

CY IUT – GEII Neuville

Procédures de maintenance préventive

Projet « Drumpad »

Instrument de percussion numérique automatisé

Document rédigé par : Volodymyr Vronskyi
Version 1.0 – 06/04/2025

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	06/04/2025

Tableau 1: Historique de versions

Table des matières

Historique de versions.....	2
Table des matières	2
1. Introduction.....	3
2. Rappels	4
2.1. Rappel des fonctions.....	4
2.2. Rappel des sous – systèmes.....	5
3. Procédures de maintenance préventive	6
3.1. Analyse AMDEC.....	6
3.2. Plan de maintenance périodique.....	10

1. Introduction

Pour garantir la fiabilité et la longévité d'un système électronique, une maintenance préventive rigoureuse et systématique s'avère indispensable. Ce processus permet d'anticiper les défaillances potentielles avant qu'elles ne surviennent, en vérifiant régulièrement l'état des différents composants et sous-systèmes. Une telle approche minimise les risques de panne et assure des performances optimales dans la durée, particulièrement importante pour un dispositif destiné à être utilisé lors d'événements publics comme les Journées Portes Ouvertes.

Le document ci-présent, élaboré spécifiquement pour le projet « Drumpad », établit un cadre complet pour la maintenance préventive de cet instrument de percussion numérique. Le système étant constitué de plusieurs sous-systèmes interconnectés - électronique de contrôle, interface utilisateur, module audio et alimentation électrique - chacun nécessite des vérifications particulières. Ce guide détaille ainsi pour chaque sous-ensemble les procédures de contrôle, les fréquences d'intervention recommandées et les actions correctives à entreprendre.

Au-delà de la simple vérification des composants, cette maintenance préventive vise également à documenter l'historique des interventions, faciliter le dépannage et optimiser la durée de vie de l'appareil. Elle s'inscrit dans une démarche qualité globale, depuis la conception jusqu'à l'utilisation finale, en passant par les phases de tests et de déploiement. Ce document servira ainsi de référence essentielle pour les équipes en charge de l'entretien et de l'exploitation du Drumpad.

2. Rappels

2.1. Rappel des fonctions

Cette section comporte un rappel sur les fonctions du système présentées dans le cahier des charges.

Fonctions principales :

- **FP0** : Modifier l'environnement sonore.
- **FP1** : Jouer des sons de manière manuelle.
- **FP2** : Jouer des sons de manière semi-automatique (séquences préenregistrées).
- **FP3** : Jouer des sons de manière automatique (commandes externes).

Fonctions techniques :

- **FT1** : Enregistrer l'appui des touches.
- **FT2** : Jouer le son attribué à la touche.
- **FT3** : Jouer une partition de sons préenregistrée.
- **FT4** : Stocker les sons dans la mémoire interne.
- **FT5** : Modifier le stockage interne depuis l'extérieur.
- **FT6** : Avoir une interface visuelle.
- **FT7** : Permettre le réglage de paramètres.
- **FT8** : Permettre l'alimentation depuis le secteur et depuis la batterie.
- **FT9** : Être synchronisé sur une horloge.

Fonctions secondaires :

- **FS1** : S'intégrer dans l'ensemble d'instruments.
- **FS2** : Assurer le retour visuel d'appuie sur une touche.

Fonctions de contrainte :

- **FC1** : Jouer toutes les notes d'une octave complète avec demi-tons.
- **FC2** : Assurer la justesse de sonorité et afficher la(les) fréquence(s) jouée(s).
- **FC3** : Assurer la rapidité du système et effectuer un calcul de latence.
- **FC4** : Respecter les normes de sécurité électrique et assurer la compatibilité électromagnétique.
- **FC5** : Être économe en énergie et favoriser la réutilisation de matériel.
- **FC6** : Offrir une bonne ergonomie et facilité d'utilisation.

2.2. Rappel des sous – systèmes

Cette section présente l'architecture technique du système Drumpad en détaillant ses principaux sous-ensembles fonctionnels et leurs interactions.

1. Carte d'Alimentation et de Distribution d'Information (CADI)

La CADI constitue l'élément central de l'architecture matérielle. Elle assure deux fonctions essentielles :

- **Distribution d'énergie** : Alimentation régulée vers tous les sous-systèmes
- **Routage des données** : Gestion des flux d'information entre les différents modules
Cette carte joue un rôle similaire à une carte-mère dans un système informatique classique.

2. Unité Centrale de Commande (UCC)

La Raspberry Pi 4 forme le cœur intelligent du système avec les responsabilités suivantes :

- Traitement des signaux des capteurs.
- Gestion de l'interface utilisateur.
- Contrôle de la reproduction audio.
- Stockage et gestion des fichiers sonores.
- Synchronisation avec les autres instruments.

