

## Projet SN1 2024-2025 EPSI Workshop “Machine de Rube Goldberg”

Projet du **09/09/24** au **13/09/2024**



l'école d'ingénierie  
informatique



l'école [ tech ]  
de l'expertise digitale

**Participants :**

Kaëlian Baudelet  
Haag Vianney  
Clement Tom  
Berthe Antoine

**Projet SN1 - Première**

**Année, 2024**  
**EPSI – Ecole de l'ingénierie**  
**informatique, Arras**

**Projet encadré par :**

BOUDRINGHIN Grégory

**Consigne du projet :** L'objectif du projet est de concevoir une machine de Rube Goldberg fonctionnelle intégrant au moins trois capteurs différents, accompagnée d'une vidéo de présentation et d'un support, et d'un dossier explicatif.

**Contexte :** De nos jours, dans une société où la technologie est utilisée de manière extravagante et inutile, nous sommes confrontés à un défi qui incarne cette absurdité. Dans cette optique, il convient de réaliser au cours d'un projet de groupe une machine de Rube Goldberg capable de faire traverser une bille à l'intérieur d'une caisse de 400x400x400 mm, en veillant à ce qu'elle ne ressorte pas par le point d'entrée et qu'elle parcourt chaque face de la caisse avant de sortir. C'est un exercice où la simplicité cède la place à la complexité, et où chaque mécanisme doit être aussi spectaculaire que possible pour séduire un public afin de procurer un divertissement. L'objectif de ce projet étant à la fois un moyen de développer des compétences en ingénierie, en logique et en travail d'équipe, tout en ajoutant une touche ludique et créative.

**Modalités du projet :**

- Temps projet : 32h
- Ressources :
  - Ressources Matériel disponible au sein des laboratoires MyDIL
  - Ressources Matériel personnel (Cartons/Plastiques/Électroniques/...)
  - Ressources Numérique (Documentations, Vidéos Youtube, 360Learning)
- Espace numérique de travail :
  - Discord
  - Outlook

## Explication du projet

Dans le cadre de notre workshop à l'EPSI de début d'année, L'objectif de cette semaine est de concevoir une machine de Rube Goldberg dans un espace de 400 mm par 400 mm en s'appuyant sur les compétences de chaque membre de l'équipe. Une machine de Rube Goldberg est un dispositif à la fois complexe et souvent divertissant, qui accomplit une tâche simple de manière volontairement compliquée. De cette manière, le principe central de ce projet repose sur la création d'une réaction en chaîne, où des mécanismes successifs s'enclenchent les uns après les autres, à l'image d'un effet domino.

Afin de rendre ce défi encore plus stimulant, une contrainte nous a été imposée : notre machine doit inclure au minimum trois capteurs distincts. Ces capteurs, chacun ayant des fonctionnalités différentes, devront interagir harmonieusement avec les autres éléments de la machine pour contribuer à la complexité et à l'efficacité de la réaction en chaîne.

Par ailleurs, pour aboutir à la meilleure présentation possible de notre projet final, notre équipe doit accomplir quatre étapes essentielles. Tout d'abord, il est impératif de concevoir une machine de Rube Goldberg fonctionnelle. Ensuite, nous devons réaliser une vidéo de 7 minutes maximum, divisée en deux parties : une première de 3 minutes dédiée à une présentation marketing de notre projet, et une seconde de 4 minutes axée sur l'aspect technique de la machine.

Enfin, nous devons préparer un support de présentation, sous la forme d'un PowerPoint, et rédiger un dossier détaillant l'ensemble du projet, de la conception à la réalisation. Des éléments qui permettront de valoriser notre travail et d'assurer une présentation claire et convaincante.

## Organisation du projet

Dans le cadre de notre projet workshop à l'EPSI, nous avons mis en place une organisation pour essayer malgré la grande difficulté de respecter les délais serrés de 4 jours. Chaque membre de l'équipe a activement contribué, aussi bien pendant les heures de travail qu'à domicile, afin de contribuer au projet.

