



## Mémoire de Master

Filière Électronique  
Spécialité Instrumentation

présenté par

MOUSSAOUI YASSER

# Réalisation d'une chaine de remplissage du chocolat

Proposé par : Mr BENSELAMA Zoubir

Année Universitaire 2020-2021

Au terme de cette étude je tiens à présenter mes sincères remerciements au bon dieu de m'avoir accordé la connaissance de la science et de m'avoir aidé à réaliser ce modeste travail.

Un grand merci à mon encadreur MR BENSELAMA ZOUBIR pour son soutien et sa disponibilité. Monsieur le président et les membres du jury je suis très sensibles à l'honneur que vous avez fait en acceptant de juger ce travail. J'adresse mon sincère remerciement à tous les professeurs intervenants et tous les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mon réflexion et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Enfin je remercie ma famille et mes amis qui ont toujours été là pour moi leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide. À tous ces intervenants je présente mes remerciements mon respect et mon gratitude

---

**ملخص:** هدفي في هذا المشروع هو برمجة خط لإنتاج الشوكولاته وسأقدم في هذا الموجز الخطوات المختلفة لسلسلة الملء ، والعموميات على لوحة الأردوينو ، وسأنجز سلسلة الملء.

**كلمات المفاتيح:** سلسلة مل أردوينو جهاز استشعار ، معقد ، مخطط منطقي ، الأشعة تحت الحمراء

---

**Résumé :** mon objectif dans ce projet consiste à programmer une chaîne de production de chocolat

Je vais présenter dans ce mémoire les différentes étapes de la chaîne de remplissage, des généralités sur la carte arduino et je vais réaliser une chaîne de remplissage

**Mots clés :** chaîne de remplissage ,arduino, capteur ,synoptique ,schéma logique ,infrarouge

---

**Abstract:** my goal in this project is to program a chocolate production line

I will present in this brief the different steps of the filling chain, generalities on the arduino board and I will realize a filling chain

**Keywords :** filling chain ,arduino, sensor ,synoptic ,logic diagram ,infrared

## SOMMAIRE

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Introduction Générale :..... | 1 |
|------------------------------|---|

### SOMMAIRE CHAPITRE 1

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| I-Introduction :.....                              | 3  |
| II-Chaine de production de la chocolaterie : ..... | 3  |
| II.1-Nettoyage : .....                             | 5  |
| II.2-Torréfaction :.....                           | 6  |
| II.3-Décorticage.....                              | 7  |
| II.4-Mélange et raffinage :.....                   | 8  |
| II.5-Conchage :.....                               | 9  |
| II.6-Tempérage :.....                              | 11 |
| II.7-Conditionnement : .....                       | 12 |
| III-Conclusion :.....                              | 13 |

## SOMMAIRE CHAPITRE 2

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| II.1-Introduction :.....                                    | 15 |
| II.2-Définition Qu'est-Ce Que C'est La Carte ARDUINO ?..... | 15 |
| II.3- Historique De l'Arduino .....                         | 15 |
| II.4-Pour Quoi La Carte ARDUINO .....                       | 16 |
| II.5- La Compatibilité .....                                | 17 |
| II.6-La Communauté.....                                     | 17 |
| II.7-L'usage .....                                          | 18 |
| II.8-Comment On S'en Sert ? .....                           | 18 |
| II.9-Matériel Externe Connecté A La Carte Arduino .....     | 19 |
| II.10-Logiciel Arduino.....                                 | 20 |
| II.11-FENETRE GENRALE DE APPLICATION ARDUINO.....           | 21 |
| II.12-La Chaîne D'acquisition.....                          | 22 |
| A- Définition:.....                                         | 22 |
| B- Les Eléments De La Chaîne D'acquisition : .....          | 23 |
| Les Capteurs : .....                                        | 23 |
| A-Constitution D'un Capteur :.....                          | 23 |
| B- Les Différents Types Des Capteurs :.....                 | 23 |
| II.13- Conclusion .....                                     | 25 |

## CHAOITRE III

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| III-1. Introduction .....                         | 27 |
| III-2. Synoptique General .....                   | 27 |
| III-3. Principe de fonctionnement : .....         | 28 |
| III-3.1. Les composants utilises :.....           | 29 |
| A-Arduino :.....                                  | 29 |
| B-Capteur Infrarouge : .....                      | 30 |
| B-1. Capteur niveau :.....                        | 31 |
| B-2. Capteur position :.....                      | 32 |
| C-L'ALARME :.....                                 | 33 |
| C-1. BUZZER : .....                               | 33 |
| C-2. Les Leds : .....                             | 34 |
| D- Servo Moteur : .....                           | 35 |
| D-1. Electrovanne :.....                          | 36 |
| D-2 .Vérin : .....                                | 36 |
| E-Carte De Puissance (Relais) :.....              | 38 |
| F- Moteur Rédacteur : .....                       | 39 |
| G-Adaptateur (Transformateur) :.....              | 40 |
| H- Alimentation Electrique (stabilisateur) :..... | 41 |
| I- Les Fils :.....                                | 42 |
| III-4 schéma générale :.....                      | 43 |
| III -6 Réalisation : .....                        | 44 |
| III-7conclusion :.....                            | 45 |
| <br>Conclusion Générale:.....                     | 46 |
| Annexes:.....                                     | 47 |
| Bibliographie:.....                               | 50 |

## Liste des figures

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| • Figure 1: Processus De Fabrication .....                                   | 4  |
| • <i>Figure 2 : Machine De Nettoyage</i> .....                               | 5  |
| • Figure 3 : Machine De Torréfaction .....                                   | 6  |
| • Figure 4 : Machine De Décorticage .....                                    | 8  |
| • Figure 5 : Mélange Et Raffinage .....                                      | 9  |
| • Figure 6 : Machine De Conchage .....                                       | 10 |
| • Figure 7 : Machine De Temperage .....                                      | 11 |
| • Figure 8 : Machine De Conditionnement .....                                | 13 |
| • Figure II.1 : carte Arduino .....                                          | 17 |
| • Figure II.2 : Différent types des capteurs pour l'Arduino .....            | 19 |
| • Figure II.3 : Différent s actionneurs pour l'Arduino .....                 | 20 |
| • Figure II.4 : Interface de logiciel Arduino .....                          | 21 |
| • Figure II.5 : principe des capteurs .....                                  | 23 |
| • Figure II.6 : Constitution d'un capteur.....                               | 24 |
| • Figure III.1: schéma synoptique générale du projet. ....                   | 28 |
| • Figure III.2 : organigramme de fonctionnement .....                        | 29 |
| • Figure III.3 : câblage Arduino avec les capteurs et les actionnaires ..... | 30 |
| • Figure III.4 : capteur infrarouge .....                                    | 31 |
| • Figure III.5 : Schéma de capteur infrarouge .....                          | 32 |
| • Figure III.6 : câblage de l'Arduino avec un capteur .....                  | 33 |
| • Figure III.7 : câblage de l'Arduino a l'alarme .....                       | 34 |
| • FigureIII.8: buzzer .....                                                  | 34 |
| • Figure III.9 : symbole de la LED .....                                     | 35 |
| • Figure III .10 : servomoteur .....                                         | 36 |
| • Figure III .11 : électrovanne .....                                        | 37 |
| • Figure III .12 : vérin.....                                                | 38 |
| • Figure III.13 : relais électrique .....                                    | 39 |
| • Figure III.14: moteur rédacteur .....                                      | 40 |
| • Figure III.15 : transfo .....                                              | 41 |
| • Figure III .16 : stabilisateur .....                                       | 42 |
| • Figure III .17 : les fils.....                                             | 43 |
| • Figure III. 18: schéma générale.....                                       | 44 |
| • Figure III.19 : chaine de remplissage .....                                | 45 |

L'industrie alimentaire est née en même temps que l'agriculture il y a plusieurs siècles et elle est restée très longtemps intégrée à la production agricole sous une forme artisanale et familiale, elle n'est apparue qu'au cours de la révolution, où elle a trouvé son origine(1).

Son amélioration est passée par un certain nombre d'étapes, ces dernières ont permis de pousser des technologies et les sciences du traitement dont l'automatisation qui est un ensemble d'appareils et de machines permettant d'accomplir des tâches bien définies sans ou avec peu d'intervention humaine.

Aujourd'hui on parle d'informatique industrielle où la production est contrôlée et supervisée par des ordinateurs on parle alors du système embarqué.

La chaîne de production a plusieurs avantages mais comme elle a des inconvénients comme le coût de production élevé et le long temps d'exécution.

L'objectif de notre projet est de trouver une solution pour une chaîne de remplissage.

Qui suit la production de chocolat à partir de sa matière première qui est le cacao jusqu'à l'arriver au consommateur.

Notre mémoire sera structuré comme suit

Le premier chapitre généralité sur les lignes de production de chocolaterie

Le deuxième chapitre carte commande

Le dernier chapitre chaîne de remplissage



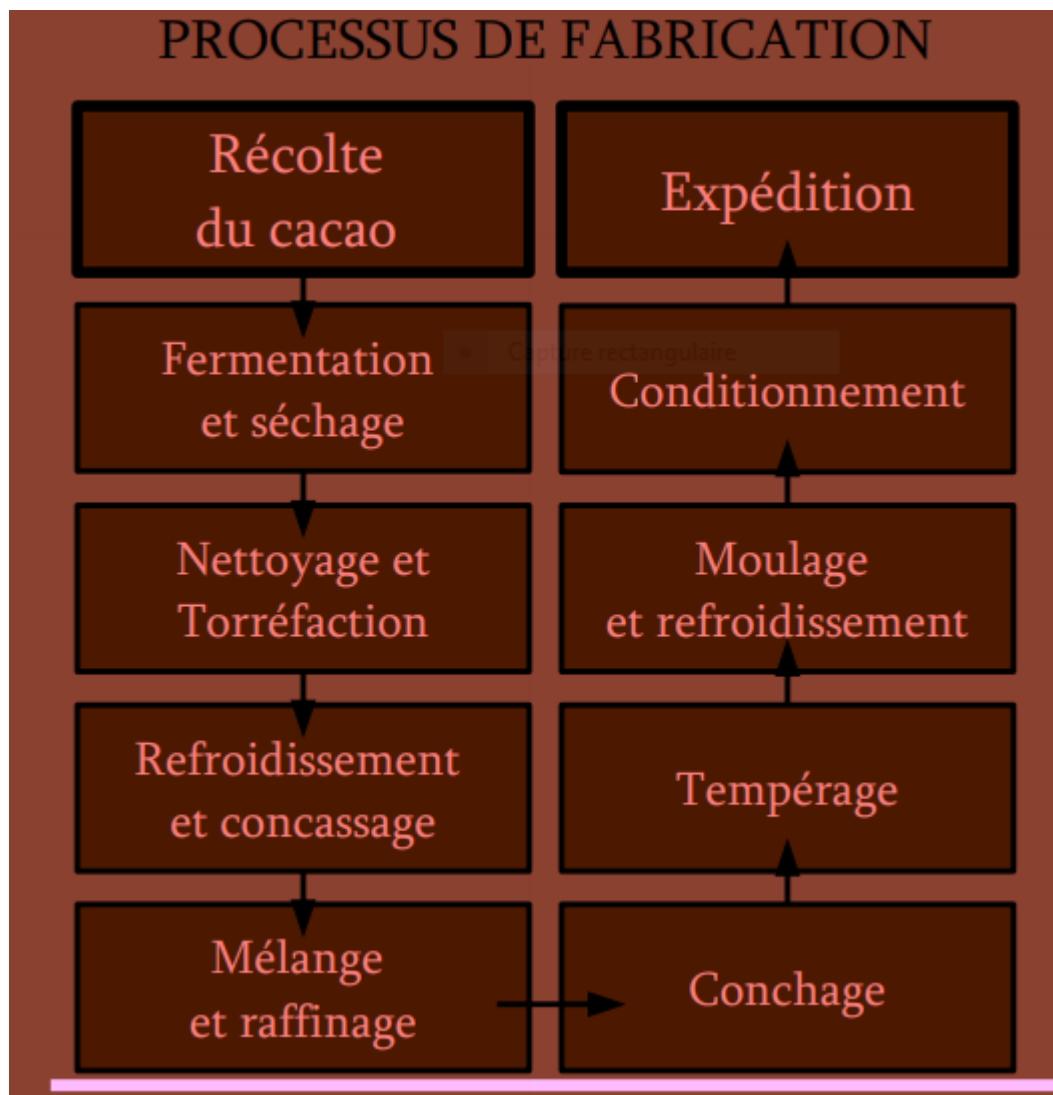
# Chapitre I : généralité sur les lignes de production de chocolaterie

