

CY IUT – GEII Neuville

# Cahier des charges de projet

Projet SYMPHONIE

Document rédigé par : « Martin Simon, Touradou KANE &  
KANIA Augustin »

Version : 1.2 – 09/02/2025

## 1. Table des matières

1.	Table des matières .....	1
2.	Contexte du projet .....	2
2.1.	Situation et description .....	2
2.2.	Enjeux .....	2
2.3.	Études déjà effectuées OU sur des sujets voisins ET suites prévues .....	2
2.4.	Objectifs du projet .....	2
2.5.	Travaux à réaliser .....	3
2.6.	Caractère de confidentialité .....	4
3.	Énoncé du besoin .....	4
4.	Exigences fonctionnelles .....	6
5.	Contraintes .....	6
6.	Analyse fonctionnelle technique .....	7
6.1.	Identification des fonctions techniques .....	7
6.2.	Analyse descendante .....	9
7.	Critères de Validation .....	11

## 2. Contexte du projet

### 2.1. Situation et description

Dans le cadre des journées portes ouvertes de l'IUT de Neuville-sur-Oise, la section BUT GEI (Génie Électrique et Informatique Industrielle) cherche à mettre en valeur son parcours Électronique et Systèmes Embarqués (ESE) à travers un projet innovant et attractif. Chaque année, les enseignants sollicitent les étudiants pour concevoir une démonstration technique illustrant les compétences développées dans cette formation.

Pour l'édition 2024-2025, les étudiants de troisième année ont été chargés de concevoir un orchestrion, un ensemble d'instruments de musique automatisés fonctionnant grâce à l'électronique et aux systèmes embarqués.

Le groupe composé d'Augustin Kania, Touradou Kane et Simon Martin a choisi de réaliser un clavier numérique multifonction, capable d'être joué manuellement ou en mode autonome grâce à l'intégration de technologies avancées. Ce projet mettra en avant les compétences des étudiants en électronique, en programmation embarquée et en conception de systèmes interactifs.

### 2.2. Enjeux

L'instrument doit capter la curiosité des visiteurs tout en mettant en valeur l'intérêt et les applications de l'option ESE. L'objectif est de démontrer de manière claire et engageante comment les technologies embarquées peuvent être utilisées dans des projets innovants et pratiques.

### 2.3. Études déjà effectuées OU sur des sujets voisins ET suites prévues

Nous allons voir les instruments et documents technique qui ont été fait l'année dernière pour voir quelles sont les choses à faire et à ne pas faire.

### 2.4. Objectifs du projet

L'objectif principal du projet est de concevoir un prototype interactif et fonctionnel pour promouvoir le parcours ESE auprès des futurs étudiants lors des portes ouvertes de l'IUT.

#### **Objectifs spécifiques :**

- Concevoir un instrument capable d'être joué manuellement ou automatiquement grâce à l'intégration de technologies embarquées.
- Créer une application visuellement attractive et facile d'utilisation pour capter l'attention des visiteurs.
- Mettre en avant les applications concrètes des compétences enseignées dans le parcours ESE.
- Respecter les contraintes de budget, de temps et de faisabilité technique.

#### **Indicateurs de réussite :**

- Le prototype fonctionne correctement et répond aux attentes du client.

- Les visiteurs interagissent avec le dispositif et s'intéressent au parcours ESE grâce à sa démonstration.

Voici ci-dessous un schéma bête à corne :