L'organisation des journées s'est déroulée comme suit :

**Lundi** : Préparation, brainstorming et réflexion sur le projet.

**Mardi** : Conception 3D et organisation des tâches.

**Mercredi** : Échec de l'impression de pièces 3D (dysfonctionnement de l'imprimante 3D) / mise en étapes des pièces carton. Création du dossier et support d'oral.

**Jeudi** : Modifications du dossier, réalisation de la vidéo de présentation. (Réorganisation en panique du projet en raison de nombreuses contraintes observées lors des premiers tests réalisés et des problèmes d'impressions 3D qui nous ont malheureusement empêchés d'aboutir à une machine fonctionnelle qui nous a forcés à réaliser tout en carton dans un temps impossible à tenir.)

**Vendredi** : Finalisation du dossier, de la vidéo et organisation des dialogues pour l'oral.

Les rôles ont été répartis de la manière suivante :

**Kaelian** : Chargé dans la confection des pièces 3D sur Shapr3D, confection de la boîte qui contient la machine, réalisation du diaporama, coordination et réalisation du dossier et confection du code Arduino.

**Vianney** : Chargé de la conception de la vidéo liée au projet, ainsi que dans la conception et la confection des pièces cartons en même temps que Tom.

**Tom** : Chargé du placement et la création des pièces cartons liées à la machine, participation à la rédaction du dossier.

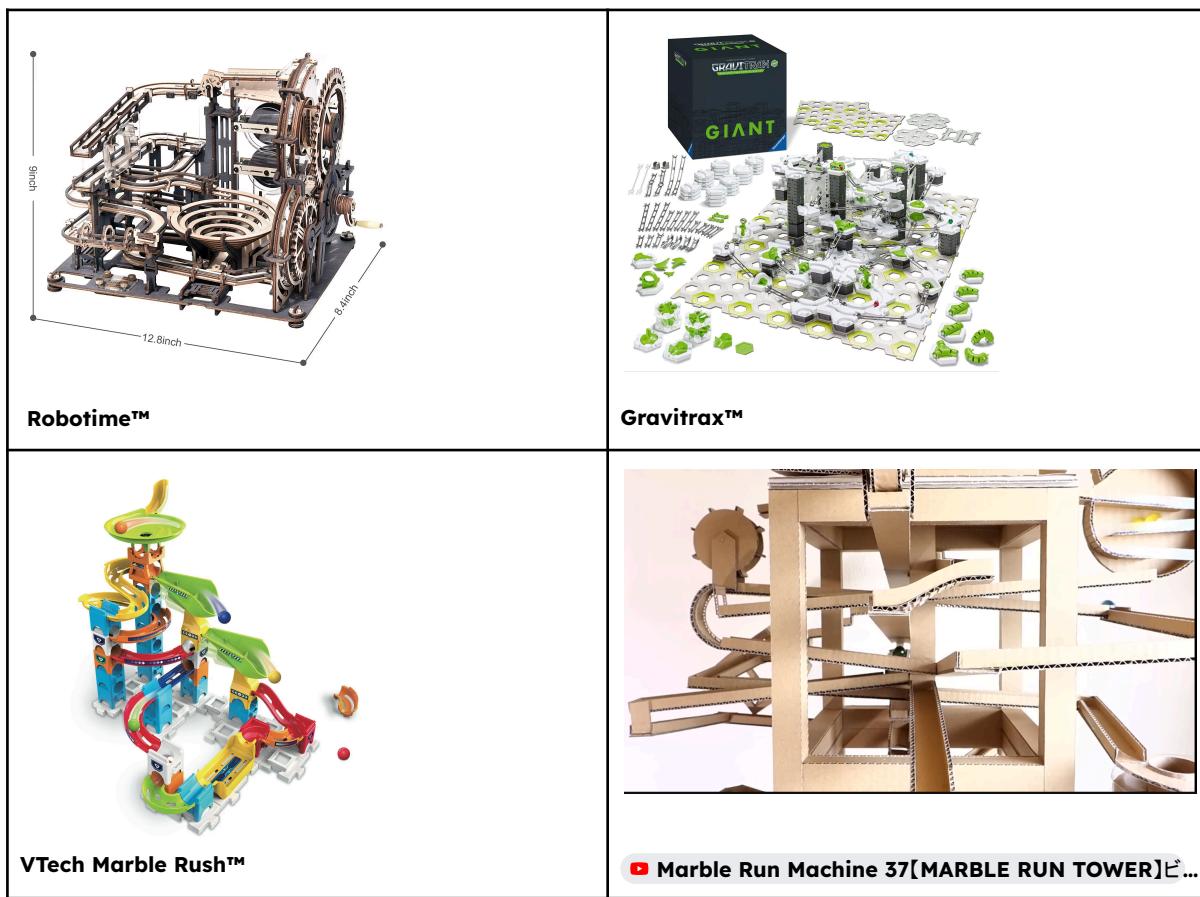
**Antoine** : Chargé de la conception des pièces en 3D sur Shapr3D, de la création du diaporama pour l'oral et de la participation à la rédaction du dossier.

