GNG1503

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

Moulin à billes

Soumis par:

Les ingéniaux - FE21

Loveson Aine, 300396750

Trisha Bhatia, 300407852

Kacy Lindor, 300420500

Marion Rafaralahisoa, 300403249

Patient Lwesso, 300398677

30 mars 2025

Université d’Ottawa

Table des matières

Liste de figures 3

Liste de tableaux vi

Liste d'acronymes et glossaire vii

1 Introduction 1

2 Aperçu 2

2.1 Conventions 3

2.2 Mises en garde & avertissements 4

3 Pour commencer 4

3.1 Considérations pour la configuration 7

3.2 Considérations pour l'accès des utilisateurs 8

3.3 Accéder/installation du système 8

3.4 Organisation du système & navigation 9

3.5 Quitter le système 9

4 Utiliser le système 10

4.1 Fonctionnement du mécanisme par billes 10

4.1.1 Conversion d'énergie mécanique en signal électrique 10

4.1.2 Fonctionnement du système informatique. 11

5 Dépannage & assistance 13

5.1 Messages ou comportements d'erreur 13

5.2 Considérations spéciales 14

5.3 Entretien 15

5.4 Assistance 15

6 Documentation des produits 16

6.1 Présentation des sous-systèmes 16
6.1.1 Jeu interactif Jeopardy 16
6.1.2 La base (1er Sous-système de la roue à billes) 18
6.1.3 La Tour et la roue (2e sous-système de la roue à billes) 26
6.2 Essais & validation 30
7 Conclusions et recommandations pour les travaux futurs 31
7.1.1 Leçons Apprises et Travail Réalisé 31
7.1.2 Pistes Productives pour les Travaux Futurs 32
7.1.3 Si Vous Aviez Plus de Temps 32
7.1.4 Éléments Abandonnés par Manque de Temps 33
8 Bibliographie 34
APPENDICES 35
9 APPENDICE I: Fichiers de conception 35

Liste de figures

Figure 1 2
Figure 2 6

Figure 3 11
Figure 4 12
Figure 5 12
Figure 6 13
Figure 7 18
Figure 8 19
Figure 9 20
Figure 10 20
Figure 11 21
Figure 12 21
Figure 13 22
Figure 14 22
Figure 15 23
Figure 16 23
Figure 17 24
Figure 18 24
Figure 19 25
Figure 20 25
Figure 21 26
Figure 22 26
Figure 23 27
Figure 24 28
Figure 25 28
Figure 26 29

Figure 27 29

Figure 28 30

Figure 29 31

Figure 30 31

Liste de tableaux

Table 1. Acronymes vii

Table 2. Glossaire vii

Table 3. Documents référencés 35

.

Liste d’acronymes et glossaire

Table 1. Acronymes

Acronyme	Définition
MDF	Medium-Density Fiberboard (Panneaux de fibres de densité moyenne, utilisé pour la structure en bois découpé au laser)
LED	Light Emitting Diode (diode électroluminescente utilisée comme indicateur)
STL	Format fichier utilisé pour l’impression 3D
DXF/SVG	Formats vectoriels pour la découpe laser
URL	Adresse d'un site ou d'une page hypertexte sur Internet

Table 2. Glossaire

Terme	Acronyme	Définition
Interface utilisateur graphique	GUI	Interface entre un utilisateur et un programme informatique ou un site web qui utilise des éléments visuels

1 Introduction

Ce manuel d'utilisation et de produit (MUP) fournit les informations nécessaires à aux animateurs du MakerMobile pour utiliser efficacement notre moulin à billes et pour la documentation du prototype.

Ce manuel d'utilisation et de produit (MUP) a pour but d'expliquer en détail le fonctionnement de notre projet éducatif ainsi que les étapes de conception, d'assemblage et de personnalisation. Il s'adresse à la fois aux utilisateurs finaux (enseignants et enfants, avec l'accompagnement nécessaire) et aux étudiants ou techniciens souhaitant reproduire le produit.

Le présent manuel décrit notre projet pédagogique visant à enseigner aux enfants (4e à la 7e année) la conversion d'énergie renouvelable à travers une expérience concrète. Dans ce dispositif, Ce document contient les informations nécessaires pour 2 produits :

Le premier produit simule une roue à eau. Ici, les billes remplacent l'eau. Dans cette activité les enfants libèrent des billes qui, en frappant une roue, déclenchent l'appui sur un bouton. L'action sur ce bouton ferme un circuit électrique, provoquant l'allumage d'une LED. Le système s'appuie sur une structure hybride combinant des pièces en MDF (fabriquées par découpe laser) et des éléments en plastique imprimé en 3D (supports pour LED, bouton, batteries et toit).

Le 2e produit est un jeu Jeopardy. Dans ce jeu, on retrouve plusieurs questions de différents niveaux, qui sont toutes axés sur le développement durable, notamment sur le fonctionnement d'un moulin à eau. Ce jeu est accessible en ligne, seul l'enseignant ou l'animateur doit y accéder. Ce système permet de rendre l'activité plus interactive et dynamique.

2 Aperçu

L'apprentissage des concepts scientifiques peut parfois sembler abstrait et difficile à comprendre pour les enfants, ce qui complique leur engagement et leur assimilation. Ce projet vise à surmonter ce défi en offrant une approche interactive et ludique. Il permet aux enfants d'explorer les principes scientifiques de manière captivante et accessible. En utilisant des énergies renouvelables, il sensibilise également les jeunes à l'importance de la durabilité. Cette méthode favorise la compréhension de notions complexes de façon simple et amusante. De plus, elle incite les enfants à adopter une attitude respectueuse de l'environnement dès leur plus jeune âge. Enfin, ce projet contribue à créer une nouvelle génération consciente des enjeux scientifiques et environnementaux.

L'accessibilité est un aspect essentiel de ce projet, conçu pour être facilement monté et démonté par les élèves eux-mêmes. Cette autonomie permet aux enfants de prendre part activement au processus d'apprentissage. Sur le plan pédagogique, le projet offre une visualisation claire des principes scientifiques, tels que la conversion d'énergie. Cela aide les élèves à mieux comprendre des concepts parfois abstraits. L'engagement des enfants est également au cœur de ce projet, grâce à une approche ludique et engageante. Cette méthode favorise la curiosité et maintient l'intérêt des enfants tout au long de l'activité. Les élèves sont ainsi encouragés à explorer et à découvrir de nouvelles idées de manière divertissante. En combinant accessibilité, pédagogie et engagement, le projet favorise une expérience d'apprentissage enrichissante.

Ce projet propose une approche divertissante qui rend l'apprentissage à la fois dynamique et captivant pour les enfants. La fabrication modulaire permet de simplifier l'assemblage, offrant ainsi une expérience pratique et accessible. En encourageant la participation active des élèves, cette méthode stimule leur curiosité et leur compréhension. De plus, l'utilisation de l'énergie renouvelable constitue un atout éducatif majeur. Elle permet aux enfants de découvrir des solutions écologiques tout en apprenant des concepts scientifiques essentiels. Cet aspect environnemental est aussi un moyen de sensibiliser les jeunes aux enjeux durables. En combinant jeu, simplicité et respect de l'environnement, le projet offre une expérience d'apprentissage unique. Il favorise ainsi à la fois l'éducation scientifique et la conscience écologique des élèves.

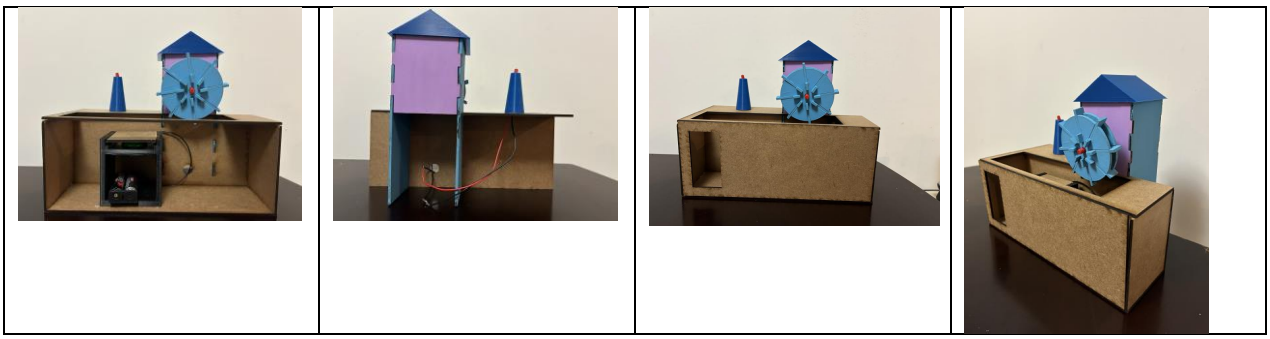


Figure 1

Ce produit se distingue par un système mécanique simple, activé par des billes, facile à manipuler. Il inclut également un circuit électrique basique qui permet d'observer de manière concrète la conversion de l'énergie. Sa structure modulaire est conçue pour un montage et démontage rapides, facilitant ainsi son utilisation. Ces caractéristiques principales rendent le produit à la fois accessible et fonctionnel, tout en offrant une expérience d'apprentissage interactive.

Le système repose sur une structure solide et legère, facilitant le montage et le demontage. Son cadre modulaire, concu pour etre deplie, permet une mise en place rapide par les utilisateurs.

Matériaux : Le dispositif est fabriqué à partir de matériaux durables (MDF) et adaptés à une manipulation répétée. Sa structure est composée d'éléments résistants qui assurent la stabilité tout en restant accessibles aux enfants.
Composants électroniques : Un microcontrôleur intégré coordonne les différentes actions du système, gérant notamment l'activation du circuit électrique. Ce dernier est conçu de manière simplifiée pour assurer une utilisation intuitive et sécurisée.
Interaction utilisateur
L'accès au système peut se faire de plusieurs façons :

- Déploiement du cadre, qui permet une mise en place physique rapide.
- Interface utilisateur graphique (GUI) disponible sur le site Web, qui centralise les informations et le jeu Jeopardy.
- Interrupteur, qui joue un rôle clé dans le déclenchement des mécanismes liés à la conversion d'énergie.

Composants informatiques : Site Web simple et accessible qui contient le jeu Jeopardy
Particularités et facilite d'utilisation : Ce système est conçu pour être auto-explicatif, ne nécessitant aucun outil complexe pour son utilisation. Son ergonomie favorise l'apprentissage interactif et ludique.

2.1 Conventions

Conventions stylistiques

Pour garantir une lecture fluide et une compréhension rapide, ce document adopte une structure claire et logique :

- **Titres et sous-titres bien définis**: Ils organisent l'information pour une navigation intuitive.
- **Mise en évidence des termes clés**: les éléments essentiels sont affichés en gras, facilitant leur identification.
- **Listes à puce:** Elles présentent les données de manière concise et ordonnée,
- **Encadres spécifiques:** utilises pour les avertissements et mises en garde.

