

CY IUT – GEII Neuville

Cahier des charges de projet

Projet tutoré Mixeur

Historique des modifications et révisions de ce document :

| N° de version | Date | Auteur | Description et circonstances de la modification |
|---------------|------------|--------------------|---|
| V 0 | | MUHAMMAD Asad | Brouillon : première version, modèle fourni. |
| V 1.0 | 26/10/2024 | MUHAMMAD Asad | Première rédaction complète du document. |
| V 1.1 | 26/10/2024 | MUHAMMAD Asad | Modification des diagrammes et correction des erreurs dans la table des matières. |
| V 1.2 | 26/10/2024 | MUHAMMAD Asad | Révision de la section : descriptions fonctionnelles et techniques. |
| V 2.0 | 07/11/2024 | VRONSKYI Volodymyr | Amélioration basée sur les retours des professeurs. |
| V 3.0 | 25/12/2024 | MUHAMMAD Asad | Amélioration en fonction de l'avancement global. |

Avant-propos¹

Le cahier des charges (CDC) du projet est rédigé par l'équipe projet sous la responsabilité du chef de projet. Ce document est à rédiger pendant la phase d'avant-projet pour décrire les objectifs du projet (le Quoi ?) et la façon de les mener à bien (le Comment ? et le Qui ?). Pour ce second point, un dossier organisationnel peut être adossé au CDC en phase de planification.

Plus précisément, le CDC est la traduction, sous forme écrite et claire, des besoins du client en termes de fonctions, de services, et de contraintes. S'il est rédigé par l'équipe exécutant le projet, cette dernière peut s'appuyer sur la fiche projet (dite parfois de pré-instruction) du client. Le CDC peut soit imposer une solution technique détaillée, soit décrire uniquement les fonctions souhaitées en laissant le choix de la solution à adopter.

Le CDC se décompose en plusieurs parties : le contexte du projet, l'analyse du besoin du client, le cahier des charges fonctionnel. Il peut être complété d'éléments détaillant les facteurs de risque et de succès du projet, ainsi que le budget le cas échéant.

¹ Référence : Gestion de projet, 50 outils pour agir ; F. Bouchaoui, Y. Dentinger, O. Englander ; Vuibert ; 2014. Expression du besoin et cahier des charges fonctionnel ; J. Bernard-Bousières ; AFNOR ; 2012.

Table des matières

| | |
|--|----|
| Avant-propos..... | 1 |
| Table des matières | 2 |
| Table des Figures..... | 2 |
| 1. Contexte du projet..... | 3 |
| 1.1. Situation et description..... | 3 |
| 1.2. Enjeux..... | 3 |
| 1.3. Études déjà effectuées OU sur des sujets voisins ET suites prévues..... | 3 |
| 1.4. Objectifs du projet | 4 |
| 1.5. Nature des prestations demandées..... | 4 |
| 1.6. Caractère de confidentialité | 4 |
| 2. Énoncé du besoin..... | 5 |
| 3. Contraintes | 6 |
| 4. Description fonctionnelle technique | 7 |
| 4.1. Description fonctionnelle..... | 7 |
| 4.2. Description technique..... | 10 |
| 4.3. Organisation modulaire du système | 11 |
| 5. Lien inter-projets | 12 |
| 6. Budget du projet..... | 12 |

Table des Figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 Diagramme bête à cornes..... | 5 |
| Figure 2 Diagramme Analyse fonctionnelle avec EME | 8 |
| Figure 3 Diagramme FAST..... | 9 |
| Figure 4 Croquis du concept visuel..... | 10 |
| Figure 5 Schéma bloc/structurel de système | 10 |

1. Contexte du projet

1.1. Situation et description

Le projet consiste à concevoir et réaliser une table de mixage audio automatique, capable de traiter et synchroniser plusieurs flux audios provenant d'instruments de musique. Cet appareil sera intégré à l'Orchestrion, un système automatisé conçu pour jouer de la musique, reproduisant les performances d'un orchestre composé de différents instruments.

Ce projet, développé dans le cadre de la SAE (Situation d'Apprentissage et d'Évaluation), sera présenté lors des Journées Portes Ouvertes de l'IUT de Cergy-Pontoise. Il met en avant la réalisation d'un dispositif électronique physique, en respectant des contraintes écologiques et économiques.

