des pentagones. Si les bâtonnets ne tiennent pas fermement, ajoutez une goutte de colle Gorilla pour renforcer les connexions.

Fabrication des masses en aluminium

Coupez les tiges d'acier à la longueur nécessaire à l'aide d'une scie adaptée. Lissez les bords avec une lime pour éviter tout risque de blessure. Vissez des crochets à une extrémité des segments de tige pour qu'ils puissent être suspendus.

Enveloppez les masses avec de la laine de différentes couleurs pour les sécuriser et les rendre visuellement attrayantes. Fixez la laine en place avec de la colle Gorilla.

Test et validation

Suspendez les masses à différents points de la structure montée pour tester sa résistance. Vérifiez les poids des masses à l'aide d'une balance et assurez-vous qu'ils correspondent aux indications de la charte de couleur. Si la structure montre des signes de faiblesse, ajustez l'assemblage ou redistribuez les charges pour optimiser sa stabilité.

6.2 Essais & validation

Validation et Essais du Prototype

Contexte des essais

Le prototype a été testé dans des écoles primaires à Montréal pour évaluer sa fonctionnalité, sa sécurité et son attrait auprès des enfants de la 3^e à la 8^e année. Ces essais visaient également à recueillir des retours des enseignants et élèves afin d'améliorer la conception et l'expérience utilisateur.

Méthodologie des essais

Les tests ont été réalisés en deux phases :

Phase 1 : Évaluation de la construction et de la résistance.

Les élèves ont monté des structures simples en utilisant les bâtonnets de popsicle, les joints en PLA et les masses d'aluminium. La résistance des structures a été testée en accrochant les masses à différents endroits.

Phase 2 : Interaction et créativité.

Les élèves ont été encouragés à explorer différentes configurations en construisant des structures plus complexes, comme des ponts ou des tours. L'objectif était de mesurer l'intuitivité du système et l'engagement des utilisateurs.

Résultats des essais

Construction et résistance

Les structures ont montré une bonne stabilité avec les charges recommandées. Cependant, lorsque les élèves tentaient d'ajouter des masses supérieures à 2 kg sur des configurations instables (comme une tour étroite), des déséquilibres étaient observés.

Sécurité

Les enrobages de laine sur les masses ont été efficaces pour prévenir tout accident. Aucun cas de blessure n'a été signalé pendant les essais.

Engagement et créativité

Les élèves ont démontré un fort intérêt pour l'activité. Ils ont particulièrement apprécié les masses de couleurs différentes, ce qui leur a permis d'expérimenter tout en apprenant les principes de base de la résistance des matériaux.

Retours des participants

Enfants : Les élèves ont exprimé un sentiment de satisfaction en manipulant un système qu'ils pouvaient comprendre et utiliser sans difficulté.

Enseignants : Les éducateurs ont trouvé le prototype pertinent pour introduire des notions STEM (science, technologie, ingénierie et mathématiques) dans un cadre ludique.

Problèmes et exigences pour une utilisation prolongée

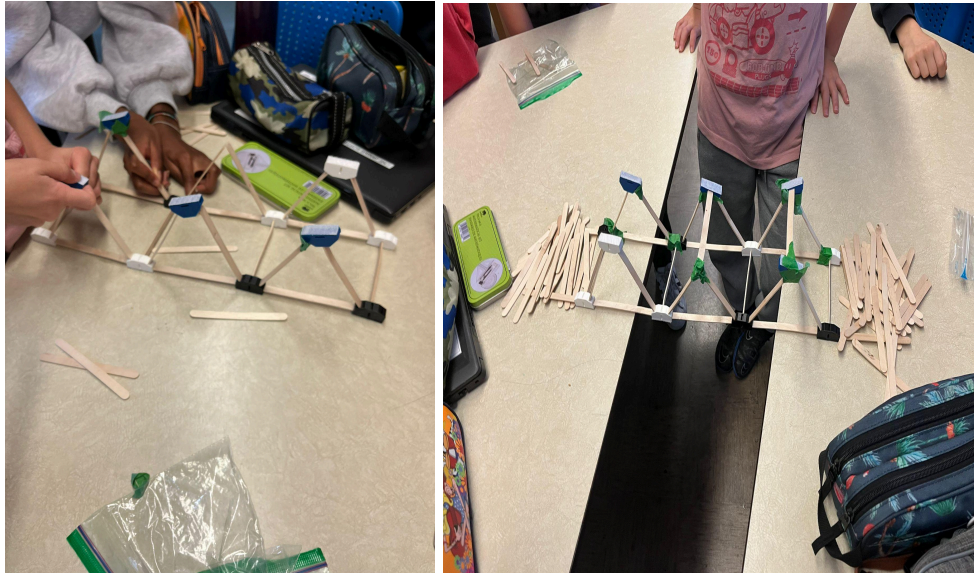
Durabilité des joints en PLA : Une utilisation fréquente peut causer une usure des joints, surtout au niveau des fentes. Une version renforcée pourrait être envisagée.

Remplacement des bâtonnets : Les bâtonnets peuvent se casser sous pression, nécessitant un stock de rechange.

Améliorations suggérées

Renforcer les joints en utilisant des matériaux composites ou une version plus robuste de PLA.
Ajouter des tailles de bâtonnets différentes pour élargir les possibilités de conception.

