

Robot nettoyeur de microbilles plastiques

Conception et réalisation d'un robot mobile autonome capable de collecter, trier et stocker les granulés sur une plage.

 Difficulté **Difficile**

 Durée **72 heure(s)**

 Catégories **Électronique, Énergie, Recyclage & Upcycling, Robotique, Science & Biologie**

 Coût **150 EUR (€)**

Sommaire

Introduction

Étape 1 - Prise en main du projet

Étape 2 -

Phase 1

Étape 3 - Les dimensions

Étape 4 - Boitier bouton poussoir + capot

Étape 5 - Boitier capteur de force + presseoir

Étape 6 - Schéma de fonction

Étape 7 -

Phase 2

Étape 8 - Motorisation

Étape 9 - Schéma électrique

Étape 10 - Modélisation des engrenages

Étape 11 -

Phase 3

Étape 12 - Algorithme et fonctionnement du programme

1 Lecture et traitement des capteurs

2 Indication par LED RGB

3 Détection et activation du moteur

4 Contrôle de la vitesse et du sens

5 Boucle continue

Étape 13 - Carte Arduino Uno / Mega / Nano

Étape 14 - Écran OLED SSD1306 (128x64, I2C)

Étape 15 - Capteur de force FSR402

Étape 16 - Capteur d'humidité SEN0114

Étape 17 - LED RGB

Étape 18 - Module PWM vers analogique DFRobot DFR1036

Étape 19 - Relais statique WGA5-6D25Z (ou Omron G3NA)

Étape 20 - Variateur de fréquence Telemecanique ATV18U18M2

Étape 21 - Commande sens de rotation

Étape 22 - Alimentation 12V externe (pour relais, module PWM, etc.)

Étape 23 - Simulation

Étape 24 - Prototype et test

Commentaires

Introduction

La conception du robot se fait en 3 phases distinctes

Phase 1 : Conception mécanique

Dimensionnement

Schéma cinématique

Motorisation (roue,moteur)

Modelisation

Simulation (RDM)

Mise en plan

Phase 2 : Conception électrique

Évaluer les besoins énergétiques

Dimension de la batterie (tension, puissance, ca...

Réaliser un schéma électrique

Simulation Proteus

Phase 3 : Conception électronique

Réaliser un schéma électrique

Algorithme

Programmation

Simulation de la programmation

Matériaux

Moteur, châssis, taule, relais statique

<https://pastebin.com/OPEzwPyA>(lien programme robot)

Robot_nettoyeur_de_microbilles_plastiques_Algorithme.PDF

Outils

Carte arduino, capteur de force, capteur d'humidité, led rgb, bouton poussoir, ecran oled, convertisseur pwm vers analogique, relais

