

Cahier des Charges de projet

Projet tutoré : Sous-système d'Amplification et de Restitution
du Son

Maîtres d'ouvrage (enseignants responsables) :

Andres ARCINIEGAS MOSQUERA

Vincent GAUTHIER

Chef de projet :

Asad MUHAMMAD

Titulaires :

Gabriel ERBE

Nathan LATHRO-SERI

Date de rédaction :

13/03/2025

Table des matières

Table des illustrations	2
I Introduction	4
1. Avant-Propos	4
2. Objectifs du document	4
II Documents de référence	5
III Contexte du projet.....	6
1. Situation et description	6
2. Enjeux.....	6
3. Etudes déjà effectuées OU sur des sujets voisins ET suites prévues	7
4. Objectifs du sous-système.....	8
5. Nature des prestations demandées	8
6. Caractère de confidentialité	9
IV Enoncé du besoin	9
V Contraintes	11
VI Description fonctionnelle technique.....	13
1. Analyse fonctionnelle des besoins	13
2. Analyse fonctionnelle technique.....	14
VII Lien inter-projets.....	15
VIII Budget du projet	15

Table des illustrations

Figure 1 : Diagramme bête à cornes du sous-système ARS	10
Figure 2 : Diagramme des interacteurs du sous-système ARS	13
Figure 3 : Diagramme FAST du sous-système ARS.....	14
Figure 4 : Schéma structurel de la table de mixage audio	14

Historique des révisions de ce document

Référence	Révision	Date	Auteur(s)	Description
Cahier des Charges de projet	00	11/03/2025	Gabriel ERBE	Version initiale, brouillon
Cahier des Charges de projet	005	12/03/2025	Gabriel ERBE	Modification de toutes les parties sauf la D.F.T.
Cahier des Charges de projet	01	13/03/2025	Gabriel ERBE	Révision du document, ajout de la D.F.T.

Barème d'évaluation du document

Critères	Étudiant(s)	Binome 1	Binome ...	Binome n
Présentation du document	6	0	0	0
Document pdf	0,5			
Maitrise du traitement de texte	1			
Langage technique	1			
Référencement des figures et tableaux	1			
Respect du modèle fourni	2			
Gestion des versions	0,5			
Description du contexte	5	0	0	0
Description globale du projet (enjeux, objectifs, prestations demandées)	2			
Liste des projets déjà effectués, citation des projets des camarades	1			
Compréhension des prestations demandées	2			
Analyse fonctionnelle du besoin client	6	0	0	0
Explication précise du besoin client	3			
Identification de la fonction principale	1			
Identification de l'environnement du système	1			
Utilisation de diagrammes de synthèse (fonction principale, interacteurs)	1			
Description fonctionnelle technique	5	0	0	0
Identification des fonctions techniques que le système doit réaliser	2			
Utilisation de diagrammes de synthèse (FAST, SADT)	1			
Présence d'un schéma structurel global	2			
Contraintes du projet	3	0	0	0
Identification des contraintes	1,5			
Identification des liens inter-projets	0,5			
Identification du caractère de confidentialité	0,5			
Notion de budget	0,5			
Total, ramené à 20 et arrondi	20	0	0	0

Notation à viser pour validation par niveau	0	Non acquis
	4	Insuffisant
	8	En cours d'acquisition
	12	Acquis
	16	Maîtrisé
	20	Expert

I Introduction

1. Avant-Propos

Le cahier des charges (CDC) du projet est rédigé par l'équipe projet sous la responsabilité du chef.fe 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.

2. Objectifs du document

Ce document présente l'ensemble des directives données pour la réalisation d'un des **modules** (sous-systèmes) du **projet tutoré** de 3ème année du BUT GEII : **l'Amplification et le Restitution du Son** de la table de mixage audio.

