



Rapport de **Projet** - SmartPiggyBank - La tirelire **intelligente** -

-- Benjamin Guillaumat - Ralph Mansour --

SmartPiggyBank

SmartPiggyBank est une tirelire intelligente et interactive qui a pour objectif de stocker, compter et trier de la monnaie automatiquement. Il suffit d'y insérer une pièce et SmartPiggyBank se charge du reste. Tout cela est possible grâce à son tube d'empilement des pièces, son moteur, sa glissière, ses tiroirs de stockage, ses nombreux capteurs et par-dessus tout, son cerveau, la carte Arduino Uno. Celle-ci relie tous ses composants pour la rendre 100% autonome.

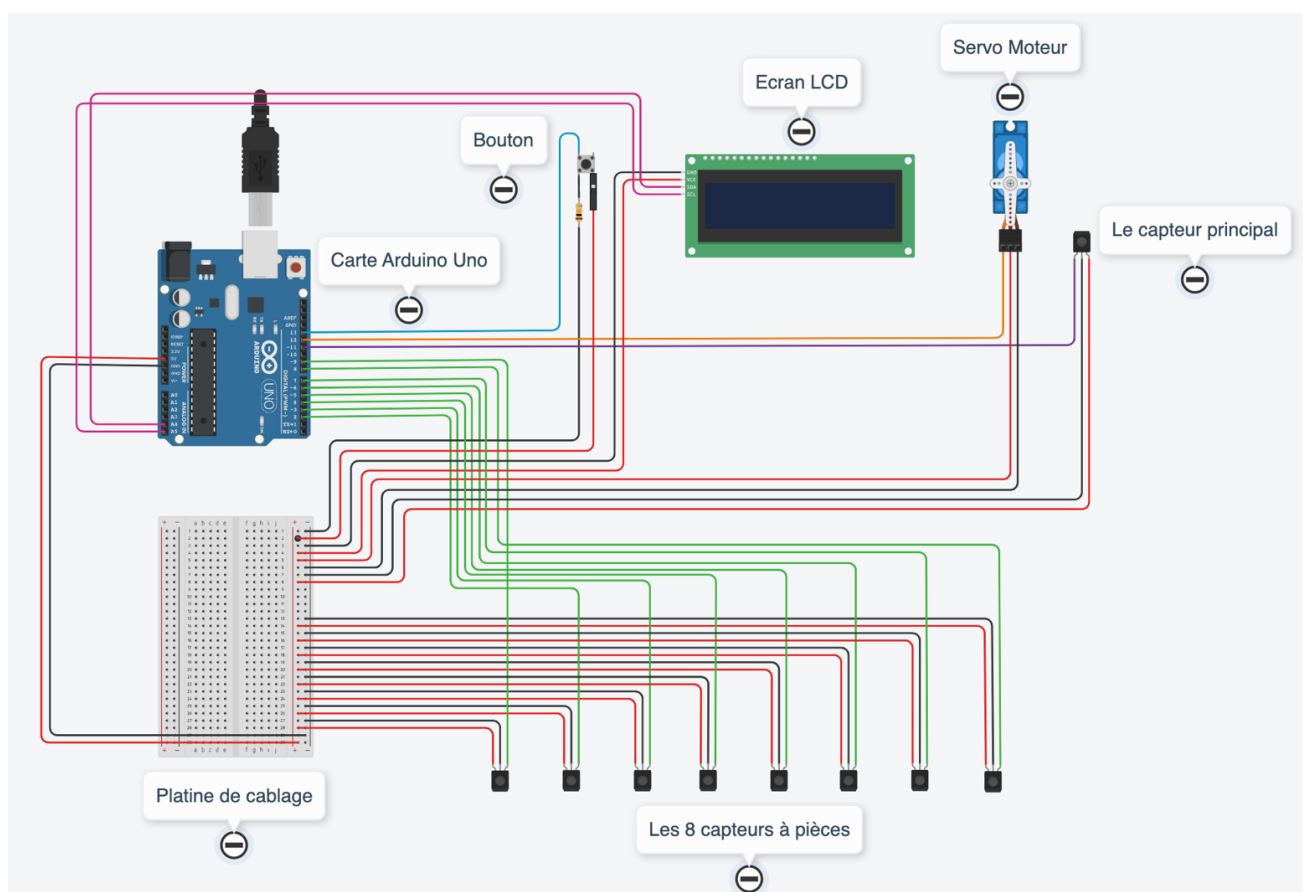
Le Cahier des Charges

Fonctions globales	Critères	Niveaux
Stocker les pièces de monnaie	Avoir des emplacements de stockage.	Les emplacements devront être accessibles par la suite pour la récupération.
Compter la monnaie introduite	Différencier les pièces selon leurs valeurs	Différencier 8 pièces différentes, donc 8 valeurs
Trier les pièces selon leurs valeurs	Différencier les pièces selon leurs valeurs	Faire prendre aux pièces 8 chemins différents
Faire en sorte que l'utilisateur puisse voir le compte de sa monnaie	Avoir un système, une interface d'affichage.	Introduire un écran LCD sur la tirelire
Faire en sorte que l'utilisateur puisse réinitialiser le compte de la monnaie	Avoir un système accessible à tout moment par l'utilisateur.	Introduire un bouton sur la tirelire.
Faire en sorte que l'utilisateur puisse récupérer sa monnaie triée.	Ajouter un système de récupération en fin de course des pièces	Introduire des tiroirs dans les zones de stockage des pièces
Être esthétique	Couleurs, formes	Être dans le thème de la "Tirelire cochon"

Fonctions précises	Critères	Niveaux
Un moteur est activé lors de l'insertion d'une pièce	Détection lorsqu'une pièce rentre dans la tirelire	Utiliser un capteur à l'entrée de la tirelire
Un stockage de pièce est possible avant le triage.	Avoir un emplacement pour les pièces. Les pièces doivent être prêtes à être poussées par le moteur une fois leur tour venu.	Utiliser un système de tube d'empilement

