

CY IUT – GEII Neuville

Cahier des charges de projet

Projet « Drumpad »

Instrument de percussion numérique automatisé

Document rédigé par : « VRONSKYI Volodymyr »
Version 1.2 – 11/02/2025

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.

Historique de versions

Dans le Tableau 1, ci-dessous, sont notés toutes les versions de ce document avec le détail des changements apportés et la date de validation de document.

Version	Changements	Date
1.0	Première version	27/10/2024
1.1	Document retravaillé de manière globale	11/02/2025
1.2	Ajout de suivi de versions Référencement de Figures et tableaux Simplification des éléments dans la partie 1.2. Enjeux Reformulation de certaines parties du document	06/03/2025

Tableau 1: Historique de versions

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	Erreur ! Signet non défini.
Introduction	5
1. Contexte du projet	5
1.1. Situation et description.....	5
1.2. Enjeux.....	6
Enjeux techniques	Erreur ! Signet non défini.
Enjeux pédagogiques.....	Erreur ! Signet non défini.
Enjeux promotionnels	Erreur ! Signet non défini.
Enjeux environnementaux	Erreur ! Signet non défini.
Enjeux de collaboration.....	Erreur ! Signet non défini.
1.3. Études déjà effectuées OU sur des sujets voisins ET suites prévues	8
Projets antérieurs	8
Projets en parallèle.....	8
Améliorations et suites prévues.....	8

1.4. Objectifs du projet	10
Objectifs techniques.....	10
Objectifs pédagogiques	10
Objectifs de livraison	10
Objectifs de promotion	11
1.5. Nature des prestations demandées.....	11
Conception physique et électronique	11
Réalisation d'un prototype fonctionnel	11
Élaboration et réalisation des tests.....	11
Maintenance du système	12
Documentation complète du projet.....	12
Présentation et démonstration	12
1.6. Caractère de confidentialité.....	12
2. Énoncé du besoin	13
3. Contraintes.....	14
Contraintes techniques	14
Contraintes environnementales.....	14
Contraintes budgétaires	14
Contraintes réglementaires.....	14
Contraintes temporelles.....	15
4. Description fonctionnelle technique.....	16
4.1. Description fonctionnelle	16
Fonctions principales (FP).....	16
Fonctions techniques (FT)	16
Fonctions de contrainte (FC)	17
Diagramme des interacteurs	17
Diagramme FAST (Functional Analysis System Technique).....	18
4.2. Description technique	19
Composants matériels.....	19
Logiciel et firmware	19
Schéma structurel global.....	20

5. Lien inter-projets.....	21
Interactions techniques.....	21
Impact des retards.....	21
6. Budget du projet	22
Budget maximal autorisé.....	22
Stratégies d’optimisation des coûts	22
Justification des achats.....	22

Introduction

Ce document présente le cahier des charges du projet « Drumpad », un instrument de percussion numérique automatisé, développé dans le cadre de la SAE de 3^{ème} année du BUT GEII (Génie Électrique et Informatique Industrielle) à l'IUT de Cergy-Pontoise. Ce projet a pour objectif de concevoir et réaliser un système de percussion électronique capable de jouer des sons mélodiques de manière manuelle, semi-automatique et automatique, tout en respectant des contraintes techniques, économiques et environnementales. Tout au long de ce document, le système, qui est l'objet principal de ce projet, est référencé « Drumpad ».

Le Drumpad s'inscrit dans le cadre des Journées Portes Ouvertes de l'IUT, où il servira de démonstrateur pour illustrer les compétences des étudiants en conception de systèmes électroniques complexes. Ce cahier des charges décrit les besoins du client, les fonctions techniques du système, ainsi que les contraintes liées au projet.

Ce document s'adresse principalement à l'équipe projet, aux enseignants encadrants, et au client représenté par l'IUT de Cergy-Pontoise, mais il pourra également être consulté par les parties extérieures au projet, étant donné que ce projet est réalisé dans le but éducatif, et tous les documents relatifs à ce projet seront disponibles en libre accès dans le répertoire du projet, cité dans les références. Le cahier des charges servira de référence tout au long du projet pour garantir la conformité des livrables aux attentes initiales.

1. Contexte du projet

1.1. Situation et description

Le projet « Drumpad » consiste à concevoir et réaliser un instrument de percussion numérique automatisé, capable de fonctionner en trois modes distincts : manuel, semi-automatique et automatique. Ce système s'inspire de l'Orchestrion, un dispositif permettant de reproduire de la musique de manière mécanique, mais en y intégrant des technologies modernes issues de l'électronique et de l'informatique industrielle.

Le Drumpad sera utilisé lors des Journées Portes Ouvertes de l'IUT de Cergy-Pontoise pour démontrer les compétences des étudiants en GEII. Il met en avant des concepts clés tels que la gestion des entrées/sorties (I/O), le traitement du signal audio, la programmation, et l'intégration de systèmes embarqués.