Schémas et illustrations: Intégrés pour offrir une visualisation claire des concepts techniques.

Syntaxe de commande

Afin d'améliorer l'interaction avec l'utilisateur :

- **Instructions d'action** : Lorsqu'une opération est requise, elle est indiquée par une ligne débutant par le mot **« Action »**, suivie d'une directive précise.
- **Avertissements et consignes de sécurité** : Signalés par des encadrés pour attirer l'attention sur les points critiques.
- **Guidage pas-à-pas** : Les procédures sont expliquées de manière claire et progressive, évitant les termes trop techniques.

2.2 Mises en garde & avertissements

Sécurité des enfants :
Les enfants doivent toujours être surveillés par un adulte lorsqu'ils manipulent les billes et le dispositif. Cela garantit leur sécurité et évite tout risque d'ingestion. Il est essentiel de rappeler que certains composants peuvent être petits, ce qui représente un danger.

Manipulation d'outils :
Lors de l'utilisation de la découpe laser ou de l'imprimante 3D, il est impératif de suivre les consignes de sécurité spécifiées. Les outils manuels comme la colle ou le tournevis doivent être utilisés avec précaution pour éviter tout accident. Il est recommandé de porter des équipements de protection, comme des lunettes et des gants, lorsque cela est nécessaire.

Électronique :
Avant toute manipulation ou réparation, il est crucial de débrancher les composants électriques pour éviter tout choc ou court-circuit. Vérifiez toujours que les connexions sont bien sécurisées avant d'utiliser le système. Il est conseillé de faire appel à un professionnel en cas de doute sur l'état des composants électroniques.

Informatique :
En cas de problème lié au système informatique, une version physique du jeu est fournie pour éviter toute interruption. Si des erreurs informatiques surviennent, il est important de consulter le guide de dépannage inclus. Si les problèmes persistent, contacter le support technique peut être nécessaire pour résoudre les incidents.

3 Pour commencer

Cette section offre une vue d'ensemble du système, en détaillant chaque étape de son installation et de son utilisation. Le guide est conçu pour être suivi par un utilisateur non technique, permettant à toute personne de comprendre la séquence d'assemblage et de préparation du prototype. L'objectif est de rendre l'expérience aussi simple que possible, tout en garantissant que chaque étape est claire et intuitive. Les instructions sont présentées de manière simple, avec des images et des légendes associées pour illustrer chaque étape.

Objectif: Le but du jeu est de faire en sorte que les joueurs répondent à des questions dans diverses catégories afin d'accumuler des points. Ces points permettront aux joueurs de collecter des pièces nécessaires à la construction de leur moulin à eau. À la fin du jeu, chaque équipe doit avoir suffisamment de pièces pour assembler leur moulin à eau, tout en s'amusant et en apprenant sur les concepts scientifiques.

Mise en place

Création du jeu : Le jeu a été créé en utilisant un générateur en ligne, Jeopardy Labs, accessible à l'adresse https://jeopardylabs.com/ Le jeu comprend quatre catégories, chacune avec cinq questions classées par niveau de difficulté (de 100 à 500 points). L'interface est simple et permet une interaction facile entre l'hôte et les participants.

Participants : Les joueurs participent en équipes. Chaque équipe prendra à tour de rôle une catégorie et une valeur en points (par exemple, « Concept 1 pour 300 points »).

Intégration du moulin à eau : Chaque série de points (par exemple, 100, 200, etc.) correspond à une pièce spécifique du moulin à eau. Les joueurs collectent ces pièces au fur et à mesure qu'ils gagnent des points, progressant ainsi dans la construction de leur moulin. À la fin du jeu, les équipes doivent avoir rassemblé suffisamment de pièces pour assembler leur moulin.

Déroulement du jeu

Démarrer le jeu : L'animatrice ou l'hôte commence par présenter le tableau de jeu, affichant les catégories et les points disponibles. Les joueurs, en équipes, choisissent à tour de rôle une catégorie et un montant de points.

Répondre aux questions : L'hôte révèle la question, et les joueurs ont un délai limité pour répondre en appuyant sur un buzzer ou en levant la main. Les réponses doivent être formulées sous forme de question (par exemple : « Qu'est-ce que… ? »). Les réponses correctes ajoutent les points correspondants au total de l'équipe, tandis que les réponses incorrectes ne donnent aucun point ou seulement des points partiels, selon la situation.

Construire le moulin à eau :

À la fin de chaque tour, les joueurs échangent leurs points contre des pièces du moulin. Par exemple :

100 points = Pièce 1

200 points = Pièce 2

300 points = Pièce 3, etc.

Les équipes progresseront dans la construction du moulin au fur et à mesure qu'elles accumulent les points et collectent les pièces nécessaires.

Point associé	100	200	300	400	500

Pièce gagnée			(côté gauche bleu)	(côté arrière violet)	(côté droit bleu)

Figure 2

Déterminer les gagnants :

L'équipe (maximum 5 personnes) qui termine leur moulin à eau en premier.

Notes spéciales:

- Encouragez les joueurs à élaborer des stratégies pour équilibrer l'accumulation des points et la progression dans la construction du moulin.
- L'hôte peut ajuster les règles selon les préférences du groupe ou les objectifs pédagogiques spécifiques.
- Si, à la fin du jeu, une équipe n'a pas reçu toutes ses pièces, l'hôte peut les leur attribuer afin qu'ils puissent tout de même compléter la construction de leur moulin.

Instructions d'installation et d'utilisation

1. Déballage et préparation des pièces : Avant de commencer, assurez-vous que toutes les pièces du prototype (MDF, éléments imprimés en 3D, composants électroniques) sont présentes et en bon état. Vérifiez également les composants électroniques et préparez le jeu en ligne.
2. Assemblage du jeu Jeopardy : Allez sur le site Jeopardy Labs https://jeopardylabs.com/ pour charger votre jeu et afficher le tableau des catégories. Sélectionnez les catégories et préparez-vous à poser les questions aux participants.
3. Installation physique du prototype (moulin à eau) : Installez le cadre du prototype sur une surface plane et stable. Commencez à assembler les pièces du moulin à eau en suivant les instructions de montage, en utilisant les pièces collectées pendant le jeu.
4. Vérification des connexions et de l'électronique : Avant de commencer le jeu, vérifiez que tous les composants électroniques sont bien connectés et fonctionnent correctement. Testez le système à basse tension pour éviter tout risque de défaillance.
5. Démarrage du jeu : Une fois que le jeu est configuré, répartissez les élèves en équipes et commencez le jeu en suivant les étapes ci-dessus. Veillez à ce que chaque équipe comprenne bien les règles et encouragez-les à répondre rapidement pour accumuler des points.

6. Suivi de l'activité et ajustement des règles si nécessaire : L'animatrice supervise le jeu, veille à ce que les réponses soient données sous forme de question et s'assure que l'utilisation du prototype se déroule sans encombre.
7. Conclusion : À la fin du jeu, chaque équipe devrait avoir collecté toutes les pièces nécessaires pour assembler leur moulin à eau. Le gagnant sera déterminé soit par le total des points, soit par l'équipe ayant terminé la construction du moulin à eau en premier.
8. Test des moulins à eau : Après l'assemblage, chaque équipe pourra tester son moulin à eau. Tour à tour, les élèves placeront leur prototype sur la base principale et vérifieront son fonctionnement en allumant la lumière. Cela leur permettra de voir si leur moulin fonctionne correctement et d'apporter des ajustements si nécessaire.
9. Conclusion : À la fin du jeu, chaque équipe devrait avoir collecté toutes les pièces nécessaires pour assembler leur moulin à eau. Le gagnant sera déterminé soit par le total des points, soit par l'équipe ayant terminé la construction du moulin à eau en premier.

3.1 Considérations pour la configuration

Emplacement du dispositif :
Installez le dispositif sur une surface plane et stable pour garantir la sécurité et la stabilité des composants. Cela permet également une manipulation facile par l'animatrice et les élèves. Une table ou un banc de travail est idéal pour accueillir tous les éléments nécessaires au bon déroulement de l'activité.

Préparation des pièces :
Avant de commencer, l'animatrice doit vérifier la présence et l'intégrité de toutes les pièces, telles que les éléments en MDF, les composants imprimés en 3D et les composants électroniques. Chaque pièce doit être en bon état pour éviter tout problème lors de l'assemblage et de l'utilisation. L'animatrice s'assure également que tout est prêt pour une manipulation fluide et sans risque.

Préparation du système électrique :
Avant l'activité, l'animatrice doit inspecter les composants électriques pour s'assurer qu'aucun d'entre eux n'est défectueux. Elle vérifie toutes les connexions électriques et éloigne tout élément pouvant causer un court-circuit, comme l'eau ou des objets inflammables. Un contrôle visuel rapide garantit la sécurité du système pendant l'utilisation.

Préparation du système informatique :
L'animatrice doit ouvrir le lien du jeu Jeopardy sur un navigateur Web fiable et sécurisé. Elle vérifie également que le système informatique est correctement configuré et que le réseau Internet fonctionne bien pour éviter toute interruption pendant le jeu. L'animatrice s'assure que le jeu est prêt à être lancé avant de commencer l'activité.

Début de l'activité :
L'animatrice répartit les élèves en groupes de 5 et leur explique les règles du jeu Jeopardy. Elle pose les questions et supervise l'interaction des élèves avec le système. Chaque groupe répond à tour de rôle, et l'animatrice gère le déroulement du jeu, en attribuant des points et en maintenant l'enthousiasme tout au long de l'activité.

3.2 Considérations pour l'accès des utilisateurs

Accessibilité :
Le produit est conçu pour un montage et un démontage simple. Les pièces emboîtables en MDF peintes permettent une manipulation aisée, sans nécessiter d'outils spécifiques, à l'exception des pièces qui doivent être collées. Cela permet une utilisation facile, même pour les utilisateurs sans expérience en assemblage.

Guidage :
Des repères clairs, grâce aux découpes laser et aux supports imprimés en 3D, facilitent l'assemblage, particulièrement pour les novices en fabrication numérique. Ces éléments de guidage assurent une expérience fluide et accessible, même pour ceux qui n'ont pas l'habitude de travailler avec des matériaux ou outils numériques.

Bilinguisme :
Le produit est accessible en français et en anglais, offrant une expérience d'utilisation sans barrière linguistique. Cela permet aux élèves de réaliser l'activité dans la langue de leur choix, facilitant l'apprentissage et la participation pour tous, quel que soit leur niveau de maîtrise linguistique.

Simplicité informatique et électronique :
L'utilisation du jeu Jeopardy est clairement expliquée et son interface est très intuitive, ce qui garantit une prise en main rapide. Le système électronique est simple et ne nécessite pas de connaissances techniques complexes pour la manipulation, permettant à tout utilisateur de l'utiliser facilement sans formation préalable.