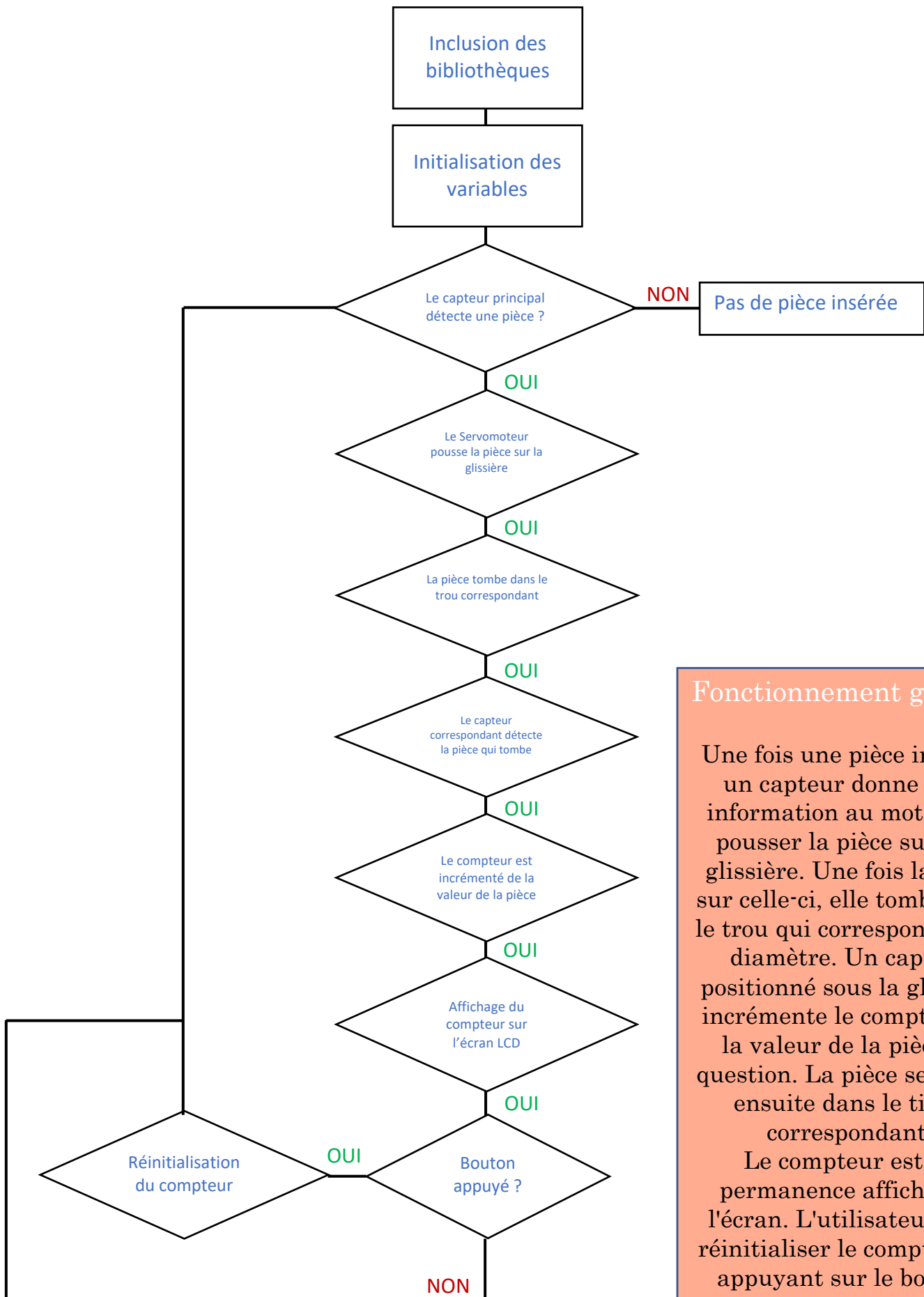
Le moteur pousse les pièces afin qu'elles soient bien placées sur la glissière.	Avoir une rallonge sur notre moteur afin qu'il atteigne et pousse les pièces correctement.	La rotation du moteur est définie de sorte qu'il change son sens de rotation juste devant la glissière (une fois la pièce partie) et qu'il est une bonne vitesse (ni trop rapide ni trop lente)
La glissière trie les pièces selon leurs valeurs	Connaître les diamètres exacts des pièces pour découper les 8 trous différents	Avoir une précision au dixième de millimètre près (les pièces étant toutes d'un diamètre très proche)
Ajouter au compteur les valeurs des pièces insérées	Reconnaître les pièces selon le trou dans lequel elles tombent et ajouter la valeur correspondante au compteur	Utiliser un capteur pour chaque pièce différente. 8 capteurs au total.

Le Schéma Électrique



Dans un premier temps, la carte Arduino alimente en 5V et relie la masse à la **platine de câblage**. Ensuite, chaque **capteur** est relié en alimentation, à la masse et sur leurs sorties respectives. De même pour le **bouton** et le **moteur**. Quant à **l'écran LCD**, il est aussi alimenté et relié à la masse et est relié par deux autres câbles. L'un relie le port SDA à la sortie A4 et l'autre relie le port SCL à la sortie A5 de la carte Arduino.

Algorithme et Fonctionnement



Fonctionnement global :

Une fois une pièce insérée, un capteur donne pour information au moteur de pousser la pièce sur une glissière. Une fois la pièce sur celle-ci, elle tombe dans le trou qui correspond à son diamètre. Un capteur positionné sous la glissière incrémente le compteur de la valeur de la pièce en question. La pièce se stocke ensuite dans le tiroir correspondant.

Le compteur est en permanence affiché sur l'écran. L'utilisateur peut réinitialiser le compteur en appuyant sur le bouton.

Le Coût du Projet

Nous avons passé environ 34 heures sur le projet, en comptant les heures en dehors des cours. Nous sommes allés plusieurs fois au FabLab pendant nos heures de pause et nous avons fait le code chez nous.

Si nous étions des ingénieurs partants travailler dans une entreprise, nous aurions coûté 807 € d'heures de travail.

