

# Rapport de Projet

## *Pancarduino – La Machine à Pancakes*



Année scolaire : 2019 – 2020

Réalisé par Clara CHARREAU et Thomas PREVOST

Encadrant : Pascal MASSON

# Sommaire

## I. Introduction

## II. Cahier des charges fonctionnelles

- 1) Fonctionnement du projet
- 2) Objectifs
- 3) Non-Objectifs
- 4) Cadre du projet

## III. Son fonctionnement

- 1) Algorithme de fonctionnement
- 2) Le dessin de la forme
- 3) L'envoi par WiFi
- 4) Le fonctionnement des moteurs
- 5) Le versement par la seringue

## IV. Le déroulement du projet

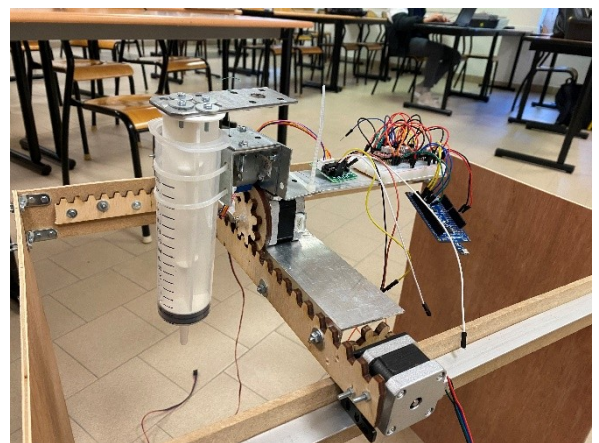
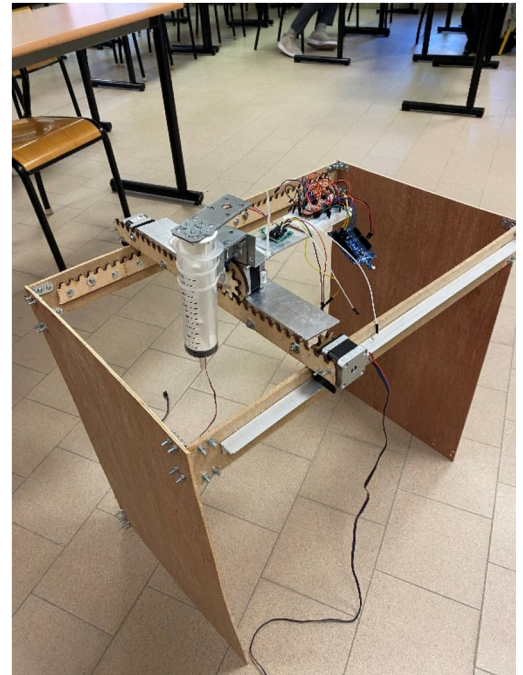
- 1) L'état de l'art
- 2) La structure en bois
- 3) Diagrammes de Gant et plannings

## V. Conclusion du projet

- 1) La finalité du projet
- 2) Les problèmes et parties non-traitées

## VI. Conclusion générale

- 1) Ce que nous a apporté le projet
- 2) Les perspectives d'amélioration



## I. Introduction

Nous avons réalisé ce projet, dans le cadre de notre cours d'enseignement électronique. Notre idée devait donc s'organiser autour du fonctionnement d'une carte électronique nano pour notre choix, de la marque Arduino. Ce type de carte se contrôle à l'aide de programmes écrits en C++. Nous avons choisi cette idée, car nous voulions un projet ambitieux et surtout un projet nouveau. En effet, cette idée ou une idée similaire n'avait encore jusqu'alors été traitée par des groupes des années précédentes. Nous étions de bonne volonté et très motivés à mener à bien ce projet de machine à pancakes.