L'objectif principal est de valoriser les enseignements du BUT GEII (Bachelor Universitaire de Technologie Génie Électrique et Informatique Industrielle) à travers la création d'une unité de contrôle audio automatisée. Ce "Mixeur" illustre les compétences des étudiants en conception de systèmes électroniques complexes, en traitement du signal et en intégration de dispositifs automatisés.

1.2. Enjeux

Le projet permet de valoriser l'enseignement du BUT GEII à travers la réalisation concrète d'une table de mixage automatisée, illustrant les compétences des étudiants en conception de systèmes électroniques complexes.

Le client, ici représenté par l'IUT, bénéficiera de cette démonstration lors des Journées Portes Ouvertes, favorisant à la fois la promotion de l'établissement et le partage des connaissances techniques. Le projet encourage également l'utilisation de solutions open-source et la réutilisation de matériel, ce qui s'aligne avec les enjeux de durabilité et de réduction des coûts.

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

Le projet s'appuie sur des connaissances théoriques et pratiques acquises en cours de BUT GEII, notamment en électronique analogique et numérique, ainsi qu'en systèmes embarqués. À terme, ce projet pourrait évoluer vers des développements plus avancés en matière de systèmes autonomes ou de solutions de divertissement automatisées.

Aucune étude préalable n'a été réalisée sur un sujet similaire dans le cadre de la formation GEII. Ce projet est donc un prototype initial, sans antécédent spécifique dans le programme actuel, mais il pourrait servir de base à des initiatives futures. Cependant des projets antérieurs de la formation GEII ont exploré des thèmes voisins comme la création d'instruments de musique, capables de jouer de la musique de manière automatique.

Le produit réalisé doit fonctionner avec les instruments de musique déjà conçus, qui fourniront des signaux audios qu'il nous faudra exploiter. Ces signaux seront utilisés comme sources pour le système de mixage.

1.4. Objectifs du projet

L'objectif principal de ce projet est de concevoir une table de mixage automatisé fonctionnelle selon les exigences techniques, ce qui inclut :

- Réaliser un système électronique de gestion sonore.
- Réaliser une interface d'interaction physique.
- Réaliser un système d'alimentation autonome.
- Garantir un fonctionnement correct avec 2 entrées numériques et 2 entrées analogiques connectés simultanément.

1.5. Nature des prestations demandées

Ce projet comprend les prestations suivantes :

- La conception physique et électronique de sous-systèmes.
- La réalisation d'un prototype fonctionnel du système complet.
- La réalisation et le suivi des tests de vérification du système.
- La documentation complète du projet, incluant les schémas, le code source, les résultats des tests, et les procédures de maintenance.

1.6. Caractère de confidentialité

Le projet n'a pas un caractère confidentiel. Les résultats obtenus, les méthodes de conception, et la documentation seront publiés sur une plateforme collaborative type GITHUB afin d'encourager le partage de connaissances et la transparence, dans le respect des principes de diffusion open-source.

2. Énoncé du besoin

Le client, représenté par l'IUT de Cergy-Pontoise, souhaite développer un dispositif nommé Mixeur, capable de synchroniser, traiter et contrôler plusieurs instruments de musique simultanément. Ce produit sera utilisé lors des Journées Portes Ouvertes pour promouvoir les compétences techniques enseignées au sein du BUT GEII.

Le Mixeur doit répondre aux exigences suivantes :

- **Traitement des flux audio** : Le système doit gérer simultanément au moins deux instruments numériques via MIDI et deux instruments analogiques, avec un traitement en temps réel.
- **Contrôle des paramètres audio** : Une interface permettra de régler le volume, les égalisations et les effets sonores de chaque instrument.
- **Autonomie énergétique** : Le système devra pouvoir fonctionner sur batterie tout en offrant une alimentation secteur en option.
- **Synchronisation** : Une synchronisation basée sur une horloge intégrée garantira une restitution sonore harmonieuse.
- **Justesse et latence** : Le Mixeur doit assurer une restitution fidèle des notes jouées, avec une latence minimale.
- **Restitution sonore** : L'ensemble des flux audio sera décodé, synchronisé et joué par le dispositif.
- **Portabilité et résistance** : Conçu pour être facilement transporté et configuré lors des événements, le produit doit être compact, léger et résistant à une manipulation fréquente.