Pour ce qui est du coût matériel :

Composant	Coût
1 ServoMoteur	1 €
9 capteurs	20,61 €
1 bouton	2,6 €
1 écran LCD	8,95 €
Carte Arduino Uno	11 €
Bois (3mm) coffrage	22 €
Peinture	4,59 €

Le total est d'environ 70 €.

Le coût total de notre projet est estimé à 877 €, heures de travail et matériel inclus.

Plannings : Les Différences

Planning initial :

- **Séance 1** : Organisation globale du projet, mise en place du Github. | Mise en place du cahier des charges. | Recherche sur les différents composants que l'on possède. | Recherche des composants qui nous seront utiles. | Mise en place du planning de projet globale. | Approfondissement des recherches de premières idées de développement. | Début de schématisation des plans sur feuille. | Recherche des matériaux.
- **Séance 2** : Récupération de quelques matériaux comme la planche de bois (3mm) pour la glissière. | Début de programmation du code et test de bon fonctionnement des capteurs. | Modélisation des différents éléments de la tirelire sur logiciel (Inkscape notamment)
- **Séance 3** : Début d'assemblage des pièces et de construction de la tirelire, des tiroirs. | Création des portes pour accéder à la tirelire. | Construction globale de la forme de la tirelire.
- **Séance 4** : Installation des capteurs, et branchement des capteurs. | Recherche sur l'écran + début du code de l'écran et du bouton.

- **Séance 5** : Modélisation et création des poignets pour la tirelire. | Installation du bouton de réinitialisation du compteur. | Finition écriture du code pour l'écran et le bouton.
- **Séance 6** : Modélisation et impression du tube 3D ou les pièces s'empilent. | Créations des couloirs de rangement des pièces, prise de mesure et découpe de bois pour les murs.
- **Séance 7** : Installation du tube imprimé auparavant, branchement de l'écran LCD et du bouton. | Découpe laser sur le coffrage pour le trou permettant d'insérer les pièces. | Installation du moteur et branchement. | Finition code moteur.
- **Séance 8** : Découpe laser du coffrage pour l'ouverture des tiroirs. | Finition des branchements, du code. | Vérification du bon fonctionnement des capteurs, moteurs, écran et bouton et leurs fonctionnements entre eux.
- **En dehors des séances** : Finitions et vérifications du fonctionnement global de la tirelire. | Arrangements et modifications si problèmes. | Décoration de la tirelire.

Planning final :

- **Séance 1** : Organisation globale du projet, mise en place du Github. | Mise en place du cahier des charges. | Début de schématisation des plans sur feuille et modélisation de certains éléments comme la glissière. | Recherche de la matière première dont on aura besoin. | Premières recherche sur le servoMoteur et les capteurs.
- **Séance 2** : Modélisation de la glissière sur un logiciel de modélisation 3D. | Découverte du logiciel Inskape pour les futures découpes laser. | Récupération des composants manquant (capteurs + écran LCD). | Soudure du module I2C sur l'écran LCD.
- **Séance 3** : Découpe laser de la glissière pour les pièces (3mm). | Découpe laser du coffrage de la tirelire (3mm) | Avancement du code capteurs et moteurs.
- **Séance 4** : Changement de la matière de la glissière pour que les pièces glissent mieux. | Découpe des cloisons qui délimitent les tiroirs à pièces. | Impression 3D du tube d'empilement. | Écriture du code Arduino pour le moteur.
- **Séance 5** : Écriture du code des 8 capteurs de pièces et essais des capteurs | Écriture du code pour le bouton. | Test du bouton et premiers tests de l'écran.
- **Séance 6** : Fixation de la glissière dans la tirelire. | Finition du moteur (ajout de la rallonge moteur) et du code moteur. | Calibrage de l'écran et affichage de texte puis du compte de la monnaie. | Finition du code complet et tests. | Arrangement des clôtures intérieures. | Essais de fabrication de nos propres câbles.
- **Séance 7** : Ajout du trou pour le bouton à la découpe laser. | Création des tiroirs de récupération des pièces. | Ajout de glissières au fond de la tirelire pour faire glisser les pièces dans leur tiroir. | Peinture noir sous la glissière, devant les capteurs. | Mise en place des supports pour l'installation du moteur et du tube

d'empilement. | Début du câblage les composants comme les capteurs, l'écran et le bouton.