Carte Arduino Nano

## II. Cahier des Charges Fonctionnelles

### 1) Fonctionnement du projet

On souhaite réaliser une machine à pancakes. Le concept est simple l'utilisateur va pouvoir dessiner à l'ordinateur par le biais d'un logiciel une forme particulière. Cette forme sera « enregistrée » et le tracé de la forme va être codé afin d'être traité sous forme d'instructions pour notre machine. Une seringue va se déplacer sur un plan horizontal pour dessiner la forme demandée, en versant de la pâte à pancakes sur une plaque chauffante située au-dessous.

### 2) Les Objectifs

On souhaite que l'utilisateur puisse dessiner n'importe quelle forme, de la plus simple à la plus complexe, et que le chemin de son tracé et non son dessin final soit enregistré. C'est-à-dire qu'en tout instant, les coordonnées du pointeur du pinceau virtuel soient enregistrées par notre logiciel et transmis comme instructions de positionnement de notre seringue. La seringue contient la pâte à pancakes que nous avons au préalable préparée de nous-même. Celle-ci est maintenant sur des axes qui lui permettent de se déplacer pour verser de la pâte en tout point de la plaque chauffante. La pâte est versée sur la plaque par un système de pression.

### 3) Les Non-Objectifs

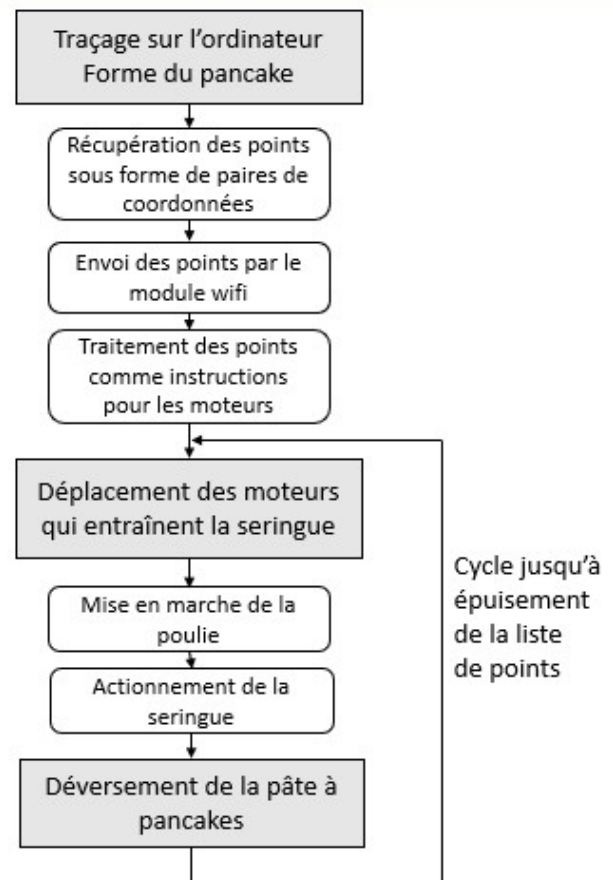
On ne souhaite pas que la machine réalise elle-même la pâte à pancakes. On ne souhaite pas que la seringue se déplace le long de l'axe vertical. On ne souhaite pas qu'un bras ou autre objet retourne le pancake à mi-cuisson.

## I. Son Fonctionnement

### 1) Algorithme de fonctionnement

### 2) Le dessin de la forme

Le programme de dessin de la forme est écrit en Java. Il fonctionne de la façon suivante : lorsque l'utilisateur fait glisser la souris sur l'élément Jpanel (le panneau d'affichage des points), cela va générer un évènement. A partir de cet évènement, on récupère les coordonnées de la souris et on dessine le point sur le Jpanel. Ici aucun problème particulier n'est à déploré, tout a fonctionné comme prévu directement.