L'instrument sera composé de 16 touches configurables, permettant de jouer des sons sur une plage d'une octave complète. Il sera équipé d'un écran pour l'interface utilisateur, de haut-parleurs pour la reproduction sonore, et d'un microcontrôleur pour la gestion des fonctionnalités. Le système devra également être capable de fonctionner de manière autonome en énergie et, si possible, de se synchroniser avec une horloge externe pour une utilisation en groupe avec d'autres instruments.

1.2. Enjeux

Le projet « Drumpad » présente plusieurs enjeux majeurs pour l'IUT de Cergy-Pontoise, en lien avec ses objectifs pédagogiques, promotionnels et techniques. Ces enjeux reflètent les bénéfices attendus pour l'établissement et les visiteurs des Journées Portes Ouvertes (JPO).

Enjeux pédagogiques

Le Drumpad permet de :

- **Valoriser la formation BUT GEII** : Le projet illustre les compétences techniques des étudiants en électronique, en informatique industrielle et en gestion de projet.
- **Montrer l'application concrète des enseignements** : Les visiteurs pourront voir comment les connaissances théoriques sont mises en pratique pour créer un système.

Enjeux promotionnels

Le Drumpad sert de démonstrateur lors des JPO, ce qui permet de :

- **Promouvoir la filière GEII** : Le projet montre la qualité et la diversité des compétences enseignées à l'IUT, attirant ainsi de futurs étudiants.
- **Renforcer l'image de l'IUT** : Un projet innovant comme le Drumpad contribue à positionner l'IUT comme un établissement formant des techniciens et ingénieurs compétents et créatifs.

Enjeux techniques

Le projet doit répondre à des exigences techniques précises pour garantir son succès :

- **Fonctionnalités avancées** : Le Drumpad doit fonctionner en trois modes (manuel, semi-automatique, automatique) et être synchronisable avec d'autres instruments.
- **Qualité sonore** : Le système doit produire des sons précis et de haute qualité, avec une latence minimale.
- **Robustesse et fiabilité** : Le prototype doit être suffisamment robuste pour être utilisé lors des JPO sans dysfonctionnement.

Enjeux environnementaux

Le projet s'inscrit dans une démarche de développement durable :

- **Réutilisation de matériel** : L'objectif est de limiter les achats de nouveaux composants en réutilisant du matériel disponible à l'IUT.
- **Écoconception** : Le Drumpad doit être conçu pour minimiser son impact environnemental, notamment en termes de consommation énergétique.

Enjeux de collaboration

Le Drumpad fait partie d'un ensemble d'instruments qui devront fonctionner en harmonie lors des JPO. Cela implique :

- **Synchronisation avec d'autres projets** : Le système doit être compatible avec les autres instruments développés par les étudiants (ex. synthétiseur, Magimba automatisé).
- **Respect des délais** : Un retard dans la réalisation du Drumpad pourrait impacter l'ensemble de la démonstration.

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

Le projet « Drumpad » s'appuie sur des travaux antérieurs réalisés par les étudiants du BUT GEII, ainsi que sur des projets similaires développés en parallèle par d'autres groupes. Ces études et réalisations fournissent une base solide pour la conception et la mise en œuvre du Drumpad.

Projets antérieurs

Des projets similaires ont été réalisés par les étudiants des années précédentes, tels que :

- **Stylophone avec Arduino** : Les étudiants de l'année précédente ont conçu et réalisé un instrument électronique simple basé sur une carte Arduino. La maquette de ce projet a permis d'observer le fonctionnement d'enregistrement et de reproduction de son, et elle a aussi donné quelques idées sur la modélisation du boîtier.

Projets en parallèle

En parallèle du projet Drumpad, d'autres groupes d'étudiants travaillent sur des instruments musicaux similaires, ce qui favorise les échanges techniques et la synergie entre les équipes. Ces projets incluent :

- **Synthétiseur** : Un instrument, semblable à un piano, capable de générer des sons électroniques, avec une interface de contrôle pour moduler les paramètres sonores.
- **Guitare électro-acoustique** : Une maquette de guitare électro-acoustique, équipée de multiple moteurs, afin d'exercer une force sur les cordes.
- **Magimba automatisé** : Un instrument de percussion automatisé, basé sur un principe de lamelles métalliques.
- **Table de mixage** : Un système permettant de mixer et de modifier les signaux audio provenant de plusieurs sources.

Ces projets partagent des défis techniques communs, tels que la gestion des signaux audio, la synchronisation entre instruments, et la conception d'interfaces utilisateur. Les échanges entre les groupes permettront de mutualiser les connaissances et de résoudre des problèmes techniques rencontrés.

Améliorations et suites prévues

Le projet Drumpad est conçu pour être évolutif et pourra donner lieu à des améliorations et des développements futurs. Voici quelques pistes envisagées :

- **Améliorations techniques** :
 - Intégration de capteurs supplémentaires pour enrichir l'interaction avec l'utilisateur (ex. capteurs de pression, capteurs de mouvement).
 - Ajout de fonctionnalités avancées, telles que la connectivité Bluetooth ou WIFI pour une synchronisation avec d'autres instruments ou logiciels de musique.
 - Optimisation de la consommation énergétique pour une autonomie accrue.

