

Cahier des charges de projet

Projet : Clavier Numérique multifonction

Rédigé par

Simon **MARTIN**

Touradou **KANE**

Augustin **KANIA**



Table des matières

Table des figures.....	3
Avant-propos	4
1- Analyse du besoin	5
1.1 Situation et Description	5
1.2 Exigences fonctionnelles	5
1.4 Nature des prestations demandées	6
1.5 Choix du type d'instrument de musique	6
1.6 Études déjà effectuées OU sur des sujets voisins ET suites prévues	6
1.6 Objectifs du projet	7
1.6.1. Nature des prestations demandées	7
2- Énoncé du besoin	8
3- Analyse fonctionnelle technique	9
3.1 Identification des fonctions techniques	9
3.2 Analyse descendante	11
4. Contraintes	13
5. Lien inter-projets	14

Table des figures

Figure 1 Diagramme bête à corne	7
Figure 2 Diagramme des interacteurs	8
Figure 3- fonction principale	9
Figure 4 - fonction secondaire 1	10
Figure 5 - fonction secondaire 2	10
Figure 6 - fonction secondaire 3	10
Figure 7 - fonction secondaire 4	11
Figure 8 Diagramme SADT – présentation globale du système	11

Avant-propos

Le présent cahier des charges (cdc) vise à formaliser les besoins, contraintes et objectifs du projet SYMPHONIE, réalisé dans le cadre du BUT GEII – option Électronique et Systèmes Embarqués (ESE).

Ce document a pour objectif de cadrer la conception notre clavier numérique multifonction, en définissant précisément :

- Le contexte du projet et ses enjeux pédagogiques.
- Les besoins et exigences fonctionnelles de l'instrument.
- Les choix technologiques retenus pour sa réalisation.
- Les contraintes techniques, budgétaires et temporelles à respecter.

Ceci servira de base durant le projet afin que la réalisation soit la plus attendue possible et facilité par la suite l'intégration clavier au sein de l'orchestron.

Ce document détaillera l'ensemble des exigences fonctionnelles et techniques, ainsi que les choix de conception permettant d'assurer la réussite de notre projet.

1- Analyse du besoin

1.1 Situation et Description

Chaque année, la section BUT GEII de l'IUT de Neuville-sur-Oise organise ses portes ouvertes, afin de promouvoir la formation auprès des futurs étudiants. Pour illustrer les compétences enseignées en électronique et systèmes embarqués, les enseignants ont proposé aux étudiants de troisième année de concevoir un orchestrion, un ensemble d'instruments de musique automatisés.

Notre groupe, composé de Simon MARTIN, Augustin KANIA et Touradou KANE, a choisi de développer un clavier numérique multifonction, conçu pour être interactif et autonome.

Ce clavier sera composé de 24 touches, permettant de jouer des sons sur une plage de trois octaves complètes. En plus de cela, l'utilisateur aura accès à un piano digitale depuis une application indépendante. Il pourra jouer à distance à notre piano physique mais en appuyant sur les touches de son téléphone ou autres appareils mobiles. L'application mobile proposera des mélodies à jouer ou à entendre, ce qui le rendra autonome.

1.2 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 une 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 notes 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.

1.4 Nature des prestations demandées

Le client, ici l'IUT demande de concevoir le prototype d'un instrument de musique. Implanter le système conçu, mettre en œuvre une procédure de vérification du système mais aussi créer une procédure de maintenance de l'instrument.

1.5 Choix du type d'instrument de musique

Pour développer la suite du cahier des charges, le groupe a été obligé de faire des choix dans la réalisation du projet : il a fallu déterminer type d'instrument de musique et son fonctionnement général.

Le groupe a décidé de réaliser un « clavier numérique multifonction ». Ce sera un clavier numérique connecté à un smartphone. Le smartphone sera l'interface permettant de réaliser les différentes fonctions du cahier de charges.

Le groupe souhaite également ajouter une exigence pour rendre l'instrument exploitable : la possibilité de modifier les sonorités jouées.