Les livrables attendus sont :

- **Un prototype fonctionnel du Mixeur** : Incluant toutes les fonctionnalités décrites.
- **Documentation technique** : Comprenant les schémas électroniques, le code source, et les détails de conception.
- **Guide utilisateur** : Un manuel simplifié pour les étudiants et enseignants.
- **Rapport de validation** : Démontrant que le système respecte les exigences techniques (justesse, latence, autonomie, etc.).

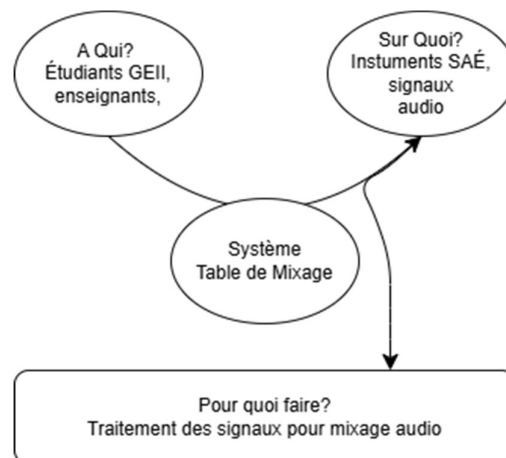


Figure 1 Diagramme bête à cornes

3. Contraintes

Le projet doit respecter plusieurs types de contraintes pour garantir sa faisabilité et son alignement avec les objectifs pédagogiques et techniques.

3.1 Contraintes organisationnelles

- **Budget limité** : Le budget alloué au projet dans le cadre de la SAE est plafonné à **200 €**. Tout achat doit être justifié et rester dans cette limite.
- **Ressources internes** : Le développement du Mixeur doit s'appuyer exclusivement sur les outils, logiciels et composants disponibles à l'IUT, limitant l'achat de nouveaux éléments au strict nécessaire, et ce, dans le respect de la limite budgétaire.
- **Calendrier du projet** : La conception, la réalisation et la validation du dispositif doivent être achevées dans les délais impartis pour la SAE, couvrant les phases de prototypage, de test et de finalisation.

3.2 Contraintes techniques

- **Compatibilité des composants** : Les composants électroniques et les cartes de développement (Arduino, ESP32, FPGA, Raspberry Pi, ou ST-Nucléo) doivent être utilisées pour la gestion des I/O.
- **Dimensions et portabilité** : Le Mixeur doit être compact, léger et robuste, afin d'être facilement transporté et manipulé lors des démonstrations.
- **Interconnectivité** : Le système doit permettre une intégration fluide entre les composants analogiques et numériques pour garantir des performances fiables et cohérentes.

3.3 Contraintes environnementales et économiques

- **Réutilisation des ressources** : Le projet doit privilégier la réutilisation des composants et limiter les achats de nouveaux matériels, sauf si cela est indispensable pour respecter les contraintes techniques et reste dans le cadre budgétaire.
- **Écoresponsabilité** : Les principes de développement durable doivent être respectés en limitant les déchets électroniques et en choisissant des solutions économiquement viables.

3.4 Contraintes réglementaires

- **Normes de sécurité électrique** : Le produit doit respecter les exigences de sécurité des appareils électroniques, notamment les normes de basse tension et de compatibilité électromagnétique, pour garantir une utilisation sûre.
- **Conformité au développement open-source** : Tout logiciel ou composant utilisé dans le projet devra respecter les licences open-source, assurant ainsi la transparence et la possibilité de réutilisation par d'autres projets pédagogiques.

4. Description fonctionnelle technique

4.1. Description fonctionnelle

Le Mixeur doit être conçu pour traiter de manière simultanée deux instruments de musique avec MIDI, un instrument analogique sur niveau ligne, et un microphone. Il sera équipé de fader (potentiomètres linéaires), permettant d'effectuer des réglages audios, ainsi que des boutons rotatifs (potentiomètres rotatifs), permettant de rajouter des effets sonores. Il inclura des fonctions tels que la réception, le décodage, et la gestion de données MIDI et de données analogiques, un écran qui servira d'interface, des capteurs pour détecter l'appui sur les touches, des haut-parleurs pour reproduire le son, des systèmes embarqués pour traiter les signaux et gérer les I/O. Le mixeur prendra le rôle du centre de traitement et de synchronisation des instruments. Le Mixeur sera aussi utilisé pour jouer la piste sonore synchronisée. Les protocoles de vérification internes au système, incluront un contrôle de la justesse des notes jouées (via un fréquencesmètre) et un calcul de la latence.