- **Évolutions pédagogiques :**

- Documentation détaillée du projet pour servir de référence aux futurs étudiants.
- Création d'un tutoriel ou d'un atelier pour expliquer le fonctionnement du Drumpad et encourager la réutilisation du projet.

- **Développements futurs :**

- Extension du projet pour créer une famille d'instruments automatisés, en collaboration avec les autres groupes (ex. intégration du Drumpad avec le Synthétiseur et la table de mixage).
- Adaptation du système pour des applications éducatives, telles que la sensibilisation à l'électronique.
- Publication des résultats sur une plateforme open-source (GitHub) pour encourager la réutilisation et l'amélioration du projet par d'autres personnes.

1.4. Objectifs du projet

Le projet « Drumpad » a pour objectif principal de concevoir et réaliser un instrument de percussion numérique automatisé, capable de répondre aux attentes techniques et pédagogiques de l'IUT de Cergy-Pontoise.

Objectifs techniques

Le Drumpad doit répondre aux attentes techniques du projet, pour ce faire il faut :

- **Concevoir un système polyvalent** : Le Drumpad doit fonctionner en trois modes distincts :
 - **Mode manuel** : Permettre à l'utilisateur de jouer des sons en temps réel via l'appui sur les touches.
 - **Mode semi-automatique** : Reproduire des séquences de sons préenregistrées.
 - **Mode automatique** : Jouer des sons en fonction de commandes externes (ex. synchronisation avec une horloge).
- **Garantir la qualité sonore** : Le système doit respecter des critères de justesse (fréquence des notes).
- **Garantir la rapidité de réponse** : Le système doit respecter des critères de temps de réponse (le temps entre l'action d'utilisateur et le retour du système).
- **Assurer l'autonomie énergétique** : Le Drumpad doit pouvoir fonctionner sur batterie et être alimenté par le secteur.

Objectifs pédagogiques

Le projet est effectué dans le but éducatif est permet de :

- **Valoriser les compétences des étudiants** : Le projet permet aux étudiants de mettre en pratique leurs connaissances en électronique analogique et numérique, en programmation de microcontrôleurs, et en gestion de projet.
- **Encourager l'apprentissage par la pratique** : Les étudiants sont impliqués dans toutes les étapes du projet, de la conception à la réalisation, en passant par les tests et la documentation.
- **Favoriser le travail d'équipe** : Le projet nécessite une collaboration étroite entre les membres de l'équipe pour atteindre les objectifs fixés.

Objectifs de livraison

Des rendus sont attendus à la fin du projet. Cela inclut :

- **Réaliser un prototype fonctionnel** : Le Drumpad doit être opérationnel pour les Journées Portes Ouvertes de l'IUT.
- **Fournir une documentation complète** : La documentation technique (schémas, code source, manuel d'utilisation) doit être livrée avec le prototype.
- **Respecter les contraintes budgétaires** : Le projet doit être réalisé avec un budget maximal de 200€, en privilégiant la réutilisation de matériel existant. Tout le matériel utilisé doit être documenté et le matériel additionnel acheté ne doit pas dépasser le budget.

Objectifs de promotion

Le Drumpad sera présenté lors des JPO à l'IUT de Cergy – Pontoise afin de :

- **Démontrer les compétences des étudiants** : Le Drumpad servira de démonstrateur pour illustrer la qualité de la formation dispensée à l'IUT.
- **Promouvoir la filière GEII** : Le projet sera présenté lors des Journées Portes Ouvertes pour attirer de nouveaux étudiants et valoriser l'IUT.

1.5. Nature des prestations demandées

Le projet implique la réalisation de plusieurs prestations techniques et organisationnelles, allant de la conception à la livraison d'un prototype fonctionnel. Ces prestations sont réparties en plusieurs phases clés, chacune répondant à des objectifs spécifiques et à des attentes précises du client.

Conception physique et électronique

L'équipe projet est chargée de :

- **Concevoir la structure physique** : Modéliser le système en pensant à l'ergonomie et l'agencement des composants (touches, écran, haut-parleurs, etc.).
- **Développer les circuits électroniques** : Concevoir et réaliser les circuits nécessaires à la gestion d'alimentation, des capteurs, des actionneurs, et du traitement du signal audio.
- **Choisir les composants** : Sélectionner le(s) microcontrôleur(s), les capteurs, les haut-parleurs et autres éléments en respectant les contraintes techniques et budgétaires.

Réalisation d'un prototype fonctionnel

L'équipe doit également :

- **Assembler les composants** : Intégrer les circuits électroniques, les capteurs, les actionneurs et l'interface utilisateur dans une structure physique.
- **Programmer le microcontrôleur** : Développer le firmware pour gérer les trois modes de fonctionnement (manuel, semi-automatique, automatique) et assurer la synchronisation avec une horloge externe si nécessaire.
- **Tester le prototype** : Vérifier le bon fonctionnement du système, notamment en termes de justesse des notes, de latence et d'autonomie énergétique.

