|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Charte et Logo de l’entreprise | | | |
| **PFE : « Traitement de signal audio embarqué temps réel sur carte STM32 »**  **FIPA 2021** | | | |
|  | ENSTA Bretagne  2 rue F. Verny  29806 Brest Cedex 9, France  JÉZÉGOU, Pierre-Yves,  [pierre-yves.jezegou@ensta-bretagne.org](mailto:pierre-yves.jezegou@ensta-bretagne.org) |  | Contact :  Reynet Olivier,  [olivier.reynet@ensta-bretagne.fr](mailto:olivier.reynet@ensta-bretagne.fr)  Probst Irvin,  [irvin.probst@ensta-bretagne.fr](mailto:irvin.probst@ensta-bretagne.fr) |

# Remerciements

# Résumé

# Abstract

Sommaire

[Remerciements 2](#_Toc87859308)

[Résumé 3](#_Toc87859309)

[Abstract 3](#_Toc87859310)

[Sommaire 4](#_Toc87859311)

[Introduction *(3e livrable, 2/3 de page)* 5](#_Toc87859312)

[1. Besoin/Attentes du projet 6](#_Toc87859313)

[2. Plateforme Cible 6](#_Toc87859314)

[2.1. STM32 ? 6](#_Toc87859315)

[2.2. Chaine de Capture 6](#_Toc87859316)

[2.3. Sortie Audio 6](#_Toc87859317)

[3. Conversion PDM -> PCM 6](#_Toc87859318)

[3.1. Les échantillons 6](#_Toc87859319)

[3.1.1. PCM 6](#_Toc87859320)

[3.1.2. PDM 6](#_Toc87859321)

[3.2. Chaine de filtrage 6](#_Toc87859322)

[3.3. Intégration au µ— contrôleur 6](#_Toc87859323)

[4. Les démonstrateurs 6](#_Toc87859324)

[4.1. Présentation des démonstrateurs : 6](#_Toc87859325)

[4.1.1. « Parrot » 6](#_Toc87859326)

[4.1.2. « Digital recorder » 6](#_Toc87859327)

[4.1.3. « Direct output » 6](#_Toc87859328)

[4.2. Configuration des périphériques de la carte 6](#_Toc87859329)

[Références Bibliographiques 7](#_Toc87859330)

[Glossaires des termes techniques 7](#_Toc87859331)

[Table des figures 7](#_Toc87859332)

[Annexe 1 : Titre de l’annexe… 8](#_Toc87859333)

# Introduction *(3e livrable, 2/3 de page)*

* Introduction générale du projet
* Présentation de la structuration du rapport

# Besoin/Attentes du projet

* Lever les incertitudes sur l’acquisition Audio temps réel :
  + Implémentation sur cible STM32

Créer une chaine de capture -> recopie audio sur un microcontrôleur STM32

* + Réglages du Microphone PDM/ Filtrage du signal

Affiner les réglages des blocs de traitement audio du microcontrôleur. Se détacher de la librairie statique (non open-source) fournis par ST Micro pour la conversion PDM->PCM

# Plateforme Cible

## STM32 ?

Ligne de microcontrôleurs 32 bit commercialisé par ST Microélectroniques basées sur l’architecture ARM Cortex-M