Vidéo de démonstrations :

<https://www.youtube.com/watch?v=xyZjzTzZ1Bs&feature=share&fbclid=IwAR2OtQOO-IPi9HrPPu5JjbMVRU8ZYofZnFN4wPXGAz9og8HJDbu6qHE4CiQ>

### 3) L'envoi par WiFi

Une fois que les points ont été enregistrés par notre programme, ceux-ci doivent être envoyés à l'Arduino.

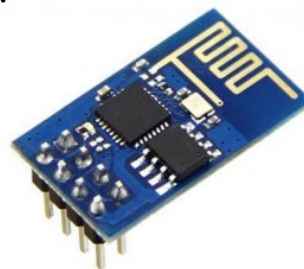
**Côté client** (le programme Java sur l'ordinateur), on va envoyer avec un socket les points à l'Arduino sous cette forme :

point:10,20

point:15,25

point:18,32

point:done



pour les 3 points (10,20), (15, 25) et (18, 32). Le problème est que l'Arduino est incapable de recevoir les points à la vitesse à laquelle l'ordinateur peut les



envoyer. L'ordinateur doit donc « ralentir » la cadence d'envoi des points. Pour cela on fait une pause entre chaque ligne, on a choisi une valeur empirique de 100ms qui fonctionne plutôt bien.

**Côté serveur** (l'Arduino), on va commencer par configurer la puce wifi (ESP8266) avec des commandes AT. Le gros problème est que la transmission par wifi n'est pas vraiment fiable : rien ne garantit que la puce wifi va recevoir le message bien structuré montré plus haut (en vert). Puisqu'on envoie un grand nombre de point, on peut simplement se contenter d'éliminer les « points défectueux ». L'idée générale va donc être de récupérer la liste des points, éliminer les points défectueux et surtout ne pas bloquer le programme trop longtemps en cas d'erreur de transmission ou de transmission incomplète (la transmission sera complète si on reçoit point:done). La fonction listenForPoints va renvoyer true si elle arrive à compléter la transmission dans un temps imparti ou false si elle n'y arrive pas. Dans tous les cas, le contexte d'appel reprend la main au maximum au bout du temps imparti et décide s'il doit réappeler la fonction pour attendre de nouveaux points. Même si la fonction a renvoyé false, la liste de points qu'on lui a passé en paramètre s'est vu complétée des points qu'elle a pu recevoir dans le temps imparti. Les problèmes rencontrés ici ont été nombreux : Le jour de l'oral on s'est rendu compte que la carte wifi consommait trop de courant donc on n'a pas pu l'utiliser. Le wifi fonctionne avec 14 canaux sur la bande 2,4 GHz dont 13 utilisables. Le canal par défaut étant le même sur toutes les puces, nous avons perdu une séance pour nous rendre compte que ce modèle ne gèrait pas les interférences lorsqu'un autre groupe utilisait le même canal en même temps que nous. On peut changer le canal avec une commande AT. Le problème évoqué plus haut : la fréquence de l'Arduino n'est pas suffisante pour supporter un débit conséquent. Le fonctionnement de cette carte n'est honnêtement pas très facile à comprendre : écrire la fonction listenForPoints n'a pas été simple.

#### 4) Le déplacement des moteurs

Les moteurs permettent de déplacer la seringue sur le plan horizontal. Pour pouvoir faire avancer en quasi-simultanés les moteurs, chaque moteur pour l'axe X fait un pas chacun, mais comme un pas se fait en millièmes de secondes, le décalage n'est pas visible à notre échelle.