II Documents de référence

Les documents suivants sont à utiliser en référence avec la lecture de ce document :

- Le **Cahier des Charges Global** du projet dans sa version la plus récente : il contient les spécifications initiales des exigences des **maîtres d'ouvrage**. Sa référence actuelle est : **CDC_V3_0.pdf**
- Le **Dossier de Planification** dans sa version la plus récente : il contient les données utilisées pour prévoir l'organisation du projet dans le temps ainsi que les rôles des différents membres de l'équipe dans celui-ci. Sa référence actuelle est : **DossierPlanificationV2.pdf**
- Le **Dossier de Conception** dans sa version la plus récente : il contient toute la partie de la conception de la structure et des sous-systèmes du projet. Sa référence actuelle est : **Doc_Conception.pdf**
- Le **Dossier de Fabrication** dans sa version la plus récente : il contient les données utilisées pour construire la version actuelle du projet. Sa référence actuelle est : **Doc_Fabrication.pdf**
- Le **Procédure d'Installation et de Mise en Service** dans sa version la plus récente : Elle contient toutes les indications nécessaires pour utiliser correctement la table de mixage sous les conditions prévues. Sa référence actuelle est : **Procédure d'installation et de mise en service.pdf**
- La **Procédures et Rapports de Test** dans sa version la plus récente : Elle contient toutes les données des tests effectués et permettra de continuer le projet vers la réalisation final en tenant compte. Sa référence actuelle est : **Rapport_et_procedure_de_test.pdf**

III Contexte du projet

1. Situation et description

Le projet tutoré de BUT3 consiste à concevoir, réaliser, tester et présenter une **table de mixage audio** ou tout simplement un « **mixeur** ». Ce mixeur devra être capable de traiter et synchroniser plusieurs flux audios provenant des orchestrons, des instruments automatisés produit dans le cadre de la SAE du BUT3.

Le **but final** de ce projet revient à celui des autres projets de SAE du BUT3, qui est de les **présenter** aux portes ouvertes de l'IUT de Cergy-Pontoise afin de **mettre en valeur** les **compétences acquises** dans la formation GEII prodiguée dans cet établissement, comme la réalisation d'un projet électronique incluant des parties d'informatique embarquée ainsi que le respect des contraintes données dans un cahier des charges.

Cependant, dans ce projet nous sommes amenés à travailler en **groupe** pour sa **bonne réalisation**. Ainsi, avec un **chef de projet** pour **coordonner** les **équipes**, chacune d'entre-elles se voit **associer** un **sous-système** de la table de mixage (*cf : CDC_V3_0.pdf*). **C'est pourquoi nous nous concentrerons dans ce cahier des charges sur le sous-système d'amplification et de restitution du son.**

2. Enjeux

Le projet tutoré, à l'image des projets de SAE, permet de concrétiser les diverses compétences des étudiants en BUT3, illustrées par les UE suivantes :

- **Concevoir** la partie GEII d'un système ;
- **Vérifier** la partie GEII d'un système ;
- **Assurer** le maintien en conditions opérationnelle d'un système ;
- **Implanter** un système matériel ou logiciel.

Dans ce projet, nous avons un client principal, représenté ici par l'IUT puisqu'elle bénéficiera de la présentation du mixeur lors des portes ouvertes : « *favorisant à la fois la promotion de l'établissement et le partage des connaissances* » (*cf : CDC_V3_0.pdf*).

Nous avons aussi un client secondaire dans ce projet, représenté par le chef de projet qui impose des contraintes supplémentaires aux différentes équipes dans le but d'organiser les sous-systèmes donnés entre eux pour assurer leur compatibilité ainsi que le respect des consignes.

3. Etudes déjà effectuées OU sur des sujets voisins ET suites prévues

Le **projet tutoré**, dans son ensemble, demande de ses **acteurs**, des **connaissances** tant **théoriques** que **pratique** dans les domaines de l'**électronique analogique** et **numérique** et de l'**informatique embarquée**. Dans le cas de la réalisation du sous-système d'Amplification et de Restitution du Son, nous utiliserons plus particulièrement des **notions** de **conception** de **circuit électronique** et de **programmation**.

La **partie** de l'amplification du signal est un sujet sur lequel nous avons déjà travaillé sur des **échelles moindres** durant les années de formations du BUT, comme par exemple en Travaux Pratiques ou encore dans un des projets de SAE.

Cependant, concernant spécifiquement la **partie** du « **décodage** » après les effets sur les **signaux audios** est un sujet **nouveau** sur lequel aucune étude préalable n'a été réalisée dans notre formation, ce sera donc une avancé qui pourrait servir de base pour de futurs projets.

Le **sous-système** d'Amplification et de Restitution du Son alors produit devra être **compatible** et fonctionner avec le reste des sous-systèmes de ce projet.