- **Séance 8 :** Installation de l'écran et du bouton. | Fin de l'installation et du câblage des capteurs, écran et du bouton. | Réglages des capteurs (sensibilité et direction). | Installation du tube et du moteur sur les supports. | Découpe laser du trou pour insérer les pièces. | Derniers réglages de la tirelire.
- **Hors Séances :** Finition des derniers réglages capteurs, écran, glissière, fixations. | Décoration de la tirelire, peinture, forme du cochon pour rappeler le thème de la tirelire. | Derniers tests.

Comparaison des plannings :

Sur les premières séances, nous avons plus ou moins réussi à suivre le planning initial. Puis sont arrivés certains imprévus, comme des composants compliqués à faire fonctionner ou des tâches à faire que l'on n'avait pas prévu et qui nous ont pris du temps.

C'est pour ces raisons que nous avons arrêté de suivre notre planning à la lettre à partir de la séance 4 environ. Globalement, nous avons fait un planning initial trop rapide par rapport au planning final. En effet, il était compliqué d'imaginer exactement comment toute la conception allait se dérouler.

Pour ce qui est du planning "Hors séances" nous avons respecté notre planning initial. Nous voulions absolument faire la décoration et les derniers tests en dehors des séances de cours. En effet, ce sont deux choses qui ne sont pas forcément planifiables, puisqu'il est compliqué de savoir à l'avance combien de temps nous allons y passer.

Les Problèmes Et leurs Solutions

Problèmes	Solutions
Après l'installation, lors des essais de nos capteurs de pièces, nous nous sommes aperçus qu'ils captaient en permanence quelque chose, qu'il y est un obstacle ou non devant.	Chaque capteur est équipé d'un petit module de réglage. En tournant le module, cela augmente ou diminue la sensibilité et la portée du capteur. Pour remédier au problème, il a fallu dans un premier temps modifier correctement ce réglage en fonction de la distance entre le capteur et la paroi la plus proche. De plus, les parois intérieures du coffrage étant de couleur clair (couleur du bois), les reflets sur les parois étaient conséquents. Nous avons donc peint les parois intérieures intégralement en noir pour que les capteurs détectent uniquement les pièces et aucun autre élément.

<p>Difficulté pour faire apparaître un message sur l'écran.</p>	<p>Le problème que l'on avait avec l'écran provenait de deux points. L'un était un problème d'importation du module <liquidCrystal_I2C> permettant de faire le code associé à l'écran.</p> <p>Plusieurs modules de ce type existent et tous sont très similaires. Il a donc fallu en essayer plusieurs afin de trouver celui qui nous convenait.</p> <p>L'autre était un problème de contraste de l'écran. Nous l'avons découvert tardivement mais un module de réglage du contraste de l'écran se situe à l'arrière de l'écran. Le nôtre étant par défaut trop contrasté, nous ne pouvions pas voir le texte affiché sur celui-ci. Un simple réglage a résolu le problème.</p>
<p>Lors des tests de la glissière, les pièces ne glissaient pas totalement sur celle-ci. Les pièces accrochaient légèrement ce qui empêchait le bon fonctionnement de la glissière.</p>	<p>Pour remédier à ce problème, nous avons rajouter une matière plastifiée, glissante et autocollante avec laquelle nous avons recouvert la glissière. De plus, nous avons légèrement graissé la glissière afin d'assurer le bon fonctionnement de celle-ci.</p>
<p>Après fixation de la glissière terminée dans la tirelire, certaines pièces comme celles de 20 centimes et celles de 1 euro notamment, ne tombaient plus dans leurs trous respectifs.</p> <p>Malgré une précision des mesures au dixième de millimètre près, certaines pièces avaient du mal à tomber dans leurs trous car elles restaient légèrement bloquées.</p>	<p>Ce problème était dû à l'installation de la glissière. Une fois installée, la glissière n'est pas fixée perpendiculairement aux parois de la tirelire ni parallèlement au sol.</p> <p>Dans un premier temps, elle est penchée d'un certain degré permettant aux pièces de glisser dessus. De plus, elle est légèrement inclinée sur sa largeur (elle penche légèrement vers la paroi de la tirelire). Sans les pièces bien collées à la paroi, notre système ne fonctionnerait pas. Or, lors de la conception de la glissière, nous n'avons pas pris en compte dans les mesures des trous le fait que la glissière est légèrement penchée ainsi.</p> <p>Cela a donc faussé de quelque dixième de millimètre les mesures. Certaines pièces se retrouvaient alors avec un diamètre de trou très légèrement inférieur à la normal ce qui les empêchaient de tomber.</p>