Étape 1 - Prise en main du projet

Découverte du sujet

Cahiers des charges

Planification du projet

Réalisation du croquis

Mis en commun des idées

Choix des composants et matériaux

Étape 2 -

• Phase 1

Étape 3 - Les dimensions

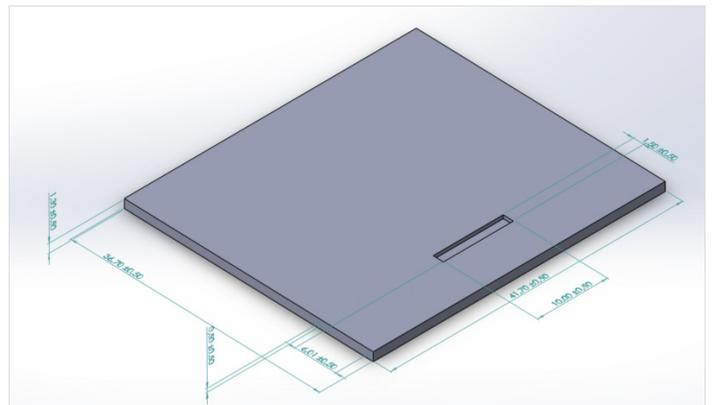
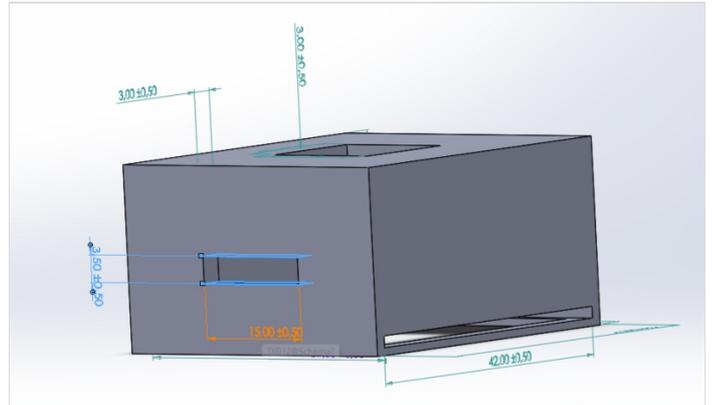
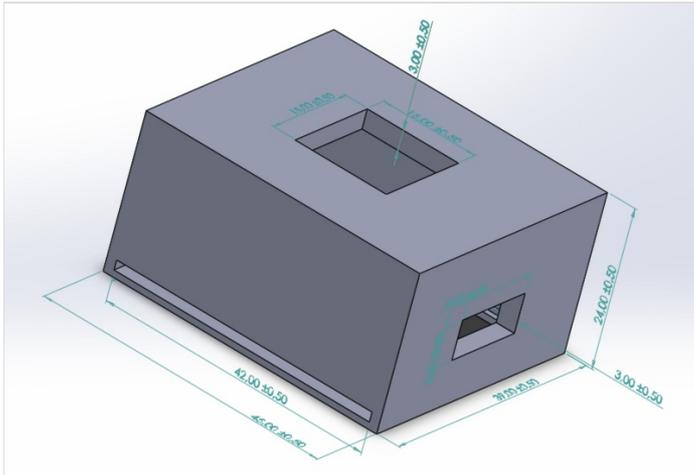
Chaque étape servira de tutoriel pour la conception de chaque pièce, on y retrouvera les dimensions, leur utilité etc...

Étape 4 - Boitier bouton poussoir + capot

Boitier du bouton poussoir d'arrêt d'urgence composé de :

- Une extrudage sur le dessus dimensionné pour le bouton [15mm x 15mm x 3mm].
- Une extrudage sur le dessous dimensionné de façon a pouvoir introduire l'entièreté du bouton (bouton + composant) [39mm x 33mm x 3mm].
- Une extrudage sur la face avant (fine et longue) pour y glisser le capot, à savoir qu'une gouttière parcourt le tour de l'intérieur de la boîte pour le caler [42mm x 1.5mm x 3mm].
- Une extrudage sur la face droite et gauche pour les connecteurs (gauche [15mm x 3.5mm x 3mm] droite [13mm x 6mm x 3mm]).

Capot pour refermer la boîte [41.7mm x 36.7mm x 1.3mm], avec un creux pour facilité le grip à l'ouverture/fermeture [10mm x 1.5mm x 0.5mm].

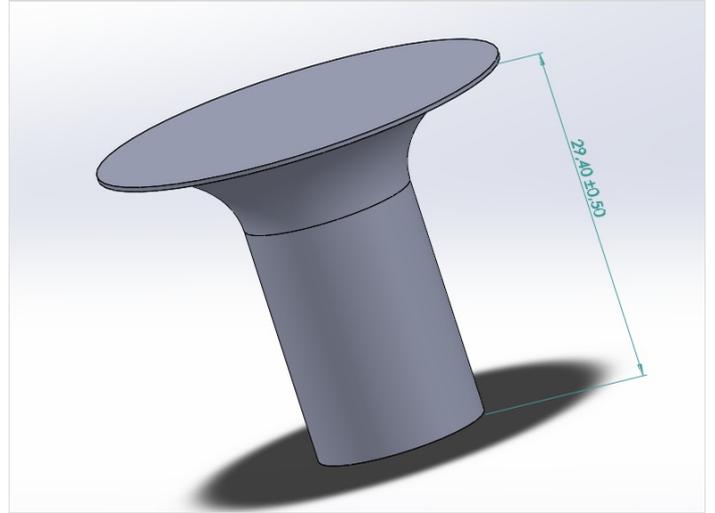
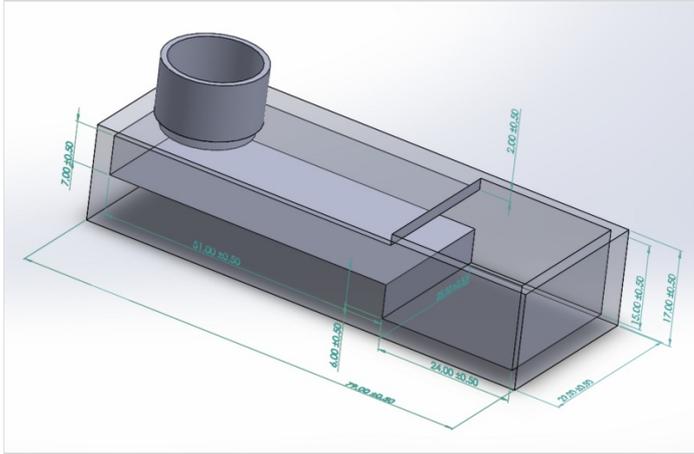