1.6 Études déjà effectuées OU sur des sujets voisins ET suites prévues

Tout au long de notre formation en BUT GEII, nous avons réalisé **plusieurs projets** qui nous ont permis d'acquérir des compétences en électronique, programmation embarquée et conception de systèmes automatisés. Ces expériences constituent une base solide sur laquelle nous pouvons nous appuyer pour la réalisation de notre clavier numérique multifonction.

Dès les premiers semestres, nous avons été amenés à travailler sur des systèmes électroniques concrets. En S1 et S2, nous avons compléter/finaliser une carte interface-multimètre, nous initiant ainsi aux lois de base de l'électronique.

En S3, nous avons réalisé un enregistreur vocal électronique en utilisant des amplificateurs opérationnels (AOP), de la mémoire RAM et des compteurs. Ce projet nous a familiarisés avec le traitement des signaux audio, l'amplification et le stockage des données. Ces notions sont directement réutilisables dans la partie audio du clavier, notamment pour l'amplification et la gestion du son.

Lors du S4, nous avons travaillé sur plusieurs projets en groupe, nous permettant d'approfondir d'autres connaissances en conception électronique et programmation.

En plus de ces projets, les autres matières du BUT GEII nous ont également apporté des compétences précieuses. Les enseignements en traitement du signal, gestion des systèmes embarqués, électronique de puissance et automatismes industriels nous permettent de mieux appréhender les défis techniques du projet SYMPHONIE.

Ainsi, en nous appuyant sur tout ce que nous avons vu auparavant, nous sommes en mesure d'aborder la conception du clavier numérique multifonction avec une approche méthodique et

structurée. Nos compétences en électronique, programmation et mécatronique nous permettent de relever les défis de ce projet en mettant en application les notions acquises au fil des semestres.

1.6 Objectifs du projet

La réalisation de ce projet va permettre aux visiteurs de portes ouvertes de jouer de la musique.

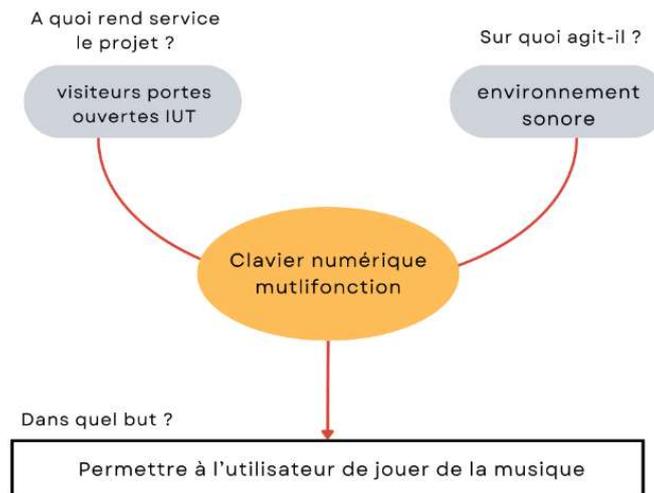


Figure 1 Diagramme bête à corne

1.6.1. Nature des prestations demandées

L'équipe projet doit fournir :

- Une analyse fonctionnelle du système à partir du présent cahier de charge ;
- Un prototype fonctionnel et un prototype final ;
- Plusieurs dossiers de fabrication relatif au projet symphonie ;
- Un rapport de test relatif au projet symphonie ;
- Un rapport procédure de maintenance corrective et rapport de maintenance corrective au projet symphonie ;
- Un rapport de procédure de maintenance préventive relatif au projet symphonie ;
- Un dossier technique relatif au projet symphonie ;
- Un rapport de procédure de mise en œuvre relatif au projet symphonie ;