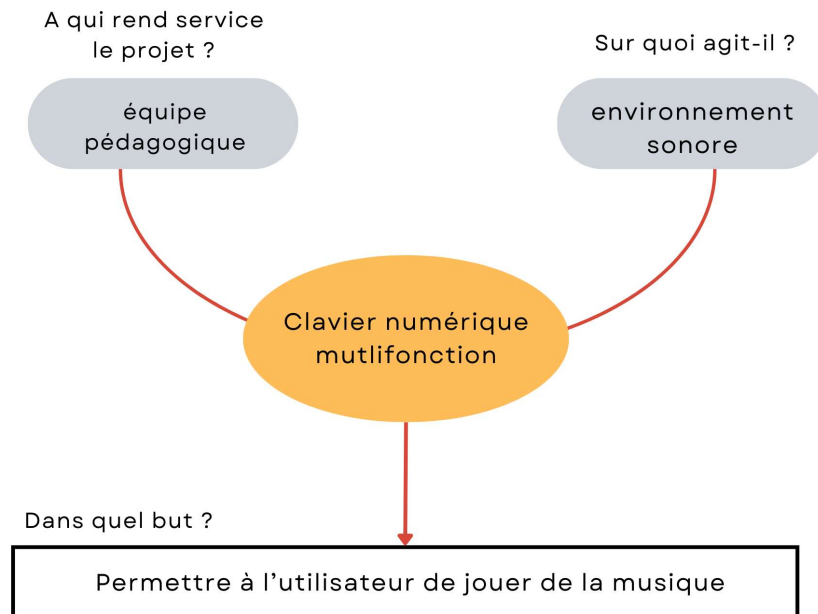


Figure 1 - schéma bête à corne

## 2.5. Travaux à réaliser

Le client demande un prototype répondant aux spécifications suivantes :

### 1. Réalisation physique :

- Mise en œuvre d'un principe physique impliquant **lumière, son, ou mouvement**.
- Le prototype doit être un minimum esthétique et permettra une interaction physique avec les utilisateurs.

### 2. Réalisation électronique analogique :

- Intégration de composants analogiques tels que **capteurs, amplificateurs et émetteurs**.
- Ces éléments doivent permettre de collecter des données et d'interagir avec l'environnement physique du prototype.

### 3. Réalisation électronique numérique embarquée :

- Utilisation d'une carte microcontrôleur (dans notre cas, nous utiliserons une ESP32) pour gérer les entrées/sorties (I/O).

- Programmation et intégration permettant le traitement des données collectées par les capteurs et le pilotage des haut-parleurs.

#### 4. Documentation technique :

- Fourniture d'un dossier technique complet comprenant :
  - o Les documents utilisés lors de la **conception** (schémas, plans, codes, etc.).
  - o Les détails relatifs à l'**intégration** des différents éléments.
  - o Les procédures de **vérification** du bon fonctionnement du prototype.
  - o Les instructions pour la **maintenance** future du dispositif.

### 2.6. Caractère de confidentialité

Notre instrument n'a pas pour but d'être confidentiel, au contraire nous serons totalement transparents lors de sa conception.

## 3. Énoncé du besoin

Comme dit dans le contexte, l'équipe pédagogique de l'IUT de Neuville, souhaite disposer d'un **prototype interactif et attractif** pour promouvoir notre parcours ESE lors des portes ouvertes. Ce dispositif devra :

1. **Démontrer les compétences techniques** des étudiants en électronique analogique et numérique embarquée.
2. **Illustrer concrètement les savoirs enseignés** dans le cadre du parcours ESE.
3. **Attirer l'attention des visiteurs**, les inciter à interagir avec le prototype et s'intéresser au domaine de l'électronique embarquée.

Le prototype doit répondre aux attentes suivantes :

- Intégrer des technologies modernes d'électronique embarquée (microcontrôleurs, capteurs, haut-parleurs,).
- Être **robuste**, facile à manipuler et visuellement attractif.
- Être accompagné d'une documentation technique complète pour garantir sa maintenance et une éventuelle reproduction.

En s'appuyant du la description général du « clavier numérique multifonction » et le cahier des charges du client, les interacteurs sont identifiés. Ce qui permet de réaliser le diagramme suivant :