Étape 5 - Boitier capteur de force + presseoir

Le boîtier accueillera le capteur de force accompagné d'une pièce qui exercera une pression sur le capteur (presseoir)

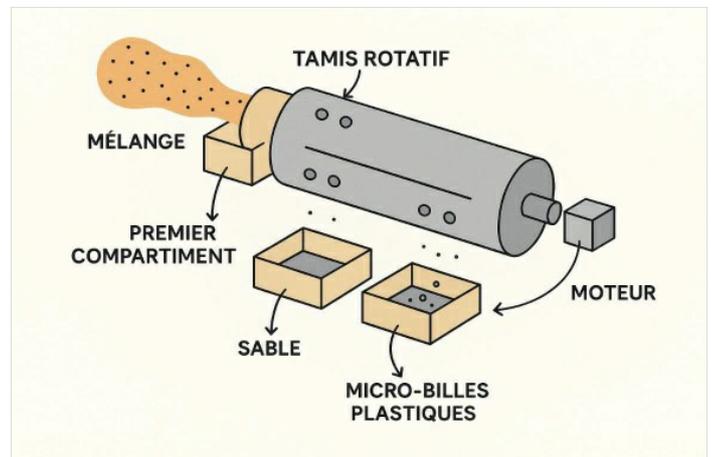
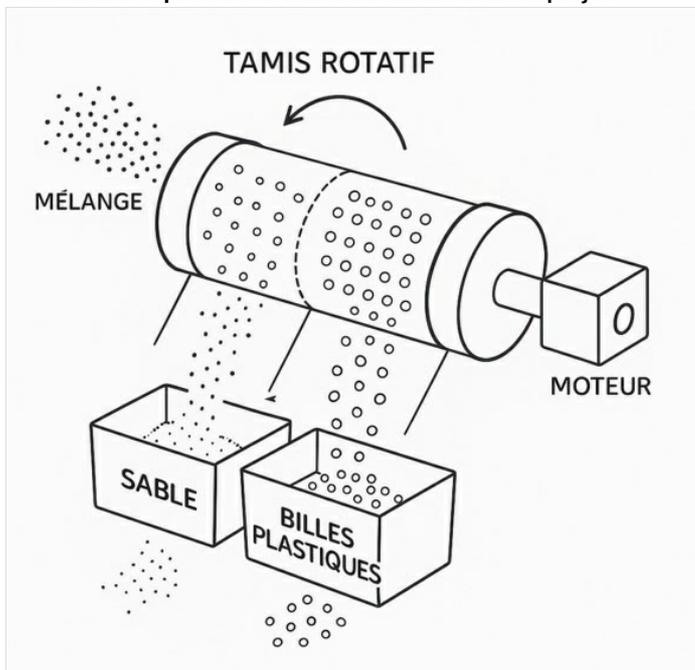
- Dimension de la boîte : [79mm x 29mm x 17mm] /
- L'extrudage dans le boîtier se compose en deux parties; la première avec une ouverture sur le dessus [25mm x 24mm x 15mm].
- Une autre qui est surélevée (de 6mm du fond de la première) et qui se prolonge sur la longueur du boîtier [51mm x 25mm x 7mm].
- A l'autre extrémité nous avons de quoi guider et insérer un cylindre [diamètre interne = 15mm ; externe = 17mm]

Le cylindre presseoir [29.4mm] possède deux diamètres, un bout de 14mm pour s'introduire dans le boîtier et l'autre 34mm où s'exercera la force.