Afin de mieux décrire le fonctionnement du système, la liste de fonctions suivante est proposée :

Fonctions principales (FP)

- FP : Créer un réseau d'instruments musicaux synchronisé sur une horloge

Fonctions techniques (FT)

- FT1 : Gérer la réception des données MIDI
- FT2 : Gérer les entrées analogiques
- FT3 : Convertir les données analogiques en numériques
- FT4 : Synchroniser le flux de données
- FT5 : Contrôler les paramètres audio (volume, effets sonores)
- FT6 : Générer le signal sonore synchronisé
- FT7 : Mettre en place une interface visuelle et physique
- FT8 : Permettre l'alimentation depuis le secteur et depuis la batterie
- FT9 : Assurer la maintenance et la réparabilité avec un système modulaire.

Fonctions de support (FS)

- FS1 : Permettre une interface utilisateur simple pour la gestion des paramètres
- FS2 : Assurer le retour visuel pour la synchronisation des instruments

Fonctions de contrôle (FC)

- FC1 : Assurer la justesse de sonorité et afficher la(les) fréquence(s) jouée(s)
- FC2 : Assurer la rapidité du système et effectuer un calcul de latence
- FC3 : Respecter les normes de sécurité électrique
- FC4 : Assurer la compatibilité électromagnétique
- FC5 : Être respectif de l'environnement
- FC6 : Être ergonomique

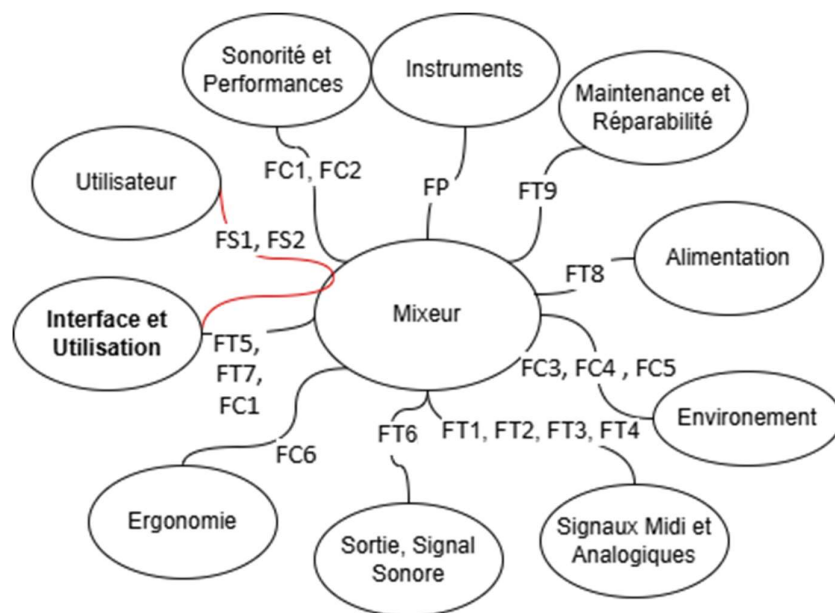


Figure 2 Diagramme Analyse fonctionnelle avec EME ¹

¹ Eléments du Milieu Extérieur : E.M.E.

Pour donner suite à cette liste des fonctions, le schéma FAST suivant est proposé :

