

ALORS ON DANSE !

Table des matières

Introduction	1
I. Composants.....	1
II. Bilan Entrées/Sorties	2
III. Schéma du circuit.....	3
IV. Routage.....	5
V. Hypothèse de fonctionnement du tapis, principe de câblage, calcul théorique.....	6
VI. Présentation de la base de données pour les différents pas de danse	11
VII. Schéma représentatif du programme.....	12
VIII. Retour sur expérience	13

Introduction

Le projet « Alors, on danse ! » vise à offrir aux enfants une expérience ludique et éducative qui stimule leur créativité, leur coordination motrice et leur sens du rythme. Ce rapport présente le bilan des entrées et sorties (E/S) du système, essentiel pour une intégration harmonieuse des composants autour du microcontrôleur LPC1769.

La conception du schéma électrique avec KiCad et le routage du circuit imprimé ont été réalisés pour garantir la fiabilité du dispositif. Le document aborde également la base de données des pas de danse, le schéma représentatif du programme informatique et les défis techniques rencontrés, tout en soulignant les compétences acquises et les perspectives d'amélioration du projet.

I. Composants

Le microcontrôleur LPC1769, basé sur le cœur ARM Cortex-M3 joue un rôle central car il orchestre toutes les opérations de notre jeu. Il assure la gestion des tâches en temps réel, la communication avec les périphériques, et l'exécution du logiciel

1. Mémoire SST25F080B

La mémoire SST25F080B est une mémoire flash série de 8 Mbits utilisée pour le stockage non-volatile. Elle va stocker des données importantes telles que les musiques à jouer.

ALORS ON DANSE !

La SST25F080B utilise une interface SPI (Serial Peripheral Interface) pour communiquer avec le LPC1769. Cela permet un transfert rapide et fiable des données. Le microcontrôleur pourra lire et écrire des données dans la mémoire flash pour accéder aux ressources nécessaires pendant le jeu.

2. Codec Audio PCM1781

Le codec audio PCM1781 va servir à convertir les signaux audios numériques en signaux analogiques, qui seront ensuite amplifiés et diffusés par les haut-parleurs.

Le PCM1781 utilise une interface I2S (Inter-IC Sound) pour recevoir les données audios numériques du LPC1769. Il est fonctionné en 5V.

3. Amplificateur PAM8403D

Le PAM8403D est un amplificateur de classe D qui augmente la puissance des signaux audio analogiques provenant du codec PCM1781 pour les rendre audibles via les haut-parleurs.

L'amplificateur prend les signaux analogiques en entrée depuis le PCM1781 et les amplifie pour une sortie sonore suffisante pour les haut-parleurs. Son fonctionnement est aussi en 5V.

II. Bilan Entrées/Sorties

Dans le cadre du projet « Alors on danse », la partie analyse et définition des connexions entre le microcontrôleur LPC1769 et les divers périphériques associés a été l'une des plus essentielles. Cette section bilan E/S se consacre à la revue détaillée des interfaces matérielles, incluant la mémoire SST25F080B, le codec audio PCM1781, l'amplificateur PAM8403D et nos ADC entre autres.

Cette analyse nous a permis d'assurer les configurations à mettre en place pour permettre l'intégration harmonieuse de tous les composants autour du microcontrôleur LPC1769. Ainsi, tous nos choix de pins et de périphériques ont été justifiés et approuvés par le professeur.

Nous avons résumé ce bilan dans le tableau Excel suivant :

ALORS ON DANSE !

Vue	Point de vue			Nom signal	Point de vue	Point de vue
Schema bloc	Composant	Entrée/sortie PROC	Communication	Côté PROC	Cablage	Info embarqué
MODULE	SIGNAL	IN/OUT	PERIPHERIQUE	PIN NAME	PX.Y ou PIN	IT/Tache
MEMOIRE	SCK	out	SPI	SCK	P0.7	
	SSEL	out		SSEL	P0.6	
	MISO	in		MISO	P0.8	
	MOSI	out		MOSI	P0.9	
CODEC	FMT	out	I2S	GPIO	3.3V ou 5V	Tache
	DEMP0	out		GPIO	0V	Tache
	DEMP1	out		GPIO	0V	Tache
	Mute	out		GPIO	open	Tache
	SCK	out		TX_MCLK	P4.29	IT
	Data	out		I2STX_SDA	P2.13	IT
	BCK	out		I2STX_CLK	P2.11	IT
	LRCK	out		I2STX_WS	P2.12	IT
AUDIO SECOURS	Entrée ampli	out	DAC	AOUT	P0.26	IT
TAPIS		in	ADC	AD0.0	P0.23	
		in		AD0.1	P0.24	
		in		AD0.2	P0.25	
		in		AD0.3	P0.26	
		in		AD0.4	P1.30	