Dû au manque de précision dans le collage de la plateforme et du moteur, le bout du moteur était légèrement relevé, il ne poussait pas les pièces trop fines.	Pour remédier à ce problème, nous avons dû épaissir le bout de la rallonge du moteur (qui pousse les pièces). Le but était que ce poussoir soit totalement posé contre la plateforme afin de pousser même les pièces les plus fines.
---	--

Conclusion

Au cours de ces 8 séances, nous avons :

- Construit une boîte en bois d'épaisseur 3mm (coffrage)
- Créé un compteur de pièces avec :
 - Un ServoMoteur qui pousse les pièces sur une glissière.
 - Une glissière avec 8 trous correspondant aux 8 pièces.
 - De nombreux capteurs permettant d'ajouter au compteur les valeurs des pièces.
- Ajouter un système de récupération de pièces sous forme de tiroirs.
- Ajouter un écran LCD afin d'afficher le montant total de toutes les pièces insérées.
- Ajouter un bouton permettant de réinitialiser le compteur.

Si nous avions plus de temps :

Cela étant dit, avec plus de temps nous aurions pu améliorer certains points :

- 1) Nous aurions pu améliorer la précision de l'installation du moteur car certaines pièces se coincent sous le tube d'empilement. En effet, l'épaisseur des petites pièces (1,2,5 centimes) étant très petite, celles-ci ne se font pas pousser par le moteur auquel on a ajouté une "rallonge". Si nous avions eu plus de séances, nous aurions eu le temps d'être plus précis dans l'installation du moteur.
- 2) Nous avons eu des problèmes avec notre glissière. Elle ne glissait plus beaucoup vers la fin. Cela est dû au fait que nous avons installé la glissière à la 3ème séance et qu'après toutes les modifications effectuées, des dépôts de peinture et de bois se sont accrochés dessus. Lors de la dernière séance, nous avons décidé de changer l'autocollant que nous avons mis sur la glissière initialement. Or, nous n'avions plus beaucoup de temps donc le découpage n'était pas parfait... Avec plus de temps, nous aurions sûrement utilisé un autocollant de type polyester ou polyimide (très glissant) ou au mieux, nous aurions fait notre glissière en métal.
- 3) Enfin, les capteurs nous ont posés beaucoup de problèmes lors de la conception de notre projet. Les capteurs placés devant les petites pièces étaient mal réglés ou fixés avec une mauvaise inclinaison. Si nous avions eu plus de séances, nous aurions mieux réglé chaque capteur et nous les aurions mieux positionnés (en fonction de la trajectoire de la chute de chaque pièces).

Bibliographie

Site pour le ServoMoteur :

- https://create.arduino.cc/projecthub/arduino_uno_guy/the-beginners-guide-to-micro-servos-294d17
- <https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/controler-un-servomoteur-avec-une-plaque-arduino-servo-sg90/>

Site pour les capteurs :

<https://create.arduino.cc/projecthub/ingo-lohs/light-sensing-with-the-flying-fish-series-from-mh-0e51ab>.

Site pour l'écran :

https://www.tutoriel-arduino.com/lcd_i2c_arduino/.