4. Objectifs du sous-système

Les principaux objectifs poursuivis de ce sous-système pour en permettre la réalisation dans le cadre du projet tutoré de la table de mixage, sont les suivants :

- **Mettre en œuvre** un système électronique mixte : **intégration** d'une **partie analogique** (Amplification) et **numérique** (Raspberry 4)
 - **Concevoir** et **réaliser** un **programme** de restitution du son ;
 - **Concevoir** et **réaliser** une **amplification** du signal en sortie de carte pour un haut-parleur.
- **Tester** et **valider** le **sous-système** avec le reste du projet pour s'assurer de son **bon fonctionnement** le jour des portes ouvertes ;
- **Optimiser** le **coût** et l'**impact environnemental** en utilisant des composants abordables et respectueux de l'environnement.
- Réalisation d'un **protocole de maintenance** du sous-système
- Livraison d'un **prototype fonctionnel** avec la documentation associée

5. Nature des prestations demandées

Dans ce projet, le chef de projet demande à l'équipe du sous-système certains types de prestations. Celles-ci peuvent être retrouvées dans la partie suivante :

- **Conception et réalisation** d'un **circuit électronique** (analogique) pour l'**amplification** du signal de sortie de la Raspberry ;
- **Réalisation** des **tests** et **vérifications** pour s'assurer du bon fonctionnement du système ;
- **Rédaction** d'un **dossier d'œuvre exécuté** sur le sous-système présenté ;
- **Présentation** du **projet global** lors des Journées Portes Ouvertes avec des **démonstrations** en **temps réel** ;

- **Documentation complète** du **sous-système** (schémas, code source, résultats des tests, procédures de mise en œuvre, en service et de maintenance).

6. Caractère de confidentialité

Le projet tutoré ne comporte pas de caractère confidentiel particulier, étant donné qu'il sera présenté publiquement lors des Journées Portes Ouvertes de l'IUT de Cergy-Pontoise. La documentation technique et les codes sources associés sont trouvables sur l'espace collaboratif GITHUB du projet tutoré afin de faire partager les connaissances et les notions acquises tout en respectant les règles des principes de diffusion open-source.

IV Énoncé du besoin

L'IUT de Cergy-Pontoise, qui sera notre **client principal** durant le projet (*cf : SSARS-CC-V01NF : III Contexte de projet : 2 Enjeux*) a émis la directive de développer une **table de mixage audio** en tant que **projet tutoré**. Ce projet est prévu être **présenté** lors des journées portes ouvertes de l'IUT pour **promouvoir la formation** GEII, il sera accompagné des autres projets du BUT3, des **orchestrions** afin de pouvoir montrer ses fonctionnalités de traitement et de synchronisation de signaux audio.

Vous trouverez les exigences du projet tutoré de manière globale dans le cahier des charges global, sa référence est : **CDC_V3_0.pdf**

En ce qui concerne le **sous-système** dont nous nous occupons, voici les **exigences** auxquelles il doit répondre :

- **Décodage des effets** : les flux audios après les effets (*cf : Module d'Enes YIGIT et Djibril Karanij*) devront être décodés et envoyés en sortie sous un format tel que l'amplification soit possible ;
- **Restitution du son** : Les flux audios décodés sortant de la Raspberry devront être amplifiés pour permettre une utilisation efficace d'au moins un haut-parleur.
- **Compatibilité avec l'alimentation** : Le sous-système devra être compatible avec le sous-système d'alimentation afin de garantir l'autonomie énergétique (*cf : Module de Victor RAMIREZ et Benjy IDMOND*) de la table de mixage ;

Les **livrables** attendus par le client principal pour ce sous-système sont :

- Un **prototype fonctionnel** du sous-système qui répond à toutes les contraintes données (cf : SSARS-CC-V01NF : V Contraintes) ;
- Le **Dossier d'Œuvre Exécuté**, qui regroupe l'ensemble des travaux réalisés sur le sous-système ainsi que les opérations de maintenance à mettre en place sur celui-ci.

Les **livrables supplémentaires** attendus par le client secondaire pour ce sous-système sont :

- Un **rapport de validation** du sous-système qui expliquera en quoi le sous-système répond aux **exigences techniques** et aux **contraintes** données par le cahier des charges.

