Cahier des charges (cdc)

Projet traceur de diagrammes de Bode

SUIVI DES EVOLUTIONS

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ENREGISTREMENT DES MODIFICATIONS** | | | |
| Version | Date | Auteur.e | Modification |
| V1.0 RA | 18/10/2024 | JANIN Cecile | Création |
| V1.0 RB | 04/02/2024 | JANIN Cecile | Suppression des commentaires, complétion chapitre « objectifs du projet », ajout diagramme FAST |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **APPROBATION** | | | | |
|  | Nom | Rôle | Date | Signature |
| Créé ou modifié par |  |  |  |  |
| Vérifié par |  |  |  |  |
| Approuvé par |  |  |  |  |
| Approuvé par le client si nécessaire |  |  |  |  |

**LISTE DES ADU / ACU DU DOCUMENT**

| **§** | **Numéro de l’exigence** | **Intitulé de l’ADU / ACU** | **Description** | **N° de l’action ou du FT** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**OBJET DU DOCUMENT**

La présente spécification définit le contexte ainsi que les exigences concernant les caractéristiques fonctionnelles et techniques pour l’équipement développé dans le cadre du projet « traceur de diagrammes de Bode », ID 123.

Les exigences spécifiées dans ce document sont :

* Les contraintes du projet
* Les exigences fonctionnelles techniques
* Les exigences non fonctionnelles :
  + Relatives à l’évolutivité
  + Relatives à la conception et la réalisation
* Les exigences liées aux caractéristiques physiques et aux interfaces

La structure d’une exigence est :

Nom\_document\_[num\_exigence] Ex : Carte\_IMX6\_HRS\_ [54]

Titre de l’exigence

* Contenu de l’exigence
* …

*I/A/D/T (Inspection, Analyse, Démonstration, Test), niveau 1/2/3/4*

*Fin de l’exigence*

Niveaux de vérification :

* 0 : niveau des constituants de l’article
* 1 : niveau de l’article
* 2 : niveau intégration (article interfacé)
* 3 : niveau de l’article ou système englobant



**Table des matières**

[1. Contexte du projet 7](#_Toc189562143)

[1.1 Situation et description 7](#_Toc189562144)

[1.2 Enjeux 7](#_Toc189562145)

[1.3 Etudes déjà effectuées OU sur des sujets voisins ET suites prévues 7](#_Toc189562146)

[1.4 Objectif du projet 8](#_Toc189562147)

[1.5 Nature des prestations demandées 8](#_Toc189562148)

[1.6 Caractère de confidentialité 8](#_Toc189562149)

[2. Analyse fonctionnelle du besoin 9](#_Toc189562150)

[3. Contraintes 10](#_Toc189562151)

[3.1 Environnementales 10](#_Toc189562152)

[3.2 Techniques 10](#_Toc189562153)

[3.2.1 Interfaces 10](#_Toc189562154)

[3.2.2 Maintenance et évolutivité 11](#_Toc189562155)

[3.2.3 Performance 11](#_Toc189562156)

[4. Description fonctionnelle technique 15](#_Toc189562157)

[4.1 Analyse générale du système 15](#_Toc189562158)

[4.2 Carte post régulation 16](#_Toc189562159)

[5. Liens inter-projets 17](#_Toc189562160)

[6. Budget du projet 18](#_Toc189562161)

# Contexte du projet

## Situation et description

Durant une phase de test, que ce soit dans une chaine de production ou un laboratoire, il est régulièrement nécessaire de caractériser le comportement d’un quadripôle sur une bande de fréquence déterminée.

Cependant, il n’existe à ce jour pas de solutions de système de mesure automatisé satisfaisant nos besoins, en particulier :

* Un appareil montable dans une armoire rack standard 19’’
* Une bande passante basse fréquence, de quelques kilos à plusieurs Méga hertz
* Un contrôle via USB, automatique comme manuel
* Des sources logicielles ouvertes, notamment pour une évolutivité et personnalisation des fonctionnalités
* Une modularité matérielle, afin d’en améliorer les performances et d’en faciliter la maintenance
* Une réparabilité accrue, que ce soit au travers d’une documentation matérielle libre ou d’un appareil facilement démontable et diagnosticable

Faces à ces nombreuses exigences sans réponses, la décision a été prise de lancer un projet visant à répondre aux différents besoins cités ci-dessus.