L'Arduino est relié aux drivers (A4988 L293D) des moteurs (NEMA17 QSH4218) par les pins dir et step. Pour changer la direction, on change la sortie de la pin dir (on la passe de HIGH à LOW ou inversement). Pour faire faire un pas au moteur, on change simplement la sortie de la pin step. Pour faire avancer plusieurs moteurs à la fois, il suffit de changer simultanément l'état de



Moteur NEMA17



la pin step sur tous les moteurs en question. Les problèmes ont encore une fois été nombreux : la structure mobile frottait sur la structure fixe parce que tout était en bois. On a donc choisi de faire glisser les moteurs sur des « rails » (profilé coudé) en aluminium. L'axe du moteur frottait à l'intérieur de la roue dentée : on a résolu le problème avec un petit clou métallique et de la thermocolle. Le délai entre chaque pas de moteur est assez difficile à régler : s'il est trop haut ou trop bas le moteur n'avance simplement pas. Les drivers des moteurs sont « éphémères » : nous en avons, nous même, détruit plusieurs, le plus souvent à cause d'une erreur de branchement de notre part mais aussi parfois par usure. Le problème est que parmi les groupes précédents, tout le monde n'a pas osé annoncer avoir détruit un driver et l'enseignant nous fournissait parfois des drivers déjà non-fonctionnels.

Vidéos de démonstrations :

<https://www.youtube.com/watch?v=tjYs8hHWPqI&feature=share&fbclid=IwAR0kA6qDA21jz1jinpCwl-kuf3W8fazFhNTJ2xPp4QsSklyvh6ot-pKd1CE>

[https://www.youtube.com/watch?v=35eHQ5Gc73o&fbclid=IwAR1LU97KNCSmCdDkRfcJ8kEFejgS8KQyDsl7vw\\_HuA\\_Zn3CownJ0q-fvPJc](https://www.youtube.com/watch?v=35eHQ5Gc73o&fbclid=IwAR1LU97KNCSmCdDkRfcJ8kEFejgS8KQyDsl7vw_HuA_Zn3CownJ0q-fvPJc)

## 5) Le versement par la seringue

Pour verser la pâte, nous avons choisi d'utiliser un système de seringue, dont le poussoir serait tenu par un fil qui s'enroule grâce à une poulie dirigée par un moteur. Nous avons choisi le moteur 28BYJ-48 Stepper qui a un fonctionnement similaire aux moteurs cités précédemment. La poulie a été réalisée par nos soins et consiste juste en une roue avec une sorte de cavité tout le long du contour pour que le fil de pêche puisse s'enrouler. Lorsque nous avons testé avec la pâte à pancakes, nous nous sommes rendu compte que le couple du moteur était tout juste suffisant pour arriver à tirer le fil avec la pression. Pour minimiser l'effort, nous avons donc ralenti le moteur pour qu'il ait plus de puissance.



Vidéos de démonstrations :

<https://www.youtube.com/watch?v=tkm7Ts9nAr4&feature=share&fbclid=IwAR3QdTdzqtxjk94D9xBbiHM3vBB9gU-4RBCIG-NxrPqTjcAJAPbTf0zauN0>

<https://www.youtube.com/watch?v=jOTFgQlvOKY&feature=share&fbclid=IwAR2PVeE8HwUFwo0HPh0-MrKginmlCy1RkD9W5M6GgpU-n-rvKF09fVuGqbA>

## II. Le déroulement du projet

## 1) L'état de l'art

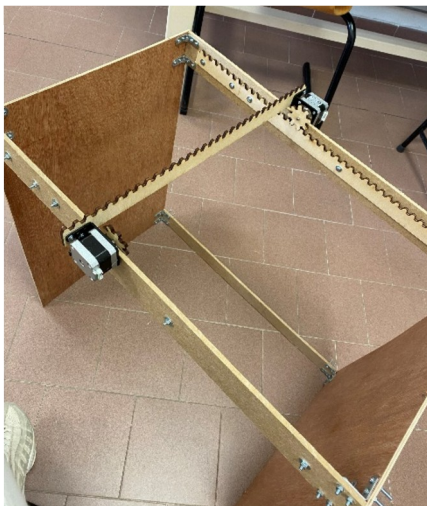
Notre idée de projet consiste en réalité à créer une imprimante en 2D qui fonctionnerait donc sur un unique plan horizontal. Nous nous sommes donc renseignés sur plusieurs sur internet sur le fonctionnement des imprimantes 3D. De plus, notre projet est déjà un projet qui a été réalisé par d'autres, nous avons donc pu nous inspirer du leur. Mais, il a été difficile de copier réellement certaine méthode, car beaucoup utilisaient du Raspberry et surtout des moyens coûteux en temps et en argent, ce dont nous ne disposions pas forcément. Voici, quelques liens qui ont pu nous inspirer.