Figure 1: Bilan E/S

Dans un premier temps, nous avons définis pour chaque composant les signaux qui nous seraient utiles. Ensuite nous nous sommes basés sur la datasheet du LPC1769 pour repérer tous les noms de PIN associés à chaque composant et son périphérique de communication. Enfin, nous avons choisi le port correspondant à partir du schéma pinout du LPC1769.

III. Schéma du circuit

Dans la partie conception et implémentation, nous avons réalisé le schéma électrique du circuit. Ce schéma a été élaboré à l'aide de KiCad, un logiciel de conception de circuits imprimés. L'intérêt de réaliser ce schéma sur KiCad est d'avoir une vue d'ensemble claire et structurée de toutes les connexions entre les composants.

KiCad permet de gérer efficacement les bibliothèques de composants et leurs empreintes. Cela nous a permis de retrouver plus facilement les composants utilisés sur notre maquette, ou encore de créer nos propres empreintes.

ALORS ON DANSE !

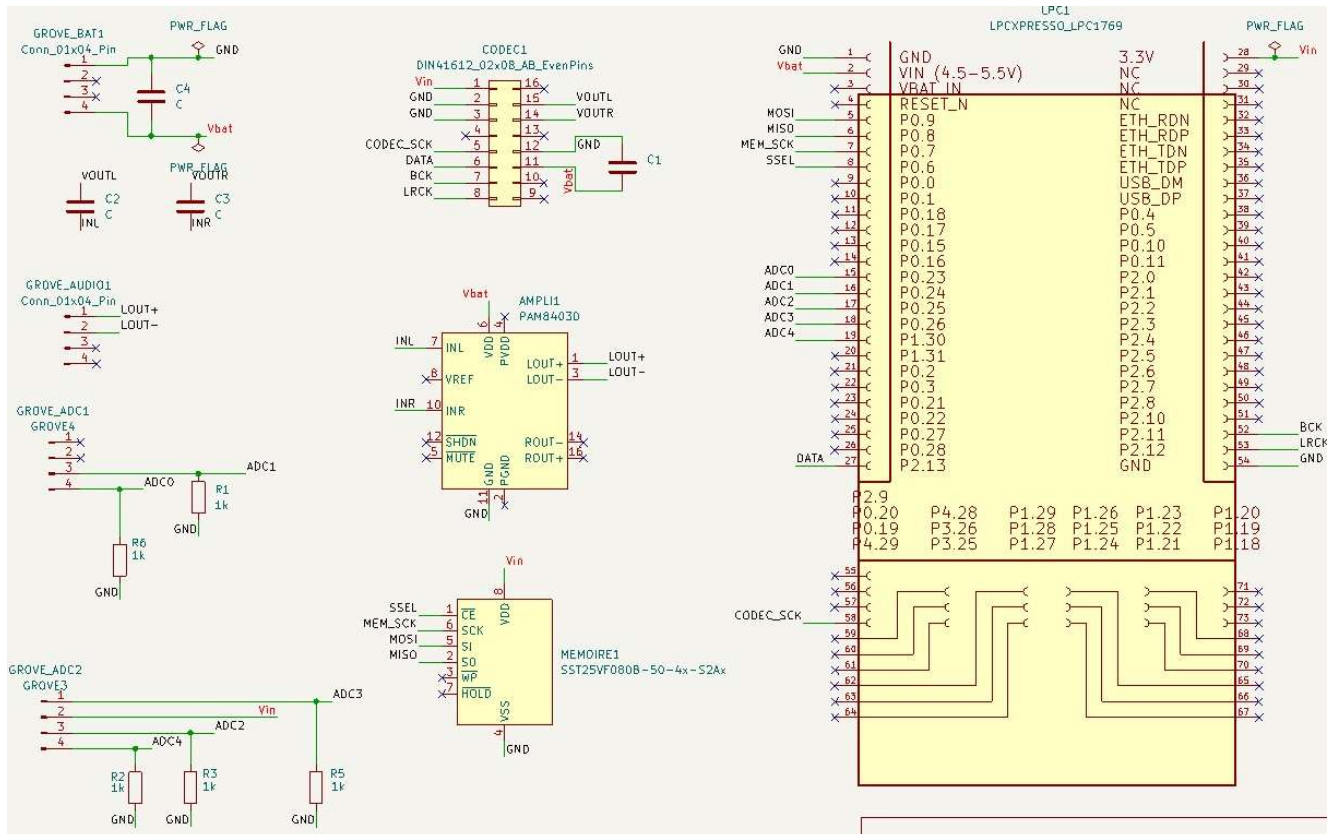


Figure 2: Schéma électrique

Nous avons donc placé toutes les entrées et sorties définies au préalable dans le tableau excel. En plus de ces composants principaux, le circuit comprend également plusieurs autres composants, tels que des résistances et des condensateurs.

- Quatre Groves ont été utilisés dont deux pour câbler les sorties ADC du tapis, un pour la sortie audio et un dernier pour câbler la batterie qui va alimenter le circuit en autonomie.