2- Énoncé du besoin

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

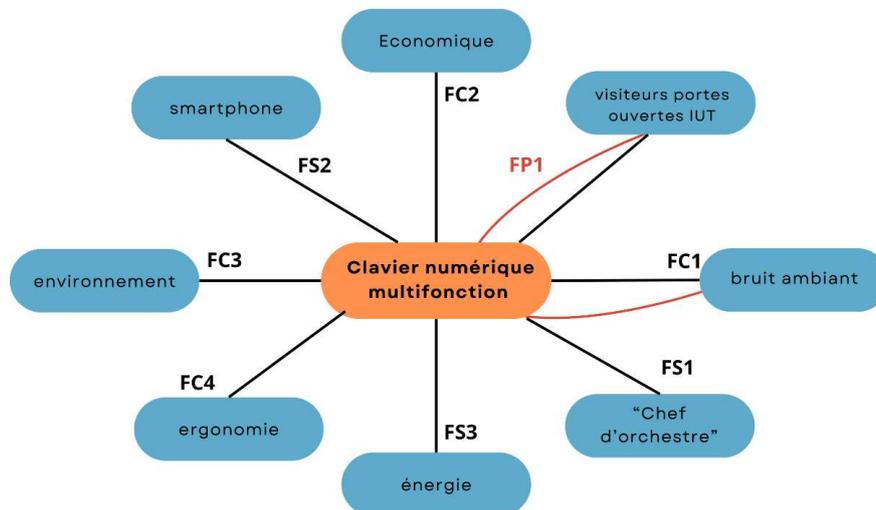


Figure 2 Diagramme des interacteurs

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.

3- Analyse fonctionnelle technique

3.1 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.