## Détail de la conception

### Phase d'inspiration et de recherche d'idées

La première étape de notre projet a été de rechercher des exemples pour stimuler notre créativité et guider la conception de notre machine. Nous nous sommes inspirés de plusieurs modèles existants trouvés en ligne, tels que des machines de Rube Goldberg en bois, comme celles de *Robotime™*, ainsi que de jeux de billes célèbres tels que *Gravitrax™* et *VTech Marble Rush™*. Nous avons également consulté des créations artisanales/projets DIY sur YouTube pour enrichir notre réflexion.

Nous avons ainsi rassemblé plusieurs sources d'inspiration pour affiner nos idées et adapter certains concepts à notre projet. Voici quelques-uns des exemples qui ont influencé notre réflexion :



### Phase de réflexion du parcours

La seconde étape de notre projet a consisté à définir les actions que la machine devait accomplir pour permettre à une bille de se déplacer du point A au point B. Chacun de nous a réfléchi aux différentes étapes que la bille pourrait traverser à l'intérieur de la boîte.

Une réflexion à abouti sur une machine qui sera composée de plusieurs paliers/étapes. Plusieurs éléments de construction qui viendront enrichir la conception, comme des bases en carton composées de capteurs qui activeront chacun un moteur qui sera placé sur chaque base en cartons.

Nous avons choisi d'utiliser trois capteurs différents, un choix qui s'est orienté vers un capteur de présence humaine, un capteur infrarouge et un capteur ultrason pour activer tous les moteurs.