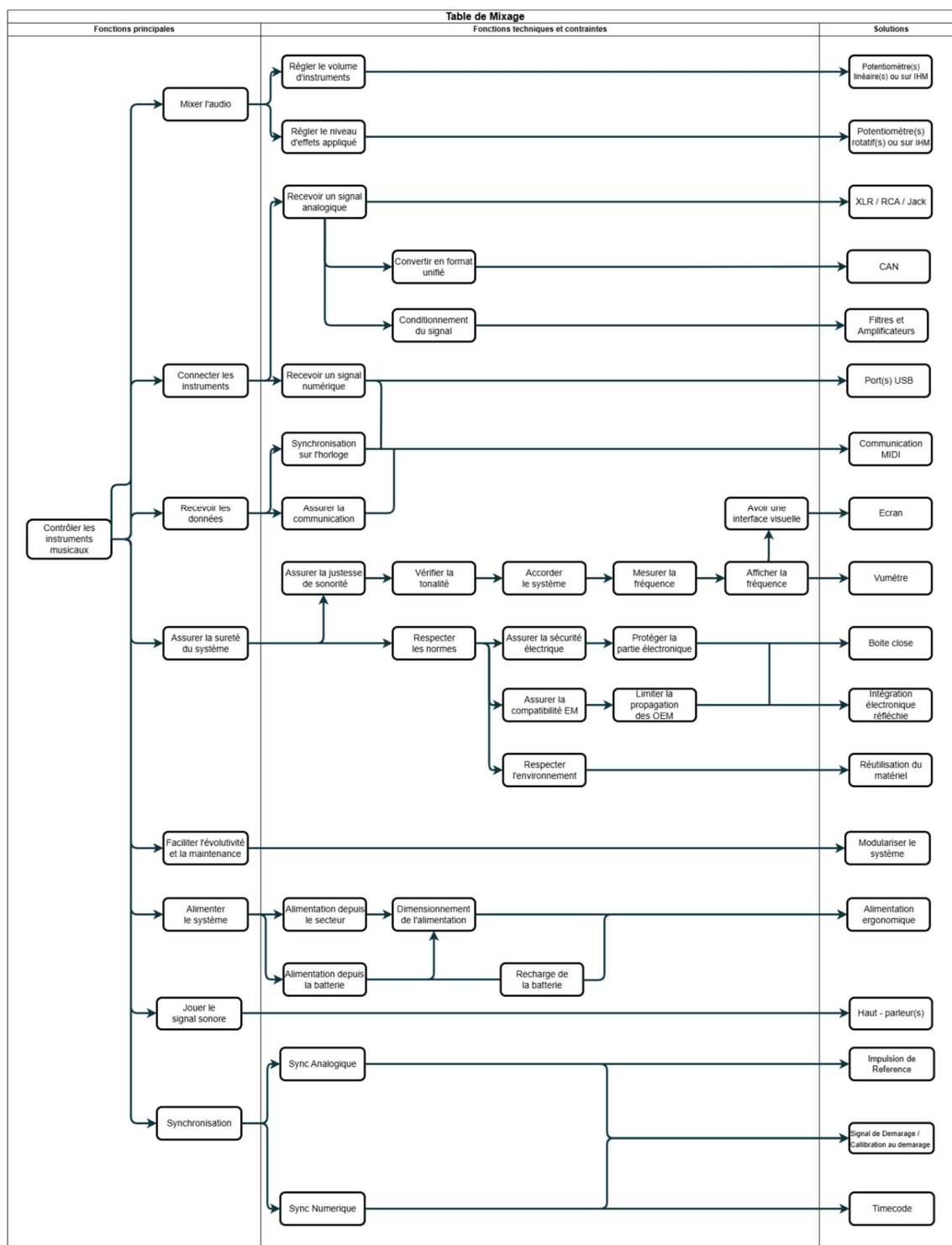


Figure 3 Diagramme FAST

4.2. Description technique

Afin de mieux définir le système, une analyse visuelle a été effectuée. Le croquis ci-dessous représente le premier concept du système :

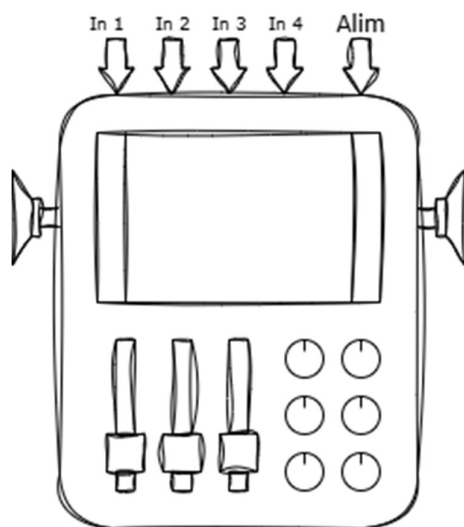


Figure 4 Croquis du concept visuel

Composition visuelle :

- Fader
- Boutons rotatifs
- Ecran
- 2 haut-parleurs
- 4 entrées instrument
- Port d'alimentation

Représentation en schéma bloc :