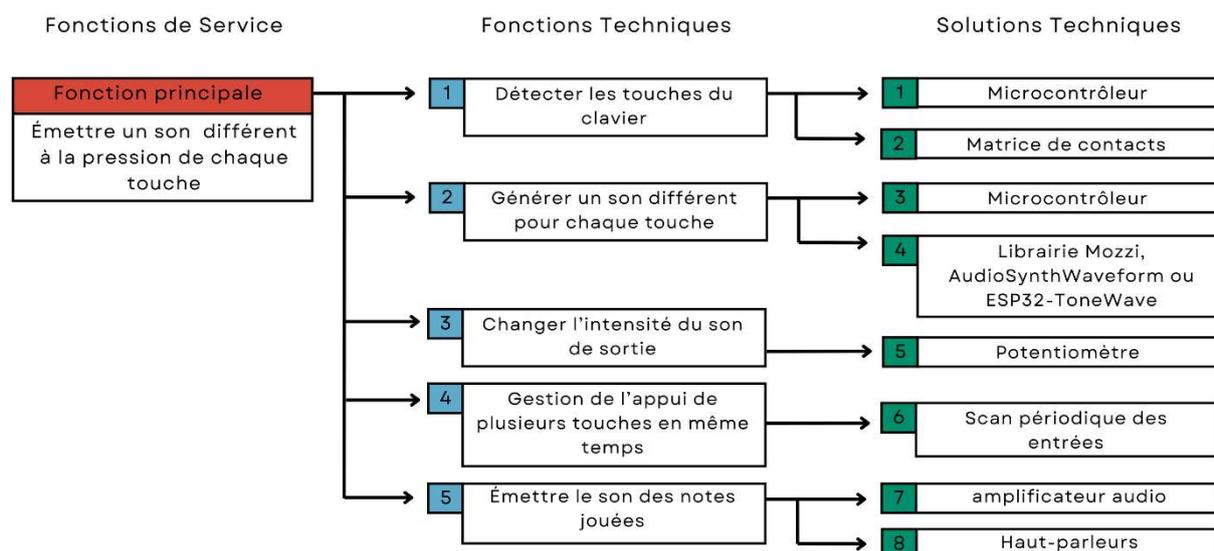


Figure 3- fonction principale

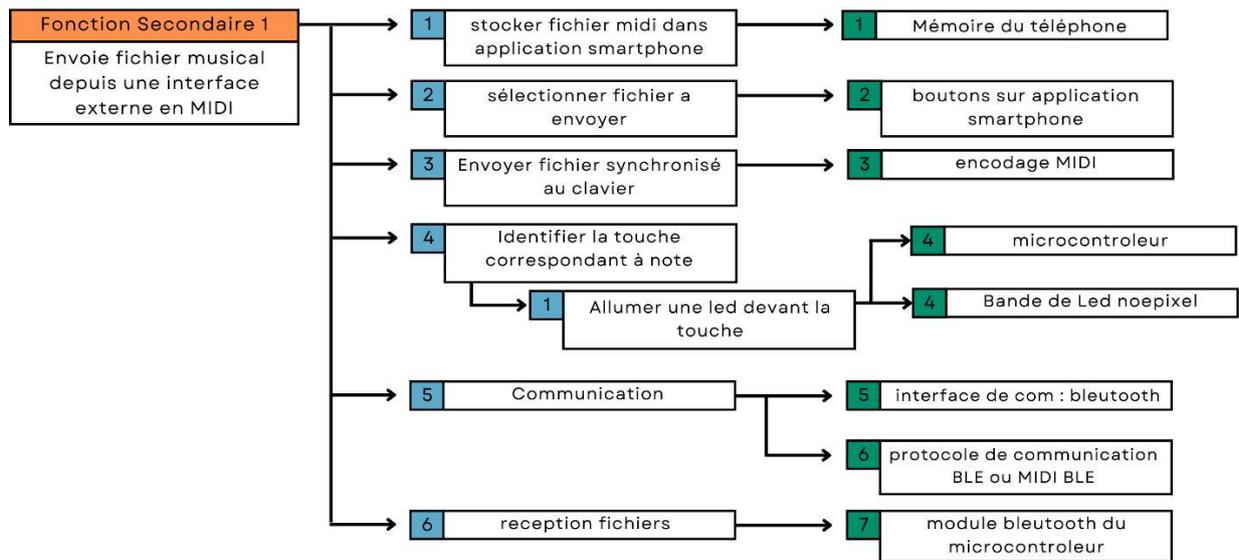


Figure 4 - fonction secondaire 1

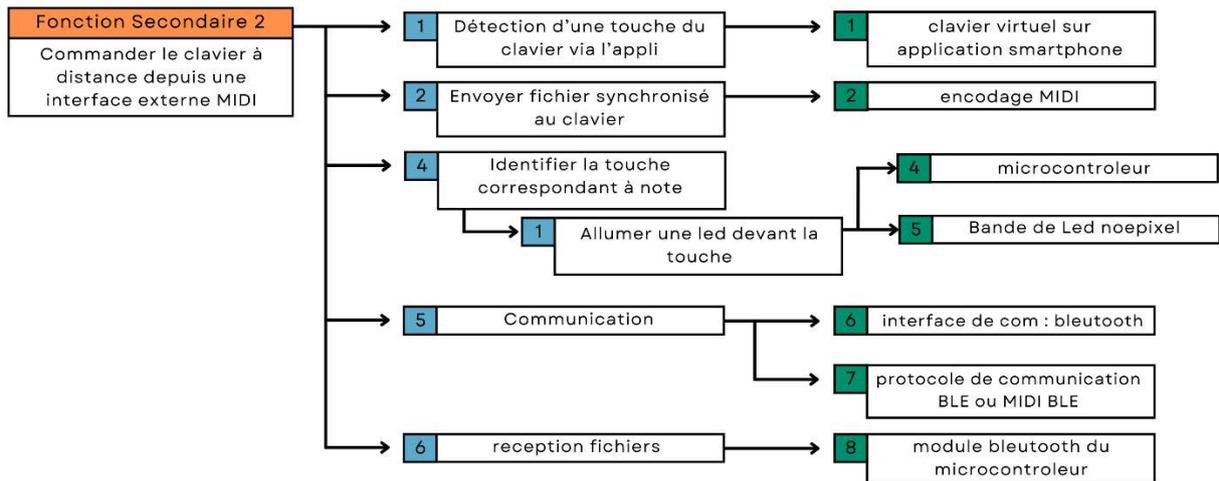


Figure 5 - fonction secondaire 2