3. Sous-Systèmes Périphériques

- **Module d'Alimentation** : Convertisseur dédié fournissant du 5V/3A stabilisé spécifiquement pour la Raspberry Pi.
- **Amplificateur Audio** : Circuit d'adaptation d'impédance et d'amplification du signal audio vers les haut-parleurs.
- **Matrice de Boutons** : Interface de gestion multiplexée des 16 capteurs tactiles, optimisant l'utilisation des GPIOs.

3. Procédures de maintenance préventive

3.1. Analyse AMDEC

L'**Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC)** est une méthode structurée et proactive d'évaluation des risques, visant à identifier, classer et maîtriser les défaillances potentielles d'un système. Utilisée dans les domaines industriels, électroniques et mécaniques, elle permet d'anticiper les pannes avant leur apparition et d'optimiser la fiabilité du produit.

Dans le cadre du projet Drumpad, cette analyse est essentielle pour garantir la robustesse de l'instrument, notamment en vue de son utilisation intensive lors des Journées Portes Ouvertes (JPO).

Méthodologie Appliquée :

L'AMDEC repose sur trois étapes clés :

Identification des Modes de Défaillance :

- Pour chaque composant critique (ex. carte d'alimentation, capteurs, amplificateur), nous listons les pannes possibles (surchauffe, court-circuit, usure mécanique, etc.).

Analyse des Effets et Causes :

- Pour chaque défaillance, nous évaluons :
 - **L'effet** sur le système (ex. arrêt complet, dégradation des performances).
 - **La cause racine** (ex. courant excessif, mauvaise dissipation thermique).

Évaluation de la Criticité :

- Chaque défaillance est notée selon trois critères (sur une échelle de 1 à 5) :
 - **Gravité (G)** : Impact sur le système.
 - **Occurrence (O)** : Probabilité que la défaillance se produise.
 - **Détectabilité (D)** : Facilité à détecter la panne avant qu'elle n'impacte le système.
- La **Criticité (C)** est calculée par : $C = G \times O \times D$.
 - *Exemple* : Une défaillance avec $G=5$, $O=4$, $D=1$ aura une criticité de **20/25** (risque critique).

Dans le cadre du projet Drumpad, cette analyse est essentielle pour garantir la robustesse de l'instrument, notamment en vue de son utilisation intensive lors des Journées Portes Ouvertes (JPO).

Ci-dessous se trouve l'analyse AMDEC pour chaque sous – système :

CADI (Carte d’Alimentation et Distribution d’Information) :

Composant	Mode de défaillance	Effet	Cause	Criticité (G/O/D)	Action Préventive
Circuit d'alimentation	Surtension en sortie	Destruction de la RPi4	Défaillance du régulateur de tension	4/3/2 Moyenne	Ajouter une diode Zener en protection
Connecteurs	Mauvais contact	Intermittence des données	Oxydation / vibration	3/2/4 Faible	Utiliser des connecteurs sertis Nettoyage périodique

RPi4 :

Composant	Mode de défaillance	Effet	Cause	Criticité (G/O/D)	Action Préventive
Carte SD	Corruption des données	Plantage du système	Arrêt brutal / Surchauffe	5/2/3 Élevée	Utiliser un mode de stockage externe (USB/SSD)
Processeur	Surchauffe	Throttling / Arrêt du système	Ventilation insuffisante	4/4/2 Moyenne	Permettre un meilleur flux d'air à l'aide de ventilateurs

Alim RPi4 :

Composant	Mode de défaillance	Effet	Cause	Criticité (G/O/D)	Action Préventive
LM7805	Drop de tension	Redémarrages aléatoires	Tension d'entrée trop basse ou courant insuffisant	4/3/2 Moyenne	Ajouter un pré - régulateur
Transistor de BYPASS de courant	Surchauffe	Dégradation accélérée	Courant traversant important	5/4/1 Critique	Ajouter un dissipateur de chaleur de puissance importante

Amplification audio :

Composant	Mode de défaillance	Effet	Cause	Criticité (G/O/D)	Action Préventive
Transistors	Surchauffe	Distorsion audio	Courant excessif ou dissipation insuffisante	5/3/2 Élevée	Ajouter un dissipateur thermique ou réduire le courant de sortie
Résistances de polarisation	Dérive de valeur	Déséquilibre de polarisation	Viellissement ou surcharge	4/2/3 Moyenne	Utiliser des résistances 1%
Condensateurs de liaison	Fuite	Perte de graves / bruit de fond	Surcharge en tension ou température	3/2/4 Faible	Utiliser des condensateurs électrolytiques qui supportent >100°C
Câblage des haut – parleurs	Court – circuit / rupture	HP bruités ou silencieux	Vibrations / surcharge en courant	4/2/2 Moyenne	Utiliser des connecteurs sécurisés Gainer les câbles
Alimentation de l'amplificateur	Ondulation excessive	Bourdonnement 50Hz	Filtrage insuffisant	4/3/3 Moyenne	Ajouter un condensateur de découplage (>1000uF)