## I-Introduction :

Les chaines de productions sont constituées d'un ensemble d'opérations de fabrication nécessaire à la réalisation d'un produit manufacturier des matières première jusqu'à la mise sur le marché. Dans ce chapitre nous allons explorer toute la chaine de productions d'une chocolaterie en insistant sur le bloc de notre intervention.

## II-Chaine de production de la chocolaterie :

La chaine de production de la chocolaterie qui nous intéresse suit ce Processus, de la récolte du CACAO au Conditionnement et l'Expédition du produit fini (2).



**Figure 2 processus de fabrication**

Ce processus suivra ces étapes :

## II.1-Nettoyage :

Est la première étape de processus de fabrication qui consiste un tirage qui est nécessaire pour retirer tout Corp étrange.

La Machine comprends les unités suivantes une trémie de réception le corp de tamis et le séparateur d'air -vertical le corp d'écran est base sur un siège ressort flexible installé sur les châssis pour le corp des deux côtes de plaque de face sont monte à moteur vibreurs à moteur vous pouvez choisir le mode optimal des vibration du corp de tamis assurant un nettoyage de bon grain de cacao a productivité maximal pour contrôler l'état des écrans fournis un 2 de couvercle amovible si nécessaire

Tamis de remplacement) peut être incline monte pivotant sur la corp de tamis recevant bin

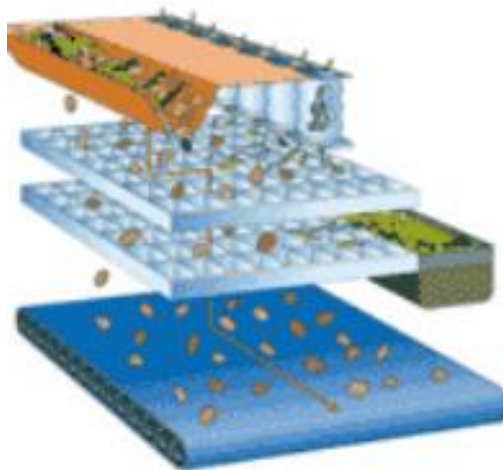


Figure 2 : machine de nettoyage

## II.2-Torréfaction :

La deuxième dans la chaîne de production de chocolat est la torréfaction qui permet au cacao d'exhaler son arôme et obtenir sa couleur définitive.

Selon leur origine et le type de chocolat que l'on souhaite obtenir et ça se fait dans un grilloir cylindrique composé de pales appelées torréfacteur le tambour qui entoure le

Torréfacteur échauffé allé à l'électricité au bois ou au gaz il reste constamment en rotation principe de la machine(3).

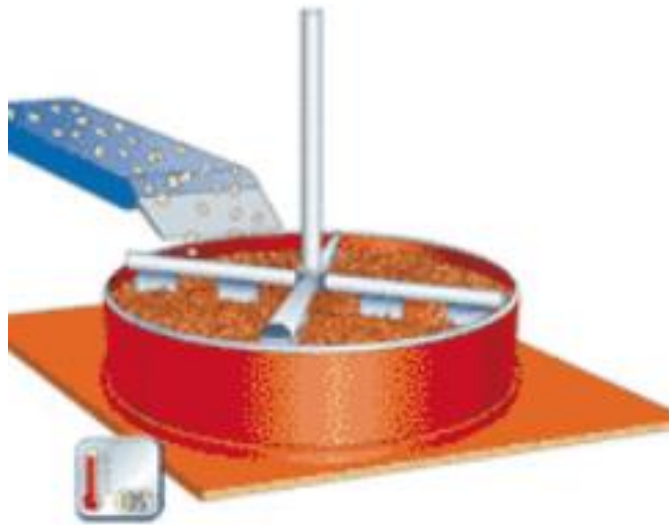


Figure 3 : machine de torréfaction

## II.3-Décorticage

Après la torréfaction on passe au décorticage qui transforme la matière première en une pâte liquide après avoir brisé les morceaux de deux à trois millimètres et les sépare selon leur grosseur.

Cette décortiqueuse de grains de cacao est fabriquée en acier inoxydable. Cette machine est l'équipement idéal pour le traitement des fèves de cacao, des arachides, avec un degré élevé d'automatisation, un faible bruit, aucune pollution et d'autres avantages et le principe de travail de la machine est

1. Insérez d'abord le cacao dans la trémie, puis le rouleau épluche la peau de cacao en frottant et en roulant. Il y a deux rouleaux à l'intérieur de la machine, il est utilisé pour extruder (craquer) la fève de cacao cassée.
2. Ensuite, les fèves de cacao deviennent des éclats. Le ventilateur produira du vent et enlèvera les saïels, et dans un sac en plastique et les éclats de cacao sont poids et seront vers le bas, sortent par La sortie de la machine.
3. Vous pouvez ajuster la distance de deux rouleaux. Si la distance est longue, les pointes finales sont plus grandes ; si la distance est courte, les pointes finales sont plus petites(4).

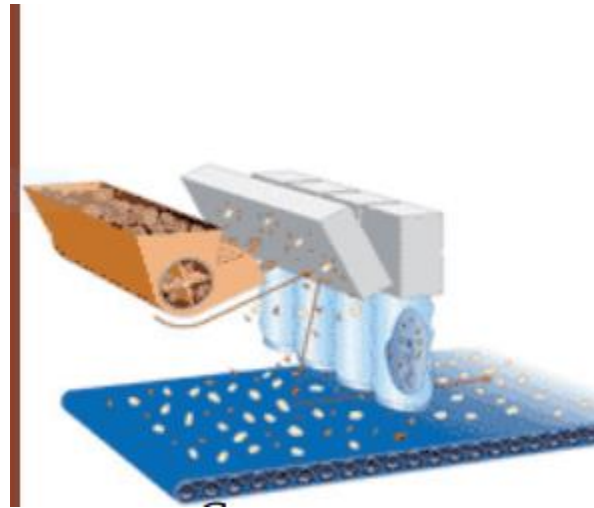


Figure 4 : machine de décortiquage

## II.4-Mélange et raffinage :

Pour fabriquer le chocolat il faut rajouter à la pâte initiale du sucre du beurre et éventuellement de lait ces ingrédients seront mélangés et malaxés pour l'obtention d'une pâte homogène qui sera laminée à travers des Moulins à cylindres modernes - C'est exactement une structure réglable et se compose de cinq billes verticales d'alimentation fixes ci-dessous. Ces tours sont constituées de fleurs d'acier inoxydable, ont une surface très solide et une forme légèrement conique qui favorise la préservation d'une couche de rouleau de surface entière de chocolat du même poisson.

Faites rouler une vitesse de rotation accrue de bas en haut appelée différence(5).

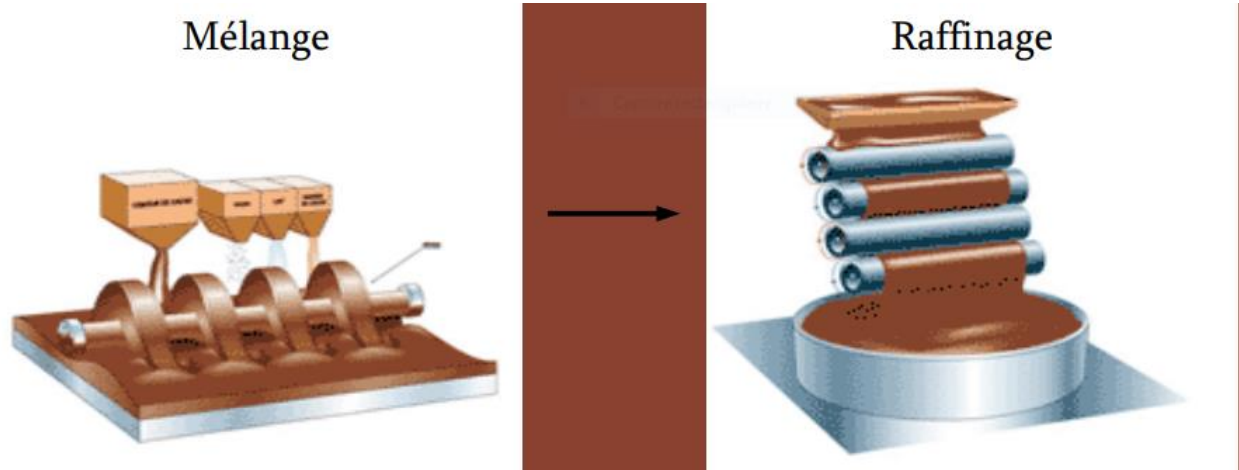


Figure 5 : mélange et raffinage

## II.5-Conchage :

La pate obtenue est soumise au conchage qui

La brasse

L'écrase

L étire

Cette opération est essentielle pour donner au chocolat toute sa finesse et son onctuosité puisqu'elle permet une homogénéisation du produit et le développement de son arôme.



Il existe deux types de conches :

Les conches de première génération sont des bassins allongés groupés par batteries de 4. A l'intérieur, des rouleaux malaxent la pâte dans un mouvement de va et vient, ce qui favorise le développement de l'arôme ainsi que l'élimination des derniers acides volatils.

Les conches plus modernes sont des appareils munis de rotors ayant un mouvement circulaire et dans lesquels le chocolat subit une agitation constante et soutenue.

La durée du conchage a une grosse influence sur le velouté et le moelleux du chocolat(6).



Figure 6 : machine de conchage

## II.6-Tempérage :

Le tempérage est l'étape l'avant dernière cette étape est très importante elle permet de donner au chocolat sa brillance, sa stabilité et sa structure cassante.