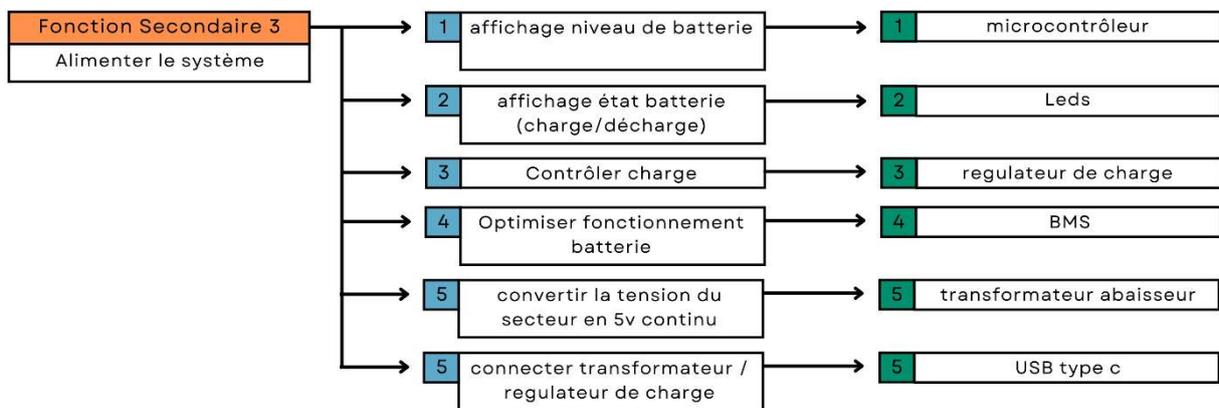


Figure 6 - fonction secondaire 3



Figure 7 - fonction secondaire 4

3.2 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

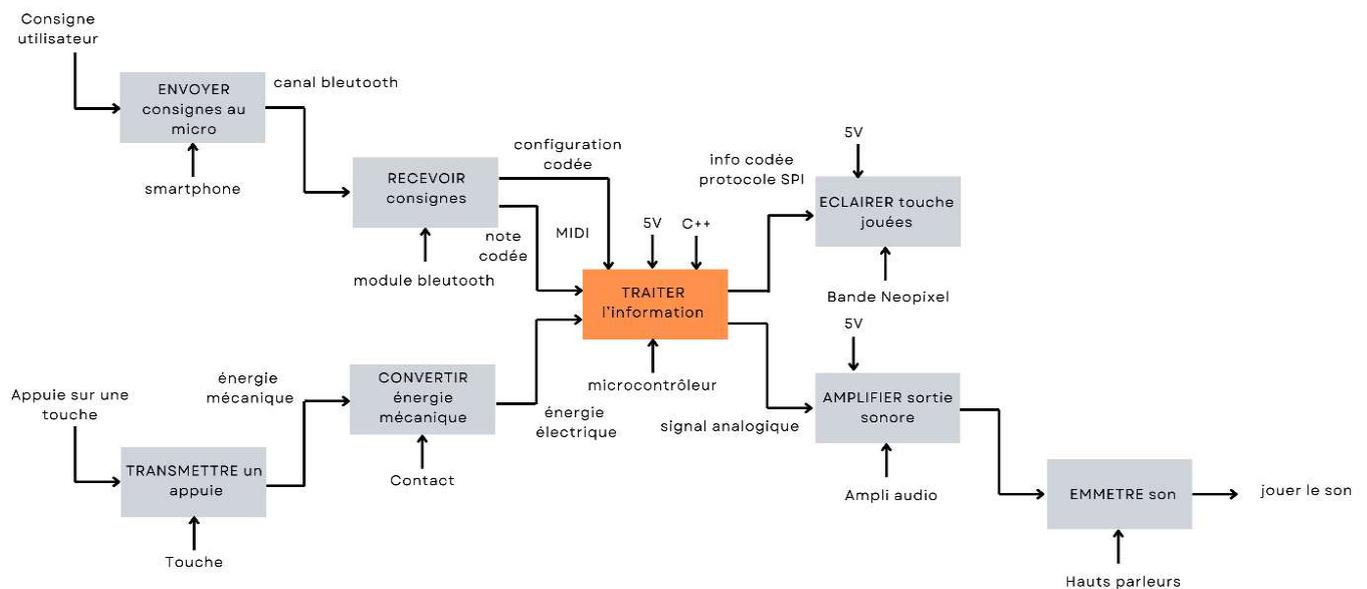


Figure 8 Diagramme SADT – présentation globale du système