<https://www.instructables.com/id/Pancake-Printer/>

<https://www.atelierleman.com/fabrication-imprimante-3d-en-bois-partie-1/>

<https://www.gamooover.net/Forums/index.php?topic=34386.0>

## 2) La structure en bois



Pour pouvoir, allier toutes nos parties de branchements, nous avons réalisé une structure entièrement par nos moyens. Nous n'avons pour cela pas cherché à ce qu'elle soit très esthétique et avons donc privilégié sa stabilité et surtout son fonctionnement, quitte à améliorer son visuel à la fin, si le temps nous le permettait. Dans un premier temps, nous nous sommes servis des chutes de plaques de bois



que Pascal Masson pouvait nous fournir, et des vis et écrous qu'il disposait. Mais bien vite, nous avons eu besoin de pièces plus techniques et plus complexes. Nous avons donc commandé des pièces à monsieur Masson comme les supports pour les moteurs, ou d'autres vis car il en manquait. Pour les autres pièces (notamment les crémaillères et roues dentées ou non), nous les avons dessinés sur le logiciel Inkscape (<https://inkscape.org/fr/>) que nous avons pu ensuite confectionner directement réalisations plus précises et plus propres ce qui était nécessaire au bon fonctionnement de notre projet et notamment pour la bonne coordination des moteurs entre eux ou même individuellement. Le FabLab a été également très utile pour les outils qu'il mettait à disposition comme la perceuse à colonne qui nous a permis un bon gain de temps et un travail plus précis.

### 3) Diagrammes de Gant et plannings















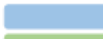

	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6	Semaine 7	Semaine 8
Commander toutes les pièces	 							
Faire le bilan et modéliser sur papier toutes les pièces en bois	 							
Fabriquer les pièces en bois								
Codage du moteur pas à pas								
Codage des parties contrôlables par Arduino				 				
Assemblage des pièces / Montage de la structure					 			
Familiarisation et Mise au point du logiciel de dessin						 		
Connexion Wi-Fi								
Esthétique du projet et derniers réglages								 

Tableau 1 : Planning prévisionnel






















	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5	Séance 6	Séance 7	Séance 8
Moteurs pas à pas								
Classes pour le programme		 						
Module Wifi		 	 					
Structure de base								
Dessin et Impression des pièces				 				
Fixation 2 premiers moteurs /axe X						 		
Programme & moteur seringue								
Fixation du dernier moteur / axe Y							 	
Assemblage								

Tableau 2 : Planning réel

rythme et avancer surtout comme nous pouvions le faire. La complexité de notre projet et la charge de travail que celui-ci nous demandé ont été assez sous-estimées. En effet, à la fin de ces huit semaines, nous nous sommes rendus-compte qu'il nous aurait fallu plus de temps, peut-être une meilleure organisation de notre part, mais également un délai plus long, car nous ne pouvions pas dédiés tout notre temps au projet et qu'ils étaient difficile pour



nous de nous réunir. Certaines tâches pouvaient être réalisées seul, mais il était préférable pour l'assemblage et pour certaines décisions et problèmes d'en discuter à deux plutôt que de faire chacun de notre côté c'est pourquoi, notre projet était quelque peu ralenti.