- Des condensateurs ont été placés entre l'alimentation et la masse et entre les sorties du CODEC et l'entrée de l'ampli dans le but de filtrer les bruits indésirables présents sur la ligne d'alimentation, qui pourraient autrement perturber le fonctionnement des composants.
- L'empreinte du CODEC a été réalisée par nous étudiants.

À la suite du placement des composants, nous avons pris le soin d'attribuer à chaque élément ses dimensions.

La conformité du schéma électrique a aussi été vérifiée grâce au test ERC.

Une fois le schéma validé, il est exporté pour le routage.

ALORS ON DANSE !

IV. Routage

Voici le routage du circuit imprimé que nous avons réalisé. Nous avons veillé à ce que les pistes soient assez larges (5mm) pour minimiser le risque de courts-circuits.

Le routage a été fait sur deux couches (supérieure et inférieure) afin de simplifier la conception.

Vous pourrez aussi remarquer la présence de plusieurs « via » pour permettre la connexion électrique d'un même fil sur les deux couches. En effet, pour une bonne harmonisation, nous avons cherché à souder tous les composants sur la même partie inférieure(B.Cu) du PCB. C'est pourquoi, pour les signaux routés sur la couche supérieure(F.Cu), nous avons fait le transfert vers la couche inférieure(B.Cu) par l'intermédiaire des « via ».