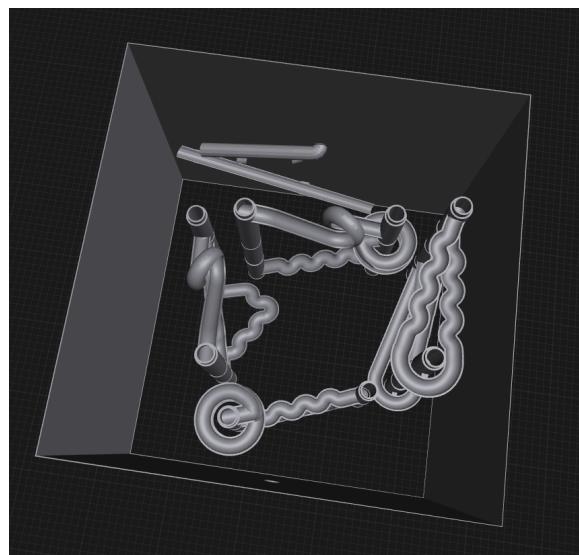
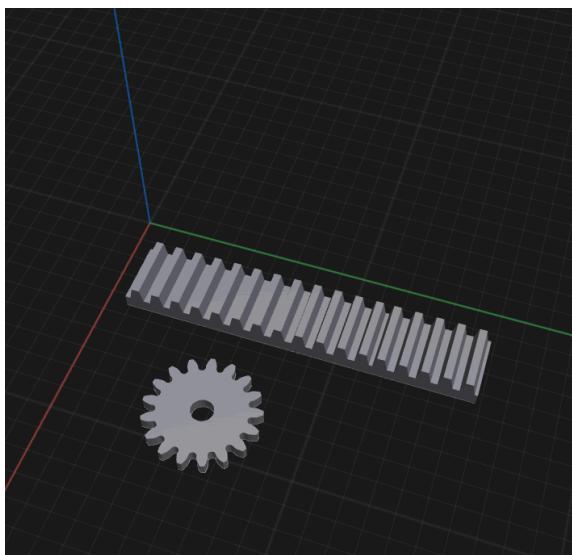
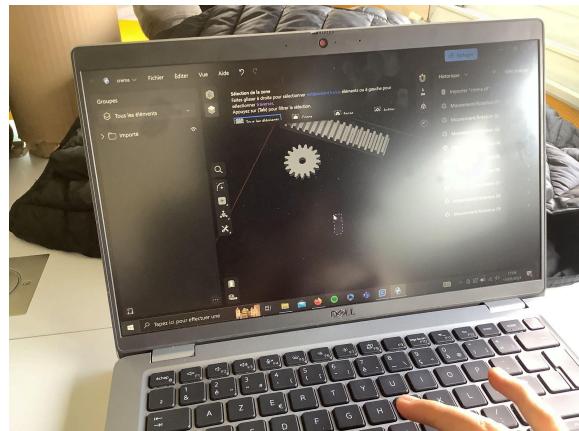
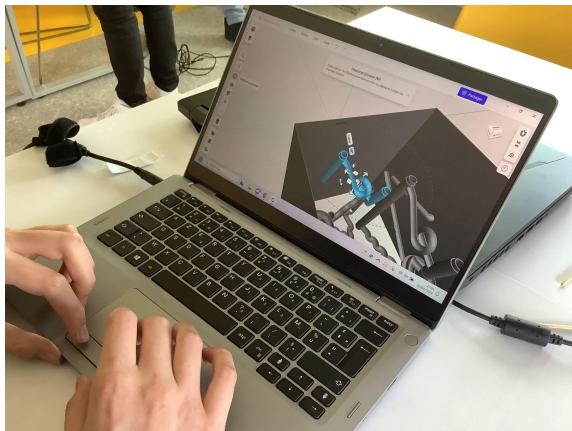
#### Capteurs retenus :



Pour le parcours en détail, nous avons d'abord envisagé une bille tombant dans un tuyau, puis descendant successivement dans un autre, jusqu'à atteindre une turbine qui la ferait remonter grâce à un mouvement rotatif activé par un capteur infrarouge. Une fois remontée, la bille serait guidée à travers des modules préfabriqués que nous avions sélectionnés en ligne, combinés à des impressions 3D et du carton que nous avons réalisés et modifiés pour les adapter à notre structure en carton. Après avoir finalisé le parcours des modules en impression 3D, la bille descend une pente qui la mène à une roue motorisée, activée par un capteur à ultrasons, lui permettant de continuer sa course vers une autre pente. Enfin, elle atteindrait un ascenseur, précédé d'un capteur de présence (infrarouge), qui la ferait sortir à son point d'arrivée en remontant l'ascenseur.

**Phase de Modélisation 3D**

Mardi et mercredi ont permis de modéliser en 3D certaines pièces associées avec les pièces en cartons. (Pièce qui n'ont pas pu être imprimé en raison de soucis avec l'imprimante 3D)