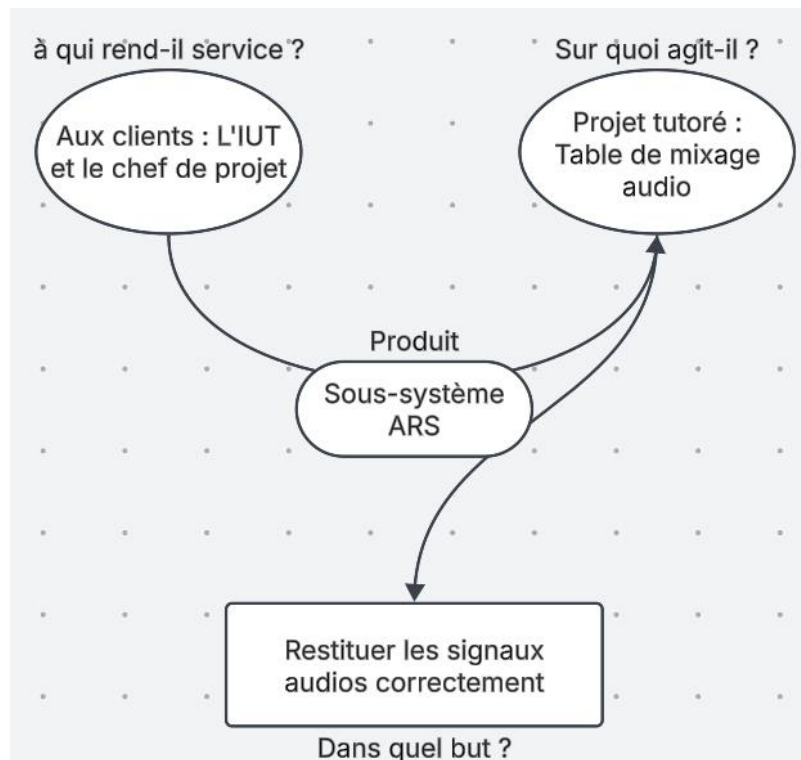


Figure 1 : Diagramme bête à cornes du sous-système ARS

V Contraintes

Plusieurs **contraintes** provenant de différentes sources sont à prendre en compte dans le projet tutoré dans le but de répondre aux attendus techniques et pédagogique. Vous trouverez ci-dessous un récapitulatif des contraintes imposées par le chef de projet pour ce sous-système, certaines d'entre-elle correspondant à des contraintes trouvables dans le **cahier des charges global** (cf : *CDC_V3_0.pdf*), pour garantir la cohérence du projet dans cette phase de conception :

- **Contraintes organisationnelles :**

- **Budget limité :** Le budget alloué au projet tutoré dans le cadre de SAE est **plafonné** à 200€. Tout achat doit être justifié et rester dans cette **limite** ;
- **Ressources internes :** Le développement de la table de mixage audio doit s'appuyer exclusivement sur les **outils, logiciels** et **composant** disponibles à l'IUT, **limitant** l'achat de nouveaux éléments au **strict nécessaire** en respectant la **limite budgétaire** ;

- **Contraintes techniques :**

- **Compatibilité :** Le sous-système doit pouvoir être facilement intégré dans la table de mixage et doit pouvoir interagir de manière fluide avec les autres sous-systèmes (par exemple avec l'alimentation) ;
- **Dimensions :** Le sous-système, une fois finalisé, ne doit pas dépasser certaines **dimensions** prévues pour éviter d'**empiéter** sur l'espace des autres sous-systèmes une fois que l'**ensemble** du projet tutoré sera connecté ;

- **Contraintes environnementales et de coûts :**

- **Réutilisation des ressources :** Les **matériaux** et les **composants** électroniques doivent au **maximum** être déjà présent dans l'enceinte de l'IUT afin d'éviter des **dépenses** supplémentaires ;
- **Ecoresponsabilité :** Les principes de **développement durable** doivent être respectés en limitant les **déchets électroniques** ;

- **Contraintes temporelles :**

- **Planification du projet :** Le projet tutoré, et donc le sous-système d'**amplification** et de **restitution du son** doivent passer par les phases de

conception, de réalisation et de tests avant les délais donnés par les maîtres d'ouvrage ;