Étape 6 - Schéma de fonction

Ces schémas représentent le fonctionnement de notre projet.



Étape 7 -

- Phase 2

Étape 8 - Motorisation

Après avoir effectué différents calculs mécaniques et énergétiques, nous avons déterminé qu'il nous fallait un moteur développant une puissance supérieure à 180 W et un couple d'au moins 58 N·m.

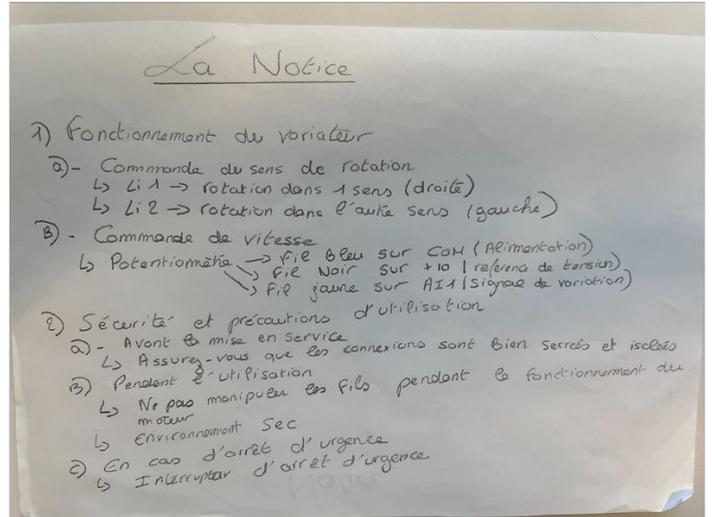
Plusieurs moteurs étaient à notre disposition, mais un seul correspondait parfaitement à nos besoins : un moteur triphasé de 180 W fonctionnant sous une tension de 400 V.

Cependant, l'utilisation d'un moteur triphasé 400 V impose certaines contraintes car ce type de moteur ne peut pas être branché sur une prise domestique classique en monophasé. Pour pallier cette difficulté, nous avons choisi d'associer ce moteur à un variateur de fréquence adapté.

Ce variateur remplit plusieurs fonctions essentielles pour notre application :

- Il permet d'alimenter correctement le moteur triphasé à partir d'une source monophasée, en convertissant la tension d'alimentation en une tension triphasée.
- Il nous donne la possibilité de faire varier la vitesse de rotation du moteur via un potentiomètre, ce qui est particulièrement utile pour adapter la vitesse de fonctionnement du tamis
- Il offre également la fonction d'inversion du sens de rotation, ce qui nous permet de faire tourner le tamis dans les deux sens

Notre objectif était de faire tourner le tamis à une vitesse de 30 tours par seconde (soit 1800 tr/min)..



Étape 9 - Schéma électrique

Ce schéma électrique représente le circuit de commande et de puissance d'un moteur triphasé. Il permet de comprendre comment le moteur peut être mis en marche, arrêté, et même changer de sens de rotation grâce à un système de commande simple et efficace.

On remarque tout d'abord que l'alimentation utilisée est triphasée, composée des trois phases L1, L2 et L3

La partie gauche du schéma représente le circuit de puissance. On y trouve un disjoncteur triphasé qui protège l'installation contre les surintensités ou les courts-circuits. Ce disjoncteur alimente directement le moteur à travers les bornes U, V et W. Le moteur, symbolisé par un cercle avec « M 3~ ». Une liaison à la terre est aussi présente pour assurer la sécurité de l'installation.