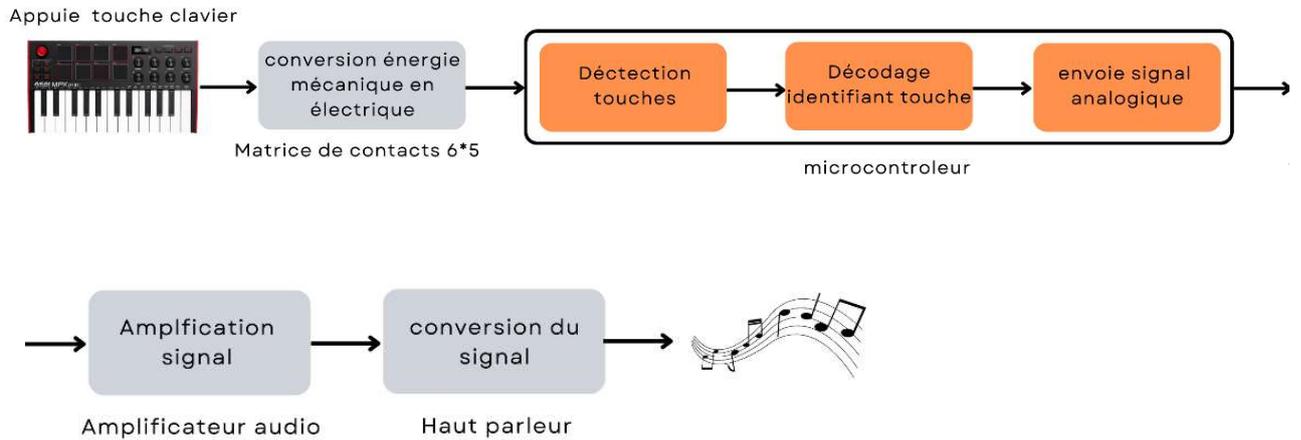
Le Diagramme met en avant 7 sous-systèmes :

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

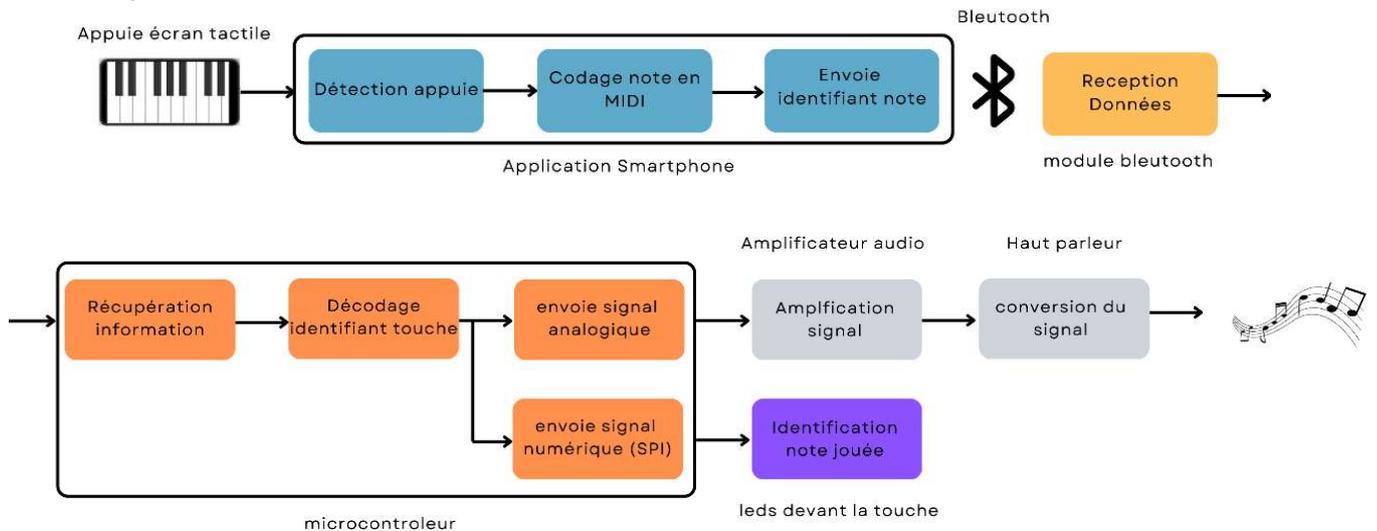
Description du fonctionnement du système :