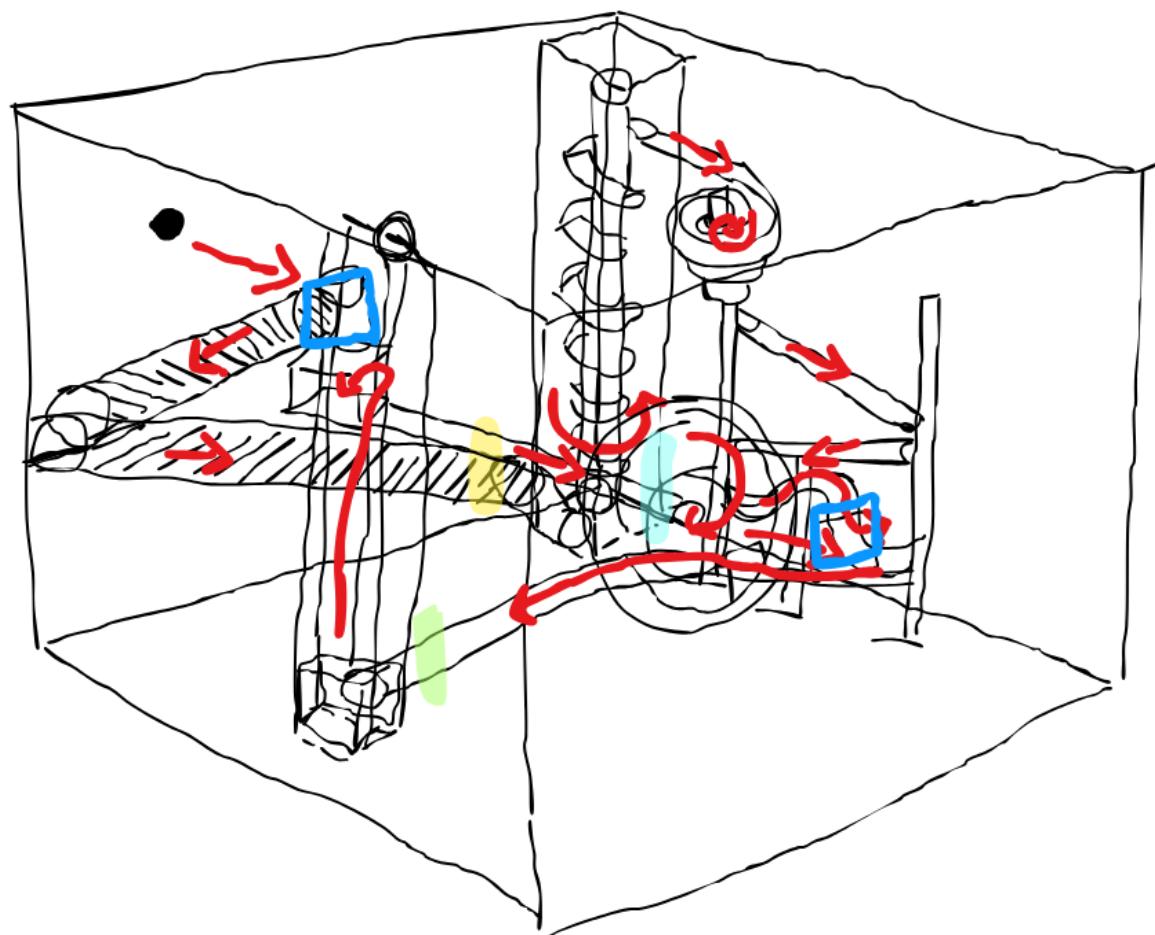
**Phase de conception des pièces en cartons**

Parallèlement à la modélisation 3D, des pièces en carton ont été fabriquées pour aller avec les pièces modélisées (qui devaient être imprimées mais qui au final seront remplacer complètement par des pièces en cartons).