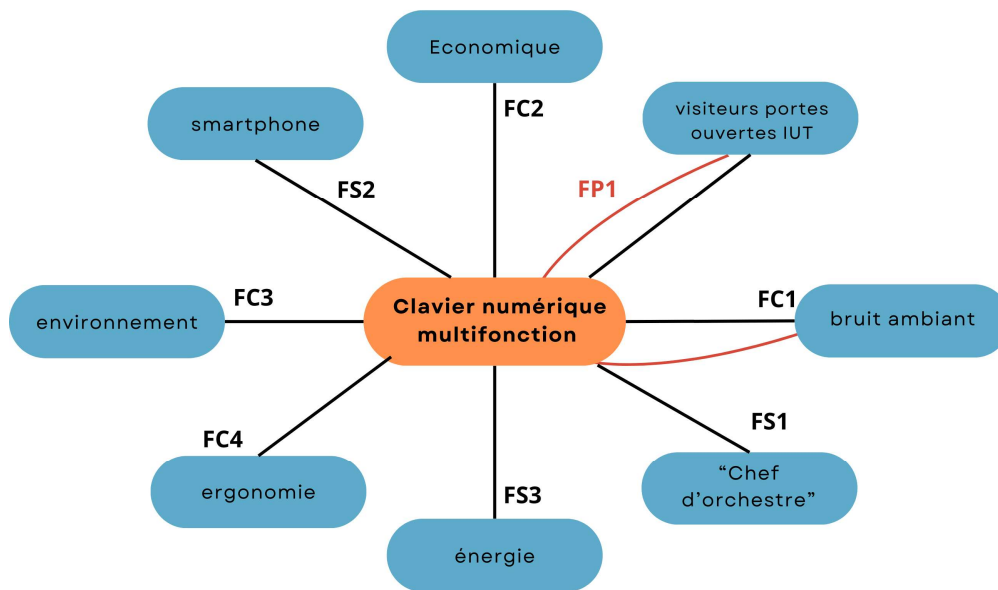


Figure 2 - schéma pieuvre

FP : Fonction Principale

FC : Fonction Contrainte

FS : Fonction Secondaire

Ce diagramme est inspiré de la méthode APTE . Les interacteurs sont reliés par différentes fonctions : une fonction principale, des fonctions de contrainte et des fonctions secondaires.

**Fonctions principales (FP)** : permettre à l'utilisateur de jouer de la musique « manuellement » en appuyant sur les touches du clavier pour émettre des sons.

**Fonction secondaire FS1** : permettre à l'utilisateur de faire jouer de la musique de manière « automatique » à l' instrument en envoyant un fichier musical depuis une interface externe en MIDI.

**Fonction secondaire FS2** : permettre à l'utilisateur de jouer de la musique de façon « semi-automatique » en commandant le clavier à distance depuis une application smartphone.

**Fonction secondaire FS3** : permettre à l'utilisateur de configurer les sonorités du clavier en sélectionnant différentes banques de son depuis une application smartphone.

**Fonction secondaire FS4** : permettre à l'utilisateur d'utiliser l'instrument sur batterie pendant au moins une heure et de la recharger en continuant à l'utiliser.

Plusieurs fonctions de contraintes ont été identifiées : économique, environnementale, ergonomique et aussi en termes de bruit ambiant.

**Fonction de contrainte FC1** : le son de l'instrument devra être suffisamment puissant pour être audible malgré un environnement sonore chargé.

**Fonction de contrainte FC2** : L'instrument doit être ergonomique, facile à déplacer et agréable d'utilisation.

Fonction de contrainte FC3 : Le projet doit s'inscrire dans une démarche de développement durable, il est impératif d'utiliser un maximum de matériaux de récupération stockés à l'IUT. De plus réalisation de doit être ergonomique.

## 4. Exigences fonctionnelles

Pour mieux déterminer le besoin du client et y apporter des solutions adaptées. Les exigences et les contraintes du cahier des charges donnée par les enseignants de l'IUT ont été reformulées par le groupe d'étudiant.

L'objectif de ce projet est de réaliser un prototype fonctionnel d'un instrument de musique comprenant au moins un octave et intégrant plusieurs modes de fonctionnement.

Exigences du cahier des charges :

L'instrument doit intégrer plusieurs modes de fonctionnement :

**Mode manuel** – L'instrument doit pouvoir être joué par un instrumentiste

**Mode semi-automatique**- L'instrument doit pouvoir être commandé pour pouvoir jouer de la musique à distance

**Mode automatique**- L'instrument doit pouvoir jouer un morceau de musique seul sous la direction d'un « chef d'orchestre ». Le chef d'orchestre est un appareil électronique chargé de communiquer à l'instrument les note de musique à jouer.

Le système doit pouvoir être synchronisé sur une horloge analogique ou numérique. Cette exigence a un lien avec la commande du chef d'orchestre. Pour faire communiquer l'instrument avec le chef d'orchestre, il faut que les deux dispositifs soient synchronisés sur une même horloge. C'est cette logique qui est utilisée dans le protocole de communication midi.

Le système doit pouvoir être autonome en énergie.