3.3 Accéder/installation du système

Pour les prototypes physiques :

Disposez les différents modules (structure MDF, supports 3D, mécanisme de la roue) en suivant l'ordre indiqué dans les instructions d'assemblage (section 6.1.3).
L'installation se fait sans outils complexes : les pièces MDF s'emboîtent facilement, et les supports imprimés en 3D accueillent les composants électroniques.
Pour une utilisation personnelle, certaines pièces peuvent être ajustées dans le modèle 3D (ex. : taille du support à batterie ou type de bouton poussoir).

Pour les prototypes logiciels :

Le système Jeopardy est accessible en ligne via le lien fourni à l'animateur. Aucune installation ou compte utilisateur n'est nécessaire pour la version gratuite. En cas d'utilisation d'un compte personnel (ex. : version enregistrée), la procédure de réinitialisation du

mot de passe se fait directement via la plateforme en ligne. Le jeu se lance automatiquement dès l'ouverture du site.

3.4 Organisation du système & navigation

Le système physique repose sur une structure modulaire, facile à assembler et à démonter :

- Le corps principal est composé de pièces découpées en MDF, qui forment la base, les parois latérales et le toit du dispositif.
- Les composants électroniques (bouton poussoir, LED et support de batterie) sont intégrés dans des supports imprimés en 3D, conçus pour s'emboîter précisément dans la structure MDF.
- Le mécanisme de la roue, actionné par les billes, est installé dans la partie inférieure de la structure, de manière à ce que la roue puisse exercer une pression directe sur le bouton situé juste en dessous lorsqu'elle tourne.

Cette disposition garantit à la fois la simplicité d'utilisation, la stabilité du montage et l'interactivité du système lors de la démonstration de la conversion d'énergie.

- **Structure informatique :**

L'interface numérique est accessible à partir d'un site Web, dont l'URL est fournie à l'animateur. Cette plateforme permet d'utiliser le jeu Jeopardy de manière interactive en classe.

À l'ouverture du site, l'animateur est invité à entrer le **nombre d'équipes participantes**. Cela permet de configurer automatiquement le tableau de bord du jeu pour suivre les scores.

Le tableau présente plusieurs catégories de questions, classées par niveau de difficulté (100 à 500 points). L'animateur sélectionne une question, la lit à voix haute, puis attribue les points à l'équipe qui répond correctement.
L'interface est intuitive et conçue pour être utilisée en temps réel, même sans expérience technique.

L'animateur peut adapter le déroulement du jeu selon les besoins du groupe (âge, niveau, rythme). Il est également possible de créer une version personnalisée du jeu avec ses propres questions sur la plateforme JeopardyLabs, si souhaité.

3.5 Quitter le système

Pour les prototypes physiques :

Pour installer le système, il suffit de disposer les principaux modules — la structure en MDF, les supports imprimés en 3D et le mécanisme de la roue — selon les étapes décrites dans la section 6.1.3.
Les pièces sont emboîtables et certaines nécessitent un collage. L'assemblage peut être réalisé facilement par un animateur ou un élève avec un minimum de supervision.

À la fin du jeu, l'animatrice invite les élèves à déassembler leur moulin pour ensuite les ranger de le compartiement de son choix. La base contentant la partie électrique ne doit pas être déassemblée, simplement rangée. Les billes sont ramassées et mises dans un contenant à leur effigie.

Pour les prototypes logiciels :

Le jeu interactif Jeopardy est accessible via le lien Web fourni à l'animateur. Aucune installation ni création de compte n'est requise. L'interface est intuitive et prête à être utilisée dès l'ouverture du site.

4 Utiliser le système

4.1 Fonctionnement du mécanisme par billes

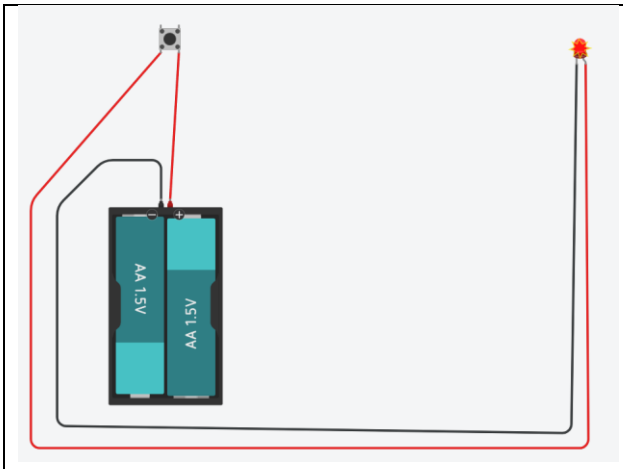
Le principe de fonctionnement repose sur la transformation de l'énergie potentielle en énergie cinétique, puis en énergie électrique.

- **Étape 1 : Lâcher des billes**
  Les enfants lâchent des billes dans la zone prévue.
- **Étape 2 : Impact sur la roue**
  Les billes frappent la roue, qui se met à tourner pendant quelques secondes.
- **Étape 3 : Activation du bouton**
  La rotation de la roue, et surtout le poids cumulatif des billes, vient exercer une pression sur le bouton.
  (Voir Figure 3 pour la disposition du mécanisme.)
- **Étape 4 : Fermeture du circuit et allumage de la LED**
  L'appui sur le bouton ferme le circuit électrique, permettant à la LED de s'allumer et illustrant ainsi la conversion d'énergie.

4.1.1 Conversion d'énergie mécanique en signal électrique

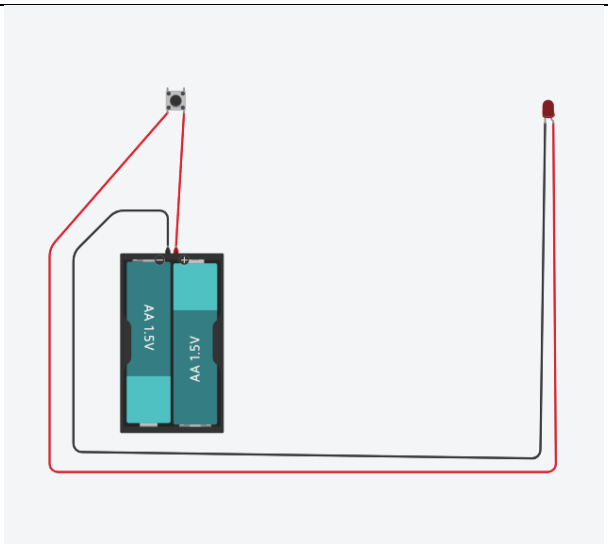
Ce processus est représenté par le schéma suivant :

Lumière allumée	Lumière éteinte



Légende : Lorsque la roue active le bouton grâce au poids des billes, le circuit se ferme et la LED s'allume.

Légende : Ici sous le poids des billes, la lumière s'allume.



Légende :ci, il n'y a pas de billes donc la lumière est fermée.

Figure 3

4.1.2 Fonctionnement du système informatique.

Le système informatique a été conçu de la manière la plus intuitive possible. Voici les étapes de l'utilisation :

- **Étape 1 : Ouvrir le site Web**
  Le URL du site Web a déjà été fourni au préalable à l'animateur et il a également été mentionné dans ce document
- **Étape 2 : Compter les équipes**
  La première étape lors de l'ouverture du site est l'insertion du nombre d'équipe qui participera à l'activité. Voici l'écran qui s'affiche lors de l'ouverture du site.

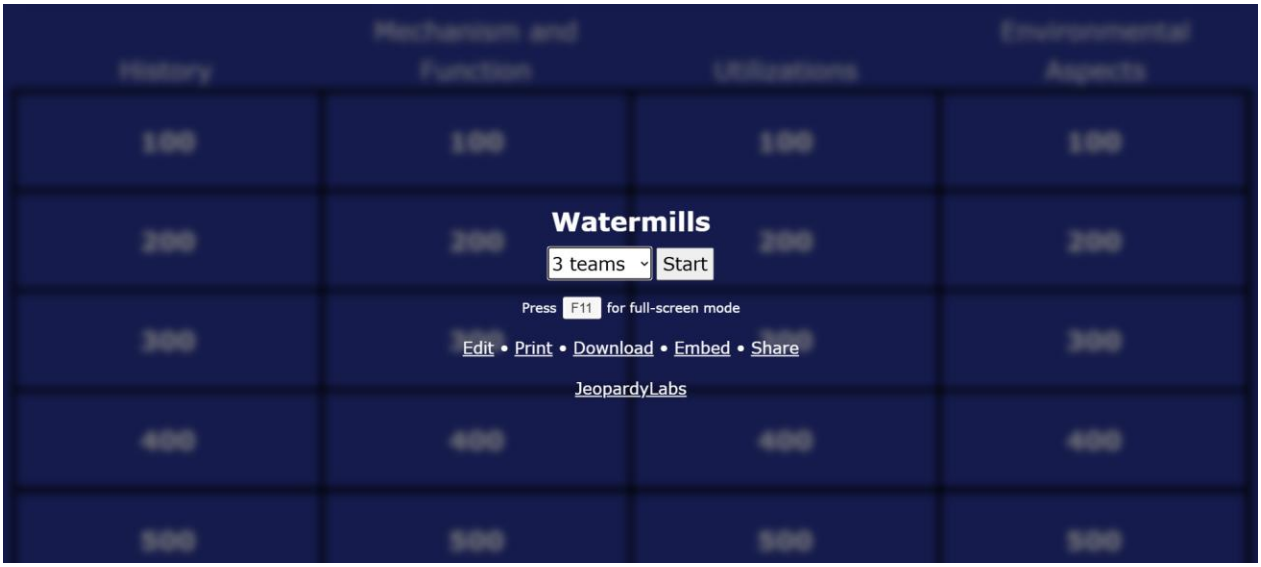


Figure 4

- **Étape 3 : Selection des question**

  À la suite de ces différentes étapes, on remarque que les questions sont classées selon différents niveaux. Ainsi, l'animateur peut choisir des questions qui sont adaptables à chaque groupe d'âge, et il pose ces dernières à l'ensemble de la classe. Ici est affiché les différentes questions disponibles ainsi que les différents niveaux.