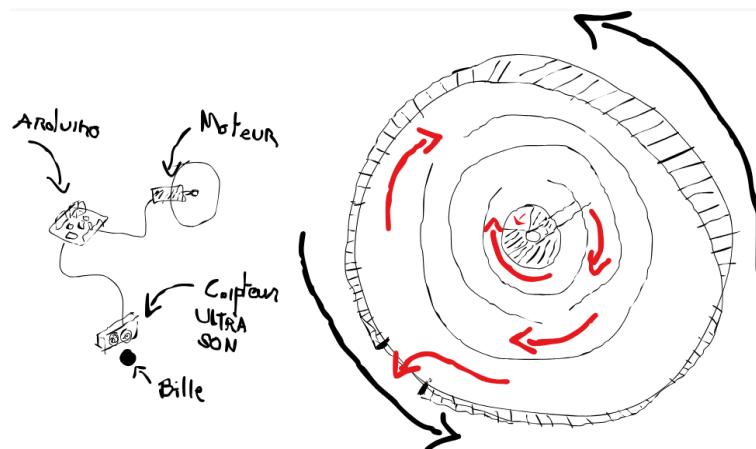


## Croquis et maquettes

### Croquis de notre Machine de Rube Goldberg

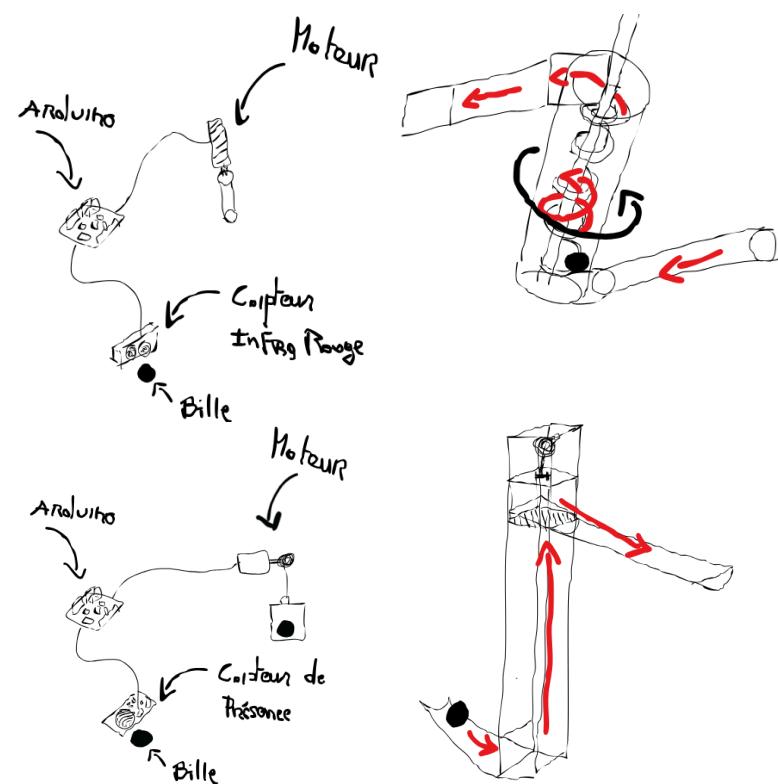


### Croquis des mécanismes de notre machines de Rube Goldberg



#### Roue tournante :

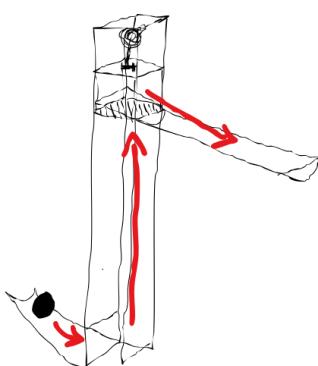
**Explication :** La roue tournante est composée de plusieurs cercles concentriques avec un espace de vide. Lorsque la bille arrive au centre de la roue, elle est guidée par la rotation. En suivant le bord des cercles, la bille traverse successivement les espaces vides de chaque cercle intérieur. À mesure que la roue tourne, la bille suit un chemin en spirale descendant vers l'extérieur jusqu'à finalement tomber à travers une ouverture en bas. Le mouvement de la roue est déclenché par un capteur ultrason qui active la rotation de la roue dès que la bille entre dans la roue.