### III. La conclusion sur le projet

#### 1) La finalité du projet

Nous avons pu correctement envoyer les points sans aucun souci de transmission, et avec des coordonnées assez précises. Le module Wifi ne plantait pas et il était assez facile en quelques commandes AT de se connecter. Pour ce qui est des moteurs, ceux-ci peuvent se déplacer simplement sur les axes grâce aux crémaillères et roues dentées confectionnées, les problèmes de frottement ont pu être réglés grâce à plusieurs techniques (rails en aluminium, clou, encoches, thermocolle). Nous sommes actuellement capables de déplacer les moteurs de l'axe X en simultané sans grand soucis de frottements et également à un point fixe donné. Le troisième moteur est également capable de se déplacer en supportant tout le poids de la structure qui lui est accolé. Le quatrième moteur pour la poulie est également fonctionnel, le couple est assez important pour arriver à imposer assez de pression sur le fil malgré la présence de la pâte dans la seringue, ce qui était notre inquiétude principale. Nous arrivons à faire fonctionner correctement les 4 moteurs l'un après l'autre sans problème.

#### 2) Les problèmes et parties non traitées

Suite, à un problème sur le module Wi-Fi de dernière minute, que nous n'avons toujours pas à ce jour réglé, nous n'avons pas pu faire fonctionner l'ensemble de notre structure avec le déplacement des moteurs en fonction des points du dessin envoyés par Wi-Fi. De plus, nous n'avons pas pu régler le fonctionnement des 4 moteurs simultanément, car l'Arduino ne permet pas d'envoyer deux commandes en même temps. C'est pourquoi, nous sommes obligés de d'abord nous déplacer sur l'axe X, puis sur l'axe Y, puis de verser la pâte. Nous n'avons pas eu le temps de traiter le côté esthétique de la structure mais avons tout de même bien organisés les fils des branchements pour un côté visuel mais aussi pratique.

### IV. Conclusion générale

#### 1) Ce que le projet nous a apporté

Ce projet nous a permis à tous les deux de découvrir le travail en équipe. C'est quelque chose de très enrichissant, puisqu'auparavant on n'avait collaboré uniquement sur des TP de 3h, et non pas sur un projet d'une durée aussi conséquente. Cela nous a appris à nous documenter par nous-mêmes sur les composants électroniques. Il a aussi fallu anticiper, appréhender et surpasser toutes les difficultés techniques auxquelles nous avons été confrontés. Nous avons pu découvrir la programmation sur Arduino qui était nouveau pour nous où chaque erreur de montage ou de programmation pouvait nous coûter une pièce électronique et des heures de perdues. Il a donc fallu être davantage prudents. On avait ainsi parfois l'impression de travailler "à l'aveugle", sans vraiment savoir "ce qui se passait dans l'Arduino".

Pour la partie structure du projet, il n'y a rien eu de bien nouveau pour nous : perçage, vissage, découpage, collage... Il a cependant souvent fallu ré-adapter la structure lorsqu'elle présentait un problème ou ne répondait pas à nos attentes.

Enfin, et c'est peut-être l'apport le plus important, ce projet nous a fait collaborer avec d'autres groupes, avec des projets bien différents, et de s'entraider.

## 2) Les perspectives d'amélioration

La première amélioration possible serait d'arriver à un projet entièrement fonctionnel, et non pas un fonctionnement partiel comme jusqu'à présent.

Il serait aussi intéressant d'arriver à dessiner des formes plus précises, avec éventuellement plusieurs couches. On pourrait aussi avoir la possibilité de sauvegarder les dessins directement sur l'Arduino et non pas uniquement sur l'ordinateur comme jusqu'à présent.

Avoir une application smartphone dédiée au projet pourrait être plus ergonomique.

Pour l'instant, la méthode de connexion de l'ordinateur à l'Arduino est un peu archaïque (pas de DHCP sur la puce ESP8266), on pourrait améliorer cela.

Enfin, on pourrait améliorer la structure et l'alimentation, parce que le projet est peu esthétique puisque ce n'était pas notre priorité. Pour cela, il faut souder nos propres puces électroniques et revoir la structure.