



Projet Ingénieur

“Réalisation d’un système d’écoutes sonores à base de MEMS”

Cahier des Spécifications

Etudiants: Ali KHALAF, Logan PAQUIN

Tuteurs: Alexandre BOE, Thomas VANTROYS

SE5

Promotion 2023

Sommaire

I - Etat de l'art	3
II - Caractéristiques du produit	3
III - Démarche de réalisation du besoin	4
IV - Formalisme des résultats de mesures	5
V - Diagramme de GANTT	7
VI - Les moyens consacrés	8

I - Etat de l'art

Ce projet sera le deuxième à avoir été réalisé sur cette thématique, où un premier projet avait été réalisé autour de cette thématique en 2019/2020 par l'étudiant en spécialité IMA5 Pierre Frison, celui-ci utilisant un simple microphone. ([Lien du wiki](#))

Dans notre cas, nous utiliserons des microphones réalisés avec la technologie MEMS, et qui offrent donc la possibilité de réduire la taille du système, ainsi que de travailler avec plusieurs microphones afin de multiplier les sources et gagner en sensibilité.

L'entreprise **Wavely** a réalisé un système d'écoute sonore permettant de détecter les dysfonctionnements sur des systèmes tels que la localisation d'une fuite de gaz, ainsi qu'un système permettant de reconnaître en simultané 15 sources de bruit distinctes en milieu urbain en indiquant leurs niveaux sonores. ([wavely.fr](#) , [Les Echos](#))

Une publication scientifique rédigée par Boris Defreville, Stéphane Bloquet, Guillaume Filippi et Christine Aujard présente une solution permettant d'identifier les différentes sources de bruit en milieu urbain afin de pouvoir prévoir par exemple l'impact d'une déviation de l'accès à un centre ville ou bien de connaître les niveaux de bruit générés par l'industrie. ([Lien de la publication](#))

II - Caractéristiques du produit

Le produit attendu est un système embarqué, basé sur des cartes microcontrôleur STM32F410, des expansions et des microphones MEMS analogiques (X-NUCLEO-AMICAM1) et numériques (X-NUCLEO-CCA02M2).

Nous souhaitons réaliser un prototype comportant plusieurs micros et ayant une certaine immunité au bruit extérieur. Cette immunité peut être obtenue en utilisant des matériaux insonorisant ou bien en récupérant le bruit extérieur afin de le compenser lors de l'analyse.

Ce prototype a pour but de différencier les systèmes embarqués ou bien leurs conditions de fonctionnement. Sa fiabilité sera déterminée en mesurant le taux d'erreur sur des chargeurs de téléphones portables dans plusieurs cas tel que vu précédemment. Des mesures sur d'autres systèmes embarqués sont envisageables mais cela reste à déterminer.

III - Démarche de réalisation du besoin

Afin de réaliser le besoin nous allons procéder par étapes en augmentant progressivement la complexité de notre prototype. A chaque étape nous modifierons le prototype sur les plans matériel et logiciel puis nous réaliserons une batterie de tests identique à chaque étape afin de pouvoir comparer les différents résultats et évaluer l'évolution des performances de notre prototype.

En premier lieu, nous allons nous assurer de la fonctionnalité des microphones et prendre en main leur programmation en enregistrant nos propres voix.

Après cela, nous allons réaliser une version simple de notre système permettant d'écouter le système à étudier (nous allons prendre le cas des chargeurs des smartphones) avec un seul microphone MEMS. Ce système consistera en une boîte en bois dans laquelle sera placé le capteur ainsi que le système à écouter.

Il est envisageable par la suite d'utiliser dans nos études plusieurs microphones placés à l'intérieur de la boîte, ainsi que d'en ajouter un à l'extérieur dans le but de pouvoir compenser le bruit ambiant.

Pour la partie logicielle, nous allons utiliser les résultats obtenus que nous allons visualiser en utilisant un algorithme d'analyse en composantes principales (PCA). Après quoi nous allons utiliser un algorithme de segmentation du plan de visualisation afin d'associer à chaque cas une surface sur le plan.

IV - Formalisme des résultats de mesures

Dûe au fait que nous allons réaliser de nombreuses mesures, nous devons travailler de manière rigoureuse afin que les résultats soient ordonnés, cohérents et exploitables.

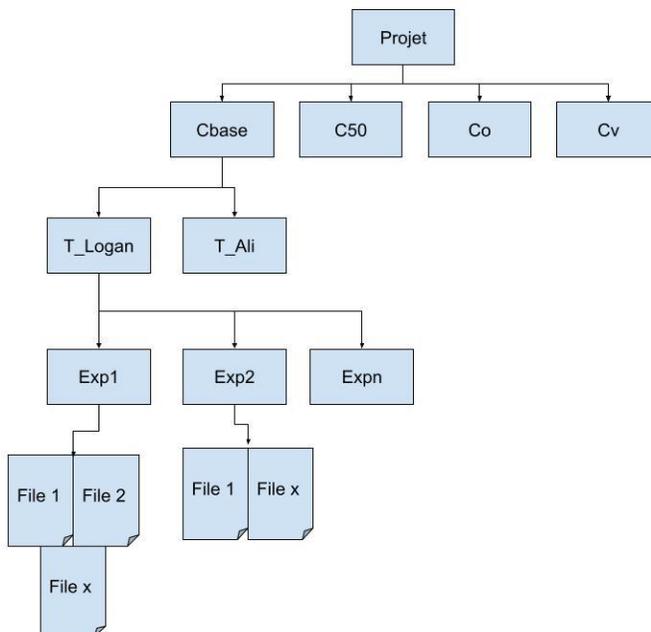
Afin de ne pas nous perdre dans les nombreuses expérimentations que nous effectuerons tout au long du projet, il sera nécessaire d'adopter un formalisme dans les conditions d'expérimentation ainsi que dans la dénomination des fichiers comprenant nos résultats.