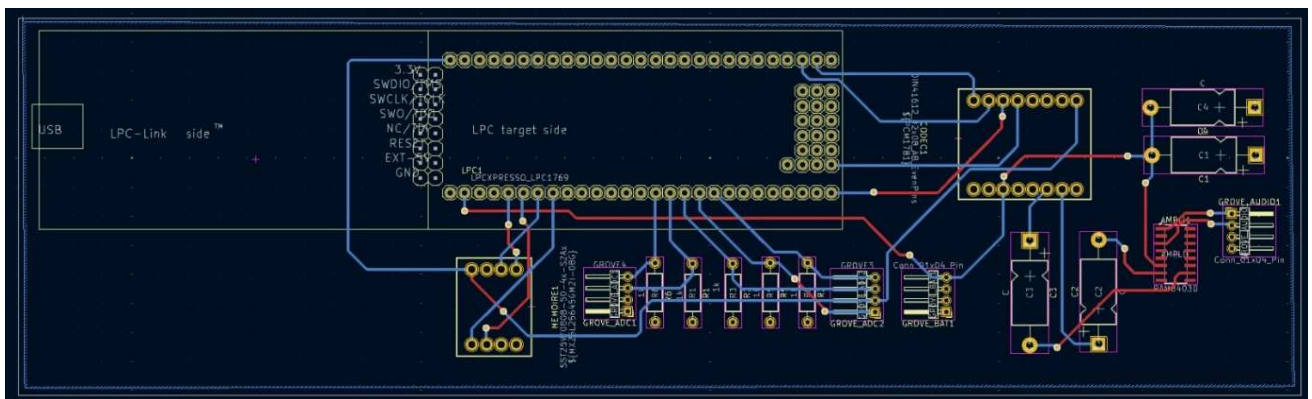


Figure 3: Routage

Nous avons tracé les limites du PCB avec un rectangle en *Edge.Cuts* pour pouvoir dessiner le plan de masse et le remplir sur les deux couches.

Enfin nous avons validé le tout avec le test DRC qui permet de contrôler les règles de conception.

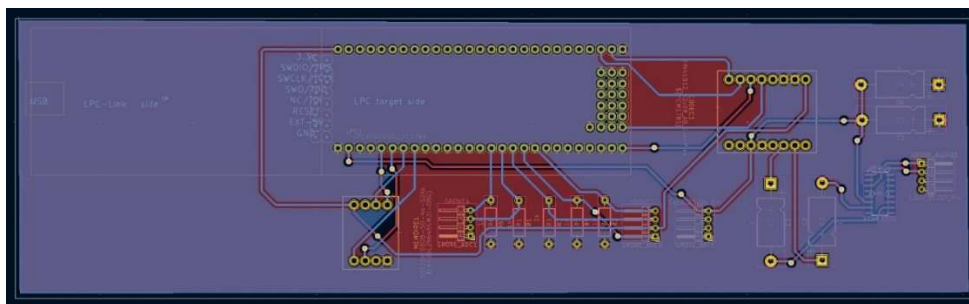


Figure 4: Plan de masse

ALORS ON DANSE !

V. Hypothèse de fonctionnement du tapis, principe de câblage, calcul théorique

- **Matériau piézorésistif**

Le Velostat est un matériau fin et flexible composé de polyéthylène chargé de noir de carbone. Cette composition lui confère la propriété de changer de résistance électrique lorsqu'il est soumis à une pression ou à une déformation mécanique.

- **Fonctionnement de base**

- Sans pression : Lorsque le Velostat n'est pas sous pression, il présente une certaine résistance électrique élevée.
- Avec pression : Lorsqu'une force est appliquée sur le Velostat, les particules de noir de carbone se rapprochent, réduisant les chemins de résistance et diminuant ainsi la résistance électrique globale du matériau.

- **Construction d'un tapis à résistance variable**

Pour réaliser un tapis à résistance variable, plusieurs couches et composants sont nécessaires :

- **Couches de Velostat** : Une ou plusieurs couches de Velostat sont placées dans la structure du **tapis**.
- **Électrodes** : Des feuilles ou des fils conducteurs sont disposés de part et d'autre du Velostat pour permettre la mesure de la résistance électrique. Les électrodes dans notre cas sont des feuilles d'aluminium.
- **Couches isolantes** : Pour éviter les courts-circuits et protéger les couches de Velostat et les électrodes, des couches isolantes peuvent être ajoutées.

- **Mesure de la résistance**

Un circuit de mesure est connecté aux électrodes. Lorsque quelqu'un marche sur le tapis, la pression appliquée sur le Velostat change sa résistance. Ce changement de résistance peut être mesuré à l'aide d'un ohmmètre ou d'un circuit électronique dédié.

- **Avantages et limitations**

- **Avantages** : Le Velostat est bon marché, flexible, facile à intégrer dans diverses formes et configurations, et sensible à de faibles variations de pression.
- **Limitations** : La précision de la mesure peut être affectée par des facteurs environnementaux tels que la température et l'humidité. De plus, la durabilité à long terme du matériau sous pression continue peut-être une considération importante.

ALORS ON DANSE !