Élaboration et réalisation des tests

Les tests sont une étape cruciale pour garantir la qualité du système. Ils incluent :

- **Tests fonctionnels** : Vérifier que toutes les fonctions techniques (FT) et principales (FP) sont opérationnelles.
- **Tests de performance** : Mesurer la justesse des notes, la latence du système et l'autonomie énergétique. Comparer avec des résultats attendus.
- **Tests d'intégration** : S'assurer que le Drumpad fonctionne correctement avec les autres instruments développés par les autres groupes (ex. synchronisation avec le Synthétiseur et/ou la table de mixage).

Maintenance du système

L'équipe projet doit prévoir :

- **Maintenance préventive** : Établir un plan de maintenance pour garantir la durabilité du système (ex. vérification des connexions, mise à jour du firmware).
- **Maintenance corrective** : Identifier les points de défaillance potentiels et prévoir des solutions pour les résoudre rapidement (ex. remplacement de composants défectueux).

Documentation complète du projet

La documentation est un livrable essentiel pour le client. Elle inclut :

- **Schémas électroniques** : Diagrammes des circuits, plans de câblage et spécifications des composants.
- **Code source** : Documentation du firmware avec des commentaires explicatifs pour faciliter la maintenance et les évolutions futures.
- **Manuel d'utilisation** : Guide pour l'utilisateur final, expliquant comment configurer et utiliser le Drumpad.
- **Rapport de tests** : Résultats détaillés des tests fonctionnels et de performance.

Présentation et démonstration

Enfin, l'équipe projet doit :

- **Préparer une démonstration** : Présenter le Drumpad lors de la soutenance à l'IUT, en mettant en avant ses fonctionnalités et son intérêt pédagogique.
- **Fournir un support technique** : Assurer un support technique pendant la démonstration pour répondre aux questions et résoudre les éventuels problèmes techniques.

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 (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 projet « Drumpad » répond à un besoin clair et précis exprimé par le client, représenté par l'IUT de Cergy-Pontoise. Ce besoin s'articule autour de la conception et de la réalisation d'un instrument automatisé, qui doit répondre aux contraintes définies par le client, et qui est destiné à être utilisé lors des Journées Portes Ouvertes de l'IUT.

Le besoin principal est de disposer d'un système capable de reproduire des sons de manière précise, couvrant une plage d'une octave complète¹ avec les demi-tons. Il doit fonctionner en 3 modes :

- **Mode manuel** : Permettre à l'utilisateur de jouer des sons en temps réel via l'appui sur des touches.
- **Mode semi-automatique** : Reproduire des séquences de sons préenregistrées.
- **Mode automatique** : Jouer des sons en fonction de commandes externes (ex. synchronisation avec une horloge ou d'autres instruments).

Le système doit être facile d'utilisation et comprendre une interface intuitive pour permettre la configuration.

De point de vue technique, le Drumpad doit répondre à plusieurs exigences :

- **Justesse des notes** : Les sons produits doivent être précis en termes de fréquence, avec une tolérance minimale d'erreur.
- **Faible latence** : Le temps de réponse entre l'appui sur une touche et la production du son doit être minimal pour une expérience utilisateur fluide.
- **Autonomie énergétique** : Le système doit pouvoir fonctionner sur batterie et être alimenté par le secteur, avec une autonomie suffisante pour les démonstrations.
- **Sécurité et CEM** : Le système doit respecter les normes de sécurité électrique, et de compatibilité électromagnétique (CEM) pour assurer une utilisation sécurisée, ainsi qu'éviter les interférences avec d'autres appareils.

Le Drumpad doit également disposer de :

- **Interface visuelle** : Un écran LCD doit afficher les informations nécessaires (ex. mode de fonctionnement, réglages).
- **Stockage de sons** : Le système doit pouvoir stocker des sons dans une mémoire interne ou externe pour les modes semi-automatique et automatique.
- **Synchronisation externe** : Le Drumpad doit pouvoir se synchroniser avec une horloge externe ou d'autres instruments pour une utilisation en groupe.

¹ Do, Do#, Ré, Ré#, Mi, Mi#, Fa, Sol, Sol#, La, La#, Si.

3. Contraintes

Le projet « Drumpad » est soumis à plusieurs contraintes techniques, environnementales, budgétaires et réglementaires. Ces contraintes doivent être prises en compte dès la phase de conception pour garantir la faisabilité du projet et la satisfaction des attentes du client.

Contraintes techniques

- **Choix des composants** : Le système doit utiliser des composants électroniques disponibles à l'IUT, tels que des cartes Arduino, ESP32, FPGA, Raspberry Pi ou ST-Nucleo. Les demandes d'achat de composants doivent être justifiées et approuvées par les encadrants.
- **Fonctionnalités obligatoires** : Le Drumpad doit fonctionner en trois modes (manuel, semi-automatique, automatique) et être capable de jouer des sons sur une plage d'une octave complète avec les demi-tons.
- **Performance sonore** : Le système doit respecter des critères de justesse (fréquence des notes) et de latence (temps de réponse minimal entre l'appui sur une touche et la production du son).
- **Compatibilité électromagnétique (CEM)** : Le système doit être conforme aux normes de CEM pour éviter les interférences avec d'autres appareils.