Son système de refroidissement est assuré généralement par un flux d'eau froide autour de la cuve. Il existe également sur certaines le refroidissement par air. Pour résumer la tempéreuse sera donc plus polyvalente et vous permettra d'assurer une fonte optimale du chocolat et son maintien a une température(7).



Figure 7 : machine de temperage

## Dernière étape :

C'est cette dernière étape que notre intérêt c'est fixé. En essayant de la simuler à travers une carte de commande et d'actionneurs ou elle devrait exécuter des opérations qui permettront le traitement et le déplacement d'une manière pratique le produit fini.

## II.7-Conditionnement :

Cette dernière étape consiste à utiliser une Doseuse ayant neuf buses d'une manière automatique. Elle consiste à remplir Les moules qui sont amenés par une bande transporteuse automatique dans la position correcte. Le remplissage est mis en marche automatiquement dès que le remplissage est terminé le moule avance automatiquement jusqu' à ce que le moule est complètement rempli. Le moule rempli est éjecté de la machine et le moule suivant est détecté et rempli automatiquement. En respectant respectivement Le poids le volume de la masse à remplir qui peut-être régler simplement avec un volant la précision de répétition est très grande. On peut aussi utiliser divers diamètres de piston le chauffage de réservoir et des buses peut être réglé(8).



Figure 8 : machine de Conditionnement

### III-Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté les étapes de fabrication de chocolat et on a parlé de l'étape principale qui nous intéresse qui est le conditionnement. Cette dernière est l'objectif de notre projet de fin d'étude pour cela on va réaliser une chaine de remplissage à partir d'une carte Arduino que l'on va la détailler dans le chapitre suivant.

## Chapitre II -Carte commande

## II.1-Introduction :

Aujourd'hui l'intégration des systèmes numérique dans le domaine de l'électronique tend à remplacer les systèmes analogiques, dans le but de leur miniaturisation, formant ainsi des systèmes informatiques embarqués, tous en réduisant leur cout de fabrication .il en résulte des systèmes plus complexe et performants pour un espace réduit en fait depuis l'avènement de l'électroniques, son avance continuelle n'a cessé de progresser. C'est dans ce cadre que l'on c'est proposé de réaliser une conditionneuse de chocolaterie, cette dernière n'est réalisable qu'avec des circuits programmables défini ci-dessus tels que la carte de prototypage ARDUINO qui sera détaillé dans ce qui suit.

## II.2-Définition **Qu'est-ce que c'est la carte ARDUINO ?**

La carte Arduino est un circuit imprime en matériel libre (plateforme de contrôle) dont les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre dont certains composants de la carte : comme le microcontrôleur et les composants complémentaires qui ne sont pas en licence libre. Un microcontrôleur programme peut analyser et produire des signaux électriques de manière à effectuer des tâches très divers. Chaque module d Arduino possède un régulateur de tension +5v et un oscillateur a quarte 16 MHZ(9).

## II.3- Historique de l'Arduino

Arduino a été créé en 2005 dans l'institut de Design Interaction d'Ivrea en Italie, comme une plate-forme open source de. Les fondateurs du projet, Massimo Banzi et David Cuartielles. Hernando Barragan, pour sa thèse de fin d'études avait entrepris le développement d'une carte

électronique dénommée Wiring, accompagnée d'un environnement de programmation libre et ouvert.

Pour ce travail, Hernando Barragan réutilisait les sources du projet Processing. Basée sur un langage de programmation facile d'accès et adaptée aux développements de projets de designers, la carte Wiring a donc inspiré le projet Arduino (2005). Comme pour Wiring, l'objectif était d'arriver à un dispositif simple à utiliser, dont les coûts seraient peu élevés, les codes et les plans « libres »(10).

## II.4-Pour quoi la carte ARDUINO

IL y a de nombreuses cartes électroniques qui possèdent des plateformes basées sur des microcontrôleurs disponibles pour l'électronique programmée. Tous ces outils prennent en charge les détails de la programmation et les intègrent dans une présentation facile a utilise .de la même façon, la carte de prototypage Arduino elle simplifie la façon de travailler avec le microcontrôleur tout en offrant aux utilisateurs plusieurs avantages dont :

1. LE PRIX
2. MULTI PLATFORME
3. UN ENVIRONEMENT DE PROGRAMATION CLAIR ET SIMPLE
4. MATERIEL OPEN SOURCE ET EXTENSIBLE(11).

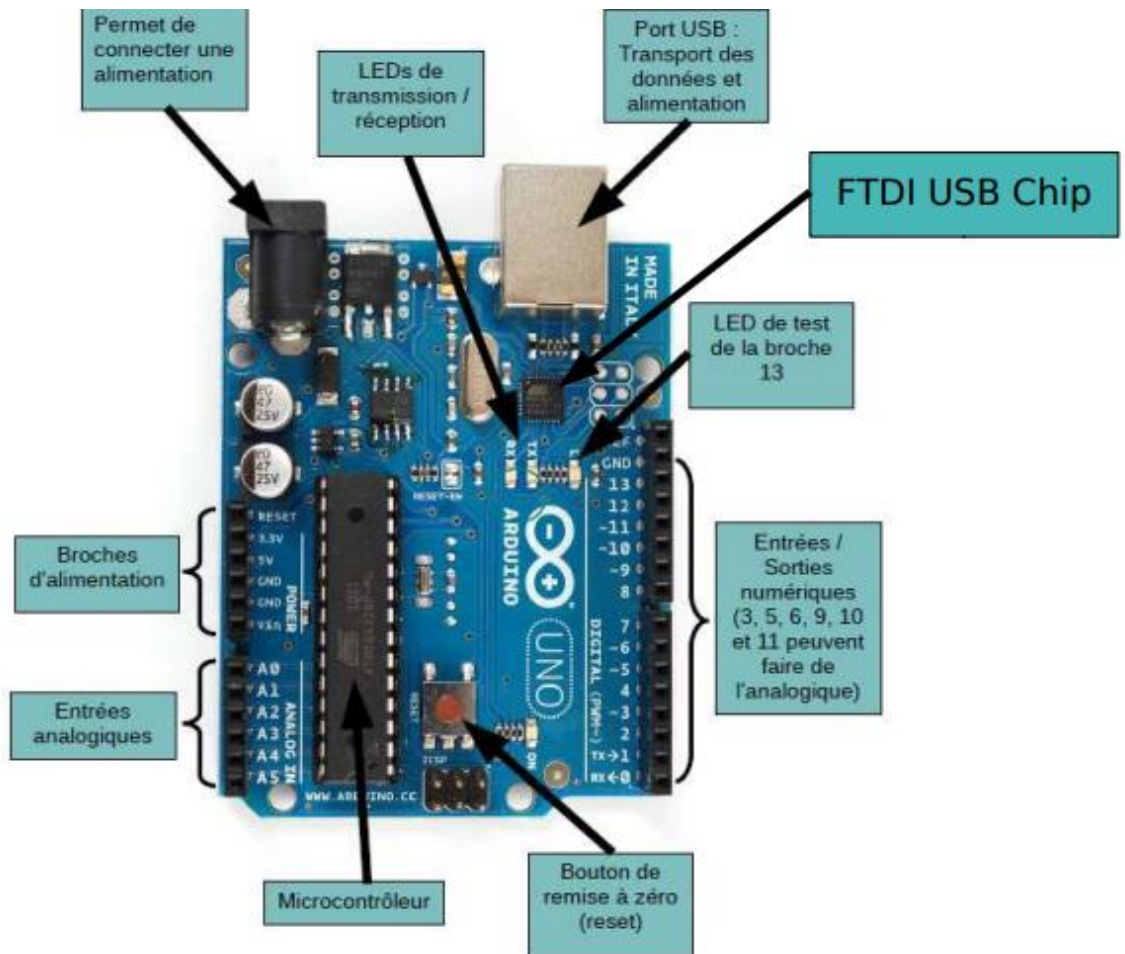


Figure II.1 : carte Arduino

## II.5- La compatibilité

Le logiciel, tout comme la carte, est compatible sous les plateformes les plus courantes (Windows, Linux et Mac), contrairement aux autres outils de programmation du commerce. Qui ne sont, en général, compatibles qu'avec Windows.

## II.6-La communauté

La communauté Arduino est impressionnante et le nombre de ressources à son sujet est en constante évolution sur internet. De plus, on trouve les références du langage Arduino ainsi qu'une page complète de tutoriels sur le site [arduino.cc](http://arduino.cc) (en anglais) et [arduino.cc](http://arduino.cc) (en Français).



## II.7-L'usage

### Mais à quoi ça peut donc bien servir ?

Les possibilités d'utilisation sont infinies : SI on peut détecter un ou plusieurs événements

(Variation de température, mouvement, présence, distance ...) ET en fonction de ces événements, agir

Sur le monde réel à l'aide d'actionneurs (résistances chauffantes, moteurs ...), ALORS

On peut tout faire : bras de robot, régulation de température, effets lumineux, instruments de

Musique, systèmes d'alarmes, ... De nombreuses cartes additionnelles (« Shields »)

Ont été créées afin d'enrichir les applications potentielles, les seules limites sont notre

Imagination, le temps, et le budget (quelques dizaines d'euros suffisent au départ pour s'équiper).

## II.8-Comment on s'en sert ?

Supposons que l'on veuille faire clignoter une lampe (DEL) à l'aide d'un bouton poussoir (BP).

Nous connectons le bouton poussoir (BP) à une entrée (E) de la carte Arduino et notre lampe (diode lumineuse DEL) à une sortie (S) de la carte. Mais nous devons également programmer

La carte, de manière à ce que la diode lumineuse clignote. Nous rédigeons le programme à l'aide

D'un logiciel, installé sur un ordinateur. Le programme doit sans cesse surveiller l'entrée connectée

Au bouton poussoir : - si le bouton poussoir est appuyé il doit : allumer la diode, attendre 1 seconde, éteindre la diode, attendre 1 seconde, puis recommencer (allumer la diode, attendre 1 seconde ...).

- si le bouton poussoir n'est pas (ou plus) appuyé, il doit éteindre la diode.

Une fois le programme créé, nous la télé versions, (=transférons) à la carte Arduino à l'aide d'un câble USB, comme celui d'une imprimante. Nous pouvons alors retirer le câble USB : notre carte Arduino est autonome, elle nécessite alors toutefois une alimentation électrique (pile 9V)(12).

## II.9-Matériel externe connecté à la carte Arduino

La carte Arduino repose sur un circuit intégré (un microcontrôleur) associée à des entrées et sorties qui permettent à l'utilisateur de brancher différents types d'éléments externes :

Côtés entrés, des capteurs qui collectent des informations sur leur environnement comme la variation de température via une sonde thermique, le mouvement via un détecteur de présence ou un accéléromètre, le contact via un bouton-poussoir, etc...



**Figure II.2 :** Différent types des capteurs pour l'Arduino

- Côté sorties, des actionneurs qui agissent sur le monde physique telle une petite lampe, un moteur, haut-parleur...