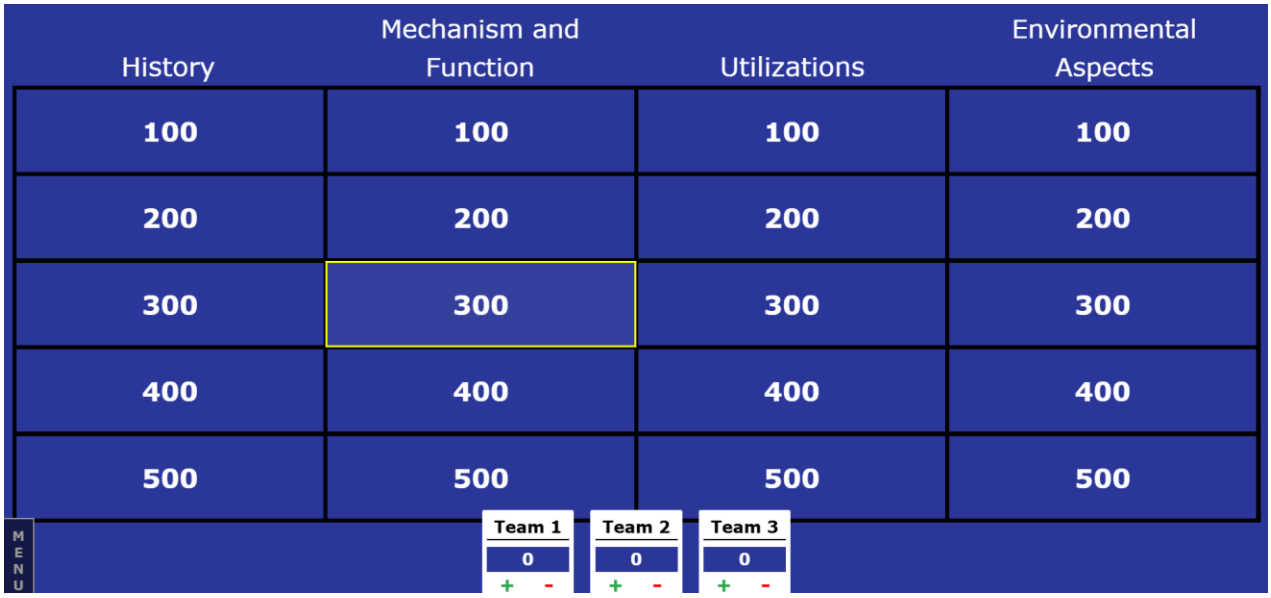


Figure 5

- **Étape 4 : Assignation des points**

Lorsqu'une équipe a eu la bonne réponse à une question, il est intuitif d'attribuer des points à cette équipe.

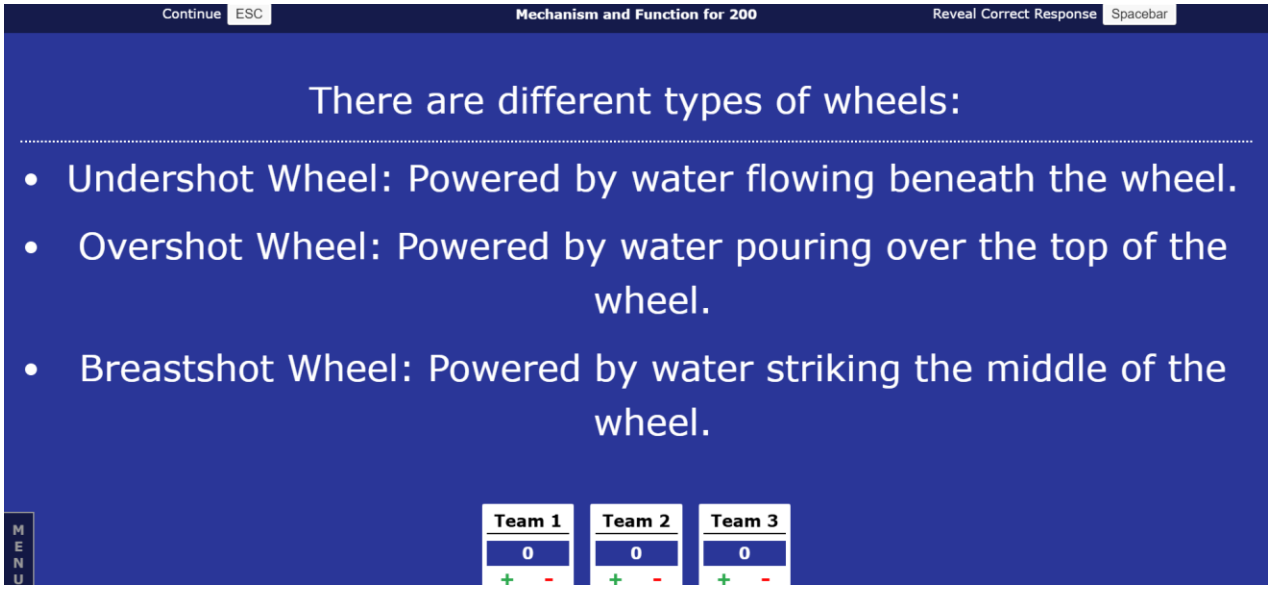


Figure 6

NB: les questions peuvent être traduites dépendamment du public cible, avec l'interface du jeu, il est possible de personnaliser les questions, de même les changer, et de surtout, les adapter.

5 Dépannage & assistance

Ce guide fournit une présentation des différentes erreurs qui peuvent survenir lors de l'utilisation du prototype ainsi que des solutions pour y remédier. Destiné à un utilisateur non technique, il décrit de manière simple et claire les problèmes courants qui peuvent se produire et les actions correctives nécessaires. Les erreurs peuvent concerner des composants mécaniques, électroniques ou informatiques, et chacune de ces situations est accompagnée de suggestions pratiques pour rétablir le bon fonctionnement du système. Ce manuel a pour but d'aider à résoudre rapidement les problèmes sans nécessiter de connaissances techniques approfondies, garantissant ainsi une expérience fluide pour l'utilisateur.

5.1 Messages ou comportements d'erreur

Problème	Causes Possibles	**Actions correctives:**
LED non allumée malgré l'appui sur le bouton	Connexion électrique incorrecte dans le circuit. Polarité inversée de la LED. Batteries déchargées ou mal connectées.	Vérifiez toutes les connexions du circuit pour vous assurer qu'elles sont correctes et bien fixées.

		Confirmez que la LED est orientée avec la bonne polarité (le côté plat correspond à la borne négative). Remplacez ou rechargez les batteries, puis testez à nouveau.
Roue qui ne tourne pas correctement	Pièces mécaniques (palettes, axe) bloquées ou mal alignées. Billes d'eau ou flux d'eau insuffisant pour entraîner la roue	Inspectez et retirez toute obstruction autour de la roue. Vérifiez également que toutes les pièces mobiles sont bien alignées et lubrifiées si nécessaire. Assurez-vous que les billes ou l'eau atteignent correctement la roue en ajustant leur direction ou leur débit.
Déformation ou casse des palettes de la roue	Utilisation de matériaux inadaptés (faibles contraintes mécaniques) ou usure due à des rotations prolongées.	Remplacez les palettes par des pièces fabriquées avec des matériaux plus solides, comme le plastique 3D que vous avez choisi.
Impossible d'ouvrir l'URL	URL incorecte ou mal orthographiée Connexion inactive ou instable Erreur de redirection	Vérifiez que l'URL est bien saisie Vérifiez la connexion internet Videz le cache Redémarrer le modem/routeur Utilisez le fichier de secours qui contient les questions

5.2 Considérations spéciales

Pour garantir un fonctionnement optimal du prototype, un entretien régulier est nécessaire. Il est important de nettoyer fréquemment les surfaces, en particulier autour du bouton et de la roue, afin d'éviter l'accumulation de saleté et de débris qui pourraient entraver son utilisation. Une vérification périodique des éléments imprimés en 3D est également recommandée pour s'assurer qu'ils restent bien fixés et ne présentent pas d'usure ou de déformation. Avant chaque utilisation, l'état général du circuit doit être inspecté attentivement, en recherchant des signes de brûlure, d'érosion, de corrosion, de fissures ou de composants défectueux. Si des composants défectueux ou endommagés sont détectés, ils doivent être remplacés immédiatement pour éviter toute défaillance. Enfin, il est essentiel de tester régulièrement le circuit à basse tension pour s'assurer que tout fonctionne normalement, ce qui permet de détecter les éventuels problèmes avant qu'ils ne deviennent critiques.

5.3 Entretien

Nettoyage des surfaces :
Il est essentiel de nettoyer régulièrement les surfaces du prototype, en particulier autour du bouton et de la roue, pour garantir un fonctionnement optimal. Cela permet d'éviter l'accumulation de saleté ou de débris qui pourraient nuire à l'interaction avec les composants.

Vérification des éléments imprimés en 3D :
Il est recommandé de vérifier périodiquement la fixation des éléments imprimés en 3D pour éviter toute usure ou déformation. Une inspection régulière permet de s'assurer que ces pièces restent stables et fonctionnelles, prévenant ainsi tout risque de dysfonctionnement.

Inspection du circuit :
Avant chaque utilisation, il est crucial de vérifier l'état général du circuit. Cela inclut la recherche de signes de brûlure, d'érosion, de corrosion, de fissures ou de composants défectueux. Cette vérification garantit que le système fonctionne en toute sécurité et prévient des pannes éventuelles.

Remplacement des composants défectueux :
Si des composants défectueux ou présentant des fissures sont repérés, il est important de les remplacer immédiatement. Cela permet d'assurer la sécurité du dispositif et de maintenir une performance optimale du système.

Test du circuit :
Il est recommandé de tester régulièrement le circuit à basse tension pour vérifier que tout fonctionne normalement. Ce test permet de détecter toute anomalie avant que des problèmes plus graves n'apparaissent, assurant ainsi la longévité du prototype.

5.4 Assistance

En cas de problème avec le prototype ou défaillance du système, voici les étapes à suivre pour obtenir une assistance rapide et résoudre le problème efficacement.

A. Consulter la documentation du produit
   Avant de contacter l'assistance, assurez-vous d'avoir consulté toute la documentation fournie, y compris les sections pertinentes du manuel d'utilisation et de maintenance. Cela pourrait résoudre votre problème sans avoir besoin d'une intervention externe.
B. Contacter le responsable du projet
   Si le problème persiste après avoir consulté la documentation, contactez le responsable du projet pour un support technique. Cette personne est en mesure de fournir une assistance ou de rediriger la demande vers le bon département.
   Responsable du projet : Kacy Ann Lindor
   Email : klind005@uottawa.ca
C. Signalement des problèmes techniques
   Si vous rencontrez des problèmes techniques avec le système, envoyez un e-mail détaillant le problème, les symptômes observés, et les étapes déjà entreprises pour résoudre le problème. Cela permettra au responsable de mieux comprendre la situation et d'apporter une solution plus rapidement. N'oubliez pas d'inclure toute information pertinente, comme des photos ou des captures d'écran si nécessaire.

D. Gestion des incidents de sécurité
En cas de problème lié à la sécurité (par exemple, un risque d'incendie, une défaillance des composants électriques ou une exposition à des substances dangereuses), veuillez suivre ces étapes :

1. Étape 1 : Éteindre le système si nécessaire pour éviter tout danger.
2. Contactez immédiatement le responsable du projet pour signaler la situation.
3. Si nécessaire, contactez les services d'urgence selon la gravité de l'incident.
4. Documentez l'incident pour un suivi et une évaluation de sécurité plus détaillée.

En cas de problème d'urgence, il est essentiel de signaler rapidement les incidents pour éviter des dommages supplémentaires au prototype et garantir la sécurité des utilisateurs.