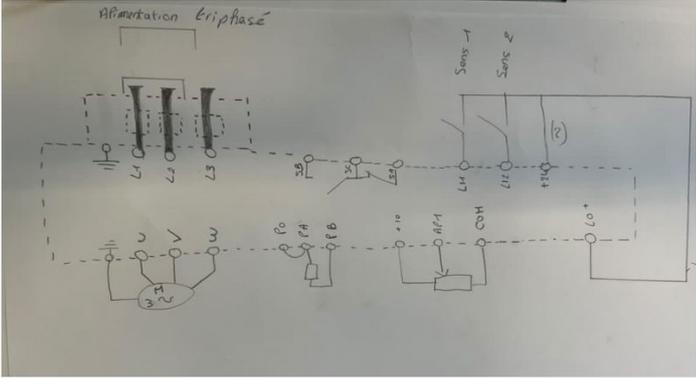
La partie droite du schéma représente le circuit de commande. Ce dernier permet de contrôler le fonctionnement du moteur avec des boutons poussoirs et des capteurs :

Le bouton SB sert à enclencher le moteur (marche).

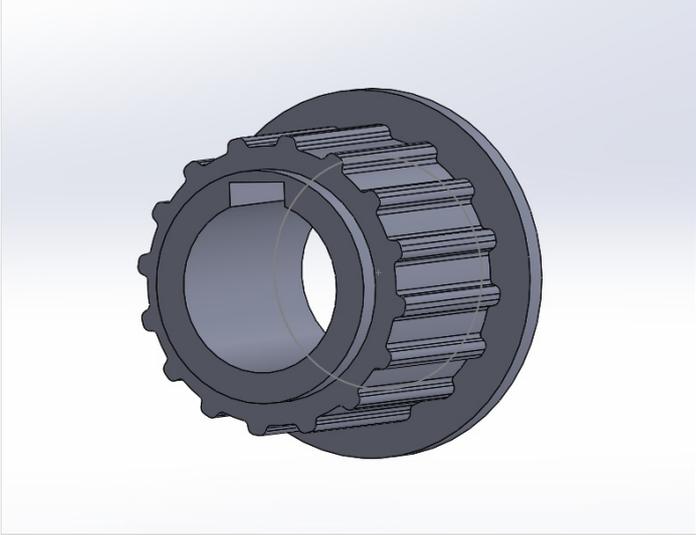
Le bouton SC permet de l'arrêter (arrêt d'urgence ou normal).

Des capteurs ou relais (PO, PA, PB) interviennent pour la gestion automatique de certains états.

Enfin, on remarque la présence de deux contacteurs notés Sens 1 et Sens 2, qui permettent d'inverser deux phases et donc de modifier le sens de rotation du moteur.



Étape 10 - Modélisation des engrenages



Étape 11 -

• Phase 3

Liste de matériaux

- Carte Arduino Uno / Mega / Nano
- Écran OLED SSD1306 (128x64, I2C)
- Capteur de force FSR402
- Capteur d'humidité SEN0114
- LED RGB
- Module PWM vers analogique DFRobot DFR1036
- Relais statique WGA5-6D25Z (ou Omron G3NA)
- Variateur de fréquence Telemecanique ATV18U18M2

Étape 12 - Algorithme et fonctionnement du programme

Le fonctionnement du robot nettoyeur est basé sur un algorithme simple, structuré autour de la lecture de capteurs, l'analyse des données et le pilotage d'un moteur via un variateur de fréquence.

1 Lecture et traitement des capteurs

Le programme commence par la lecture de deux capteurs :

- **Capteur de force FSR402** : convertit une pression en une valeur analogique, ensuite traduite en kilogrammes via une formule calibrée.
- **Capteur d'humidité SEN0114** : donne une valeur analogique comprise entre 0 et 1023, convertie en pourcentage d'humidité par interpolation linéaire.

Ces données sont affichées en temps réel sur un écran **OLED 128x64 pixels**, ce qui permet une visualisation continue des conditions de fonctionnement.

2 Indication par LED RGB

Le taux d'humidité mesuré est représenté visuellement grâce à une **LED RGB** :

- Vert : humidité faible (< 20%)
- Orange : humidité modérée (20–60%)
- Rouge : humidité élevée (> 60%)

Cela permet un diagnostic rapide de l'environnement de travail du robot.

3 Détection et activation du moteur

Si le capteur de force détecte une masse supérieure à un certain seuil (ex. >50 g), cela indique la présence de billes plastiques.