A partir de cette exigence, on peut déduire que l'instrument devra être transportable : il faut qu'il puisse fonctionner sur une batterie d'autonomie suffisante pour y jouer n'importe où.

## 5. Contraintes

La conception du clavier numérique multifonction doit répondre à plusieurs exigences techniques, pédagogiques et matérielles. Ces contraintes ont été définies à la suite de divers échanges et doivent être respectées tout au long du projet.

### 1. Contraintes techniques

- Qualité sonore : Le son produit doit être clair et fidèle, avec un minimum de latence et de distorsion.
- Précision et réactivité : Les touches doivent offrir une réponse rapide et précise pour une expérience de jeu fluide.
- Ergonomie et transportabilité : L'instrument doit être compact et facilement transportable pour une utilisation lors des journées portes ouvertes.

### 2. Contraintes pédagogiques et temporelles

- Respect des normes électriques : Le système doit être conforme à la norme NFC 15-100, garantissant la sécurité des installations électriques.
- Temps de réalisation : Le projet doit être conçu et finalisé en 85 heures, réparties sur les séances de SAE, avec une échéance fixée à mars 2025.

### 3. Contraintes matérielles et budgétaires

- Budget limité : un budget de 200 € est allouée pour l'achat de matériel.
- Utilisation des ressources existantes : Pour minimiser les coûts, il est essentiel d'exploiter les composants et équipements déjà disponibles à l'IUT.
- Approche écoresponsable : La conception doit s'inscrire dans une démarche de développement durable, favorisant le réemploi et le recyclage du matériel.

Ces contraintes exigent une gestion rigoureuse des ressources et une approche ingénieuse pour concevoir un instrument performant tout en respectant les limites imposées.

## 6. Analyse fonctionnelle technique

### 6.1. Identification des fonctions techniques

A partir des fonctions définies précédemment, du cahier des charges et de la définition générale du « clavier numérique multifonction » voulu par le groupe. Un diagramme FAST a été réalisé.