Schéma Quadrillage Matrice XY

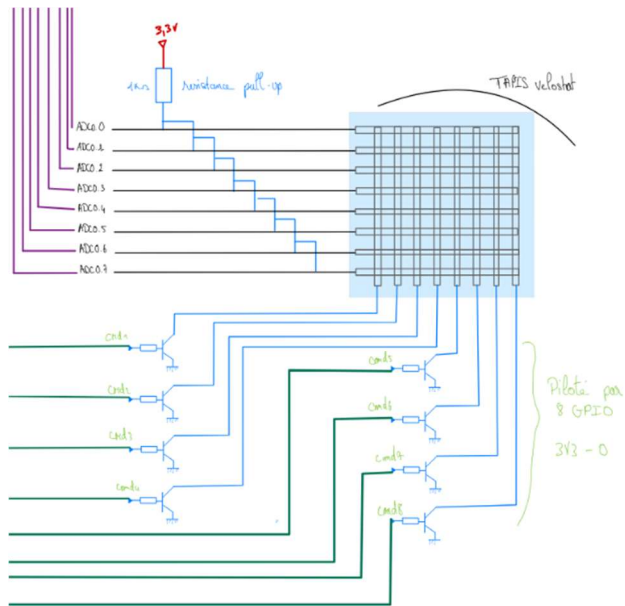
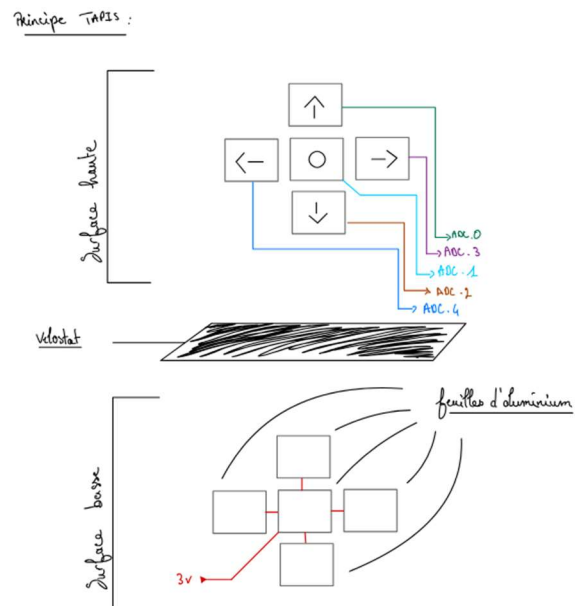
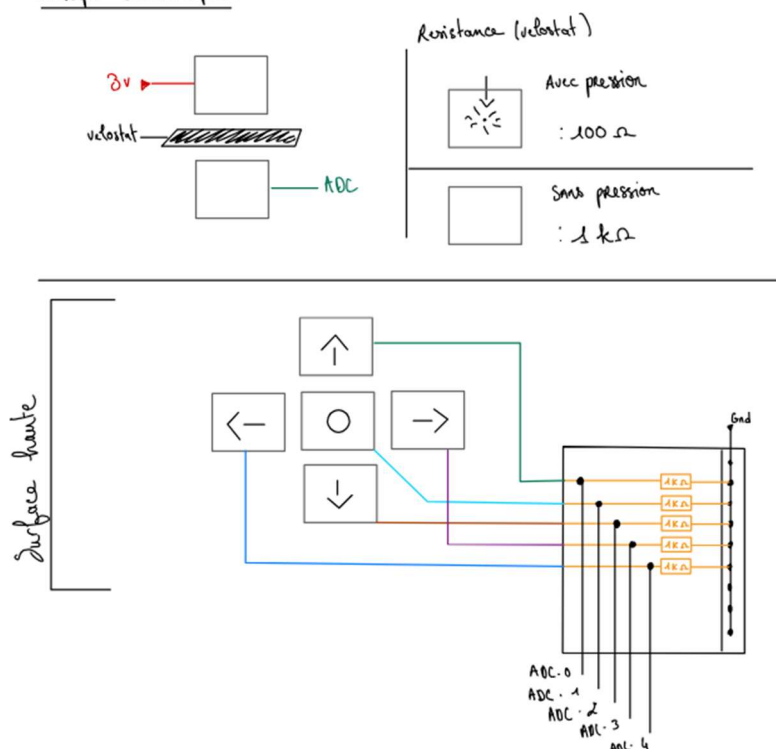


Schéma Carrés Individuels



ALORS ON DANSE !