Illustration



Conclusion

Les essais dans les écoles primaires ont validé le prototype comme un outil éducatif sûr et engageant, tout en mettant en lumière quelques améliorations nécessaires pour une utilisation prolongée.

7 Conclusions et recommandations pour les travaux futurs

Leçons apprises et suggestions pour les travaux futurs

Leçons apprises :

- **Simplicité efficace, mais fragile :** Le prototype a montré qu'un design simple avec des bâtonnets de popsicle et des joints en PLA peut être ludique et fonctionnel pour des enfants, mais la durabilité est un problème. Les joints en PLA se cassent relativement facilement sous une pression excessive. Bien que ce matériau soit bon pour des prototypes rapides, il ne résiste pas assez aux manipulations fréquentes.
- **L'importance de la sécurité :** L'ajout de laine autour des masses en aluminium était essentiel pour la sécurité, mais il a été observé que les masses ont tendance à se détacher des structures si elles ne sont pas correctement fixées. Cela a créé des risques de blessures, même avec l'utilisation de la laine.
- **Retour d'utilisateur :** Les enfants ont apprécié le côté interactif du prototype, mais certains ont trouvé que assembler la structure avec les bâtonnets demandait plus de force que prévu, ce qui a causé de la frustration. Il serait donc important de simplifier certains aspects de l'assemblage.

Pistes pour les travaux futurs :

- **Renforcement de la structure :** Passer à un matériau plus durable que le PLA, comme l'ABS ou un plastique renforcé, pourrait améliorer la robustesse des joints. Une autre option pourrait être d'intégrer des clips ou des attaches plus robustes pour maintenir les bâtonnets ensemble.
- **Simplification de l'assemblage :** Rendre l'assemblage des structures plus facile en ajustant les dimensions des fentes dans les joints ou en intégrant des composants comme des connecteurs ou des vis pour une fixation plus solide et moins frustrante pour les enfants.
- **Mécanisme de fixation amélioré pour les masses :** Les masses en aluminium devraient être dotées d'un système de fixation plus fiable, comme des crochets plus solides ou des points de fixation à vis pour éviter qu'elles ne tombent pendant les tests de résistance.

Si nous avons quelques mois de plus pour travailler sur ce projet :

- **Tests de robustesse à long terme :** Avec plus de temps, des tests prolongés sur la résistance des joints et la durabilité des composants permettraient de mieux comprendre les limites du prototype. Cela aiderait à mieux ajuster la conception avant de la rendre

disponible pour un usage prolongé.

- **Améliorer l'ergonomie** : Nous pourrions ajuster la taille des bâtonnets et des joints pour les rendre plus adaptés aux enfants, en particulier ceux de la 3e à la 5e année, en réduisant la force nécessaire pour insérer les bâtonnets dans les fentes.

Éléments abandonnés :

- **Tests supplémentaires sur des matériaux alternatifs** : Nous avons abandonné l'idée d'explorer d'autres matériaux plus résistants (par exemple, des joints en caoutchouc ou en silicone) en raison de contraintes de temps et de budget.
- **Ajout de fonctionnalités éducatives** : Nous n'avons pas pu intégrer des éléments pédagogiques supplémentaires comme des défis d'ingénierie ou des explications sur les principes de construction. Ce serait important de rendre le produit non seulement amusant, mais aussi éducatif.

En résumé, avec plus de temps, il serait crucial de tester des matériaux plus durables et de peaufiner le processus de montage pour le rendre plus accessible, tout en assurant la sécurité et la durabilité du prototype.

8 Bibliographie

Fabrication des joints en PLA : "Guide d'impression 3D pour les matériaux PLA." MakerStore, consulté le 3 décembre 2024. [Lien ici](#).

Utilisation des bâtonnets de popsicle : "Fournitures artisanales écologiques." Dollarama, consulté le 3 décembre 2024. [Lien ici](#).

Modèles de charte de couleur pour les masses :

La charte de couleur correspondante aux poids des masses est incluse dans ce document en tant que référence.

APPENDICES

9 APPENDICE I: Fichiers de conception

Table 3. Documents référencés

Nom du document	Emplacement du document et/ou URL	Date d'émission
présentation powerpoint du projet	https://1drv.ms/p/c/ef7b34139360dbe8/EUKB4Li1pXVNtQtQfdG18YB4PXiDYa3zsQiBC3QEe1lPg?e=2C0jes	27 novembre 2024
image de test	https://1drv.ms/p/c/b7beea5b32f20c31/EVz3xlNvN9lKgmlYT3wBsm0BpB8nqOWEuZdievOzM1f87w?e=UIBuWK	27 novembre 2024
Liens makerRepo du projet	https://makerepo.com/cedric/2351.the-stelers	16 novembre 2024





10 APPENDICE II: Autres Appendices

Modèles de charte de couleur pour les masses :

La charte de couleur correspondante aux poids des masses est incluse dans ce document en tant que référence.

Activité Forces et Structures
Université d'Ottawa

CHARTe DES MASSES

Couleur	Masse (g)	Poids (N)	Quantité	Force total
Blanc 	50	0.49		
Vert 	100	0.98		
Bleu 	250	2.45		
Rose 	500	4.90		