6 Documentation des produits

6.1 Présentation des sous-systèmes

Dans les sections précédentes, nous avons présenté nos 2 prototypes de nos 2 produits (systèmes) développés : Le jeu interactif Jeopardy et la roue à billes. Dans cette section, nous allons plus nous concentrer sur les composants ou sous-système. Nous avons jugé bon de présenter le jeu interactif comme un seul sous-système sans y considérer plusieurs sous-systèmes. Donc ça sera notre **1er sous-système à présenter**. La roue à billes, elle, est divisée en 2 sous-systèmes : **La base sera le 1er sous-système** de la roue à billes et **La tour et la roue, le 2e sous-système**.

6.1.1 Jeu interactif Jeopardy

6.1.1.1 NDM (Nomenclature des Matériaux)

Comme mentionné, ce jeu est virtuel, on a pas utilisé de matérieux physiques pour sa creation. Seulement d'un ordinateur et la plateforme

Nom de l'article	Description	Quantité	Prix unitaire ($)	Prix total	Lien
Ordinateur	Personnel (selon le member de l'équipe)	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
Plateforme	xxxxxxxxxxxxx	1	0	0	xxxxxx

6.1.1.2 Instructions

Dans cette section, nous allons vous presenter étape par étape comment nous avions produit ce jeu interactif. Ces instructions vous permettront de créer votre propre jeu et de le personnaliser à votre public cible (4e vs. 7e année).

1. Accéder au site Jeopardy Labs: Rendez-vous sur le site Jeopardy Labs.
2. Créer un compte ou commencer sans compte: Vous pouvez commencer directement sans avoir besoin de créer un compte, mais si vous souhaitez sauvegarder et partager votre jeu, il est recommandé de créer un compte.

3. Créer un nouveau jeu: Cliquez sur le bouton "Create a Jeopardy Template" (ou "Créer un modèle de Jeopardy" en français si le site est dans cette langue).
4. Personnaliser les catégories et les questions: Une fois dans l'éditeur, vous verrez un tableau avec des cases vides où vous allez entrer les catégories et les questions.
5. Définissez les catégories en lien avec votre thème. Par exemple, vous pourriez utiliser les suivantes :
   - Écologie : Questions sur la nature, la biodiversité, le recyclage, la conservation de l'environnement, etc.
   - Énergies renouvelables : Questions sur les différentes formes d'énergies renouvelables comme l'énergie solaire, éolienne, hydraulique, etc.
   - Moulins à eau : Questions portant sur le fonctionnement des moulins à eau, leur histoire, leur rôle dans la production d'énergie et leur importance dans les sociétés anciennes.

   Pour chaque catégorie, ajoutez des questions et leurs réponses correspondantes. Vous devrez également assigner une valeur de points à chaque question (par exemple, 100, 200, 300, etc.).
   Chaque case dans le tableau représente une question pour un certain montant. Cliquez sur chaque case pour y entrer la question, puis la réponse correspondante. Vous pourrez également modifier chaque valeur en fonction de la difficulté de la question.
6. Définir les valeurs et les points: Vous pouvez assigner des points à chaque question en fonction de sa difficulté. Par exemple :
   - Écologie : les questions faciles (ex. : "Qu'est-ce que le recyclage ?") pourraient valoir 100 points, et les plus difficiles (ex. : "Quels sont les trois types principaux de systèmes écologiques ?") pourraient valoir 500 points.
   - Énergies renouvelables : les questions faciles (ex. : "Quelle est la principale source d'énergie pour les panneaux solaires ?") peuvent valoir 100 points, et les questions plus complexes (ex. : "Quel est le principe de fonctionnement d'un générateur éolien ?") peuvent valoir plus.
   - Moulins à eau : les questions simples (ex. : "Quand a été inventé le moulin à eau ?") peuvent valoir 100 points, tandis que les plus difficiles (ex. : "Quels sont les avantages environnementaux des moulins à eau comparés aux centrales électriques modernes ?") pourraient atteindre 500 points.
   - Assurez vous qu'il y ait des questions pour 100, 200, 300, 400 et 500 points, pour chaque équipe, afin que les pièces puissent être associés aux bonnes questions.

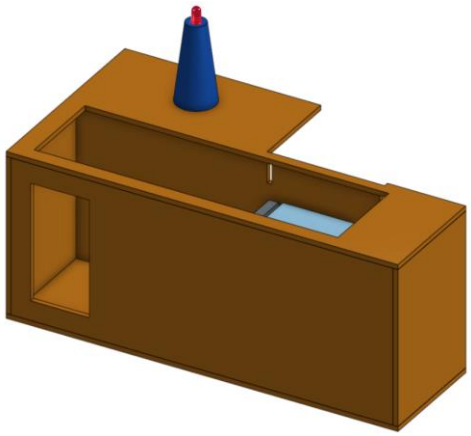
   Le tableau sera automatiquement mis à jour avec des cases de points pour chaque niveau de difficulté.
7. Prévisualiser et tester: Une fois votre jeu créé, cliquez sur le bouton "Preview" pour voir à quoi il ressemble et tester son bon fonctionnement. Cela vous permettra de vérifier si toutes les questions et réponses sont bien affichées et si l'interface est fluide.
8. Enregistrer et partager: Si tout est en ordre, cliquez sur "Save" pour sauvegarder votre jeu. Vous recevrez un lien unique que vous pourrez partager avec les autres joueurs. Cela vous permet de partager votre jeu avec un groupe en ligne ou de l'afficher lors d'un événement en personne.
9. Jouer au jeu: Pour jouer, vous pouvez projeter le jeu sur un grand écran et poser les questions à votre public, ou bien partager le lien avec les participants pour qu'ils y

accèdent en ligne. Si vous choisissez de jouer en ligne, chaque participant peut répondre directement sur le site.

Suggestions:
Thèmes : Vous pouvez personnaliser l'apparence de votre jeu en choisissant des thèmes (par exemple, un thème écologique ou nature, en accord avec les catégories du jeu).

Jeux en équipe : Organisez les joueurs en équipes et faites-les répondre aux questions en fonction des catégories. Cela ajoutera un aspect de compétition et de collaboration, tout en permettant à chacun d'apprendre sur des sujets comme l'écologie, les énergies renouvelables, et les moulins à eau.

6.1.2 La base (1er Sous-système de la roue à billes)



La base est composée de 15 composantes. Nous allons les énumerer dans la section 6.1.2.3 Instructions

6.1.2.1 NDM (Nomenclature des Matériaux)

Figure 7

Nom de l'article	Description	Quantité	Prix unitaire ($)	Prix total	Lien
Planche MDF (120.05 po^2)	Taille : 18x24 Epaisseur : 1/8	1	2.5	2.5	Planche
LED rouge	LED rouge	1	0.6	0.6	LED
Fils électriques noires	Conducteur négatif	(12 po/300mm)	0	0	MakerSpace
Fils électriques rouges	Conducteur positif	(12 po/300mm)	0	0	MakerSpace
Pile AA	1.5V	2			
Support piles AA		1			
Support LED	Imprimé 3D (plastique)	1	0	0	MakerSpace
Support interrupteur	Imprimé 3D (plastique)	1	0	0	MakerSpace
Bouton	Bouton poussoir Servant d'interrupteur	1	0	0	MakerSpace

6.1.2.2 Liste d'équipements

Pour assembler correctement ce sous-système, utiliser :

1) Logiciel CAO Onshape pour la modélisation de Presque toutes composantes physiques
2) Logiciel CAO Inkscape pour la preparation de nos modèles avant la découpe laser
3) De la machine à découpe laser pour découper
4) Colle à bois PVA ou une colle polyuréthane
5) De la soudure à l'étain pour assembler nos composantes électriques (Vidéo soudure à l'étain)
6) Table de travail

6.1.2.3 Instructions

Ici, nous expliquerons étape par étape comment construire le sous-système "Base" de la roue à billes. Ces étapes sont utiles pour la recreation du sous-système.

Étape 1

À l'aide du fichier svg, tansfèrer Inkscape transfère découpe laser. Découper les 6 faces en MDF composant la "Base".
Voici les liens vers les différents fichiers nécessaires:

1. Cotés
2. Avant et arrière

- Haut et bas

Étape 2

Une fois, les 6 faces imprimés, prendre les composantes en MDF "avant", "base", "gauche" et "droite" et les assembler à l'aide de la colle. Toutes les composantes s,appuient sur la compasantes "Base". Veuillez s'il vous plait, appliquer de la colle sur toutes les zones de contact entre MDF. Voir figure ci-dessous

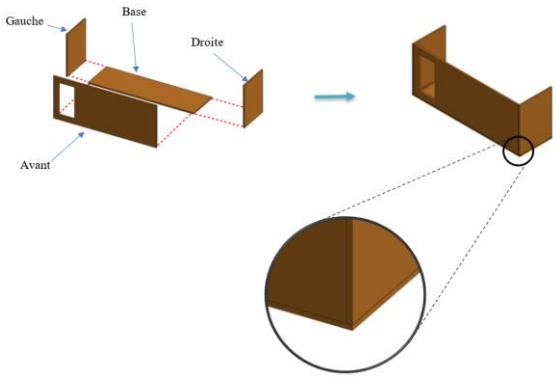


Figure 8

Étape 3

À l'aide du fichier stl nommé "Support bouton", imprimer le support en plastique à l'aide d'une imprimante 3D. La précision de l'imprimante n'a pas vraiment d'importance.

Résultat Attendu :

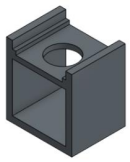


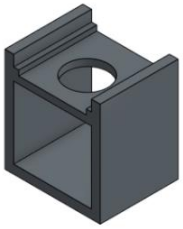
Figure 9

Étape 4 (Circuit électrique)

Pour cette étape, nous allons toucher aux composantes électriques :

Pour la partie électrique, nous auront besoin de 7 composants : le support à bouton imprimé en 3D précédemment, Un bouton, 2 fils électriques de couleurs rouge et noir, 2 piles AA (1.5V), un support pour les 2 piles AA (avec des fils intégrés) et de gaines au besoin

Matériaux nécessaires:

Bouton	Fils Électriques	Support pour piles AA	Support électrique (imprimé en 3D)
	Figure 10		

Soyez attentif à l'assemblage qui va suivre !

D'abord souder le bouton poussoir (Interrupteur) avec 2 fils rouges. Une de 50mm/2po et l'autre de 150mm/6po.