## Enjeux

L’aboutissement de ce prototype permettra de tester les différentes solutions envisagées, en réponse au besoin client.

Dans le cas où ce projet donnerait des réponses techniques pertinentes, de nouvelles itérations de conception seront mises en œuvre, afin d’aboutir à un appareil fonctionnel et exploitable sur le terrain.

Dans le cas où la réponse ne sera pas satisfaisante, les solutions précédemment utilisées (appareils sur table, etc.) seront conservées.

## Etudes déjà effectuées OU sur des sujets voisins ET suites prévues

Sans objet.

## Objectif du projet

L’objectif de ce projet est de valider le concept de conception utilisé pour le projet. Il s’agira également de rédiger un support documentaire destiné assurer la traçabilité, qui sera utilisée pour les prochaines itérations de conception destinée à rendre le projet plus mature.

## Nature des prestations demandées

Les prestations demandées sont :

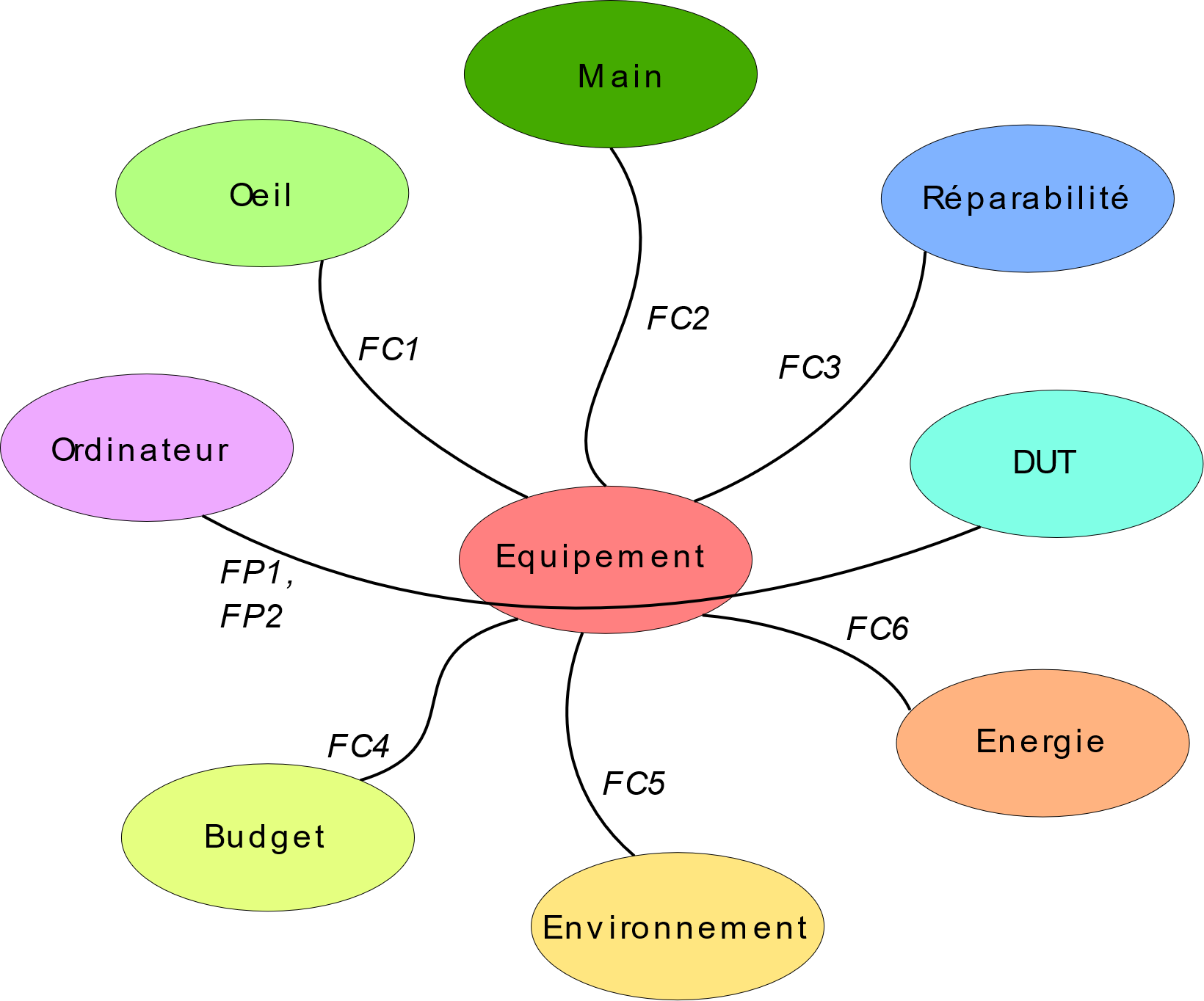
* Une étude des différentes solutions techniques afin de satisfaire les besoins fournis par le client
* La conception du matériel
* La conception du logiciel
* Réalisation d’un prototype
* La rédaction de la documentation