**Figure II.3 :** Différents actionneurs pour l'Arduino

## II.10-Logiciel Arduino

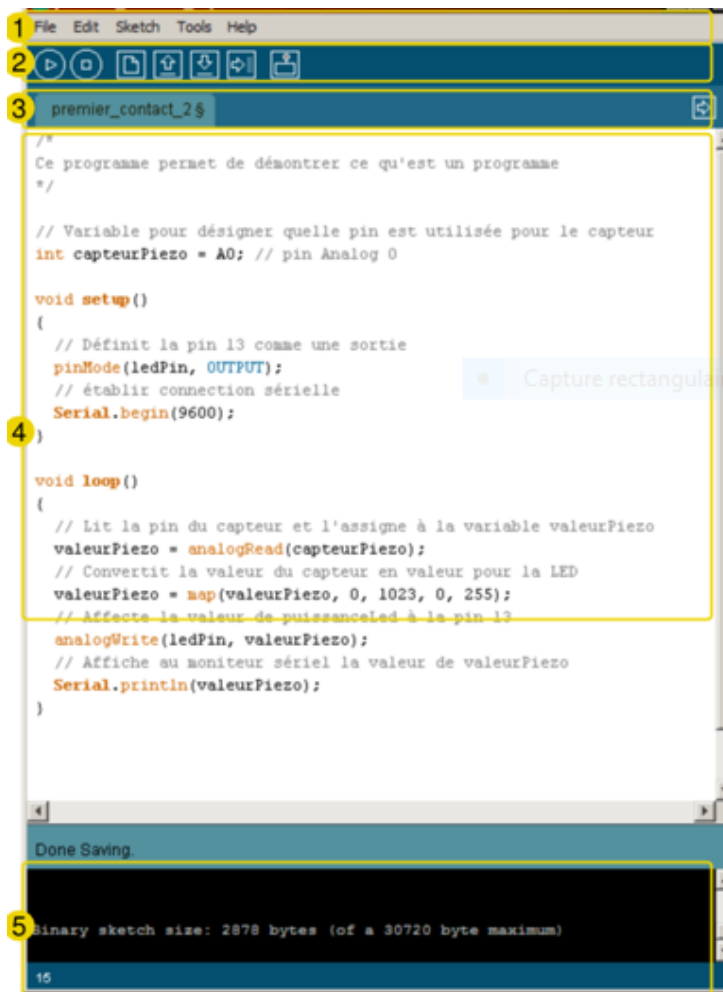
Le logiciel Arduino est gratuit (open source) et se télécharge sur le site officiel d'Arduino, à l'adresse <http://Arduino.cc/en/Main/Software>

Plusieurs fichiers différents-vous sont proposés en téléchargement, vous devez faire votre choix en fonction du système d'exploitation de votre ordinateur : Windows, MacOS X, Linux. La dernière version officielle est généralement celle qu'il faut sélectionner, bien que pour les cartes les plus récentes il faille parfois préférer les versions « beta » du logiciel, C'est-à-dire des versions non éprouvées et perfectibles, mais tout de même fonctionnelles.

IDE (Integrated Développement Environnement) est un programme spécial exécutable sur votre ordinateur qui vous permet d'écrire des esquisses pour la carte Arduino dans un langage simple sur le modèle du langage de traitement. La magie se produit lorsque vous appuyez sur le bouton qui télécharge l'esquisse à la carte : le code que vous avez écrit est traduit dans la langue de C (qui est généralement assez difficile pour un débutant d'utiliser), et est passé au compilateur avr-gcc, une pièce importante du logiciel open source qui fait la traduction finale dans la langue comprise par le microcontrôleur. Cette dernière étape est très importante, parce que c'est là où Arduino rend votre vie simple en cachant autant que possible de la complexité de la programmation des microcontrôleurs(13).

## II.11-Fenêtre Générale D'Application Arduino

La fenêtre de l'application Arduino comporte les éléments suivants



**Figure II.4 :** Interface de logiciel Arduino

1. un menu ;
2. une barre d'actions ;
3. un ou plusieurs onglets correspondant aux sketches ;
4. une fenêtre de programmation ;

5. une console qui affiche les informations et erreurs de compilation et de téléversement du Programme.

### Eléments du menu

Les différents éléments du menu vous permettent de créer de nouveaux sketches, de les Sauvegarder, de gérer les préférences du logiciel et les paramètres de communication avec votre carte Arduino.

### Dossier de travail

Dans les préférences (File > Préférences), il vous est possible de spécifier votre dossier de travail. Il s'agit du dossier où seront sauvegardés par défaut vos programmes et les Bibliothèques qui pourront y être associées. Lorsqu'un programme est sauvegardé, un dossier portant le nom du programme est créé. Celui-ci contient le fichier du programme portant le nom que vous lui aurez donné suivi de l'extension. Pde ainsi qu'un dossier intitulé applet qui contient les différents éléments créés et nécessaires lors du processus de compilation du programme et de téléversement vers la carte.

## **La carte de contrôle fonctionne pour notre application comme une carte d'acquisition et de commande**

### II.12-la chaine d'acquisition

#### A- Definition:

La chaîne d'acquisition de données est l'ensemble des éléments nécessaires à la "capture" des données (analogiques ou numériques) à leur transmission jusqu'au récepteur et à l'utilisateur (homme ou machine) des données capturées. Cet utilisateur peut vouloir utiliser ces données immédiatement ou les stocker pour les utiliser ultérieurement(14).

## B- Les éléments de la chaine d'acquisition :

### Les capteurs :

Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande.

Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement particulier parmi un ensemble d'événements possibles.

Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique (énergie), on parlera alors de signal. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique(15).

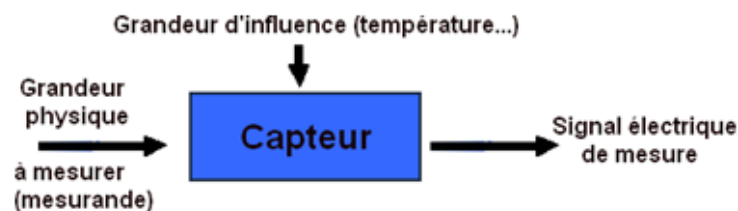


Figure II.5 : principe des capteurs

### a-Constitution d'un capteur :

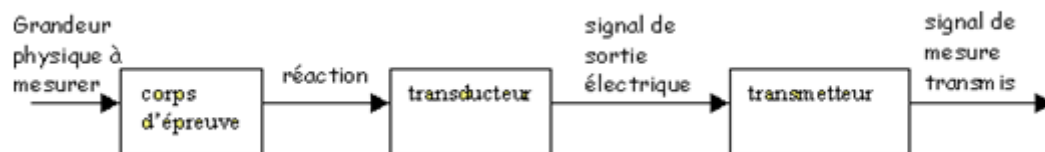


Figure II.6 : Constitution d'un capteur

### b- les différents types des capteurs :

Dans un système automatisé on trouve trois types de capteur

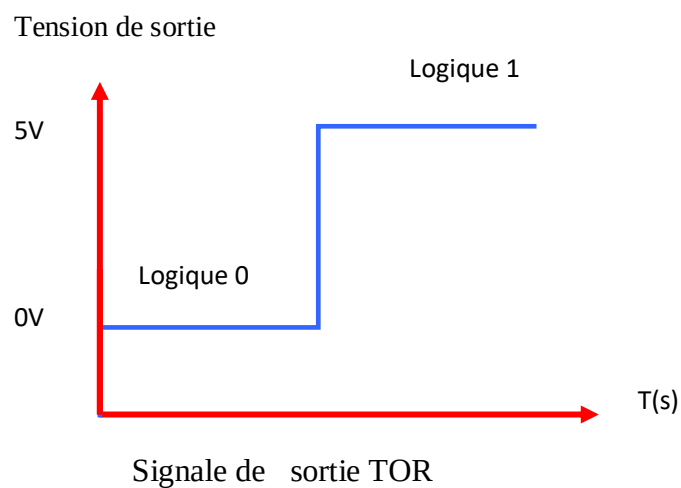
1- Les capteurs logiques (tout ou rien).

2- Les capteurs analogiques.

3- Les capteurs numériques(16).

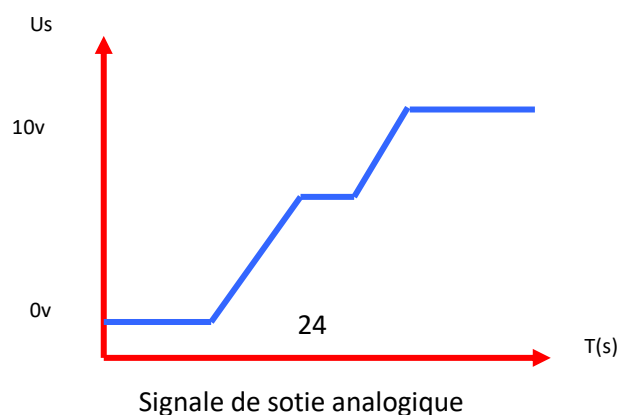
### b.1-les capteurs logiques :

Ils sont capables de détecter seulement deux états : la présence ou l'absence de la matière.



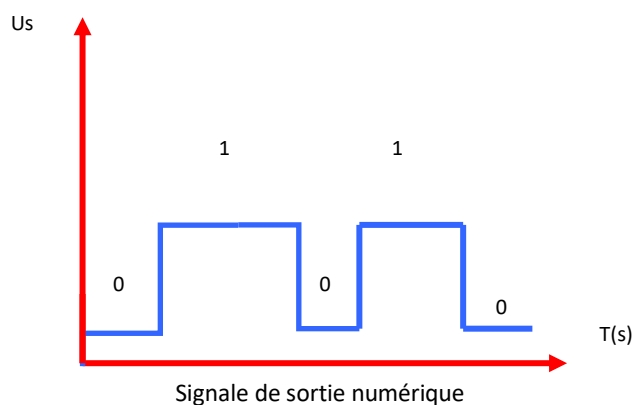
### b.2- les capteurs analogiques :

Les capteurs analogiques sont chargés d'acquérir les informations (vitesse, pression, température, débit...) et de les convertir en signaux électriques afin de les rendre exploitable par le traitement de donnée



### b.3- les capteurs numériques :

L'information se présente sous la forme d'un ensemble de bits appelé Mot Binaire



## II.13- Conclusion

En conclusion dans ce chapitre nous pouvons dire que la carte Arduino peut bien jouer le rôle d'une unité de contrôle pour notre système. Pour fonctionner cette unité de contrôle, il faut la programmer et l'adapter à l'application voulu. Ensuite nous avons détaillé le langage de programmation. Le système Arduino que nous avons présenté, nous donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Ce chapitre nous a permis d'entamer le chapitre qui suit à savoir l'étape de réalisation de notre



## Chapitre III : REALISATION

### III-1. Introduction

Après avoir vu les différentes étapes de production de chocolat et l'importance de la carte de contrôle à savoir la carte de prototypage ARDUINO pour la réalisation de notre processus, nous passerons dans ce chapitre au développement de notre application en commençant par la représentation du synoptique de notre réalisation.

### III-2. Synoptique General

Le schéma synoptique général de notre réalisation est donne par la figure ci-dessous.