Nous effectuerons des mesures avec deux smartphones différents (nos téléphones personnels) dans quatre conditions :

- Cas de base (batterie à 100%, aucune application ouverte).
- Batterie à 50%, aucune application ouverte.
- Une application ouverte, batterie à 100%
- Smartphone en veille, batterie à 100%, aucune application ouverte.

Dans chaque cas, le smartphone sera en mode avion afin de limiter l'influence des autres ondes.

Afin de ne pas se perdre dans les différentes expérimentations que nous allons mener, nous allons réaliser une arborescence de fichier telle que suit, où un répertoire sera créé pour chaque cas, chacun contenant un répertoire par téléphone. Pour chaque expérience plusieurs mesures seront effectuées, comprenant les fichiers de résultats.



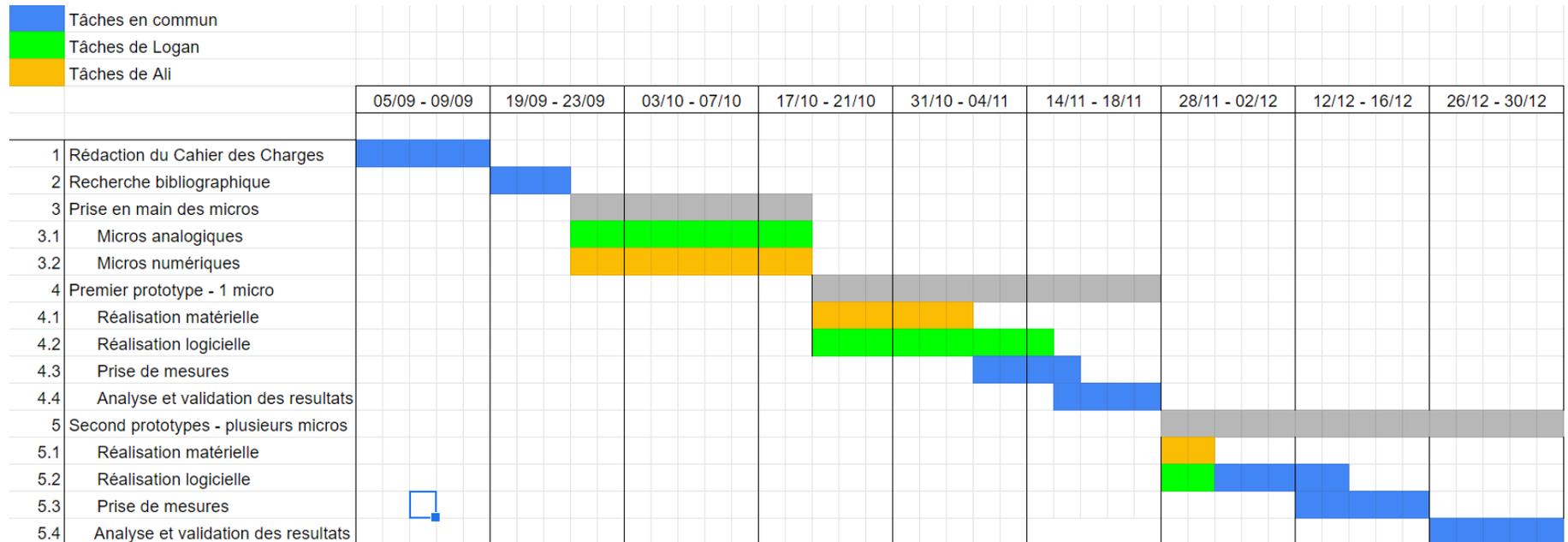
Voici une légende des noms de répertoires utilisés dans notre schéma explicatif :

- **Cbase** = Le cas de base avec batterie à 100%, aucune application ouverte.
- **C50** = Le cas avec batterie à 50%, aucune application ouverte.
- **Co** = Le cas avec une application ouverte et batterie à 100%
- **Cv** = Le cas avec smartphone en veille, batterie à 100%, aucune application ouverte.
- **T_Logan et T_Ali** = Téléphone sur lequel on fait l'expérience
- **Expi** = expérience numéro *i* faite par le téléphone

Les fichiers seront nommés par concaténation des noms des répertoires en partant du plus général (ex. Cbase_Tlogan_E2_F1).

V - Diagramme de GANTT

Voici le diagramme de GANTT prévisionnel :



VI - Les moyens consacrés

En plus du matériel électroniques fournis, tel que les microcontrôleurs, les expansions et les microphones, nous allons utiliser les outils de fabrication présents au Fabricarium de l'école, dans le but de construire une boîte dans laquelle vont être placés les composants de notre système (par découpage laser ou impression 3D).

Pour la partie logicielle nous allons travailler sous STM32Cube IDE pour la prise de mesure et nous allons programmer les algorithmes de traitement et d'analyse de données en Python, en utilisant les modules `svc` du package ***sklearn.svm*** et `pca` du package ***sklearn.decomposition*** pour la visualisation et la segmentation des données.

Nous avons également la possibilité d'implémenter une solution à base de machine learning afin de faciliter l'apprentissage de nouveaux cas. L'usage de cette solution est à déterminer ultérieurement.