- **Contraintes légales :**

- **Normes de sécurité électrique :** Le sous-système doit respecter les **exigences de sécurité** des appareils électroniques, notamment les normes de basse tension et de compatibilité électromagnétique, pour garantir une **utilisation sûre** ;
- **Conformité au développement open-source :** Tout logiciel ou composant utilisé dans le projet devra **respecter** les **licences open-source**, assurant ainsi la **transparence** et la possibilité de **réutilisation** par d'autres projets **pédagogiques** ;

VI Description fonctionnelle technique

1. Analyse fonctionnelle des besoins

Le sous-système d'Amplification et de Restitution du Son (ARS) est un module du projet tutoré, une table de mixage audio. Vous trouverez des informations plus précises sur le système en consultant le cahier des charges global (*cf : CDC_V3_0.pdf*).

Ce sous-système s'occupera de récupérer les signaux audio sortant des fonctions rajoutant des « effets » dessus et de les envoyer en passant par un amplificateur audio vers au moins un haut-parleur.

Pour pouvoir mieux visualiser la chose, nous avons fait la liste des fonctions principales, techniques, de support et de contraintes du sous-système ARS. Vous la trouverez ci-dessous :

Fonction principale (FP) :

- **FP1** : Restituer du son.

Fonctions techniques (FT) :

- **FT1** : Traiter les signaux audios numériques après le module des effets ;
- **FT2** : émettre du son ;
- **FT3** : Traiter le signal analogique en sortie de la carte.

Fonctions de support (FS) :

- **FS1** : Permettre à l'utilisateur de gérer le volume du haut-parleur.

Fonctions de contraintes (FC) :

- **FC1** : Respecter les normes de sécurité électrique ;
- **FC2** : Respecter les normes environnementales ;
- **FC3** : Respecter les dimensions données par le chef de projet et/ou l'équipe associée aux dimensions du projet ;
- **FC4** : Assurer la qualité du signal audio amplifié.

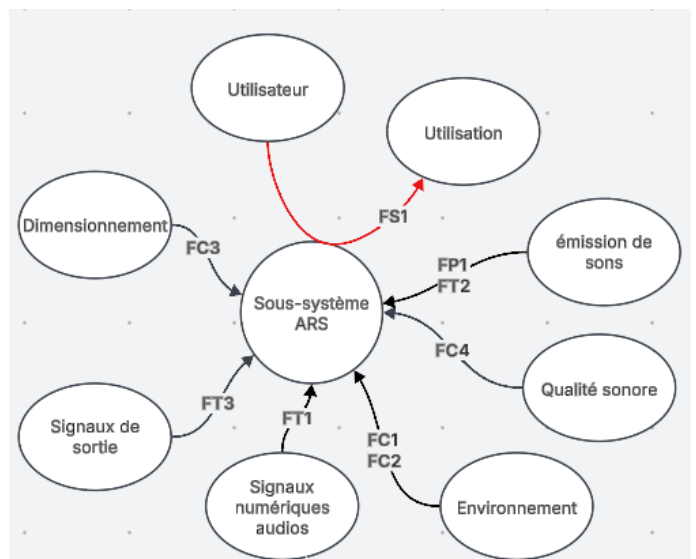


Figure 2 : Diagramme des interacteurs du sous-système ARS

2. Analyse fonctionnelle technique

A partir des **fonctions** vues dans la partie précédente du document, le **diagramme FAST** (*Function Analysis System Technique*) suivant a été créé pour mieux comprendre les **solutions techniques** envisagées pour la **réalisation** du module de notre groupe :