Carte cible

STM32f429XX

## Chaine de Capture

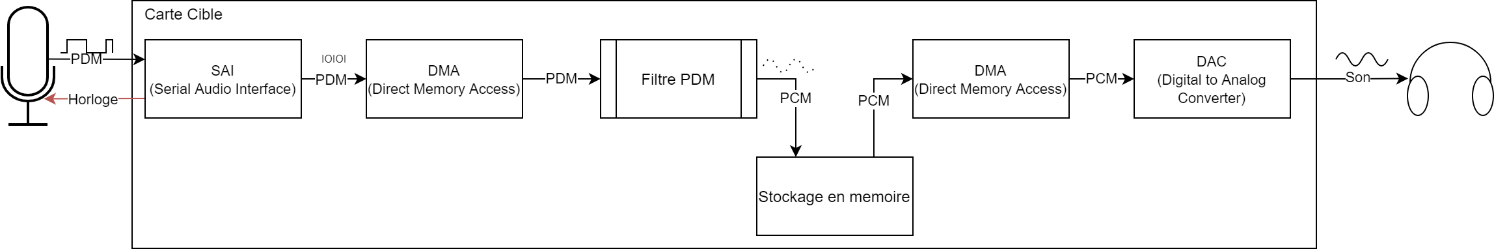


Figure : Chaine de capture

## Sortie Audio

Puissance de sorite du DAC + conception du câble

# Conversion PDM -> PCM

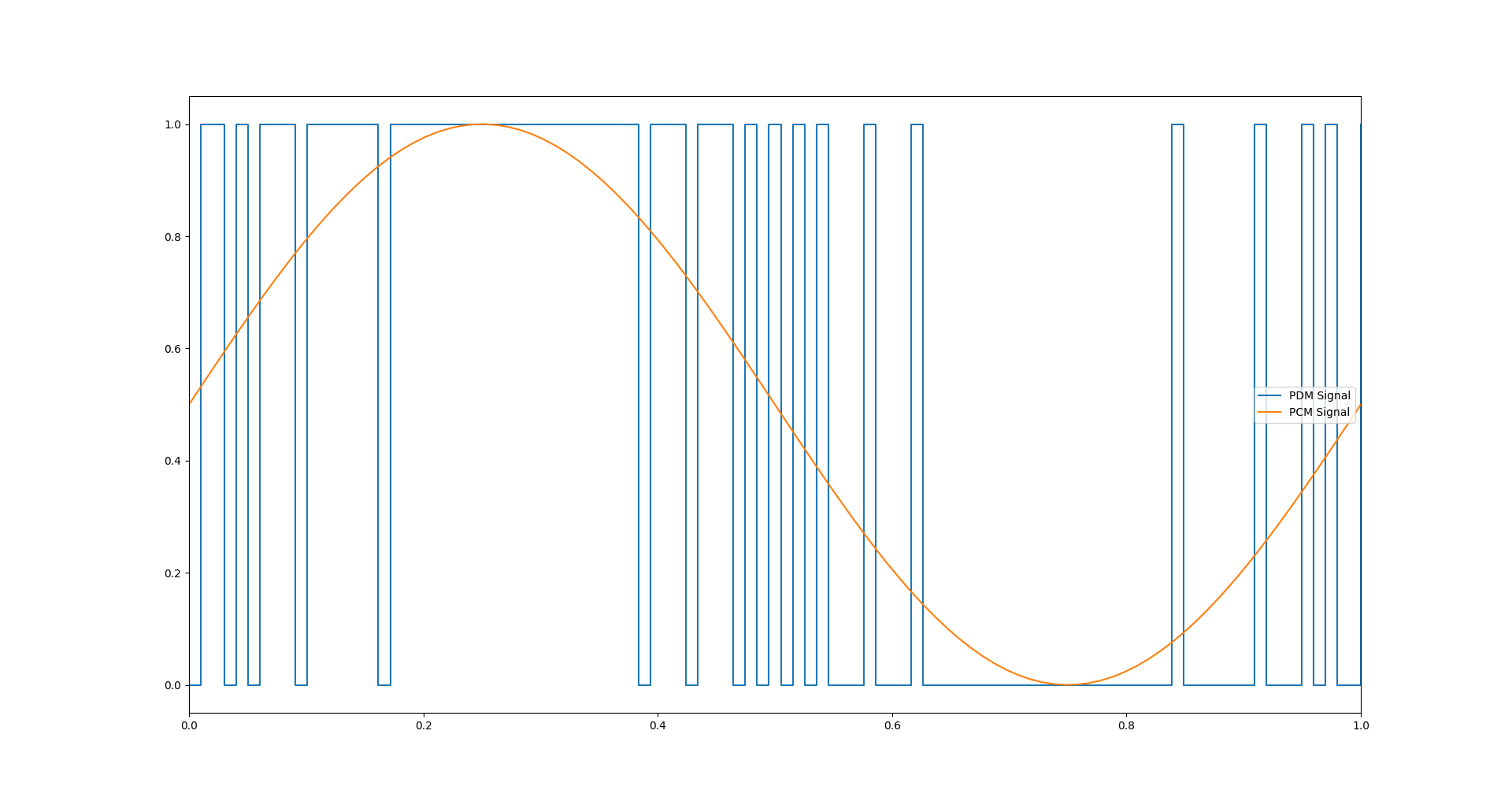
## Les échantillons

### PCM

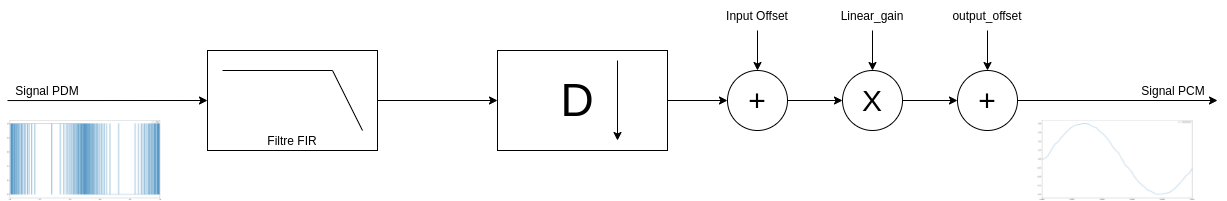
Pulse code Modulation -> Signal numérique, où chaque échantillon encoder numériquement représente le niveau du signal a un instant donné