Contraintes environnementales

- **Réutilisation de matériel** : L'objectif est de limiter l'achat de nouveaux composants en réutilisant du matériel disponible à l'IUT. Cela s'inscrit dans une démarche de développement durable et de réduction des coûts.
- **Écoconception** : Le système doit être conçu pour minimiser son impact environnemental, notamment en termes de consommation énergétique et de choix des matériaux.

Contraintes budgétaires

- **Budget limité** : Le budget maximal alloué au projet est de 200€. Ce budget doit couvrir l'achat de nouveaux composants, si nécessaire, mais l'objectif est de limiter les dépenses en privilégiant la réutilisation de matériel existant.
- **Justification des achats** : Tout achat de nouveaux composants doit être justifié par un besoin technique spécifique et approuvé par les encadrants.

Contraintes réglementaires

- **Sécurité électrique** : Le système doit être conforme aux normes de sécurité électrique en vigueur pour garantir la sécurité des utilisateurs et des opérateurs.
- **Open-source** : Le projet doit respecter les principes de l'open-source. Les résultats, les méthodes de conception et la documentation seront publiés sur une plateforme collaborative (GitHub) pour encourager le partage de connaissances.

Contraintes temporelles

- **Respect des délais** : Le projet doit être réalisé dans un délai précis, avec des étapes clés à respecter (conception, réalisation, tests, documentation). Un retard dans la réalisation du Drumpad pourrait impacter la synchronisation avec les autres projets et la démonstration finale.
- **Collaboration inter-projets** : Le Drumpad doit être compatible avec les autres instruments développés par les autres groupes (Synthétiseur, Magimba automatisé, table de mixage).

4. Description fonctionnelle technique

Cette section décrit les fonctions techniques que le Drumpad doit réaliser, ainsi que les solutions envisagées pour répondre à ces besoins. Elle inclut une analyse fonctionnelle détaillée, des diagrammes de synthèse et une description des composants techniques.

4.1. Description fonctionnelle

Fonctions principales (FP)

- **FP0 - Modifier l'environnement sonore** : Permettre à l'utilisateur de configurer les paramètres sonores (volume, type de sons, etc.) via une interface utilisateur.
- **FP1 - Jouer des sons de manière manuelle** : Produire des sons en temps réel en réponse à l'appui sur les touches.
- **FP2 - Jouer des sons de manière semi-automatique** : Reproduire des séquences de sons préenregistrées.
- **FP3 - Jouer des sons de manière automatique** : Jouer des sons en fonction de commandes externes (ex. synchronisation avec une horloge ou d'autres instruments).

Fonctions techniques (FT)

- **FT1 - Enregistrer l'appui des touches** : Détecter et enregistrer l'appui sur les 16 touches configurables via des capteurs capacitifs ou mécaniques.
- **FT2 - Jouer le son attribué à la touche** : Produire un son correspondant à la touche activée via un module audio et des haut-parleurs.
- **FT3 - Jouer une partition de sons préenregistrée** : Lire une séquence de sons stockée en mémoire interne ou externe.
- **FT4 - Stocker les sons dans la mémoire interne** : Permettre l'enregistrement et le stockage de sons pour les modes semi-automatique et automatique.
- **FT5 - Modifier le stockage interne depuis l'extérieur** : Permettre à l'utilisateur de charger de nouveaux sons ou séquences via une interface (ex. port USB).
- **FT6 - Avoir une interface visuelle** : Afficher les informations nécessaires (mode de fonctionnement, réglages) sur un écran LCD.
- **FT7 - Permettre le réglage de paramètres** : Offrir une interface de configuration pour ajuster les paramètres sonores et fonctionnels.
- **FT8 - Permettre l'alimentation depuis le secteur et depuis la batterie** : Assurer une autonomie énergétique suffisante pour les démonstrations.
- **FT9 - Être synchronisé sur une horloge** : Permettre la synchronisation avec une horloge externe ou d'autres instruments.

Fonctions de contrainte (FC)

- **FC1 - Jouer toutes les notes d'une octave complète avec demi-tons** : Garantir une plage sonore complète et précise.
- **FC2 - Assurer la justesse de sonorité et afficher la(les) fréquence(s) jouée(s)** : Vérifier la précision des fréquences sonores et les afficher sur l'écran.
- **FC3 - Assurer la rapidité du système et effectuer un calcul de latence** : Minimiser le temps de réponse entre l'appui sur une touche et la production du son.
- **FC4 - Respecter les normes de sécurité électrique** : Garantir la sécurité des utilisateurs et des opérateurs.
- **FC5 - Assurer la compatibilité électromagnétique (CEM)** : Éviter les interférences avec d'autres appareils.
- **FC6 - Être respectueux de l'environnement** : Minimiser l'impact environnemental du système.
- **FC7 - Être ergonomique** : Offrir une interface utilisateur intuitive et facile à utiliser.