## Caractère de confidentialité

Ce projet ne possède pas de contraintes relatives à la confidentialité.

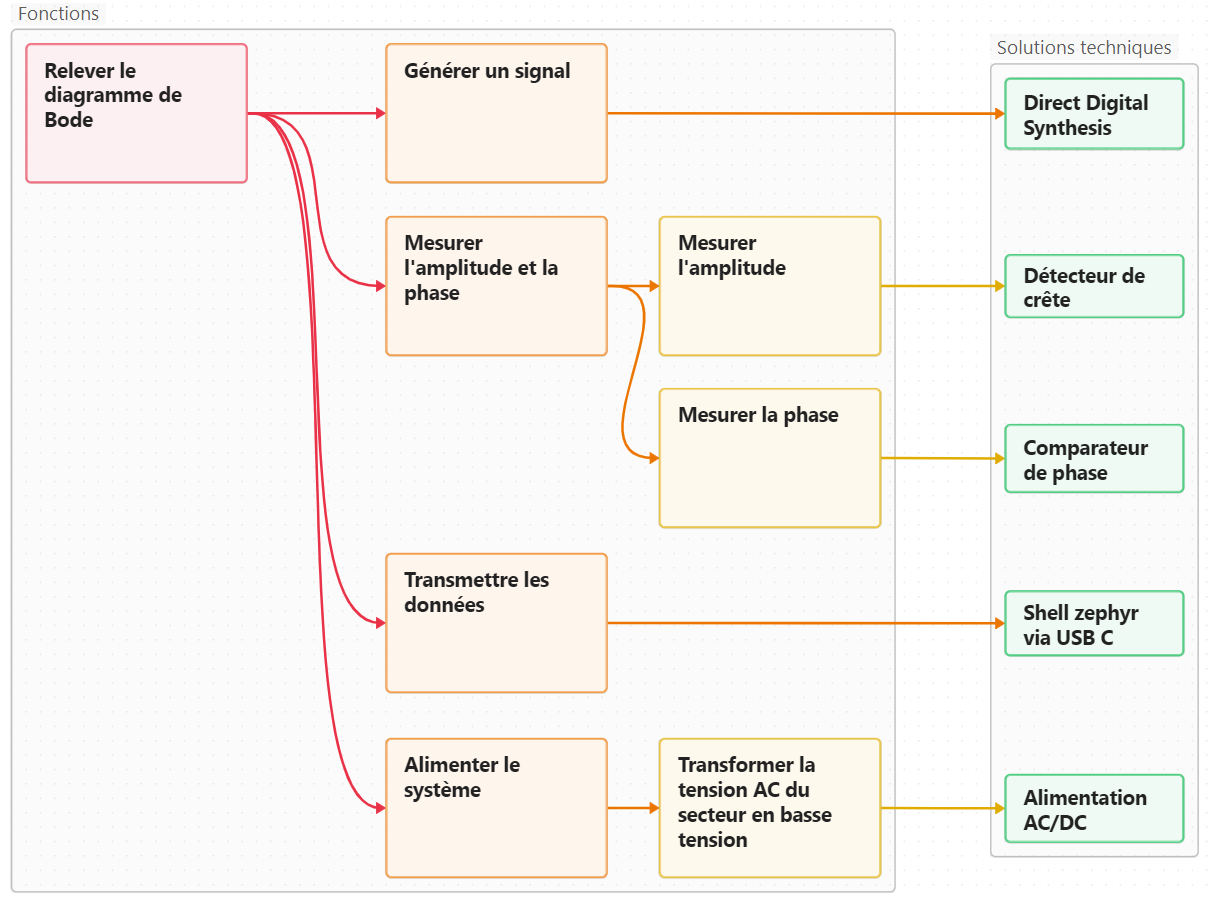
# Analyse fonctionnelle du besoin

Ci-dessous le diagramme exposant l’analyse fonctionnelle du besoin.