#### Cylindre vertical tournant :

**Explication :** Le cylindre vertical contient à l'intérieur une plateforme en spirale qui s'enroule autour de ses parois. La spirale est inclinée de façon à obliger la balle à suivre un mouvement ascendant lorsqu'elle est introduite dans le cylindre. En tournant dans le sens opposé au déplacement de la balle, la spirale fait monter cette dernière, qui est contrainte de suivre l'inclinaison de la plateforme. Le mouvement du cylindre vertical est déclenché par un capteur infrarouge qui active la rotation du disque du cylindre dès que la bille entre dans le cylindre.

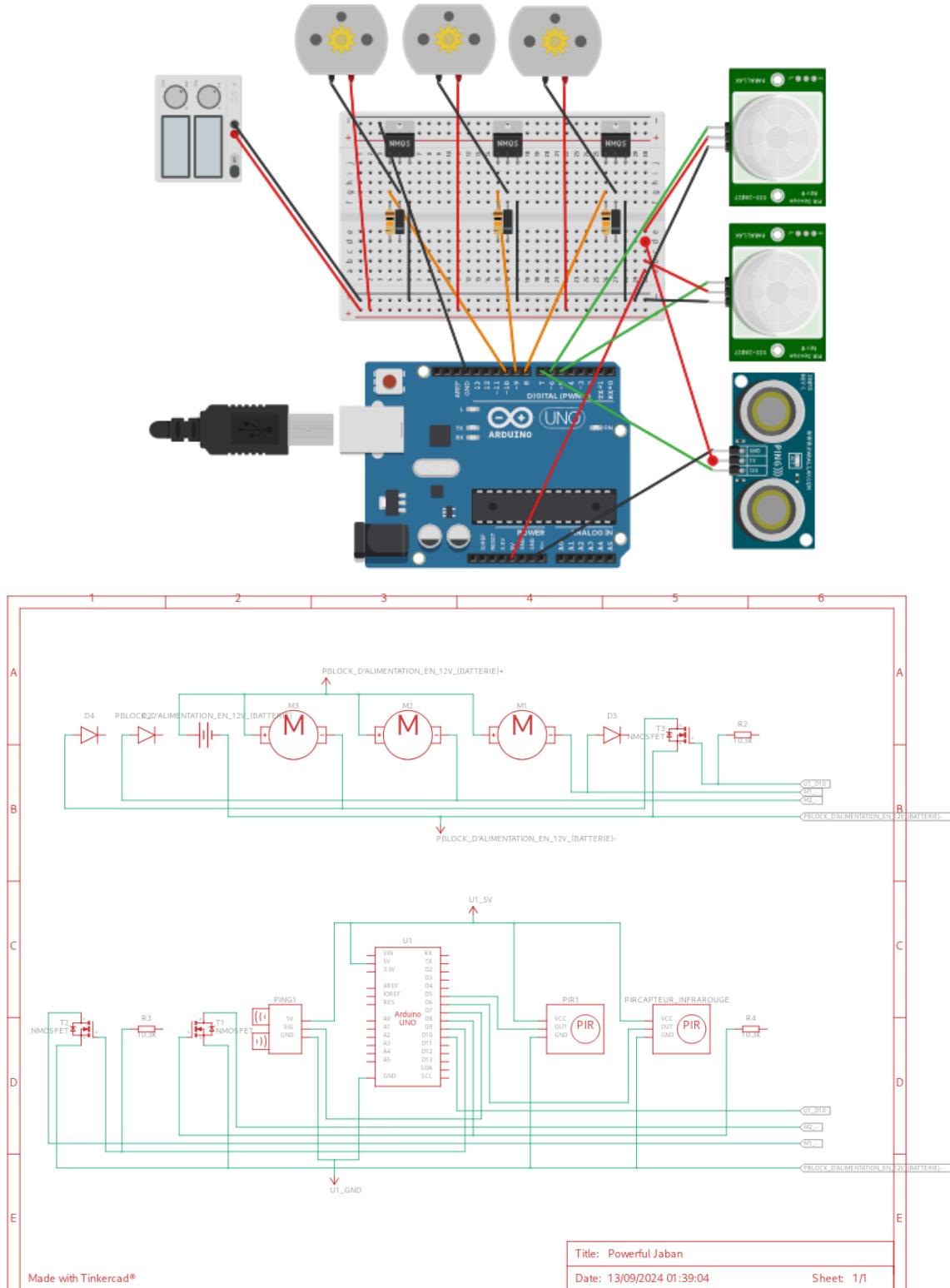
#### Ascenseur :