Étape 5 (Circuit électrique)

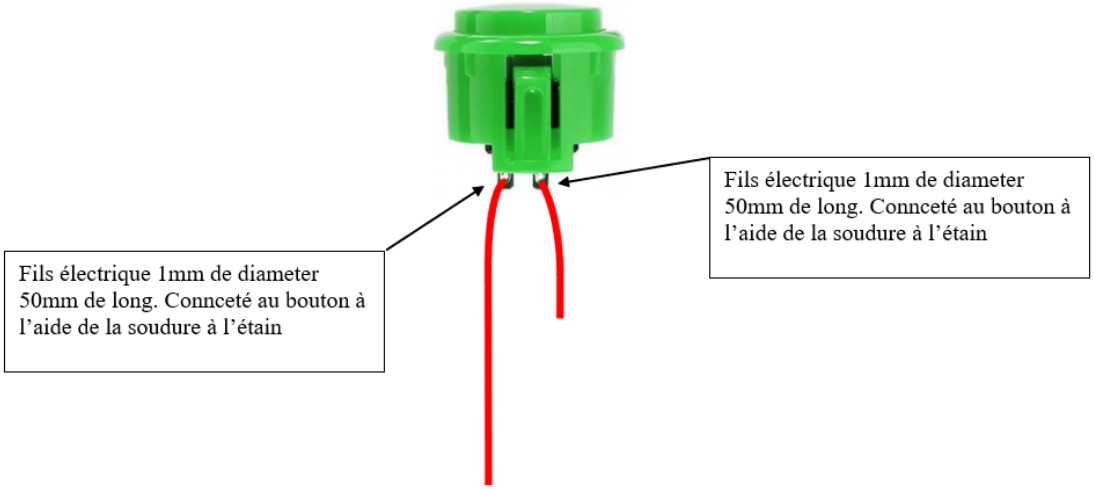


Figure 11

Assemblée le bouton (interrupteur) au support imprimé en 3D. Le bouton s'emboite à l, emplacement prévu.

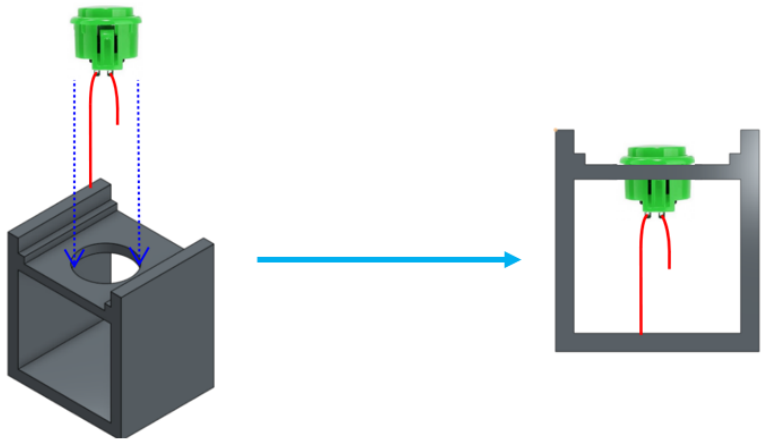


Figure 12

Étape 6 (Circuit électrique)

Y ajouter le « support pour piles AA » en soudant le fil électrique rouge avec le fils rouge du « support pour piles AA »

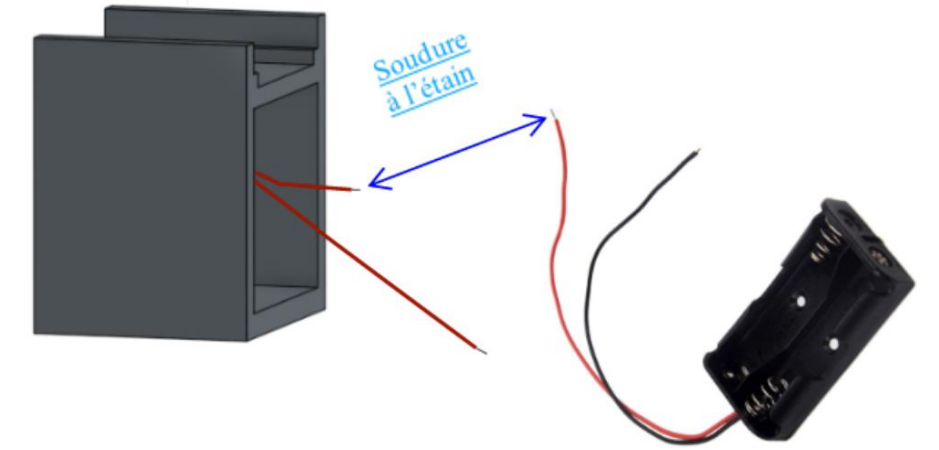


Figure 13

Étape 7 (Circuit électrique)

Ajouter les 2 plies AA 1.5V chaque au support à piles comme montré ci-dessous.

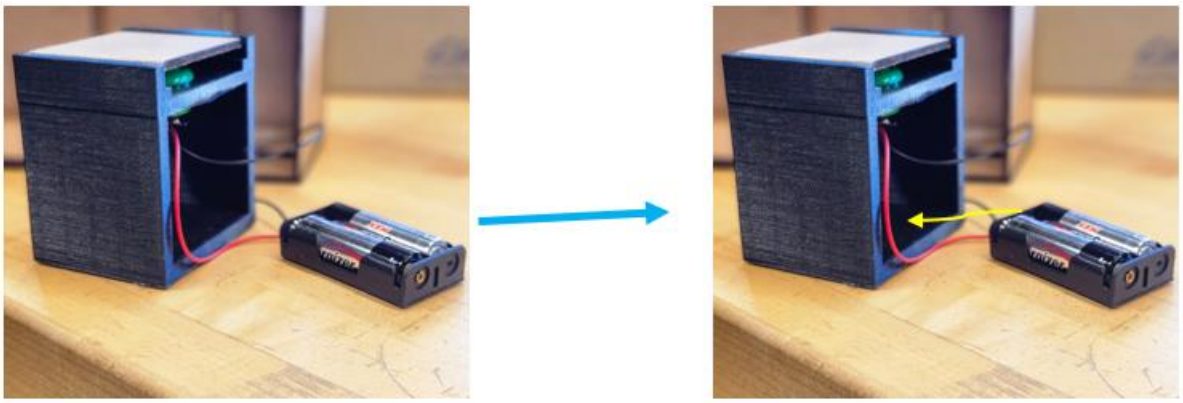


Figure 14

Pour la suite, coller le support à piles sur le bas du support en plastique imprimé comme montré ci-dessus avec la flèche jaune

Étape 8

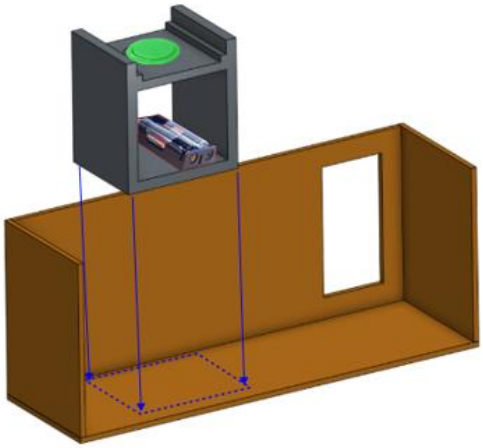
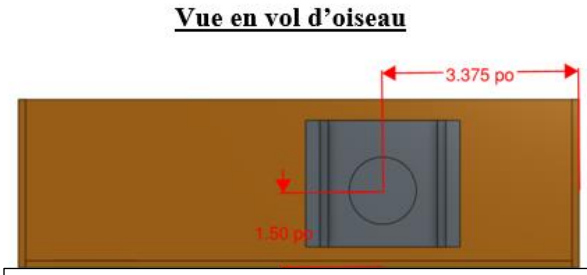


Figure 15



Utiliser un crayon pour marquer légèrement vos repères pour respecter ces dimensions

Étape 9

À l'aide de la colle, ajouter la composante arrière de la base. Appliquer de la colle sur toute la zone de contact entre MDF.

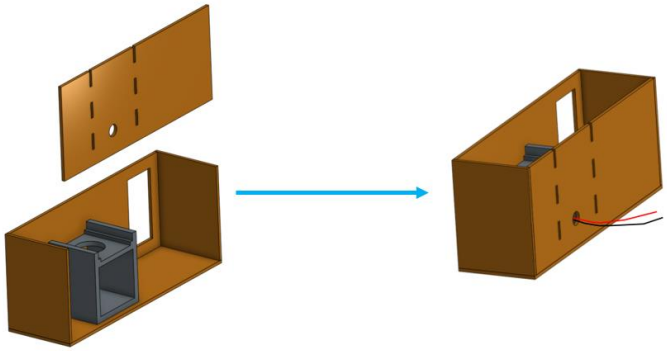


Figure 16

Assurez-vous que les fils électriques traversent le trou prévu à cet effet.

Étape 10

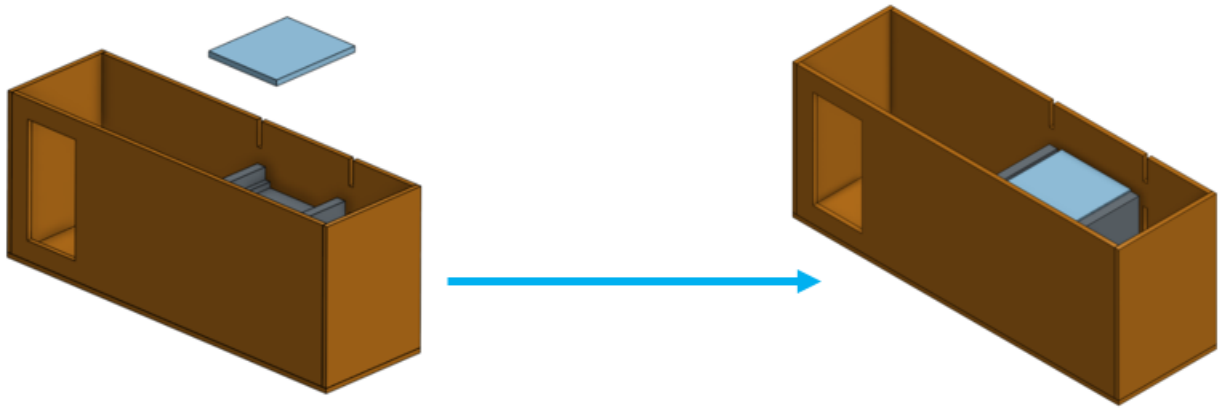


Figure 17

Ajo

Cette plaque servira de plateforme pour repartir le poids de billes sur le bouton interrupteur. Cette composante peut être en MDF. (Voir les sections précédentes)

Étape 11

Ajout de la composante supérieure en MDF du sous-système à l'aide de la colle.

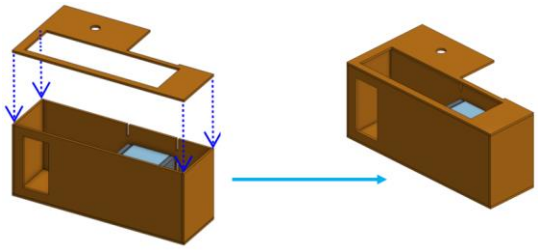


Figure 18

Étape 12

Ajout du "support pour LED" sur la composante supérieure en MDF collée à l'étape 11.