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

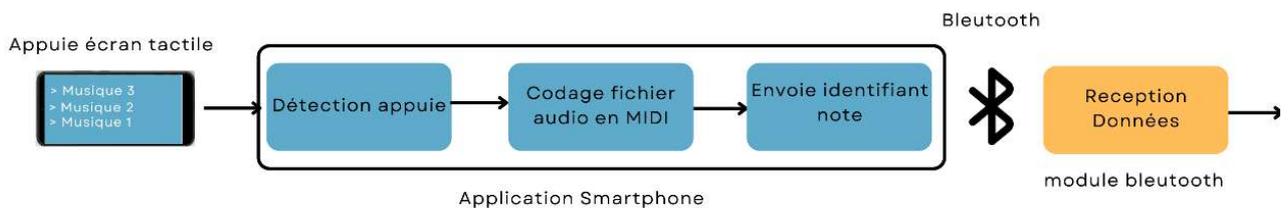
1-Mode manuel : émission d'un son différent à la pression de chaque touche par l'utilisateur.

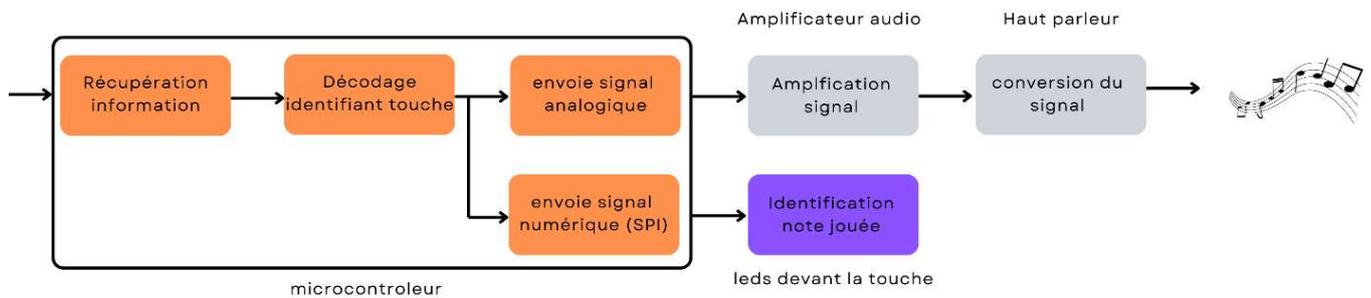


2- Mode semi-automatique : Commander le clavier à distance depuis une application smartphone