|  |  |
| --- | --- |
| **Repère de fonction** | **Description de la fonction** |
| FP1 | Génération d’un signal de fréquence variable |
| FP2 | Mesure de la phase et de l’amplitude du signal reçu |
| FC1 | Voir l’état de l’appareil d’un coup d’œil |
| FC2 | Reset du système |
| FC3 | Faciliter la maintenance du système |
| FC4 | Limitation des dépenses |
| FC5 | Se prémunir contre les dommages extérieurs dus aux ESD |
| FC6 | Alimenter en énergie |

Ci-dessous le diagramme FAST du projet.



# Contraintes

Nous retrouvons dans cette parties les contraintes fournies par le client.

## Environnementales

Cet équipement étant un prototype, nous ne nous attarderont pas sur les normes environnementales de type RoHS et REACH.

CDC\_Bode\_[

Résistance décharges électrostatiques

* Les différentes interfaces électriques doivent supporter des décharges électrostatiques niveau 2, conformément à la norme ANSI/ESD S541-2003

*Analyse, niveau 0*

*Fin de l’exigence*

## Techniques

### Interfaces

CDC\_Bode\_[

Type de connecteur

* Les connecteurs d’interface avec le DUT doivent être des SMA mâle
* Le connecteur d’interface entre l’équipement et l’ordinateur doit être un USB type C, de génération 2.0
* Le connecteur d’alimentation doit être un IEC femelle

*Inspection, niveau 0*

*Fin de l’exigence*

CDC\_Bode\_[

Rôle LEDs interface

* L’IHM doit posséder :
  + Une rouge, allumée lorsque le logiciel a démarré et est opérationnel
  + Une verte éteinte par défaut, allumée lors de l’acquisition de données
  + Une bleue, allumée lors de la détection d’une anomalie

*Démonstration, niveau 3*

*Fin de l’exigence*

CDC\_Bode\_[

Rôle bouton Reset

* Un bouton reset doit pouvoir remettre le système dans son état initial, avec un simple appui

*Démonstration, niveau 3*

*Fin de l’exigence*

### Maintenance et évolutivité

CDC\_Bode\_[

Réparabilité

* Les différentes fonctions du système doivent être sur des cartes isolées
* Chaque carte doit pouvoir être retirée avec un unique geste
* La documentation du système complet doit être dans une carte SD, non reliée électroniquement, fixée sur un PCB dans un socket micro SD
* L’état des rails d’alimentation doit être facilement lisible via des LEDs, une pour chaque rail

*Inspection, niveau 0*

*Fin de l’exigence*

### Performance

Cette section identifie chacune des exigences de performance clés imposées par le client.

#### Générateur

CDC\_Bode\_[

Générateur de signal, comportement en fréquence

* Le générateur doit avoir une bande de fréquence ajustable de 200kHz à 20MHz
* La précision doit être de ±500Hz minimum sur toute la bande passante
* La résolution de la fréquence doit être de 500Hz minimum sur toute la bande passante

*Test, niveau 3*

*Fin de l’exigence*

CDC\_Bode\_[

Générateur de signal, impédance de sortie

* L’impédance de sortie doit être de 50Ohm, ±2%, sur toute la bande passante

*Analyse, niveau 1*

*Fin de l’exigence*

CDC\_Bode\_[

Générateur de signal, amplitude du signal de sortie

* L’amplitude du signal émis doit être de 1Vpp, sous une charge de 50Ohm

*Test, niveau 0*

*Fin de l’exigence*

CDC\_Bode\_[

Générateur de signal, SNR et SFDR

* Le rapport signal sur bruit (SNR) doit être de 70dB minimum
* Le Spurious Free Dynamic Range doit être de 60dB minimum

*Test, niveau 3*

*Fin de l’exigence*

#### Récepteur

CDC\_Bode\_[

Récepteur, Impédance d’entrée

* L’impédance d’entrée doit être ajustable entre 1M Ohm et 50 Ohm.