### PDM

Pulse Density Modulation, Modulation numérique d’un signa, où la valeur de celui-ci est définie par la concentration de 1 dans le signal



## Chaine de filtrage



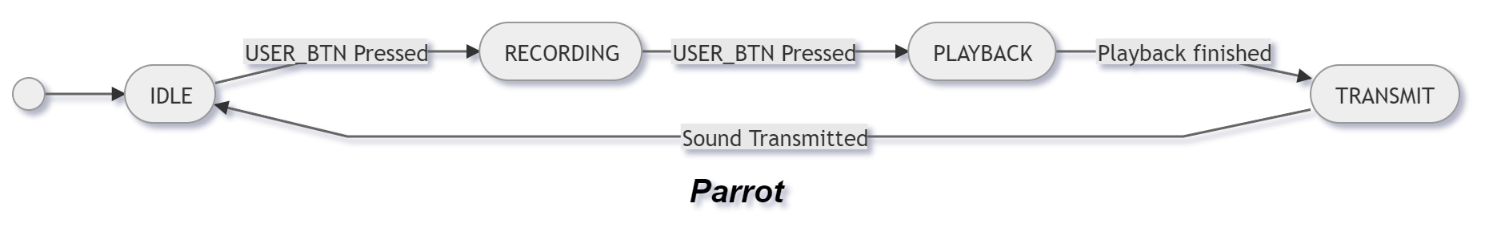
## Intégration au µ— contrôleur

Les échantillons PDM arrivent dans la mémoire RAM via le DMA qui charge en continue les données en provenance du périphérique SAI dans un buffer accessible par le programme. Ce buffer est circulaire, c’est-à-dire qu’une fois la fin du buffer atteinte le DMA continue de charger des données au début du buffer. Afin de notifier le programme de sa position dans le Buffer le DMA lève 2 interruptions, une première quand il passe la moitié du buffer la seconde a la fin de celui-ci. C’est interruption sont traitée par le programme dès que le lever via l’appel de fonction de "Callbacks". Ces fonctions agissent alors sur deux variable une première qui notifie le programme principal de la présence de nouvelles données dans le buffer et un seconde qui indique dans quelle moitié du buffer lire les données

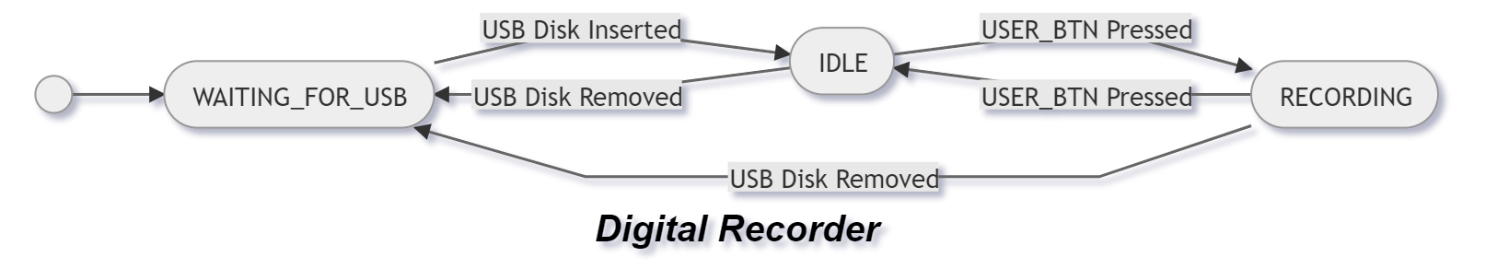
# Les démonstrateurs

## Présentation des démonstrateurs :

### « Parrot »



### « Digital recorder »



### « Direct output »

Une image contenant texte, périphérique, sombre, mètre

Description générée automatiquement

## Configuration des périphériques de la carte

# Références Bibliographiques

# Glossaires des termes techniques

|  |  |
| --- | --- |
| **Terme ou Acronyme** | **Définition** |
| Buffer | Espace mémoire tampon |
| DMA | "Direct Memory Access". Composant du microcontrôleur permettant l’échange de données entre la RAM et les périphériques sans impacter l’exécution du programme principal |
| PCM | "Pulse Code Modulation". Modulation d’un signal numérique ou chaque échantillon stocke le niveau du signal a un instant T |
| PDM | "Pulse Density Modulation. Modulation d’un signal numérique où le niveau du signal et définit par la densité d’échantillons à "1" |
| SAI | "Serial Audio Interface". Interface de numérique de transfert de signaux audio série |
|  |  |
|  |  |

# Table des figures

**Aucune entrée de table d’illustration n’a été trouvée.**

# Annexe 1 : Titre de l’annexe…

On doit au minimum trouver en annexe :

* Les documentations constructeurs des composants choisis sur étagère
* Le détail de certains calculs jugés « longs »
* Les comptes-rendus rédigés au fil des séances de projet