Pour illustrer ces fonctions, les diagrammes, représentés sur la Figure 1 et la Figure 2, sont proposés :

Diagramme des interacteurs

Ce diagramme, en Figure 1, représente comment le système (Drumpad) interagit avec les éléments extérieurs, tels que l'utilisateur ou autres systèmes.

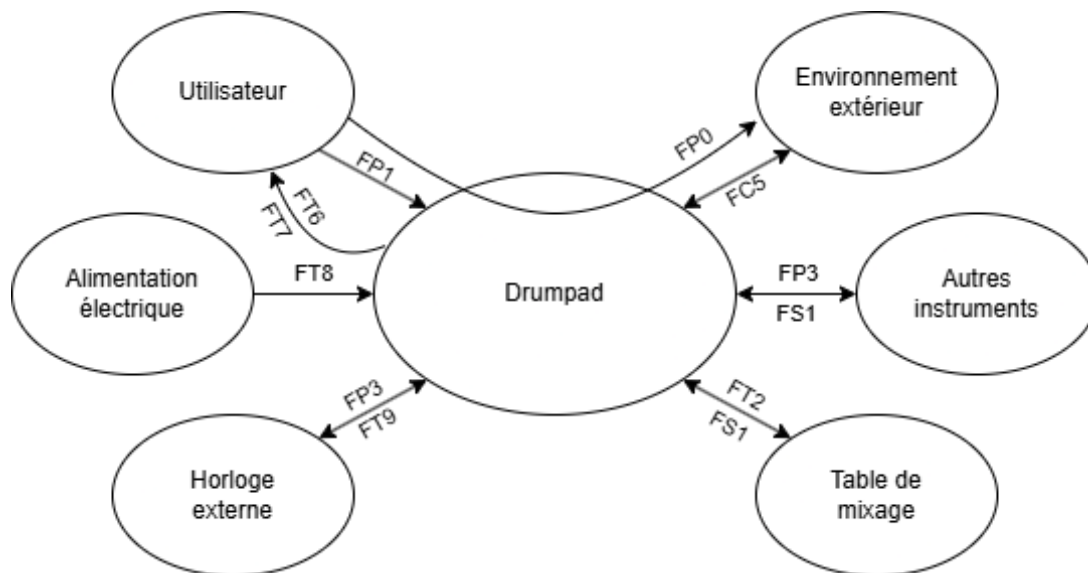


Figure 1: Diagramme des interacteurs

Diagramme FAST (Functional Analysis System Technique)

Ce diagramme, en Figure 2, représente le lien entre différentes fonctions, et comment les solutions techniques adaptées dérivent de ces fonctions.