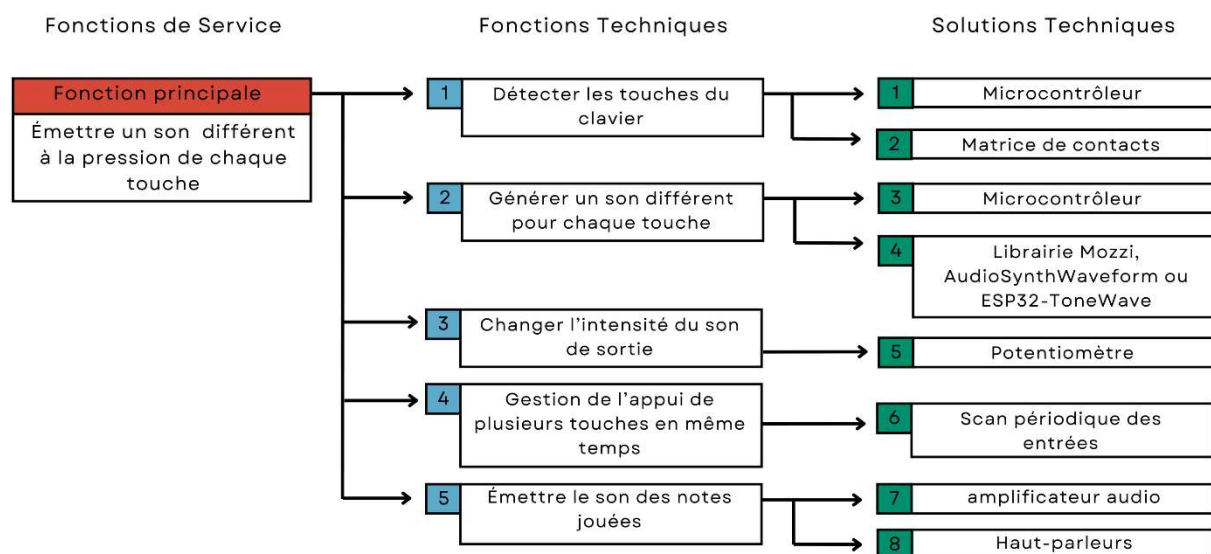


Figure 3- fonction principale



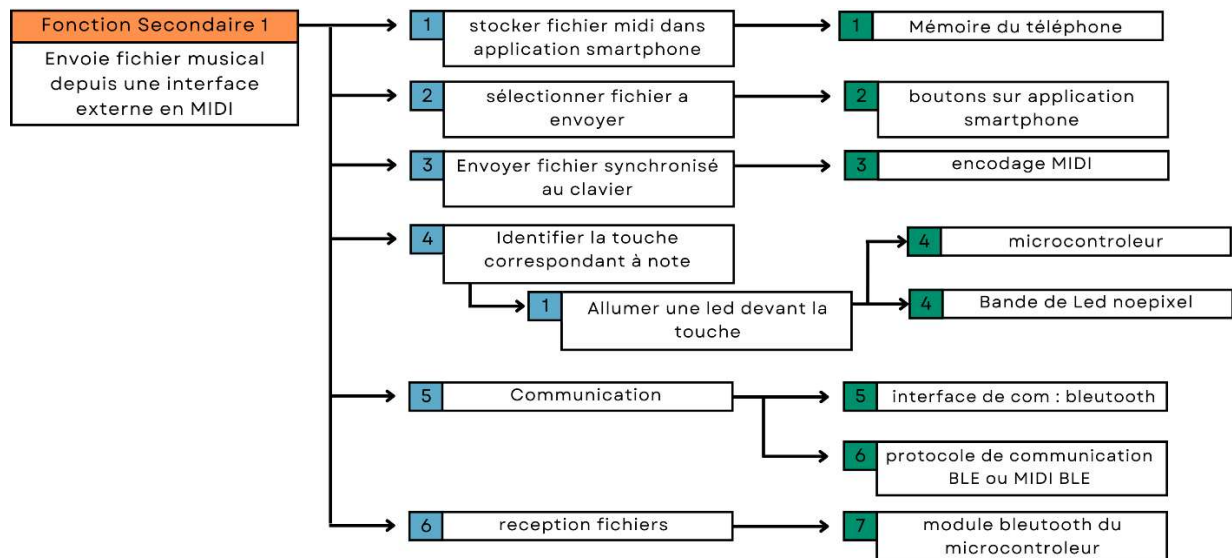


Figure 4 - fonction secondaire 1

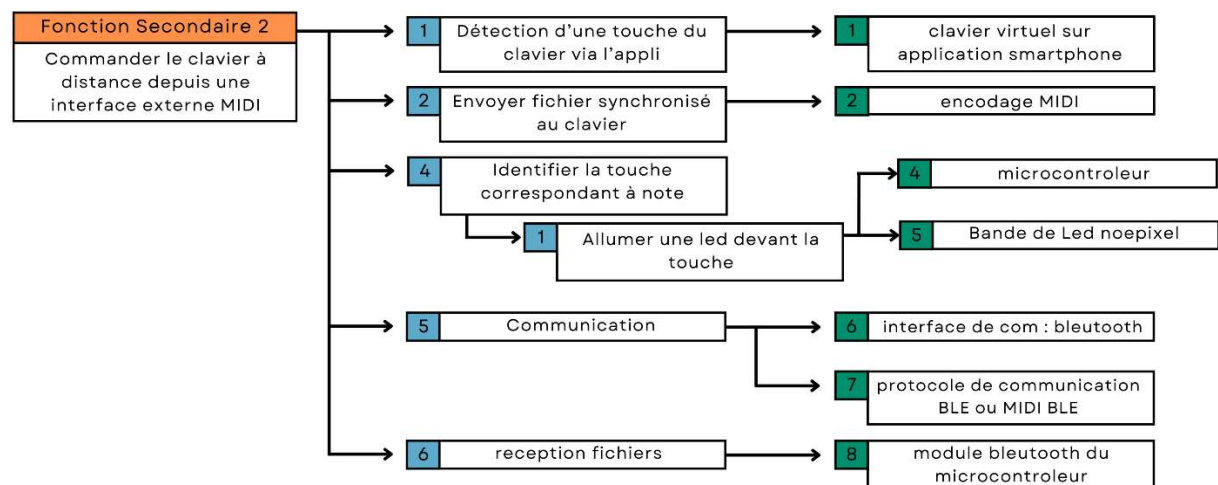


Figure 5 - fonction secondaire 2

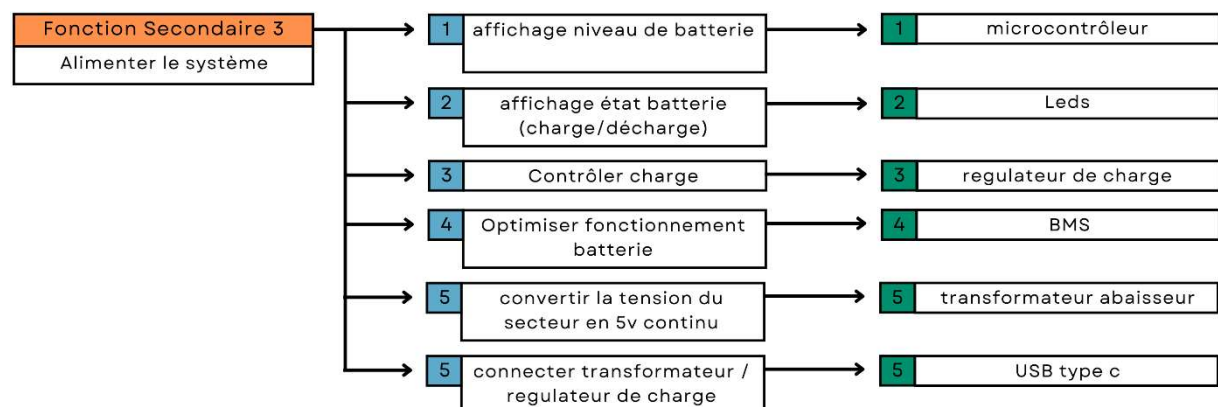