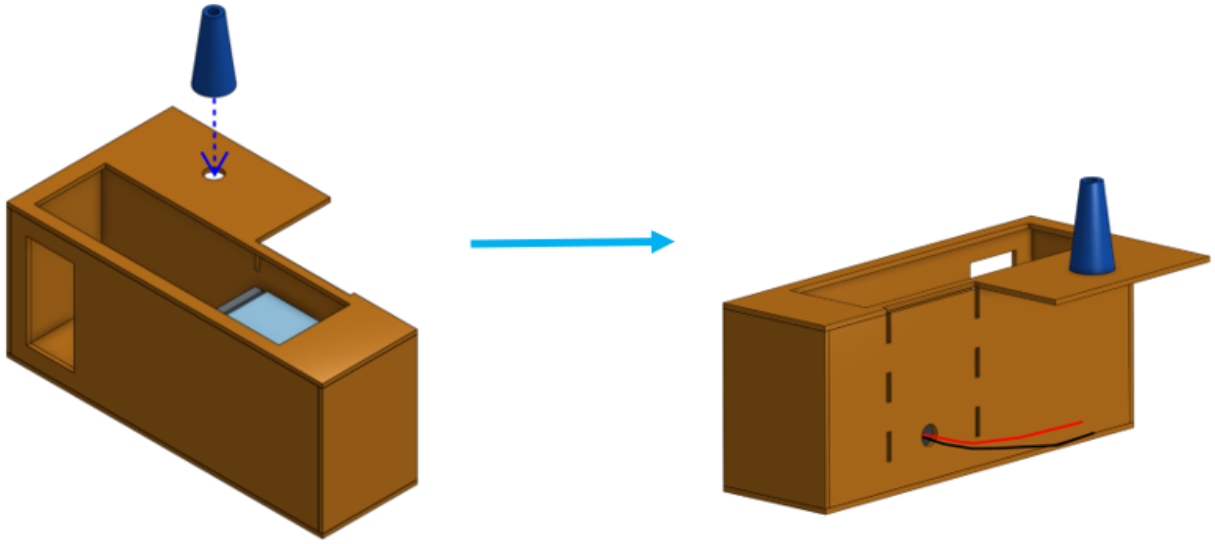
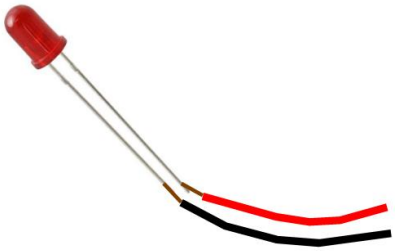


Figure 19

Étape 13 (circuit électrique)

Pour cette étape, nous aurons besoin de 3 composantes : la LED et 2 fils électriques 150mm/6po de long chaque. Et les assembler avec de la soudure à l'étain



ATTENTION !
Assurez-vous de bien souder le fil rouge sur la tige la plus longue, et le fil noir sur la tige la plus courte

Figure 20

Étape 14 (circuit électrique)

Introduire la LED avec ses fils dans le trou prévu à cet effet. Utiliser la soudure pour relier les fils provenants des piles à ceux de la LED

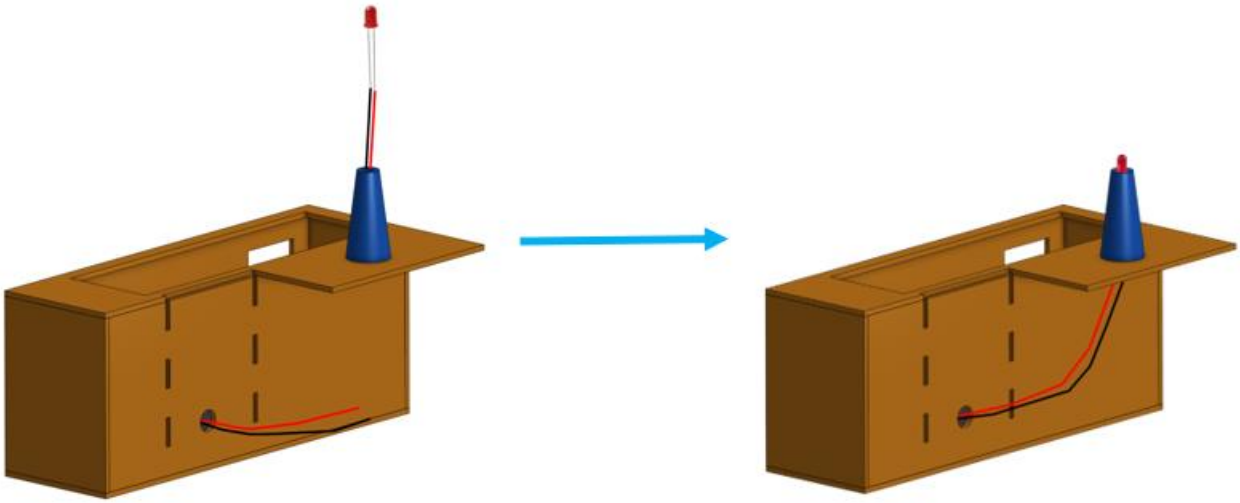


Figure 21

Et voilà ! Nous venons de completer la construction du sous-système “base”. Êtes-vous prêt pour la suite ?

6.1.3 La Tour et la roue (2e sous-système de la roue à billes)

Ce sous-système est un assemblage de 6 composantes. La roue étant considerée comme une composante.

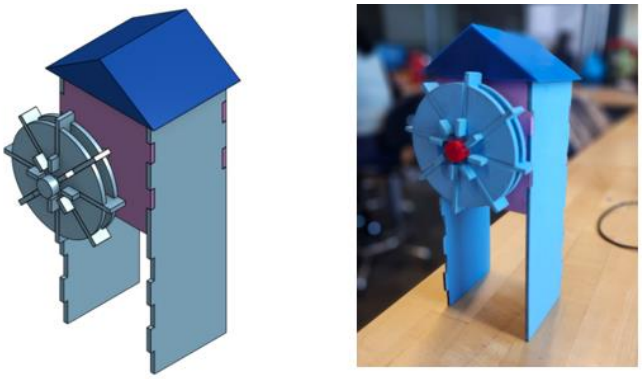


Figure 22

6.1.3.1 NDM (Nomenclature des Matériaux)

Nom de l'article	Description	Quantité	Prix unitaire ($)	Prix total	Lien
Planche MDF (120.05 po^2)	Taille : 18x24 Epaisseur : 1/8	1	2.5	2.5	Planche
Le toit	Imprimé 3D (plastique)	1	0	0	MakerSpace
L'axe de la roue	Imprimé 3D (plastique)	1	0	0	MakerSpace
Blocage	Imprimé 3D (plastique)	1	0	0	MakerSpace

6.1.3.2 Liste d'équipements

Pour la construction complète de ce sous-système nous aurons besoin de :

1) Logiciel CAO *Onshape* pour la modélisation de Presque toutes composantes physiques
2) Logiciel CAO *Inkscape* pour la préparation de nos modèles avant la découpe laser
3) De la machine à découpe laser pour découper
4) Colle à bois PVA ou une colle polyuréthane
5) Table de travail

6.1.3.3 Instructions

Une fois le travail de la découpe laser et celui de l'imprante 3d terminé, nous aurons les composantes suivantes pour commencer l'assemblage :

La roue : Les fichiers SVG suivants, donc à imprimer au laser présentent les parties nécessaires pour assembler la roue.: Pales, Roues. Le modèle est composé de 2 figures : La face de la roue qu'on imprime 2 fois et la pale qu'on imprime 8 fois.

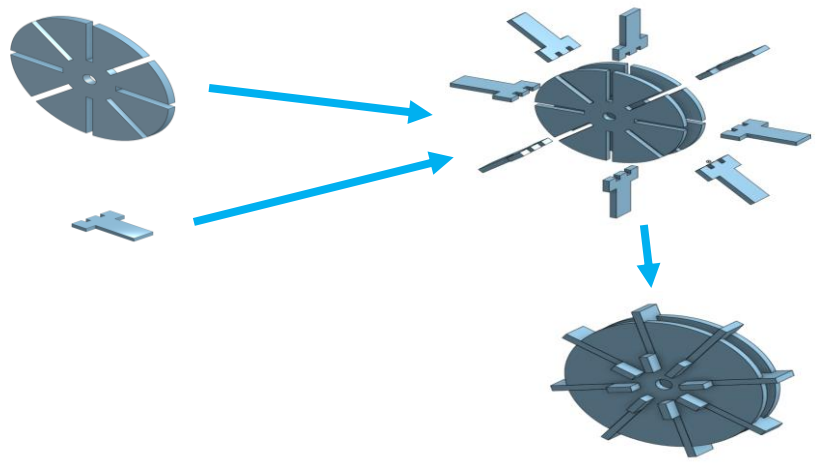


Figure 23

L'axe de la roue : On utilisera l'imprimante 3D pour l'axe de la roue avec son bout de blocage

NB: Son fichier est en pièce jointe sur le MakerRepo, (visitez notre équipe : Les Ingéniaux; section: GNG 1503) étant donné l'incapacité du document à accepter son format

Étape 1

Figure 24

Étape 2

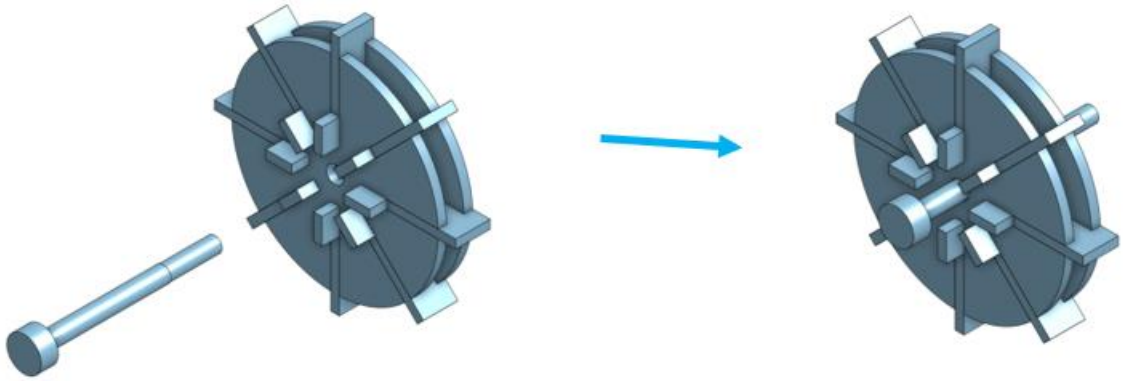


Figure 25

La tour : Le fichier SVG suivant: Base enfant présente les parties nécessaires pour assembler imprimer la tour (composée de 4 faces en MDF qui s'emboitent entre-elles et le toit. On utilisera l'imprimante 3D pour le toit.