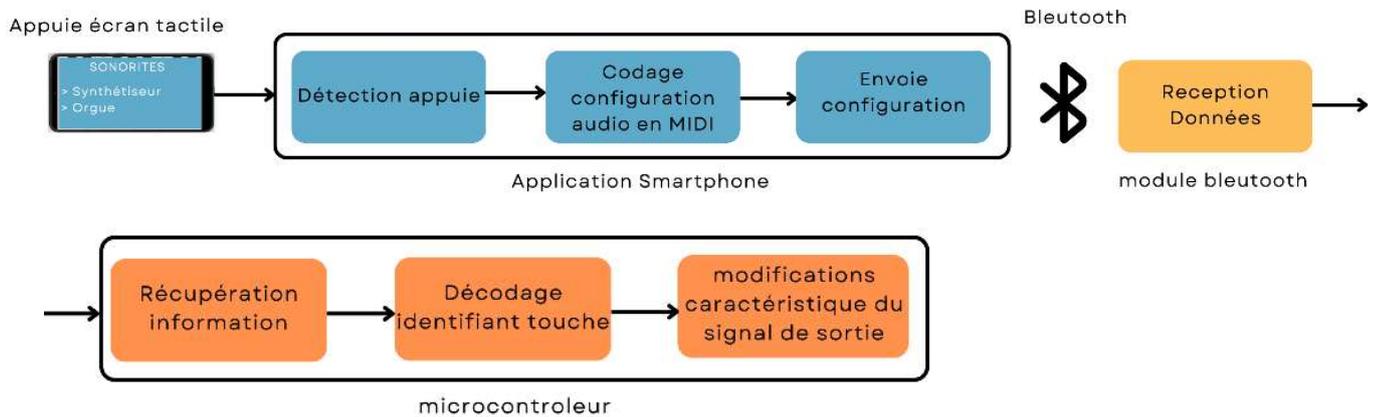


3- Mode automatique : envoi d'un fichier musical depuis une interface externe en MIDI





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



4. Contraintes

Ce projet est réalisé dans le cadre d'une formation à l'IUT, cela impose de nombreuses contraintes :

- Le système doit respecter les normes électriques (NFC 15-100)
- Le projet doit être réalisé au cours de séances de SAE avant la fin du mois de mars 2025.
- La réalisation de ce projet doit s'inscrire dans une démarche de développement durable. Il va être nécessaire d'adapter le projet aux moyens disponibles pour éviter d'avoir à acheter du matériel supplémentaire. Il va falloir faire preuve d'ingéniosité pour réutiliser pour recycler du matériel.
- L'IUT a alloué un budget très faible à l'achat du matériel nécessaire, soit la somme de 200€ par groupe. Cette contrainte est liée à la précédente, il va falloir limiter un minimum l'achat de matériel en utilisant les matériels disponibles à l'IUT, en plus d'être justifié par un besoin technique spécifique et approuvé par les encadrants.
- Le clavier doit être fonctionnel sur le long terme.
- Tous les documents techniques doivent être enregistrés dans le git cy « GEIIN ESE BUT3 SAE » dans le projet « symphonie »
- Le système doit respecter la fréquence des notes d'un vrai piano, en plus de respecter un temps de réponse proche de l'instantané

- Le projet doit être présentable et opérationnel durant la porte ouverte de l'université. Afin de valoriser notre filière GEII en particulier le parcours ESE.
- Le système doit pouvoir fonctionner sur batterie ou être alimenté par un secteur.

5. Lien inter-projets

Notre projet Clavier numérique multifonction s'inscrit dans un ensemble de réalisations développées par d'autres groupes d'étudiants dans le cadre du projet SYMPHONIE. Ces instruments forment un orchestre automatisé destiné à démontrer les compétences en électronique, systèmes embarqués et programmation lors des portes ouvertes de l'IUT de Neuville-sur-Oise.

Interactions techniques :

- Synchronisation : Le clavier doit pouvoir se synchroniser avec une horloge externe et/ou d'autres instruments.
- Compatibilité audio : Le clavier doit produire un signal audio exploitable pour être joué avec d'autres instruments, afin d'équilibrer les volumes sonores avec les autres instruments de l'orchestre.
- Échange d'informations : La mise en commun des solutions techniques entre équipes est essentielle pour garantir une intégration harmonieuse (gestion de la latence, optimisation du traitement du son, rédaction de documents techniques,...).