Principe électronique :



Calcul (pont diviseur) :

Avec pression :

$$V_s = \frac{3V \times 100 \Omega}{100 \Omega + 1000 \Omega} = 3V$$

$V_s = V_{ADC}$

Sans pression :

$$V_s = \frac{3V \times 1000 \Omega}{100 \Omega + 1000 \Omega} = 3V \times \frac{1}{11} = 1,5V$$

$V_s = 1,5V$

Tableau Comparatif : Carrés Individuels vs Quadrillage Matrice XY

Critère	Carrés Individuels	Quadrillage Matrice XY
Construction	Chaque carré de Velostat est entre deux électrodes.	Lignes conductrices parallèles (X et Y) avec Velostat entre les couches.
Complexité de Câblage	Élevée : chaque carré nécessite son propre câblage.	Modérée : moins de câblage grâce au multiplexage des lignes X et Y.
Modularité	Très modulaire : facile à remplacer ou à ajouter des carrés.	Moins modulaire : changement d'une zone nécessite modification de lignes.
Résolution	Dépend de la taille des carrés ; haute résolution possible.	Haute résolution possible selon l'espacement des lignes.

ALORS ON DANSE !

Précision de Détection	Haute précision car chaque carré est isolé.	Précision dépendante du nombre de lignes et de l'espacement.
Isolation des Signaux	Excellente : chaque carré est isolé des autres.	Modérée : risque de cross-talk si mal isolé.
Coût	Moins élevé : partage des conducteurs sur deux axes	Potentiellement élevé à cause de la multiplication des composants.
Facilité de Fabrication	Complexe : nombreux composants à assembler.	Relativement simple : moins de composants individuels.
Maintenance	Facile : remplacement simple de carrés individuels.	Moins facile : nécessite parfois modifications globales.
Gestion des Données	Très simplifié : nécessite un système de pont diviseur	Simplifié : gestion des données par multiplexage des lignes X et Y.
Applications Types	Tapis de danse interactif, interfaces de contrôle sensibles à la pression.	Claviers capacitifs, écrans tactiles, tapis de détection de pas.
Durabilité	Bonne : chaque carré peut être renforcé individuellement.	Bonne : le système peut être renforcé par des couches protectrices.

La solution qui a été choisie finalement choisie est le tapis avec **les carrés individuels**.

ALORS ON DANSE !