*Démonstration, niveau 4*

*Fin de l’exigence*

CDC\_Bode\_[

Récepteur, dynamique, SNR

* La dynamique doit être de 50dBV, pour un signal de test de 1V d’amplitude
* Le rapport signal sur bruit (SNR) doit être de 60dB

*Test, niveau 4*

*Fin de l’exigence*

CDC\_Bode\_[

Récepteur, tension maximale du signal d’entrée

* L’amplitude maximale du signal alternatif d’entrée doit être de 10V
* L’amplitude maximale d’une tension continue d’entrée doit être de ±5V

*Analyse, niveau 4*

*Fin de l’exigence*

CDC\_Bode\_[

Récepteur, capacité parasite d’entrée

* La capacité parasite d’entrée doit être inférieure à 100pF

*test, niveau 1*

*Fin de l’exigence*

CDC\_Bode\_[

Récepteur, mesure de la phase

* La phase doit pouvoir être mesurée de – π à + π
* La précision de la masure doit être de ±2°

*test, niveau 4*

*Fin de l’exigence*

#### Logiciel

CDC\_Bode\_[

Interface logicielle

* L’interface logicielle doit se faire via le logiciel minicom, en TTY over USB
* Le baud rate doit être de 115200

*Analyse, niveau 4*

*Fin de l’exigence*

CDC\_Bode\_[

Commande logicielle

* La commande logicielle principale doit permettre de lancer une analyse permettant de tracer un diagramme de Bode, en spécifiant la fréquence de début et la fréquence de fin.

*Analyse, niveau 4*

*Fin de l’exigence*

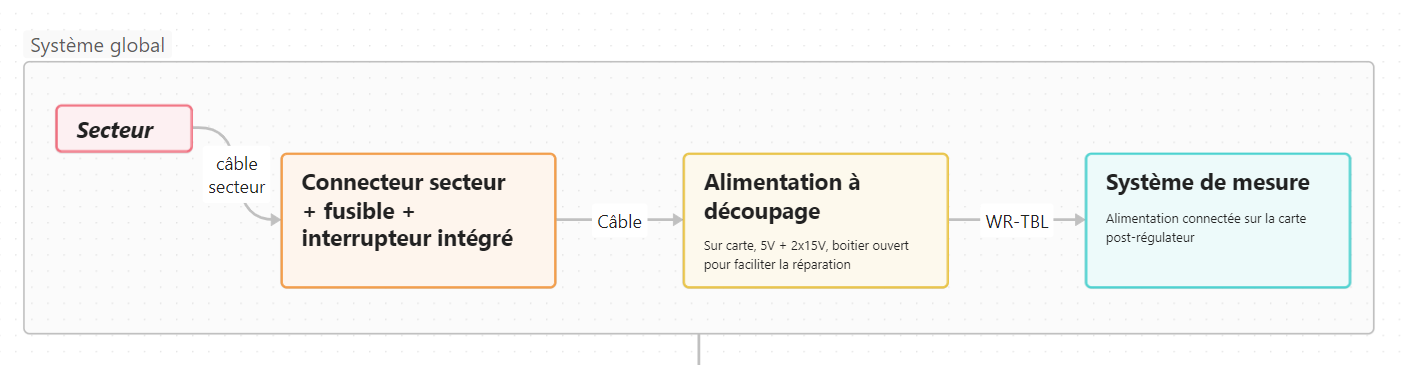
# Description fonctionnelle technique

Nous retrouvons dans cette partie une ébauche d’analyse technique du système, suivie d’exigences déduites des contraintes client. Cette partie n’est pas contractuelle, elle peut être sujette à modification au cours du développement du projet.