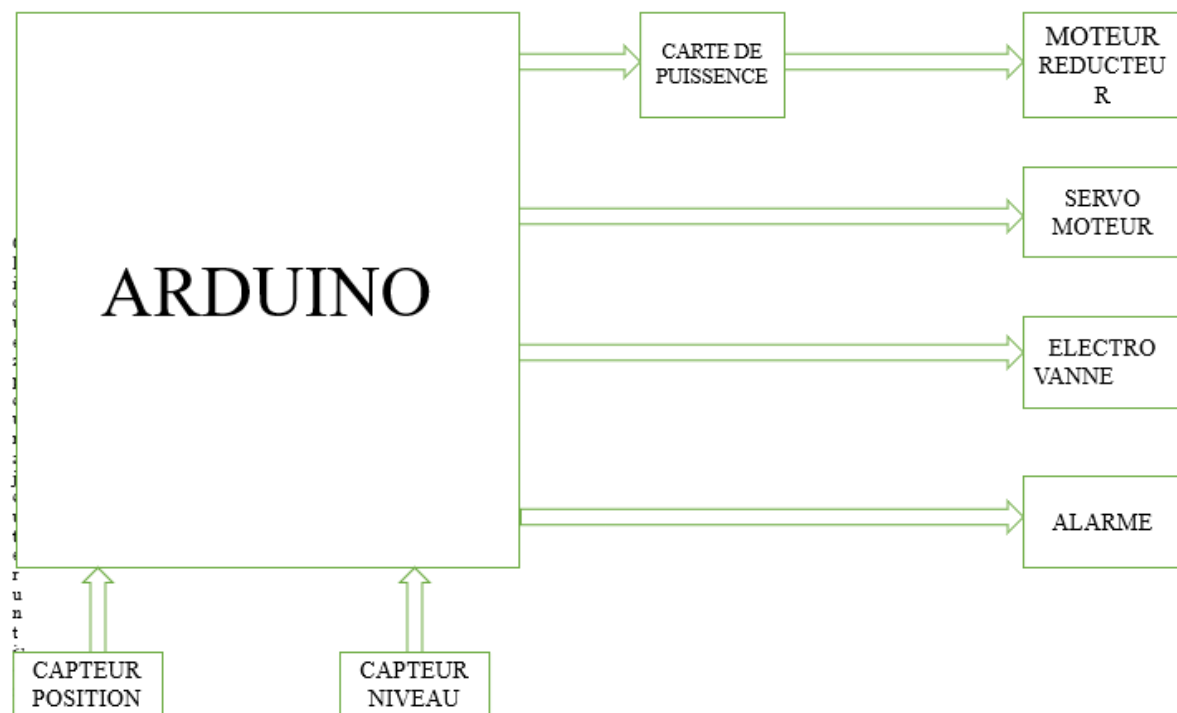


Figure III.1 : schéma synoptique générale du projet.

### III-3. Principe de fonctionnement :

Le principe de fonctionnement suit le synoptique suivant

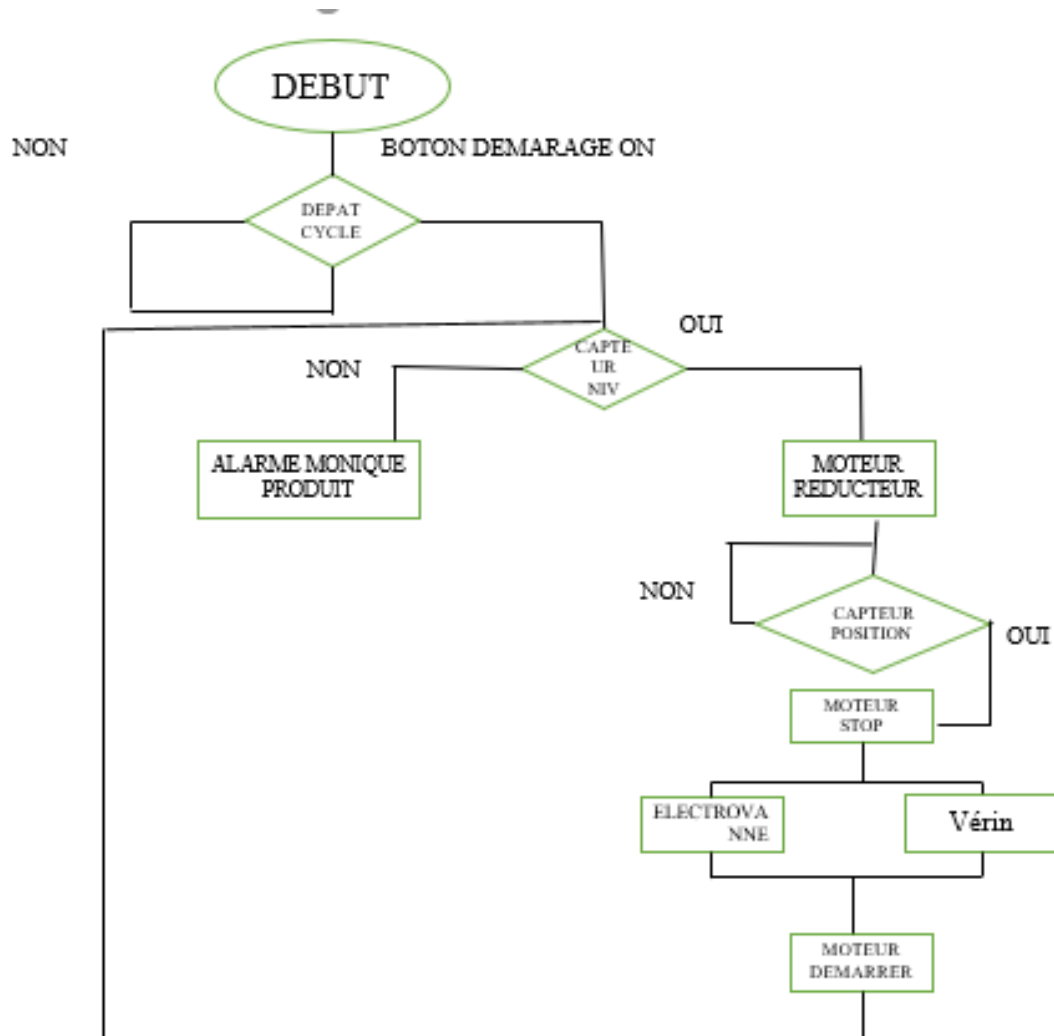


Figure III.2 : organigramme de fonctionnement

### III-3.1. Les composants utilisés :

- Arduino Uno (1)
- Capteur infrarouge [niveau / position] (2)
- Servo moteur [vérin /électrovanne] (2)
- Carte de puissance [relais] (1)
- Alarme [led et buzzer] (2) / (1)
- Moteur réducteur (1)
- Adaptateur
- Les fils
- Alimentation

#### A-Arduino :

C'est le composant le plus important dans la chaine de remplissage elle est considérée comme un cerveau de la chaine son rôle est de recevoir des informations des capteurs et transformes ces informations on ordre et envoyer ces dernière vers les actionnaires et les pré actionnaire pour les activer.

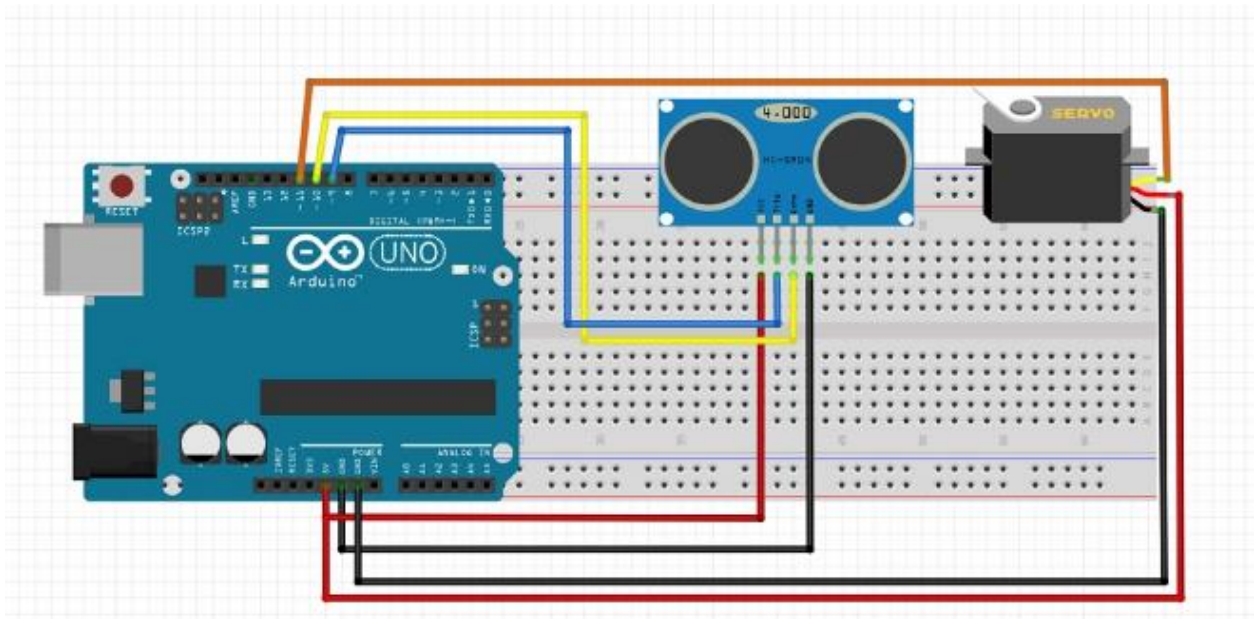


Figure III.3 : câblage Arduino avec les capteurs et les actionnaires

### B-Capteur Infrarouge :

Un capteur infrarouge est un détecteur mesurant le rayonnement infrarouge de la zone qu'il couvre. Si ce rayonnement vient à varier comme cela arrive sous l'effet d'un corps humain en mouvement, le capteur infrarouge réagit instantanément, ce qui permet de détecter la présence d'un intrus même dans l'obscurité. Dans ce PFE on va utiliser deux modèles de capteur infrarouge. Un capteur de position et un capteur de niveau [1].



Figure III.4 : capteur infrarouge

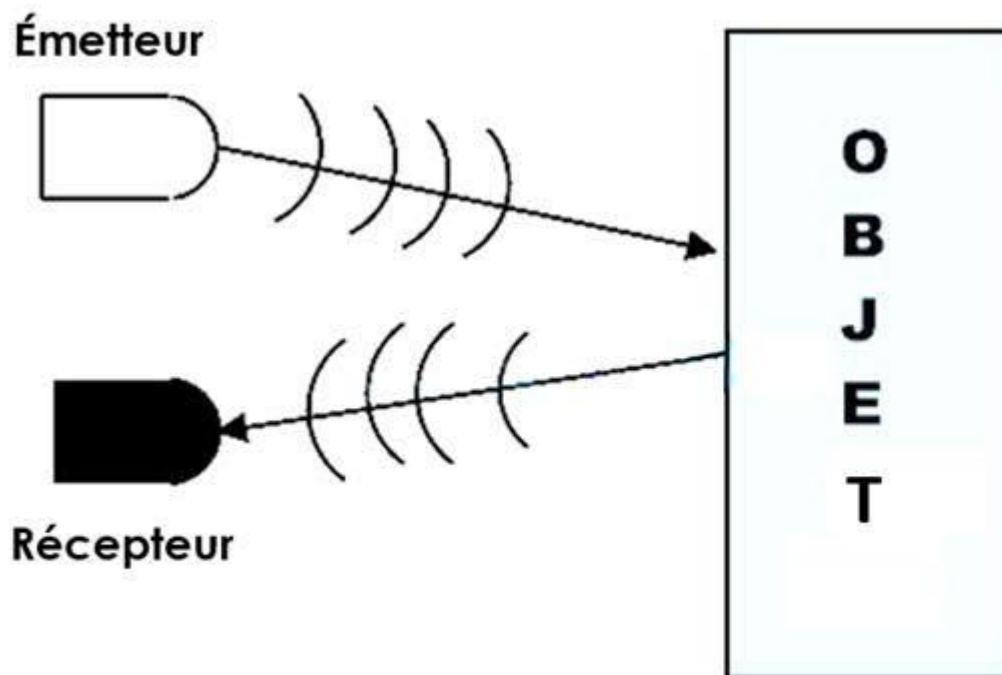


Figure III.5 : Schéma de capteur infrarouge

### B-1. Capteur niveau :

Ce capteur est un capteur logique fonctionne par la méthode TOR. Dans notre projet ce dernier est le responsable qui nous indique le volume de chocolat dans le silo.