Le programme active alors un **relais statique WGA5-6D25Z** pour alimenter le variateur de fréquence **Schneider ATV18U18M2**, qui pilote le moteur en 230V.

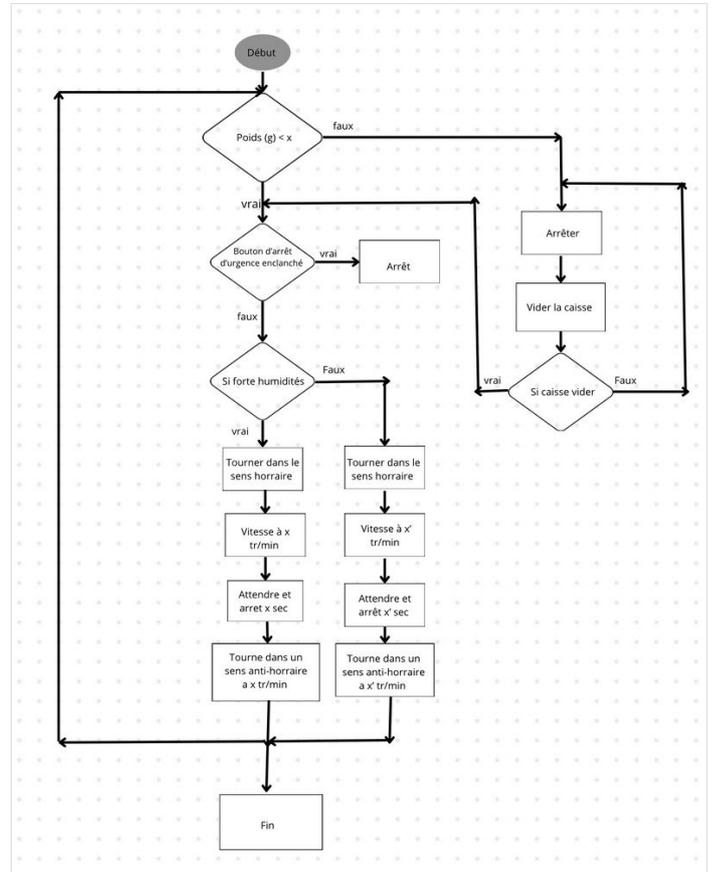
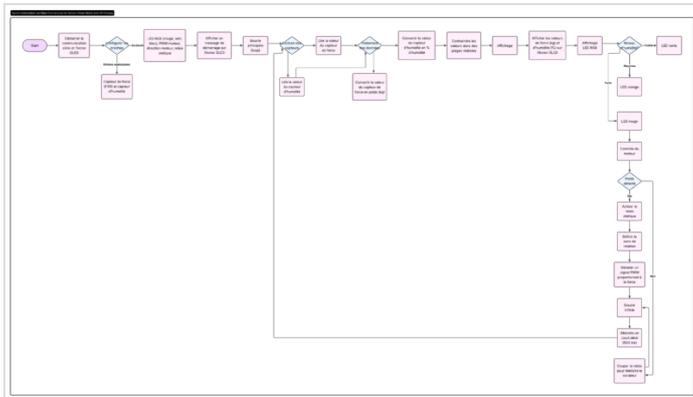
4 Contrôle de la vitesse et du sens

La **vitesse du moteur** est contrôlée par un signal PWM généré par l'Arduino, converti en tension analogique 0–10V à l'aide d'un **convertisseur DFRobot DFR1036**, relié à l'entrée analogique du variateur.

Le **sens de rotation** est défini par l'état d'une broche numérique connectée à l'entrée logique du variateur (ex. « Forward/Reverse »). Ce sens est déterminé automatiquement en fonction du taux d'humidité : le moteur tourne dans un sens pour évacuer les billes en zone sèche, et dans l'autre pour les déplacer en zone humide.

5 Boucle continue

L'ensemble de ces étapes est répété en boucle dans la fonction loop() de l'Arduino, assurant un fonctionnement en continu tant que l'appareil est alimenté.