Matrice de boutons :

Composant	Mode de défaillance	Effet	Cause	Criticité (G/O/D)	Action Préventive
Capteurs piézoélectriques	Perte de sensibilité	Touches non reconnues	Fatigue mécanique	3/4/2 Moyenne	Prévoir des pièces de rechange
Multiplexeur	Bruit électrique	Appuis fantômes	Alimentation instable	2/3/4 Faible	Filtrage capacitif
Monostable	Dérive de la temporisation	Temps d'antirebond incohérent	Variation de la capacité de timing	3/2/3 Faible	Utiliser des condensateurs fiables Contrôler les résistances et condensateurs trimestriellement

Boitier :

Composant	Mode de défaillance	Effet	Cause	Criticité (G/O/D)	Action Préventive
Boitier en PLA	Déformation thermique	Mauvais contact des composants	Température interne trop élevée	3/2/5 Faible	Ventilation forcée
Boitier en PLA	Fragilité mécanique	Fissures	Chocs	2/1/5 Faible	Épaisseur minimale de 3mm

3.2. Plan de maintenance périodique

Ci-dessous se trouvent les vérifications à effectuer de manière régulière sur le système Drumpad :

CADI :

Fréquence	Vérifications	Méthode
Mensuelle	Mesurer les tensions de sortie vers les autres sous – systèmes	Test à l'aide d'un multimètre avec une charge simulée
Mensuelle	Vérifier l'absence de surchauffe sur les régulateurs	Caméra thermique
Trimestrielle	Contrôler l'état des condensateurs électrolytiques pour le gonflement ou des fuites	Inspection visuelle, test à l'ESR – mètre
Semestrielle	Vérifier les connecteurs et les soudures	Inspection visuelle, et/ou resouder à l'aide d'un fer à souder
Annuelle / x1000 utilisations	Vérifier et, si besoin, remplacer les condensateurs de filtrage d'alimentation	Démontage / remplacement

RPi4 :

Fréquence	Vérifications	Méthode
Mensuelle	Vérifier la température du CPU en charge maximale	Vérification par mesure de température à travers la fenêtre de commande
Mensuelle / x20 utilisations	Tester la stabilité du système	Vérification de la journalisation des événements système
Semestrielle / x200 chargements audio	Sauvegarder la carte SD, vérifier son état, reformatter	Clonage sur disque externe, reformatage à l'aide de Raspberry Pi Imager
Annuelle	Remplacer la pâte thermique	Démontage de dissipateur(s), application de nouvelle pâte thermique

Ampli audio :

Fréquence	Vérifications	Méthode
Mensuelle	Mesurer la température des transistors en fonctionnement	Caméra thermique

Mensuelle / x30 utilisations	Vérifier l'absence de distorsion à volume maximal	Mettre un signal sinusoïdal en entrée et regarder la sortie à l'aide d'un oscilloscope
Trimestrielle / x100 utilisations	Contrôler l'état des condensateurs de liaison	Tester les condensateurs
Semestrielle	Vérifier les résistances de polarisation et de dissipation de chaleur	Mesure à l'aide d'un ohmmètre
Semestrielle	Vérifier les connecteurs et les soudures	Inspection visuelle, et/ou resouder à l'aide d'un fer à souder
Annuelle	Remplacer la pâte thermique	Démontage de dissipateur(s), application de nouvelle pâte thermique

Matrice de boutons :

Fréquence	Vérifications	Méthode
Mensuelle	Tester la réponse de tous les capteurs piézo	Programme de détection d'appui
Mensuelle	Vérifier la temporisation du monostable (NE555)	Vérifier le signal lors d'un appui sur la broche 3 à l'aide d'un oscilloscope
Semestrielle	Vérifier les connecteurs et les soudures	Inspection visuelle, et/ou resouder à l'aide d'un fer à souder
Annuelle / x1000 utilisations	Remplacer les capteurs les plus utilisés	Démontage / remplacement

Boîtier :

Fréquence	Vérifications	Méthode
Trimestrielle	Nettoyer la poussière sur les composants internes, filtres à air, et ventilateurs	Aspirateur / bombe à air
Trimestrielle	Vérifier l'absence de déformation du PLA	Inspection visuelle
Semestrielle	Contrôler la solidité des fixations mécaniques et l'absence des fissures	Test de serrage des vis / inspection visuelle générale