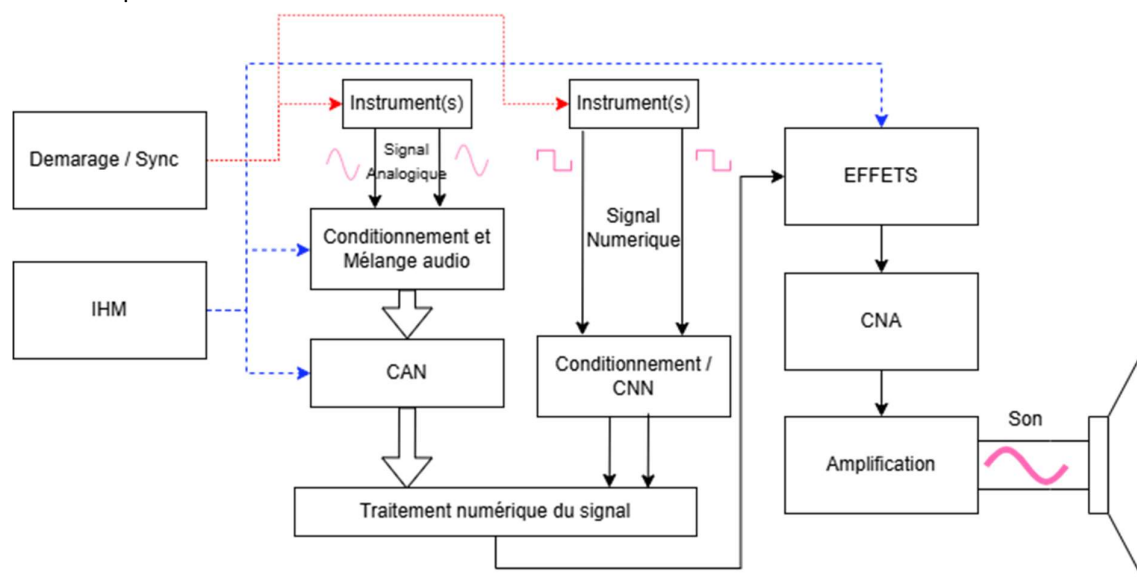


Figure 5 Schéma bloc/structurel de système

4.3. Organisation modulaire du système

Le système sera divisé en modules. Diviser le système en modules facilite la conception, le développement et l'entretien du Mixeur.

Voici les principales raisons de cette approche :

- **Facilité de maintenance** : Chaque module peut être mis à jour ou réparé indépendamment, réduisant les risques d'erreurs globales.
- **Réutilisation et évolutivité** : Les modules développés peuvent être réutilisés dans d'autres projets ou être facilement étendus pour ajouter de nouvelles fonctionnalités.
- **Simplification des tests** : Les modules peuvent être testés individuellement, ce qui permet de détecter et de corriger les défauts rapidement.
- **Collaboration et organisation** : La modularité permet de répartir les tâches entre différents membres de l'équipe, optimisant ainsi le temps de développement.

De plus, chaque module principal peut être subdivisé en sous-modules pour traiter des fonctionnalités spécifiques. Ces sous-modules sont reliés via une carte mère centrale, qui gère l'alimentation et les connexions entre différentes sous-modules.

Les modules physiques principaux identifiés pour le Mixeur sont :

- **Module d'entrée analogique et numérique** : Responsable de la gestion des données MIDI et analogiques provenant des instruments.
- **Module d'entrée numérique** : Responsable de la gestion des données MIDI et analogiques provenant des instruments.
- **Module de traitement du signal** : Traite et synchronise les données pour produire un signal sonore harmonisé.
- **Module d'interface utilisateur** : Inclut l'écran, les fader et boutons rotatifs pour permettre les réglages.
- **Module d'alimentation** : Gère l'alimentation secteur et la batterie pour assurer une autonomie maximale.
- **Module de restitution sonore** : Convertit les données traitées en un signal audio analogique restitué via les haut-parleurs ou un système de sortie audio externe.

5. Lien inter-projets

La réussite de ce projet dépend de la disponibilité du matériel électronique de l'IUT, de l'intégration fluide avec les autres instruments de l'Orchestrion, ainsi que du respect des délais pour les étapes de conception et de test. Le mixeur doit être prêt dans les délais pour des tests de compatibilité avec les instruments créés par d'autres groupes. Les autres instruments doivent être conçus de manière à pouvoir communiquer avec le Mixeur.

6. Budget du projet

Le budget maximal autorisé est de 200€ pour l'achat de composants dédiés, à condition que ces achats soient justifiés. Cependant, l'objectif est de réutiliser autant que possible le matériel disponible à l'IUT pour limiter les coûts et respecter les principes de développement durable.