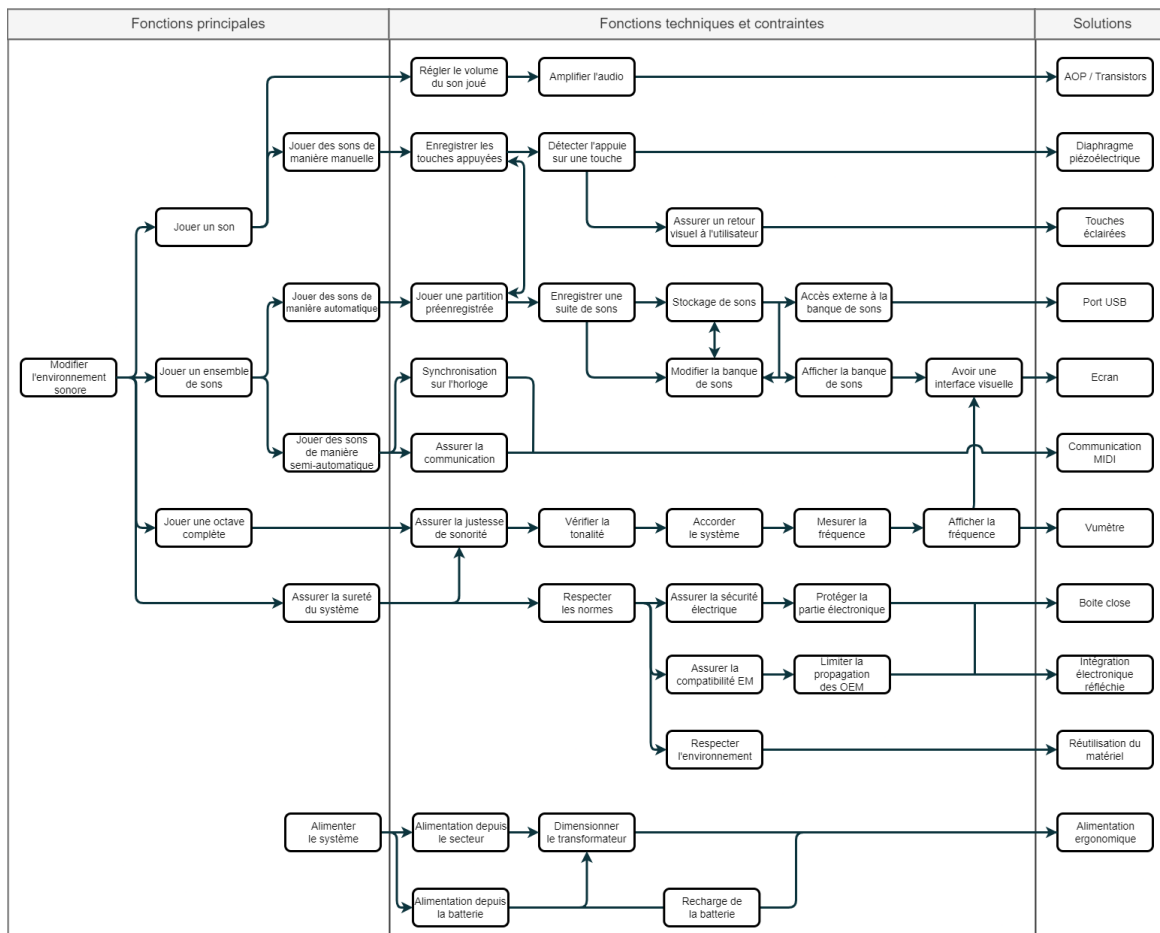


Figure 2: Diagramme FAST

4.2. Description technique

Le Drumpad est composé des éléments techniques suivants :

Composants matériels

Le système sera composé de :

- **Microcontrôleur** : Une carte pour gérer les entrées/sorties et les modes de fonctionnement.
- **Capteurs de touche** : 16 capteurs pour détecter l'appui sur les touches.
- **Haut-parleurs** : Deux haut-parleurs pour la diffusion sonore.
- **Écran LCD** : Un écran pour l'interface utilisateur.
- **Alimentation** : Une batterie rechargeable et un circuit d'alimentation secteur.

Une proposition de représentation visuelle du système est faite, comme sur la Figure 3 ci-dessous :

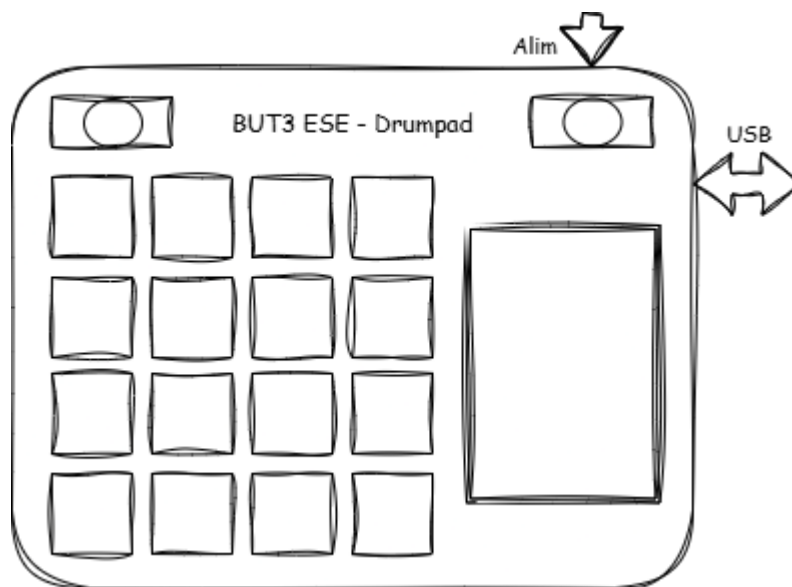


Figure 3: Croquis du système

Logiciel et firmware

La partie programmable du système sera composé de :

- **Firmware** : Le microcontrôleur sera programmé pour gérer les modes de fonctionnement, la synchronisation et l'interface utilisateur.
- **Stockage des sons** : Les sons seront stockés sur une carte microSD.
- **Interface de configuration** : Une interface simple permettra à l'utilisateur de configurer les paramètres sonores et fonctionnels.

Schéma structurel global

Une proposition de la composition interne du système est représentée sur la Figure 4 ci-dessous :