Étape 13 - Carte Arduino Uno / Mega / Nano

- **Rôle** : Cerveau du système, gère les capteurs, l'affichage, les LED et le moteur.
- **Connexion** :
 - Alimentation via port USB ou régulateur externe (5V).
 - Toutes les E/S (entrées/sorties) passent par les broches de la carte.



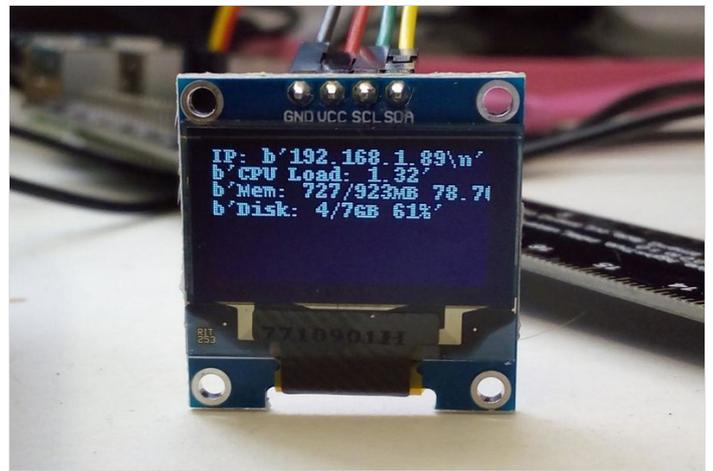
Étape 14 - Écran OLED SSD1306 (128x64, I2C)

- Rôle : Affiche les valeurs de force et d'humidité.
- Connexion I2C :
 - VCC → 5V
 - GND → GND
 - SDA → A4 (UNO) / D20 (MEGA)
 - SCL → A5 (UNO) / D21 (MEGA)

Adafruit_SSD1306

Adafruit_GFX

• Bibliothèques nécessaires : , ,



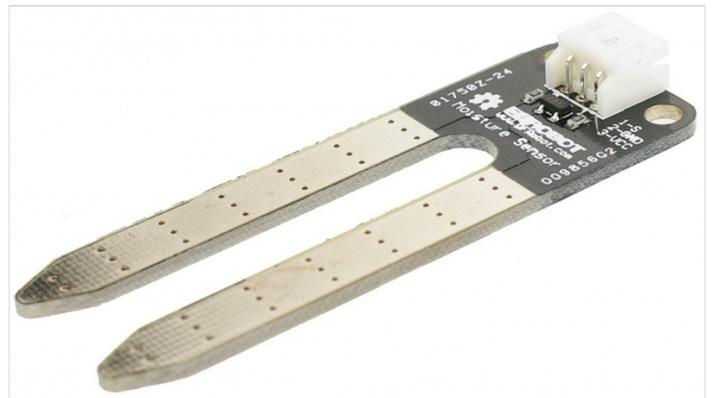
Étape 15 - Capteur de force FSR402

- Rôle : Détecte la pression exercée par les billes (convertie en poids).
- Connexion :
 - Un côté du capteur → 5V
 - Autre côté → résistance de pull-down (10kΩ à la masse) + fil vers A0
- Broche Arduino : A0



Étape 16 - Capteur d'humidité SEN0114

- Rôle : Mesure l'humidité du sable ou du sol.
- Connexion :
 - VCC → 5V
 - GND → GND
 - SIG → A1
- Broche Arduino : A1



Étape 17 - LED RGB

- **Rôle** : Indique le niveau d'humidité (vert, orange, rouge).
- **Connexion (avec résistances de limitation ~220Ω)** :
 - Rouge → D5 (via résistance)
 - Vert → D4 (via résistance)
 - Bleu → D6 (via résistance)
- **GND commun** pour cathode commune / **+5V commun** pour anode commune.



Étape 18 - Module PWM vers analogique DFRobot DFR1036

- **Rôle** : Convertit un signal PWM de l'Arduino en **tension analogique 0-10V** pour piloter la vitesse du variateur.
- **Connexion** :
 - VCC → 12V (indépendant de l'Arduino !)
 - GND → GND commun avec Arduino
 - PWM IN → Broche D9 de l'Arduino
 - OUT (0-10V) → **Entrée analogique du variateur ATV18** (généralement borne A1 ou A11 selon le bornier)
- **Important** : Alimente ce module avec une source stable 12V. Ne pas brancher "VCC" au 5V de l'Arduino.