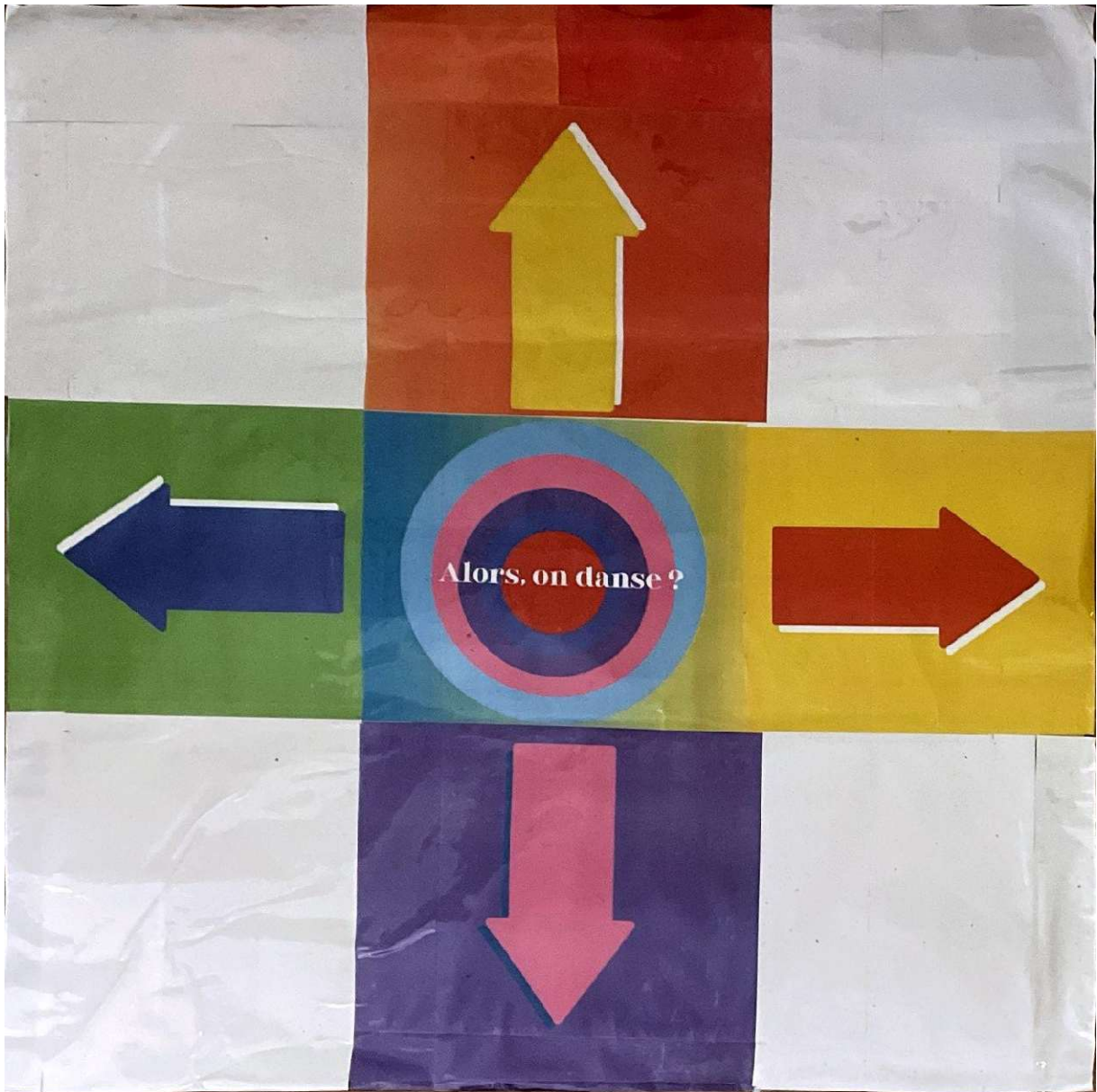


Figure 5: Tapis réalisé

GELLIS ALEXANDRE

<https://github.com/InGELLIS>

<https://www.linkedin.com/in/alexandre-gellis/>

ALORS ON DANSE !

VI. Présentation de la base de données pour les différents pas de danse



Figure 6: Lien vers vidéo

Voir([Bases de données_Pas.xlsx](#))

Cette base de données regroupe les différents pas de danse présentés dans la vidéo. Elle détaille chaque mouvement selon sa direction (gauche, milieu, droite, devant) et inclut des séquences répétitives spécifiques comme "D&G en même temps" et "milieu x16". Cette structure permet de suivre facilement la chorégraphie et de comprendre l'enchaînement des pas.

GELLIS ALEXANDRE

<https://github.com/InGELLIS>

<https://www.linkedin.com/in/alexandre-gellis/>

ALORS ON DANSE !