Si le chocolat ne dépasse pas la moitié de silo le capteur envoi un signal a l Arduino pour activer l'alarme et la chaine de remplissage ne peut pas commencer.

Si le niveau de chocolat dépasse la moitié dans le silo le capteur envoi un signal a l Arduino pour que la chaine de remplissage peut se fonctionner.

## B-2. Capteur position :

Est un dispositif qui permet de recueillir des informations sur la position précise et le mouvement d'un objet ces information est obtenues par contact direct avec un objet et envoi un signal a l Arduino pour arrêter le tapi roulant et ouvre l'électrovanne pendant quelques secondes

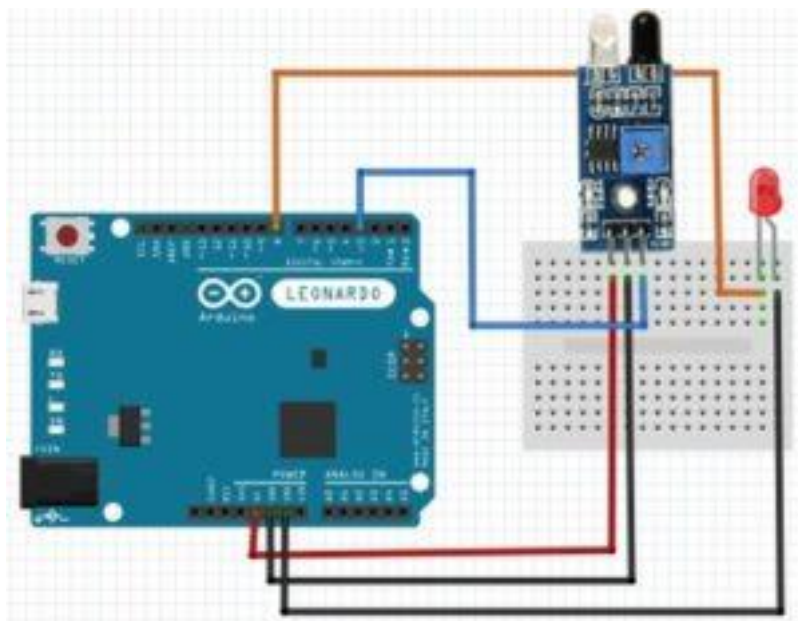


Figure III.6 : câblage de l'Arduino avec un capteur

## C-L'ALARME :

Une alarme est un signal sonore avertissant un danger donc l'alarme est une information émise afin de provoquer une réaction.

Dans notre projet on a utilisé une alarme qui est composée de deux éléments le led rouge et le buzzer.

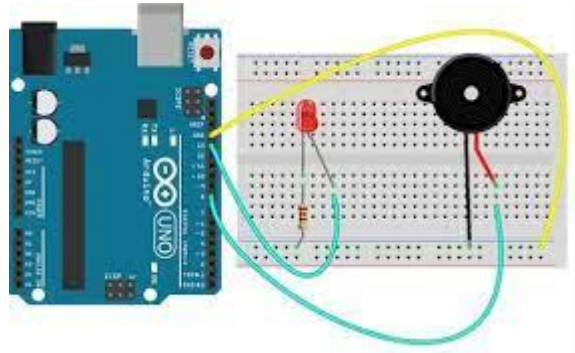


Figure III.7 : câblage de l'Arduino a l'alarme

### C-1. BUZZER :

Le buzzer est un composant constitue essentiellement d'une lamelle réagissant à l'effet piézoélectrique .la piézoélectrique est la propriété que possèdent certains minéraux de se déformer lorsqu' ils sont soumis à un champ électrique. Ce phénomène est réversible si on déforme ce minéral il produit de l'Energie électrique.

Dans l'univers Arduino le buzzer est principalement utiliser pour émettre un son [2].



FigureIII.8: buzzer



## C-2. Les Leds :

Le terme LED signifie Light Emitting Diode ; Diode électroluminescente en français.

Une LED est une diode qui émet de la lumière. Comme toute diode elle comporte une anode (borne+) qui est la patte la plus longue et une cathode (borne-) qui est patte la plus courte.

Pour qu'une LED s'allume il faut obligatoirement relier sa patte- a la borne – de l'alimentation et sa patte + a la borne + de l'alimentation .si la LED est branchée à l'envers elle ne s'allumera pas (le courant ne le traversera pas).

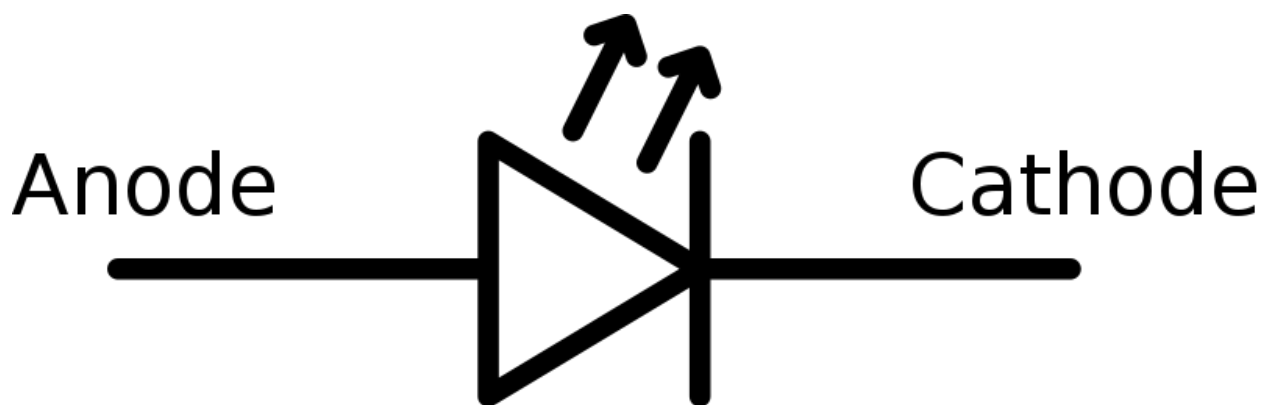


Figure III.9 : symbole de la LED

## D- Servo Moteur :

Le servomoteur (souvent abrégé en « servo », provenant du latin servus qui signifie « esclave ») est un moteur capable de maintenir une opposition à un effort statique et dont la position est vérifiée en continu et corrigée en fonction de la mesure. C'est donc un système asservi.

Un servomoteur est un système motorisé capable d'atteindre des positions prédéterminées, puis de les maintenir.

De manière semblable aux moteurs à courant continu, les servomoteurs disposent d'un axe de rotation qui est en revanche entravé par un système de bridage [3].

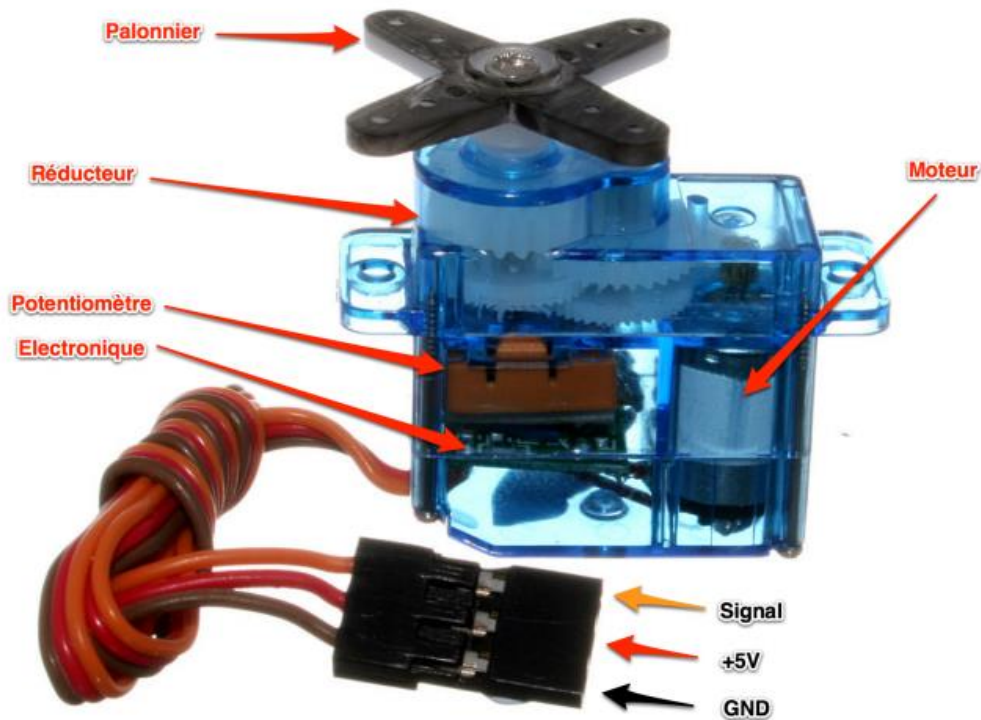


Figure III .10 : servomoteur

Dans notre projet on utilise deux servo moteur le premier on va l'utiliser comme électrovanne et le deuxième comme vérin

### D-1. Electrovanne :

Une électrovanne ou électrovalve est une vanne commandée électriquement grâce a cet organe il est possible d agir sur le débit d un fluide dans un circuit par un signal électrique [4].