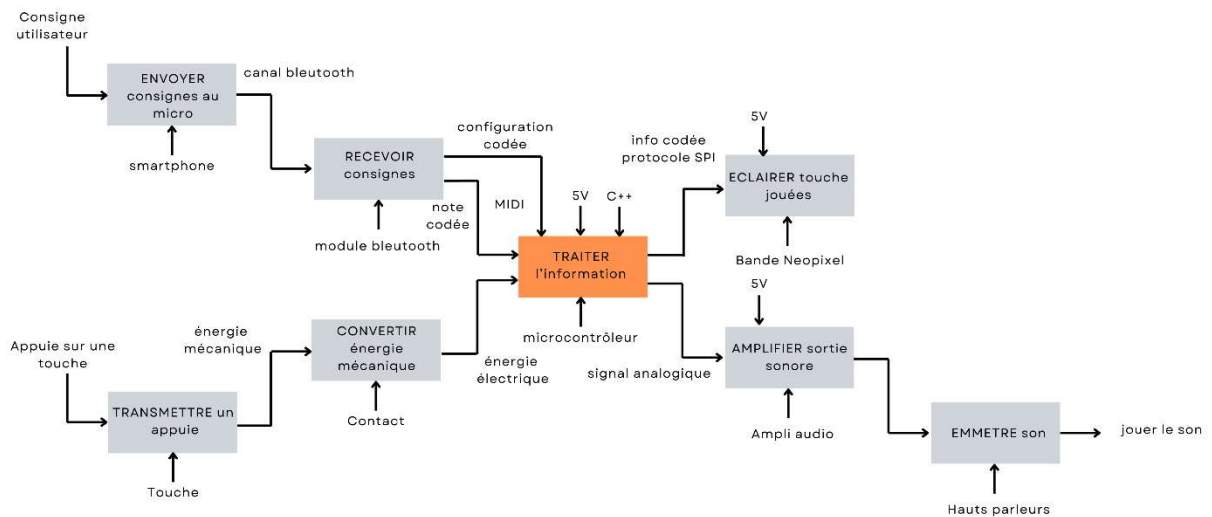


Figure 6 - fonction secondaire 3



## 6.2. Analyse descendante

Pour finaliser l'analyse fonctionnel technique, la méthode SADT (Structure Analysis and Design Technic) est utilisée. Cela met en évidence l'interactions entre les différents sous systèmes