Étape 19 - Relais statique WGA5-6D25Z (ou Omron G3NA)

- **Rôle** : Active ou coupe l'alimentation du **variateur** (230V AC).
- **Connexion** :
 - **Entrée DC** :
 - + (Anode) → D8 (sortie numérique Arduino)
 - - (Cathode) → GND Arduino
 - **Sortie AC** (attention secteur !) :
 - En série avec la phase d'alimentation du variateur (L).
 - Agit comme un interrupteur : coupe ou active la phase.
- **Précaution** : Bien isoler, prévoir radiateur si > 5 A. Ne jamais manipuler sous tension.



Étape 20 - Variateur de fréquence Telemecanique ATV18U18M2

- **Rôle** : Pilote le moteur triphasé 200–240V ; vitesse et sens de rotation.
- **Connexion** :
 - **Entrée AC** : Phase + neutre (via relais statique sur la phase)
 - **Sortie moteur** : vers les 3 phases du moteur.
 - **Commande vitesse (0–10V)** : entrée analogique (AI1)
 - **Commande sens (RUN FWD / RUN REV)** : entrée TOR (à activer avec un relais ou une sortie numérique et opto-coupleur)
- **Précaution** : Lire le manuel pour paramétrage des bornes, plages, sens.



Étape 21 - Commande sens de rotation

- **Rôle** : Changer le sens du moteur (avant/arrière).
- **Connexion** :
 - Utiliser une broche Arduino (ex : D7) → relais ou transistor → **borne de commande REV** du variateur.

Étape 22 - Alimentation 12V externe (pour relais, module PWM, etc.)

- **Rôle** : Fournit une tension stable pour les composants haute puissance.
- **Connexion** :
 - GND doit être **commun** avec celui de l'Arduino.
 - Ne jamais alimenter le relais 240V ou module DFR1036 depuis la carte Arduino directement !

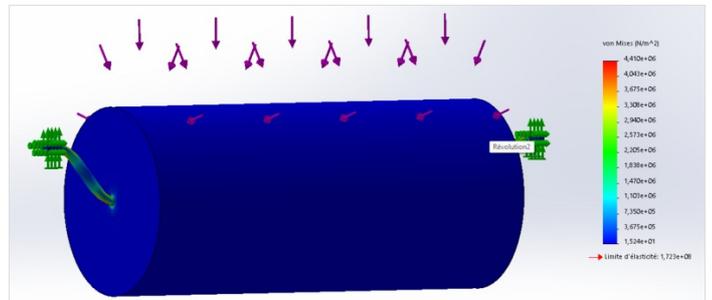
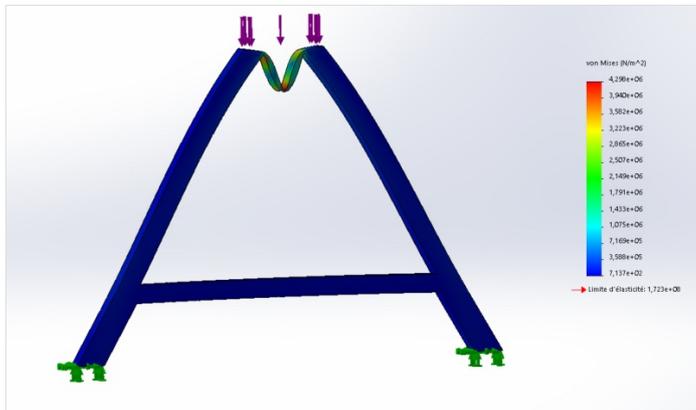
Étape 23 - Simulation

Les simulations ont été réalisées sur SolidWorks avec comme matériau un acier inoxydable pour sécuriser l'intégrité de la structure en milieu humide..

Caractéristiques du matériau:

Module de Young: 2×10^{11} N/m²

limite d'élasticité: 1.72339×10^8 N/m²



Étape 24 - Prototype et test

Impression 3D

Cablage

Assemblage

Validation

Test