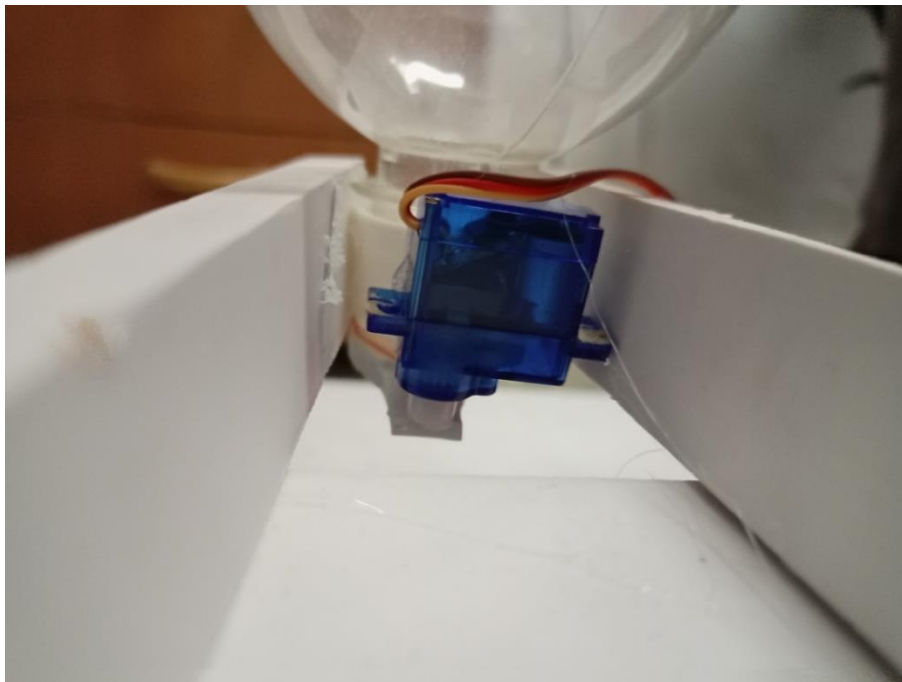


Figure III .11 : électrovanne

Comme on voit dans cette photo l électrovanne est le responsable de l ouverture et la fermeture de silo

### D-2 .Vérin :

Le vérin sert a créer un mouvement mécaniques et consiste en un tube cylindrique (le cylindre) dans le quel une pièce mobile appelé le piston sépare le volume du cylindre en deux chambres isolées l une de l autre [5].



Figure III .12 : vérin

Le vérin assure la dernière étape de la chaine de remplissage car elle envoi et pousse le moule de chocolat vers une autre chaine

### E-Carte De Puissance (Relais) :

Un relais électronique est un organe électrique permettant de distribuer la puissance a partir d'un ordre émis par la partie commande .ainsi un relais permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique de puissance a partir d'une information logique .les deux circuit puissance et information sont complètement isolés (isolation galvanique)et peuvent avoir des caractéristique d'alimentation électrique différentes .

Un relais est compose principalement d'un électroaimant qui est lorsque il est alimenté soumet a une force une palette qui agit mécaniquement sur le système de commutation électrique [6].

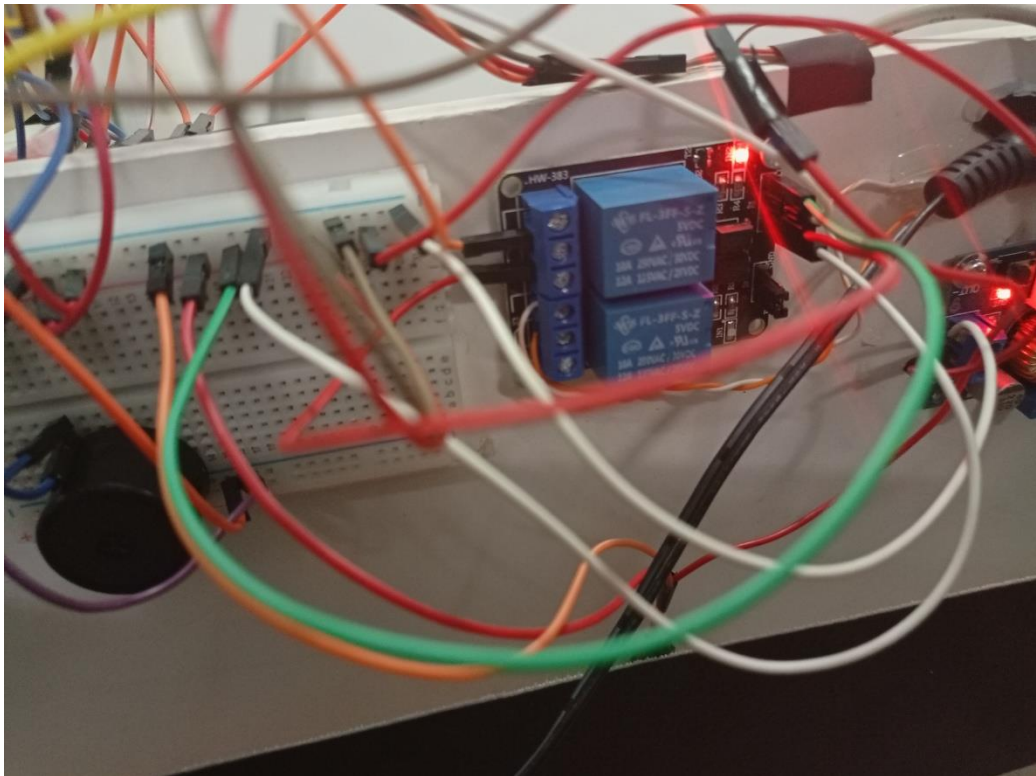


Figure III.13 : relais électrique

Dans cette chaine de remplissage le relais reçoit un pission de l'arduino pour donner et arrêter le courant au moteur réducteur.

### F- Moteur Réducteur :

Est une unité compacte homogène et compacte composées d'un réducteur et d'un moteur. Un réducteur mécanique a pour but de modifier le rapport de vitesse ou/et le couple entre l'axe d'entrée et l'axe de sortie d'un mécanisme [7].



Figure III.14: moteur réducteur

Dans notre projet la rouler de tapis roulant est assuré par le moteur réducteur.

### G-Adaptateur (Transformateur) :

Parfois abrégé en transfo est une machine électrique permettant de modifier les valeurs de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative en un système de tension et de courant de valeurs différentes mais de même fréquence et de même forme il effectue cette transformation avec un excellent rendement [8] .



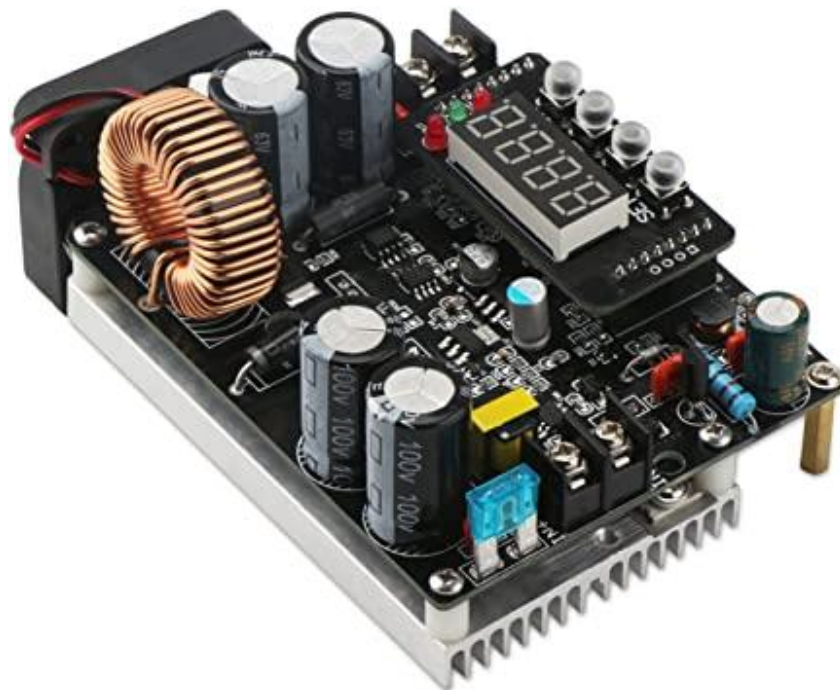
Figure III.15 : transfo



## H- Alimentation Electrique (stabilisateur) :

Le terme d'alimentation électrique désigne un ensemble de système capable de fournir d'électricité aux appareils fonctionnant avec cette énergie.

Une alimentation électrique est en particulier un appareil ou appareillage plus ou moins complexe destiné à fournir de l'électricité à partir d'un réseau électrique à un autre appareil cet appareil assurant une ou plusieurs fonctions grâce à l'électricité mais celle-ci doit avoir des caractéristiques en courant tension et fréquence spécifique sous peine de dysfonctionnement ou pire de destruction [9].



**Figure III .16 : stabilisateur**



## I- Les Fils :

Un fil électrique, ou câble électrique est un organe fait d'un matériaux conducteur servant au transport de l'électricité. Il peut être mono-brin ou multi-brin, entouré ou non d'une enveloppe isolante (plastique, téflon, etc.)

Suivant sa taille, il peut être employé pour transmettre des signaux électriques, ou de l'énergie électrique. Les matériaux les plus utilisés présentent généralement des caractéristiques intéressantes en ce qui concerne la résistance électrique, le poids, la tenue mécanique, le coût.



Figure III .17 : les fils

### III-4 schéma générale :

Après avoir décrit chaque élément le schéma global du projet est présente sur les figures suivantes :

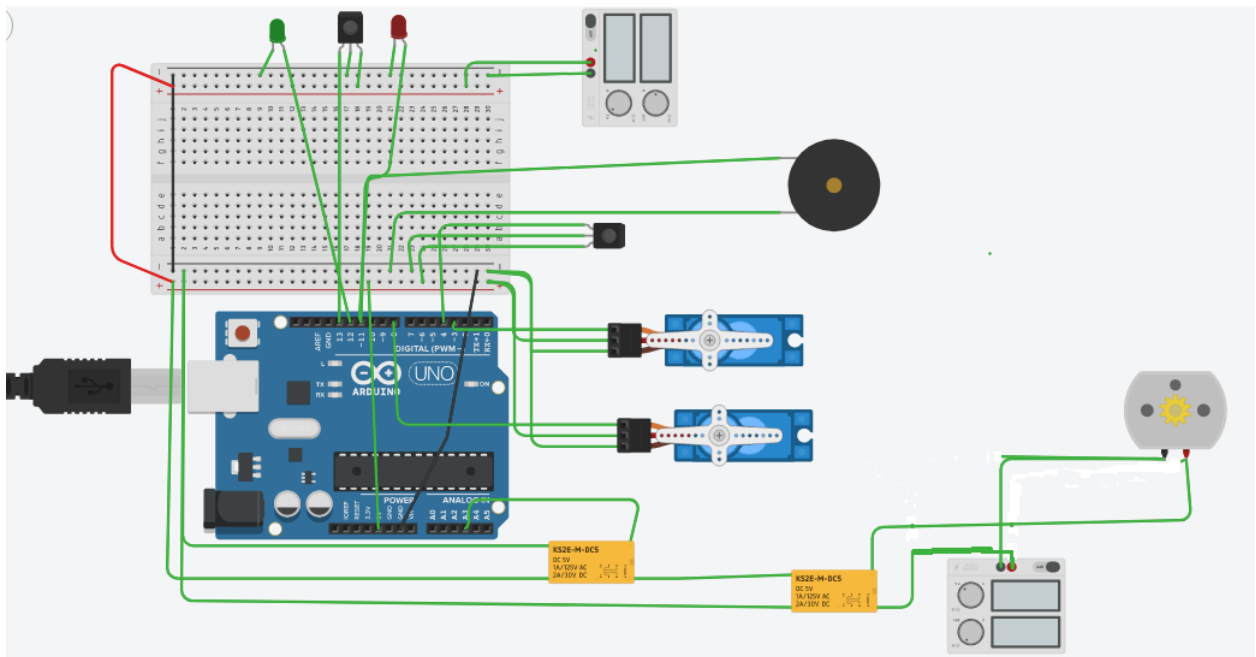


Figure III. 18: schéma générale

### III -6 Réalisation :

Après avoir vu l'aspect théorique de notre projet nous avons réalisé une chaîne de remplissage comme montré dans la figure suivante :