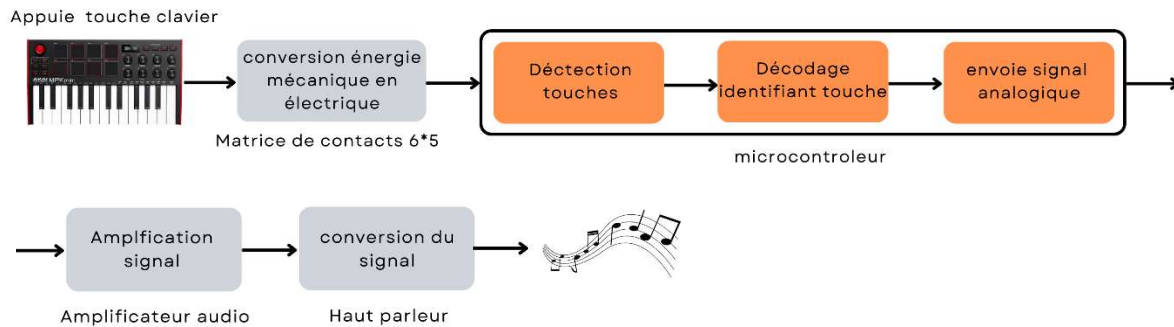
Le Diagramme met en avant 7 sous-systèmes :

- Application smartphone
- Touches du clavier physique
- contact des touches
- amplificateur audio et hauts parleurs
- Bande néopixel
- Microcontrôleur
- Système d'alimentation

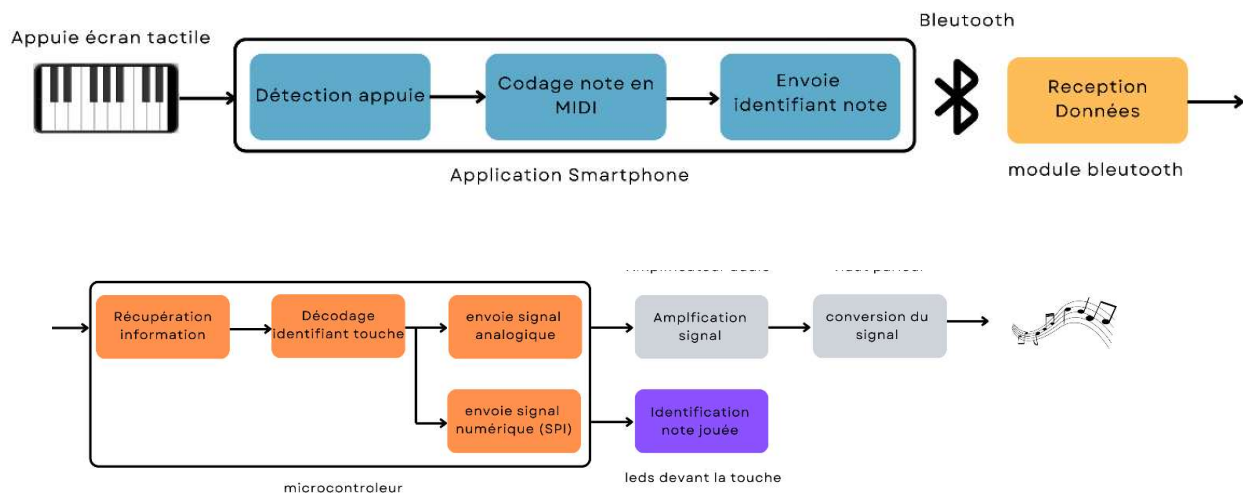
## Description du fonctionnement du système

Pour préciser les interactions entre les différentes composantes du système selon chaque mode de fonctionnement de l'instrument, voici des schémas complémentaires.