**Explication :** Le système d'ascenseur est basé sur un enroulement d'un câble. Lorsque la balle entre par une ouverture au bas de l'ascenseur, elle repose sur une plateforme légèrement inclinée. Cette inclinaison dirige doucement la balle vers la porte de sortie, située à l'opposé de l'entrée en bas. Une fois que l'ascenseur est activé, il monte progressivement, transportant la bille vers le sommet. Le mouvement de l'ascenseur est déclenché par un capteur de présence (infrarouge) qui fait monter l'ascenseur dès que la bille entre dans l'ascenseur.

## Montage Circuit Électronique

En raison d'un manque de matériel, nous n'avons pas pu réaliser la construction physique comme nous l'espérons avec 3 moteurs DC. Cependant, nous avons tout de même modélisé virtuellement à quoi ressemblerait le montage si celui-ci devait être fait.



**Code pour le montage Arduino**

```
// Définition des broches
const int brochesMoteurs[] = {8, 9, 10}; // Broches des moteurs (D8, D9, D10)
const int brochesCapteursIR[] = {5, 6}; // Broches des capteurs IR (D5, D6)
const int brocheCapteurUltrason = 7; // Broche du capteur ultrason (D7)
// Variables pour la gestion des moteurs
bool moteursActives[] = {false, false, false}; // État des moteurs
const int seuilDistance = 10; // Seuil de distance pour le capteur ultrason
// Variables pour la gestion du capteur ultrason
long distancePrecedente = 0;
unsigned long dernierTempsMesure = 0;
const unsigned long intervalleMesure = 100; // Intervalle de mesure de l'ultrason en millisecondes

void setup() {
    // Initialisation des broches des moteurs
    for (int i = 0; i < 3; i++) {
        pinMode(brochesMoteurs[i], OUTPUT);
        digitalWrite(brochesMoteurs[i], LOW); // Initialiser les moteurs à l'arrêt
    }
    // Initialisation des broches des capteurs IR
    for (int i = 0; i < 2; i++) {
        pinMode(brochesCapteursIR[i], INPUT);
    }
    // Initialisation de la broche du capteur ultrason
    pinMode(brocheCapteurUltrason, INPUT);
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    // Lire les capteurs IR
    bool capteurIR1 = digitalRead(brochesCapteursIR[0]);
    bool capteurIR2 = digitalRead(brochesCapteursIR[1]);
    // Lire le capteur ultrason
    unsigned long tempsActuel = millis();
    if (tempsActuel - dernierTempsMesure >= intervalleMesure) {
        dernierTempsMesure = tempsActuel;
        long distance = analogRead(brocheCapteurUltrason);
        // Déetecter un changement significatif de distance
        if (abs(distance - distancePrecedente) > seuilDistance) {
            distancePrecedente = distance;
            activerMoteurPourUltrason();
        }
    }
    // Vérifier les capteurs IR et activer les moteurs correspondants
    if (capteurIR1) {
        activerMoteur(0); // Activer le moteur D8
    }
    if (capteurIR2) {
        activerMoteur(1); // Activer le moteur D9
    }
}
void activerMoteur(int indiceMoteur) {
    // Active le moteur 'N'
    if (!moteursActives[indiceMoteur]) {
        digitalWrite(brochesMoteurs[indiceMoteur], HIGH); // Activer le moteur correspondant
        moteursActives[indiceMoteur] = true;
    }
}

void activerMoteurPourUltrason() {
    if (!moteursActives[2]) {
        digitalWrite(brochesMoteurs[2], HIGH); // Activer le moteur D10
        moteursActives[2] = true;
    }
}
```