NB: Le fichier de du toît est en pièce jointe sur le MakerRepo, (visitez notre équipe : Les Ingéniaux; section GNG 1503) étant donné l'incapacité du document à accepter son format

<u>Présentation assemblage (optionnel)</u> : Nous disons “optionnel” car l’ordre certaines parties peut être changé

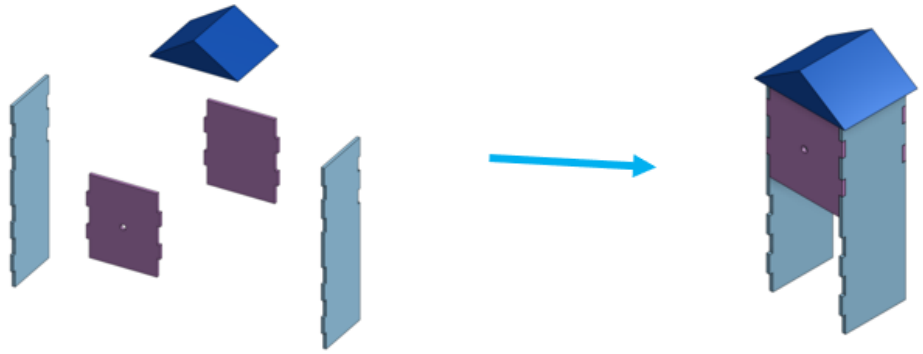


Figure 26

Ici on a assemblée l’axe, la roue et la face avant de la tour en premier

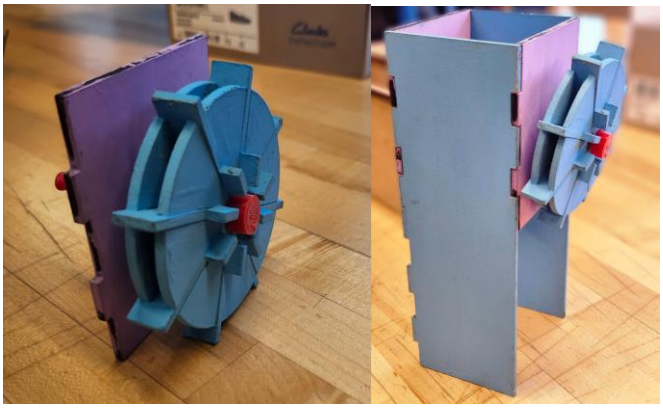


Figure 27

<u>Produit final</u>

En mettant le 2 sous-système ensemble, vous devrez avoir ceci comme produit final.

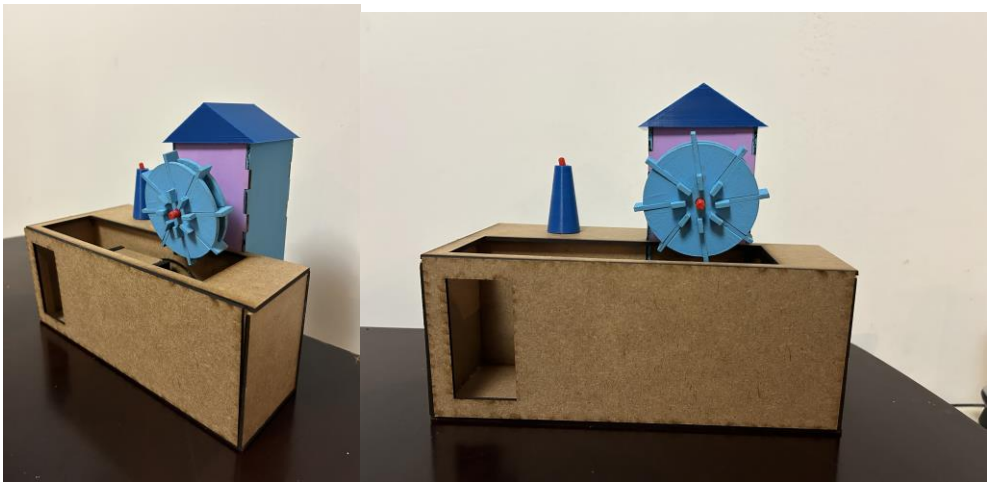


Figure 28

6.2 Essais & validation

Le premier concept généré était un moulin à eau. L'idée était d'utiliser la force hydrostatique pour générer un courant électrique. Mais l'idée était abandonnée. On a opté pour la génération de l'électrique par l'énergie cinétique des billes.

Avec cette idée, on a pensé à intégrer un circuit électrique qui sera actionné par bouton poussoir jouant le rôle d'interrupteur (le fameux bouton vert). En effet, les billes doivent tourner brièvement la roue, mais c'est le poids des billes qui appuie le bouton pour maintenir la LED allumée. Nos essais les plus importants étaient la validation du fonctionnement du circuit électrique et la validation du poids requis pour faire baisser le bouton ainsi allumer la LED.

Essai sur le fonctionnement du circuit

Figure 29

Avec une LED d'environ 2.5V, on a utilisé 2 piles AA (1.5V x 2 = 3V) pour allumer la LED. Comme l'illustre la figure

Essai sur le fonctionnement du bouton

Ici le but était de valider le poids (la quantité de billes requis) pour appuyer le bouton. Et on n'a pas fait de calcul pour le savoir. On a juste posé une bille à la fois, progressivement, pour arriver au poids requis. On a trouvé qu'il fallait 15 à 17 billes au minimum pour que le bouton reste appuyer.

Sachant qu'une bille de 14mm de diamètre pèse environ 3.6grammes, il fallait au moins 54g (15 billes) pour maintenir le bouton allumer.

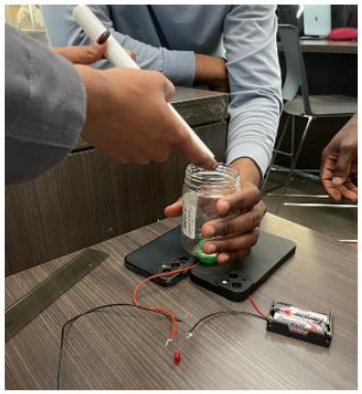


Figure 30

7 Conclusions et recommandations pour les travaux futurs

7.1.1 Leçons Apprises et Travail Réalisé

1. **Conception et Construction** :

   a. **Leçon Apprise** : L'importance de la précision dans la conception de moulin et comment les billes vont tomber pour maximiser l'efficacité.
   b. **Travail Réalisé** : Création d'un prototype fonctionnel avec des matériaux durables et écologiques.
2. **Tests et Optimisation** :
   a. **Leçon Apprise** : Les tests en conditions réelles sont cruciaux pour identifier les points faibles et les améliorer.
   b. **Travail Réalisé** : Réalisation de plusieurs cycles de tests et ajustements pour optimiser la performance.
3. **Intégration Technologique** :
   a. **Leçon Apprise** : L'intégration de capteurs pour surveiller la performance en temps réel peut grandement améliorer l'efficacité.
   b. **Travail Réalisé** : Installation de capteurs pour mesurer le débit d'eau et la production d'énergie.
4. **Gestion du Temps :**
   a. **Leçon Apprise** : Une gestion efficace du temps permet de respecter les délais tout en assurant une qualité optimale du produit final.
   b. **Travail Réalisé** : Mise en place d'un calendrier de projet détaillé (Trello) avec des jalons clairs et un suivi régulier des progrès pour garantir le respect des délais.
5. **Travail en Équipe :**
   a. **Leçon Apprise** : La collaboration interdisciplinaire améliore la créativité et permet de résoudre plus efficacement les problèmes complexes.
   b. **Travail Réalisé** : Organisation de réunions régulières et de sessions de brainstorming pour favoriser la communication et la cohésion au sein de l'équipe projet.

7.1.2 Pistes Productives pour les Travaux Futurs

1. **Amélioration des Matériaux** :
   a. Explorer l'utilisation de matériaux encore plus résistants et légers.
   b. Tester des revêtements anti-corrosion pour prolonger la durée de vie du moulin.
2. **Optimisation des Pales** :
   a. Étudier des designs de pales plus avancés pour augmenter l'efficacité énergétique.
   b. Utiliser des simulations informatiques pour tester différents angles et formes de pales.

7.1.3 Si Vous Aviez Plus de Temps

1. **Recherche et Développement** :
   a. Approfondir la recherche sur les matériaux innovants et durables.
   b. Collaborer avec des experts en hydrodynamique pour affiner le design le moulin.
2. **Tests Longue Durée** :
   a. Effectuer des tests sur une période plus longue pour évaluer la durabilité et la performance à long terme.
   b. Analyser les données collectées pour identifier des tendances et des opportunités d'amélioration.

7.1.4 Éléments Abandonnés par Manque de Temps

1. Optimisation par Codage :
    a. Utilisation de codage pour permettre au moulin de fonctionner avec une seule bille au lieu de 17, ce qui simplifierait le mécanisme et pourrait améliorer l'efficacité et permette à la lumière de rester allumée plus longtemps.

8 Bibliographie

https://makerepo.com/rails/active_storage/blobs/redirect/eyJfcmFpbHMiOnsibWVzc2FnZSI6IkJBaHBBbGhvIiwiZXhwIjpudWxsLCJwdXIiOiJibG9iX2lkIn19--d26dc8532a329b4594fb977a710498571f14bd69/Atelier%20de%20conscience%20verte_curriculum.pdf

Remerciements aux équipe FE22, FE23 et FE24 pour leurs suggestions sur notre projet tout au long du semestre.

APPENDICES

9 APPENDICE I: Fichiers de conception

Le manuel d'utilisateur est lié à plusieurs documents complémentaires essentiels pour une compréhension complète des prototypes les trois documents fournis, chacun étant pour un prototype, permettent de :

- Ils incluent les spécifications de conception, les rapports d'analyse de besoins et les études de marché, expliquant les choix fonctionnels des prototypes.
- Ces documents détaillent les aspects internes des prototypes (code, architecture, flux de données), nécessaires pour les équipes de développement et de maintenance.
- Incluent des guides d'installation et des mises à jour de sécurité, facilitant l'intégration et la gestion des prototypes.

Ces documents permettent de mieux comprendre les prototypes dans leur ensemble et d'assurer leur utilisation et maintenance optimales.

Table 3. Documents référencés

Description du document	Emplacement du document et/ou URL	Date d'émission
Contrat d'équipe	Livrable A	19 janvier 2025
Identification des besoins	Livrable B	26 janvier 2025
Critères de conception	Livrable C	02 février 2025
Conceptualisaiton	Livrable D	9 février 2025
Plan et coût du projet	Livrable E	23 février 2025
Prototype 1 et Retroaction des clients	Livrable F	02 Mars 2025
Prototype 2 et Retroaction des clients	Livrable G	09 mars 2025
Prototype 3 et Retroaction des clients	Livrable H	23 mars 2025

Présentation finales	Livrable J	Présentation finales
Matériels de présentation de la journée de Design	Livrable I	26 mars 2025
Lien vers le MakerRepo	Les ingéniaux | MakerRepo	24 mars 2025