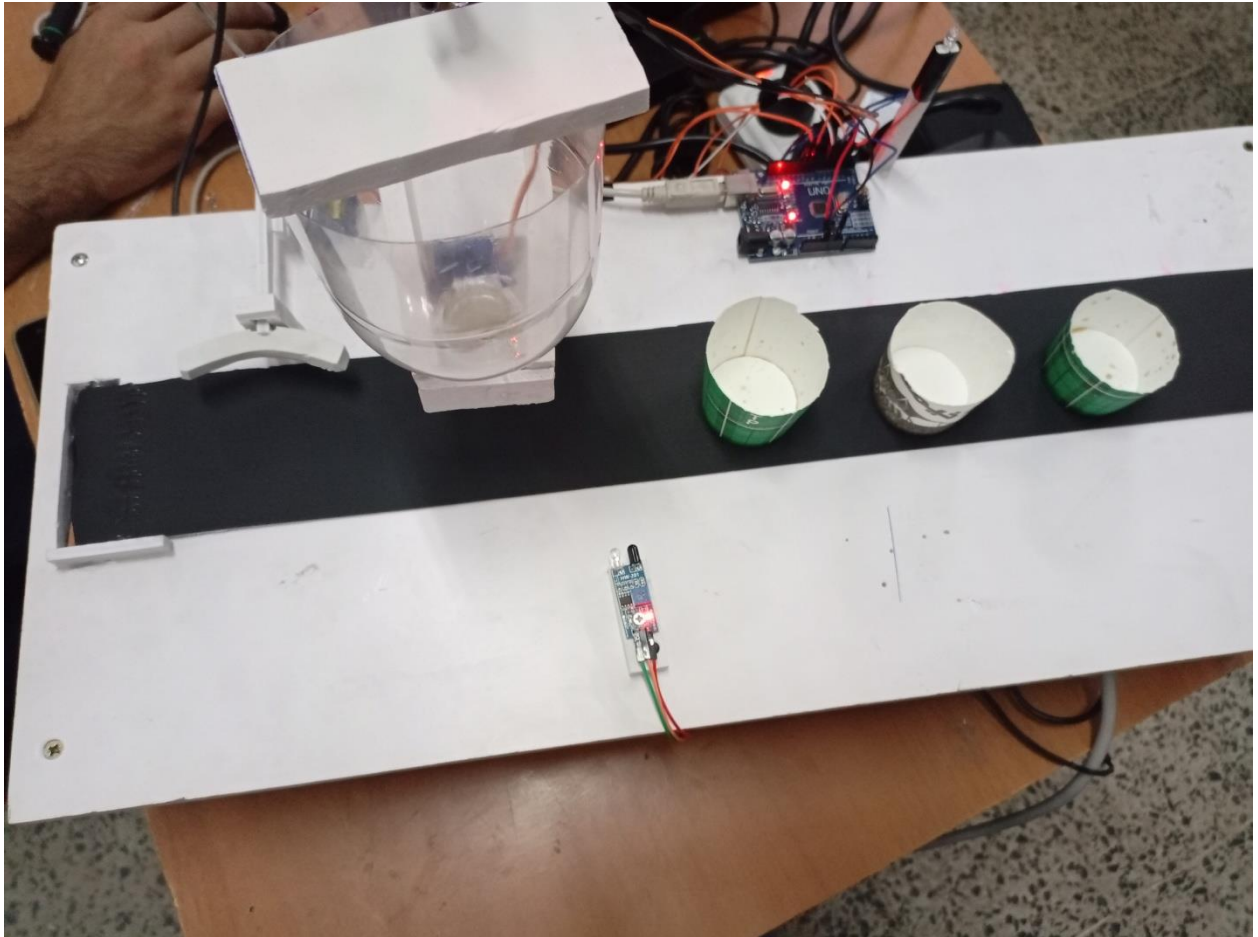


Figure III.19 : chaîne de remplissage

Le brochage des pins utilisé démontré par la suite :

Alarm ; pin 5

Capteur1 : pin 2

Capteur 2 : pin 3

Monservo : pin 1

Moteur ; pin 4

### III-7 conclusion :

Dans ce chapitre nous avons défini les différentes composantes que nous avons utilisées dans notre projet nous avons pu mettre en lumière leurs différentes caractéristiques et leurs différents processus d'initialisations nous avons également donné le schéma général et la réalisation

Dans notre projet fin d'études nous avons mis en lumière une chaîne de remplissage contrôlée par la carte arduino .et on a également présenté la différente étape de fabrication de chocolat à partir de matière première et on montre comment on peut optimiser et minimiser le coût de production et réduction de coût de main d'œuvre également comment on peut augmenter la production et gagner du temps.

Notre projet nous a permis de rencontrer mieux le domaine industriel.

Après avoir défini les composants importants de ce projet nous avons pu commencer à réaliser une chaîne de remplissage basée sur la carte de commande.

Enfin nous souhaitons que ce travail puisse apporter un plus et constituer un support supplémentaire pour les sections à venir.

```
#include <Servo.h>

Servo monServo;

Servo monServo1;

int alarm = 5;

int moteur = 4;

int stopmoteur = 6;

int capteur1Pin = 2 ;

int capteur1 = HIGH;

int capteur2Pin = 3 ;

int capteur2 = HIGH;


void setup()

{

pinMode(alarm, OUTPUT);

    pinMode(moteur, OUTPUT);

    pinMode(stopmoteur, OUTPUT);

    pinMode(capteur1, INPUT);

pinMode(capteur2, INPUT);

    monServo.attach(9);

monServo.write(90);

monServo1.attach(10);

monServo1.write(180);

}

void loop()

{

    capteur1 = digitalRead(capteur1Pin);
```

```
capteur2 = digitalRead(capteur2Pin);  
  
if  
  
(capteur2 == HIGH)  
  
{  
  
    digitalWrite(stopmoteur, LOW);  
  
    delay(500);  
  
    digitalWrite(alarm, HIGH);  
  
delay(50);  
  
    digitalWrite(alarm, LOW);  
  
delay(50);  
  
    }  
  
Else  
  
{  
  
digitalWrite(alarm, LOW);  
  
    digitalWrite(stopmoteur, HIGH);  
  
    delay(500);  
  
    }  
  
    if  
  
(capteur1 == LOW)  
  
{  
  
    delay(1500);  
  
    digitalWrite(moteur, HIGH);  
  
    monServo.write(0);  
monServo1.write(0);  
  
    }  
  
  
  
else if ((capteur2 == LOW)&(capteur1 == LOW)){
```

```
    digitalWrite(moteur, HIGH);  
    delay(100);  
}  
else  
{  
    monServo.write(90);  
    monServo1.write(180);  
    digitalWrite(moteur, LOW);  
}  
}
```



1. **alimentaire, histoire de l'industrie agro.** [Online]  
<https://www.cairn.info/revue-ecologie-et-politique1-2009-1-page-43.htm>.
2. **chocola, processus de fabrication de.** [Online] <https://carre-suisse.com/blogs/infos/les-differentes-etapes-de-fabrication-du-chocolat>.
3. **torrefaction.** [Online]  
[https://www.atelierduchocolat.fr/fr/?gclid=EAlaIQobChMlleq8srT68gIVV-h3Ch1ZawBHEAAYASAAEgJOkvD\\_BwE](https://www.atelierduchocolat.fr/fr/?gclid=EAlaIQobChMlleq8srT68gIVV-h3Ch1ZawBHEAAYASAAEgJOkvD_BwE).
4. **decorticage.** [Online] <https://www.castelanne.com/blog/etapes-fabrication-chocolat/>.
5. **raffinage, melonge et.** [Online]  
<https://statiflo.com/fr/%C3%A9l%C3%A9ment-de-portefeuille/raffinage-du-chocolat/>.
6. **conchage.** [Online] <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/botanique-cacao-chocolat-epopee-gourmandise-1516/page/7/>.
7. **chocola, temperage du.** [Online] <https://www.valrhona.com/l-ecole-valrhona/decouvrir-l-ecole-valrhona/lexique-du-chocolat/temperage-du-chocolat>.
8. **conditionnement.** [Online] <https://zayani-cme.com/nos-machines/53/machines-de-remplissage-automatique/chaine-complete-de-conditionnement-chocolat-a-tartiner>.
9. **arduino, definition de carte.** [Online]  
<http://www.louisreynier.com/fichiers/KesacoArduino.pdf>.
10. **historique.** [Online] <http://blog.ac-versailles.fr/technopeguy/public/Programmation/Arduino.pdf>.
11. **avantages, les.** [Online] <https://www.arduino-france.com/review/arduino-uno/>.
12. **sert, comment on s'en.** [Online] <http://idehack.com/blog/la-carte-arduino-uno-atmega328p/>.

13. **logicial**. [Online] <https://www.arduino.cc/en/software>.
14. **acquisition, chaine d**. [Online]  
<http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/Chaine%20d'acquisition/fr-fr/>.
15. **elements, les**. [Online]  
<https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr/sti/files/ressources/pedagogiques/6151/6151-capteur-et-chaine-dacquisition-ens.pdf>.
16. **types, les**. [Online] [https://sti.discip.ac-caen.fr/IMG/pdf/Generalites\\_sur\\_les\\_capteurs.pdf](https://sti.discip.ac-caen.fr/IMG/pdf/Generalites_sur_les_capteurs.pdf).

### Chapitre III

c. infrarouge. [En ligne]. Available:  
<https://www.securitasdirect.fr/mag-securite/systeme-d-alarme/composants/alarme-coeur-du-systeme/quoi-sert-un-detecteur-infrarouge>.

buzzer. [En ligne]. Available:  
<https://create.arduino.cc/projecthub/SURYATEJA/use-a-buzzer-module-piezo-speaker-using-arduino-uno-89df45>.

s. moteur. [En ligne]. Available:  
<https://www.cnrtl.fr/definition/servomoteur>.

electrovanne. [En ligne]. Available:  
<https://guide.directindustry.com/fr/bien-choisir-une-electrovanne/>.

verin. [En ligne]. Available: <https://www.techno-science.net/definition/1855.html>.

c. d. puissance. [En ligne]. Available: <https://www.astuces-pratiques.fr/electronique/le-relais-principe-de-fonctionnement>.

m. redcteur. [En ligne]. Available: <https://www.pompe-moteur.fr/106-motoreducteur>.

transfo. [En ligne]. Available: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Transformateur\\_%C3%A9lectrique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Transformateur_%C3%A9lectrique).

Alimentation. [En ligne]. Available: <https://www.se.com/fr/fr/work/products/product-launch/guides/regulateur-de-tension.jsp>.