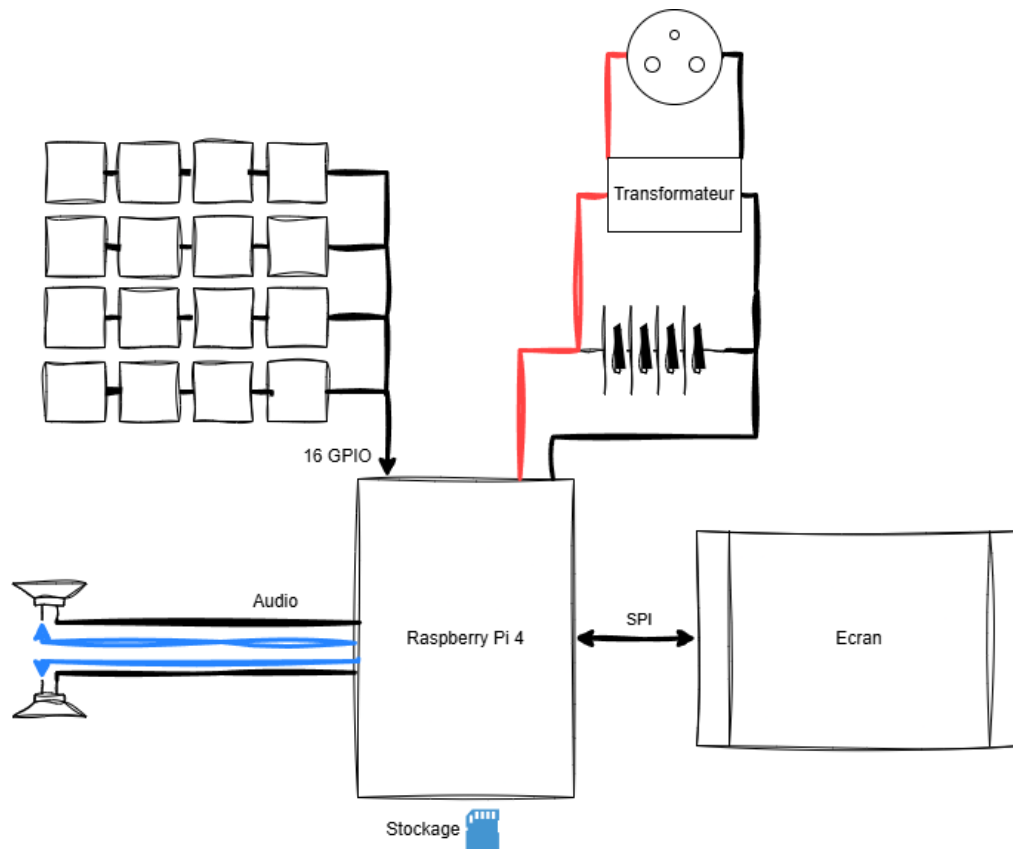


Figure 4: Schéma structurel global

Le schéma structurel global montre l'agencement des composants et leurs interactions. Il inclut :

- Les capteurs de touche connectés au microcontrôleur.
- Le module audio et les haut-parleurs pour la reproduction sonore.
- L'écran LCD et les boutons de navigation pour l'interface utilisateur.
- Le circuit d'alimentation (batterie et secteur).

5. Lien inter-projets

Le projet « Drumpad » s'inscrit dans un ensemble de projets similaires développés par d'autres groupes d'étudiants dans le cadre de la SAE S5 du BUT GEII. Ces projets partagent des objectifs communs et des contraintes techniques similaires, ce qui nécessite une coordination étroite entre les équipes pour garantir une harmonisation globale lors de la démonstration finale.

Interactions techniques

Le Drumpad doit être compatible avec les autres instruments pour permettre une synchronisation harmonieuse lors des Journées Portes Ouvertes. Cela implique :

- **Synchronisation des instruments** : Le Drumpad doit pouvoir se synchroniser avec une horloge externe et/ou d'autres instruments (ex. Magimba automatisé, synthétiseur).
- **Compatibilité des signaux audio** : Les signaux audio produits par le Drumpad doivent être compatibles avec la table de mixage pour permettre un mixage harmonieux.
- **Échanges techniques** : Les équipes doivent partager leurs connaissances et leurs solutions techniques pour résoudre les problèmes communs (ex. gestion de la latence, synchronisation).

Impact des retards

Un retard dans la réalisation du Drumpad pourrait impacter l'ensemble des projets, notamment en termes de synchronisation et de démonstration finale. Il est donc essentiel de respecter les délais et de maintenir les échanges avec les autres équipes.

6. Budget du projet

Le projet « Drumpad » doit respecter des contraintes budgétaires strictes tout en répondant aux exigences techniques et fonctionnelles définies par le client. Cette section détaille les coûts prévisionnels, les sources de financement et les stratégies pour optimiser les dépenses.

Budget maximal autorisé

Le budget maximal alloué au projet est de 200€. Ce budget doit couvrir l'achat de nouveaux composants, si nécessaire, mais l'objectif est de limiter les dépenses en privilégiant la réutilisation de matériel existant disponible à l'IUT. Des composants peuvent être commandés dans la limite du budget alloué. Tout achat doit être justifié et approuvé par l'enseignant responsable du groupe.

Le coût des composants disponibles à l'IUT ne rentre pas dans les limites du budget, néanmoins les choix de composants disponibles doivent également être justifiés. Ces justifications font l'objet du dossier de conception en lien avec ce projet.

Stratégies d'optimisation des coûts

Pour respecter le budget et minimiser les dépenses, on privilégie :

- **Réutilisation de matériel** : Utilisation de composants déjà disponibles à l'IUT.
- **Achats groupés** : Si plusieurs groupes ont besoin des mêmes composants, des achats groupés pourront être organisés.
- **Choix de composants économiques** : Priorité aux composants offrant le meilleur rapport qualité-prix.
- **Limitation des achats non essentiels** : Tout achat devra être justifié par un besoin technique spécifique et approuvé par les encadrants.

Justification des achats

Tout achat de nouveaux composants devra être justifié par un besoin technique spécifique et approuvé par les encadrants. Pour commander un composant, la justification doit inclure :

- La description du composant.
- Le coût unitaire et total.
- La raison technique de l'achat.
- La recherche d'alternatives moins chers.