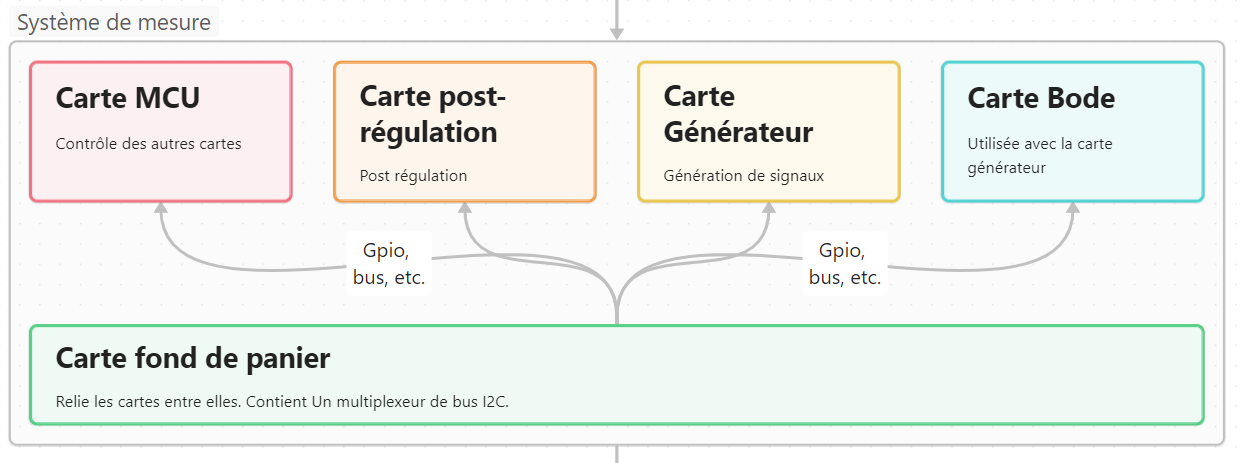
Les exigences listées ici seront utilisées par l’équipe de développement afin de maitriser et valider le travail effectué, tout en apportant de la traçabilité.

## Analyse générale du système

Après une analyse technique des exigences, nous pouvons en déduire le schéma bloc haut niveau suivant, donnant la structure d’alimentation du système.

**

Le schéma bloc de la partie mesure de l’équipement donne :

**

Le rôle des différentes cartes est détaillé ci-dessous :

* La carte fond de panier relie les cartes entre elles. Nous y retrouverons un minimum d’électronique (pas plus d’une dizaine de composants). Parmi les signaux acheminés entre les cartes, nous y retrouvons des bus SPI, I2C, des GPIOs ainsi que les rails d’alimentation.
* La carte post-régulation régule et filtre les tensions issues de l’alimentation amont, afin d’obtenir une plus grande diversité de rails d’alimentation.  
  Exemple : Réguler et filtrer la tension +15V à +12V pour le domaine analogique.
* La carte génératrice est GBF basé sur un DDS, est utilisé avec la carte Bode pour tracer le diagramme. S’interface au DUT avec un SMA.
* La carte Bode est la partie réception. Elle mesure l’amplitude ainsi que la phase du signal reçu. S’interface au DUT avec un SMA.
* La carte MCU coordonne les différentes cartes afin d’exécuter des fonctions complexes. Elle gère également l’IHM, soit les LEDs, le bouton reset ainsi que l’USB.  
  Exemple : Elle commande le générateur ainsi que la carte Bode pour tracer un diagramme.

## Carte post régulation

CDC\_Bode\_[

Carte post-régulation, caractéristiques tension et courant

* Les différentes caractéristiques des tensions sont listées ci-dessous. La colonne « Type » spécifie à quel usage elle est dédiée.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| N° | Tension | Courant | Type |
| 1 | +5V | 500mA | **Numérique** |
| 2 | +3.3V | 500mA | **Numérique** |
| 3 | +1.8V | 300mA | **Numérique** |
| 4 | +12V | 400mA | *Analogique* |
| 5 | -12V | 400mA | *Analogique* |
| 6 | +5V | 100mA | *Analogique* |
| 7 | -5V | 100mA | *Analogique* |

*Test, niveau 3*

*Fin de l’exigence*

# Liens inter-projets

Sans objet

# Budget du projet

Le budget total pour ce prototype ne doit pas dépasser 200€.

Cela ne prend pas en compte les sources d’approvisionnement alternatives : stocks existants, échantillons gratuits, etc.