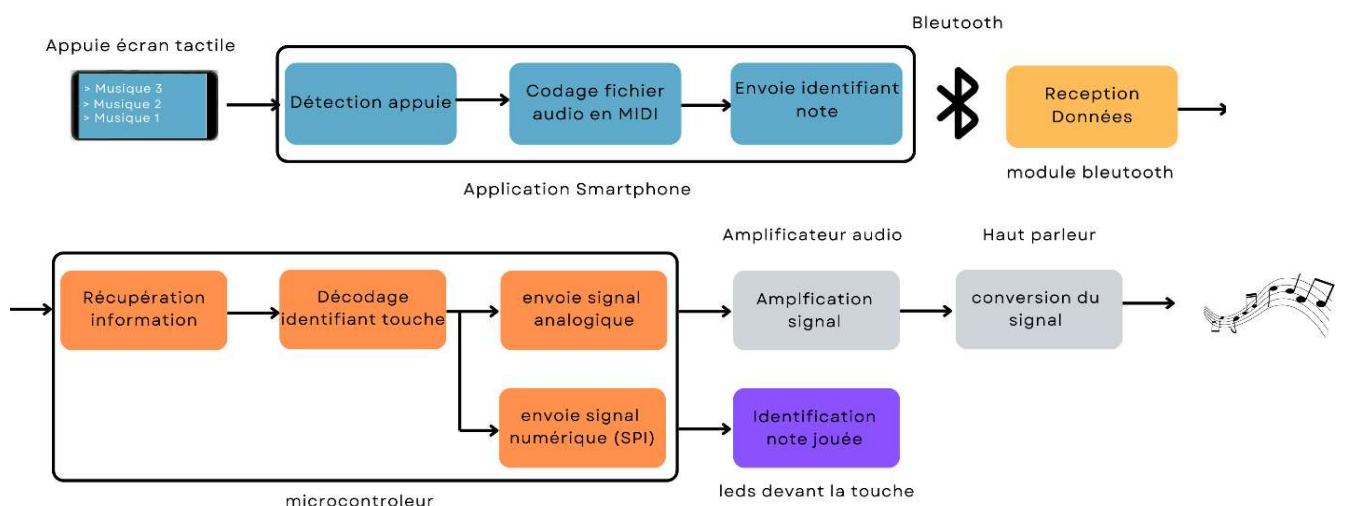
1-Mode manuel : émission d'un son différent à la pression de chaque touche par l'utilisateur.



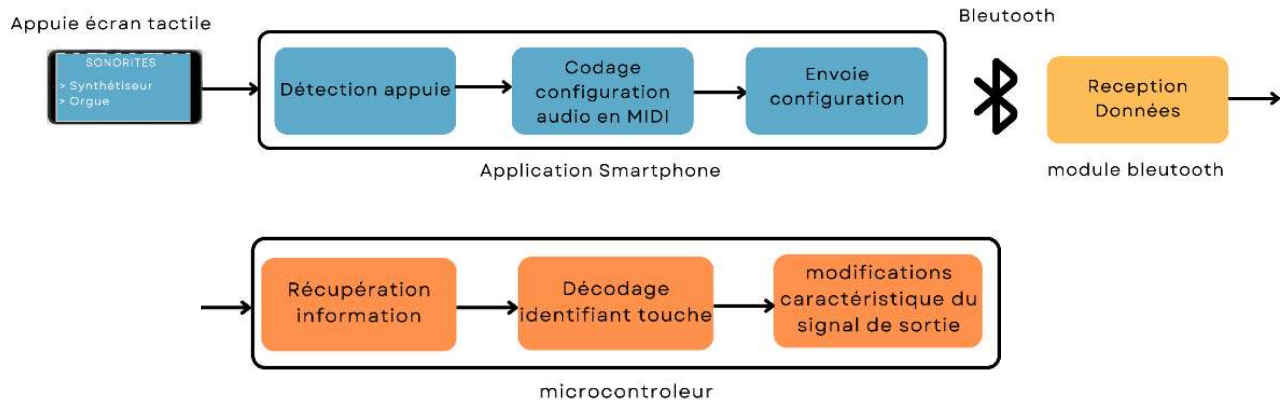
2- Mode semi-automatique : Commander le clavier à distance depuis une application smartphone



3- Mode automatique : envoi d'un fichier musical depuis une interface externe en MIDI



4- Mode configuration : sélectionner différentes banques de son depuis une application smartphone.



## 7. Critères de Validation

Les enseignants du BUT GEII ont demandés aux étudiants de troisième année de réaliser un instrument de musique. Les réalisations des étudiants seront mises en avant lors de portes ouvertes de l'IUT.

Après avoir analysé et développées les exigences exprimées par les enseignants, le groupe constitué de Touradou, Augustin et Simon a décidé de réaliser un « clavier numérique multifonction ».

En exploitant plusieurs outils de gestion de projet, le groupe d'étudiant est parvenu à déterminer le fonctionnement du système et les solutions techniques à utiliser afin de répondre au mieux aux exigences.