VII. Schéma représentatif du programme

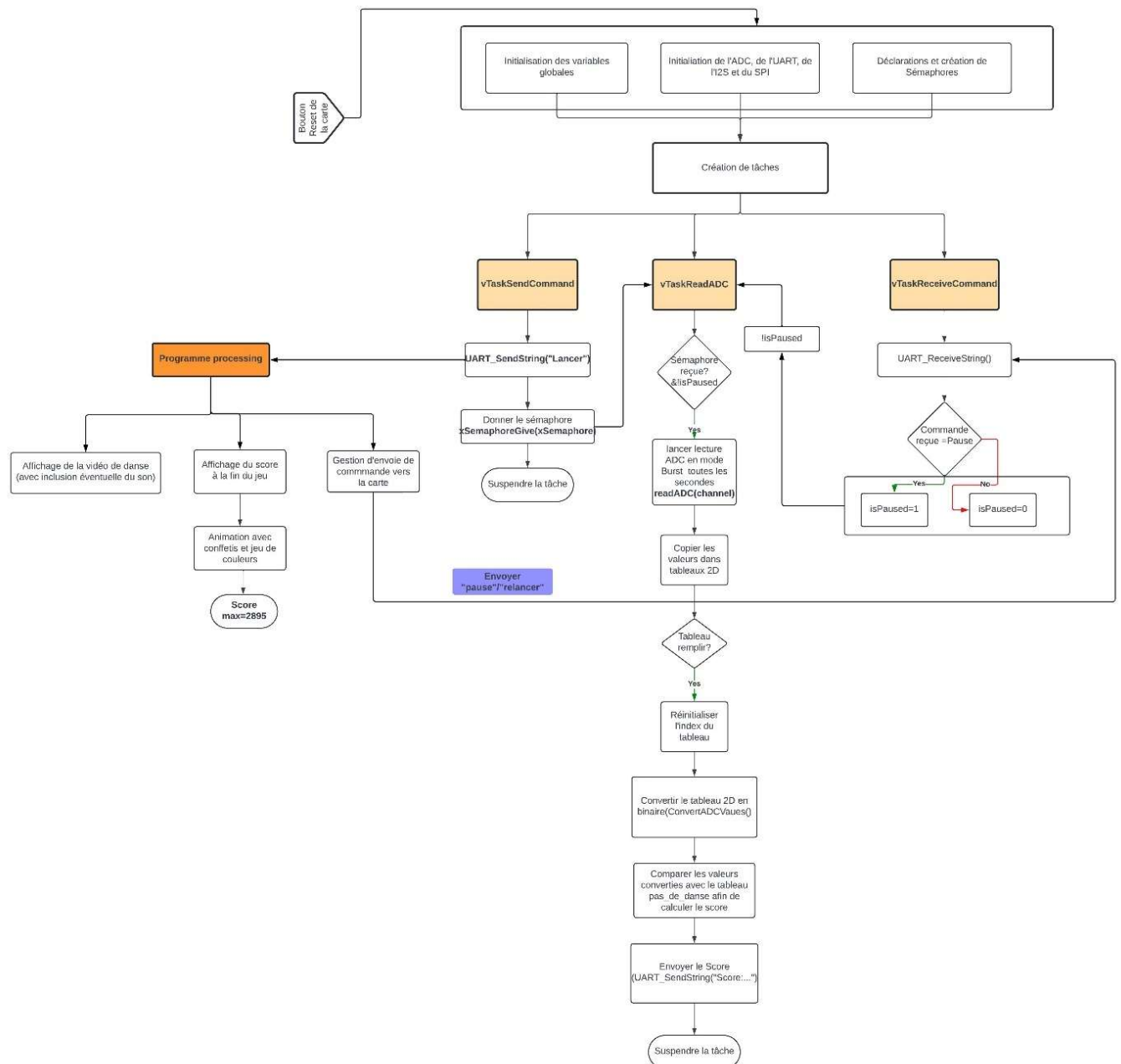


Figure 7: Schéma du programme

ALORS ON DANSE !

VIII. Retour sur expérience

Au cours de la réalisation du projet « Alors On Danse ! », nous avons rencontré plusieurs défis et opportunités d'apprentissage. Le développement du système de détection des mouvements et l'intégration des capteurs ont nécessité une collaboration étroite entre les membres de l'équipe. Nous avons réussi à créer une base de données de pas de danse, ainsi qu'un tapis interactif fonctionnel.

Cependant, le temps imparti ne nous a pas permis de développer certaines fonctionnalités souhaitées, telles que l'ajout de plusieurs morceaux de musique et l'intégration d'un bracelet capteur de position pour une détection plus précise des mouvements. Ces améliorations restent des objectifs futurs pour optimiser l'expérience utilisateur.

En résumé, ce projet nous a permis de développer des compétences techniques en électronique et en programmation FreeRTOS, tout en nous familiarisant avec la gestion de projet et la coordination d'équipe. Nous envisageons d'améliorer ce projet en ajoutant davantage de fonctionnalités interactives et en optimisant les systèmes existants pour offrir une expérience encore plus enrichissante aux utilisateurs.