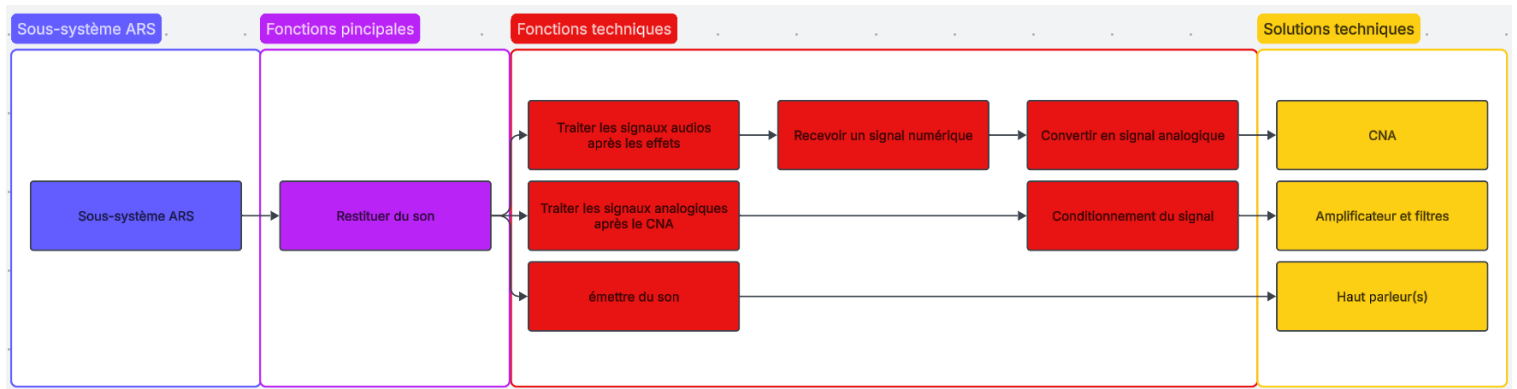


Figure 3 : Diagramme FAST du sous-système ARS

Vous trouverez aussi un **schéma structurel** de la table de mixage audio, récupérée dans le cahier des charges global (cf : CDC_V3_0.pdf), la partie **encadrée en rouge** est celle dont notre équipe est chargée de s'occuper :

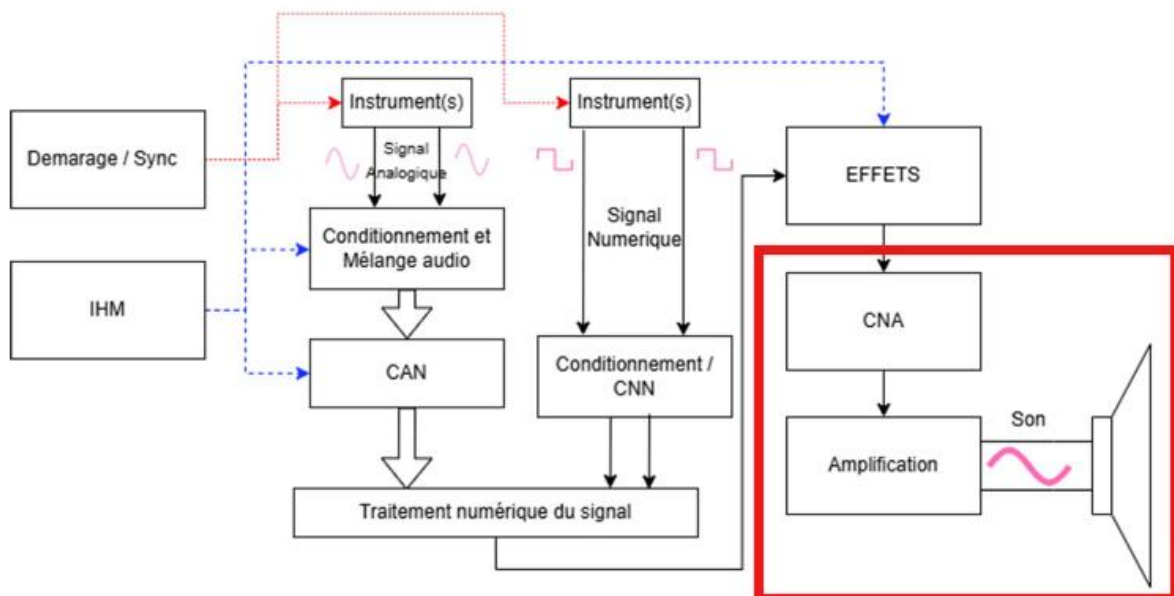


Figure 4 : Schéma structurel de la table de mixage audio

VII Lien inter-projets

Ce projet, qui consiste en la réalisation d'un sous-système d'amplification et de restitution du son, ne peut être totalement **fonctionnel et intégré** à la table de mixage audio que si l'**intégralité** des sous-systèmes dont les autres équipes du projet tutoré s'occupe sont **fonctionnels**, puisque le **but** de ce sous-système est d'**être utilisé** dans le mixeur. Pour ce faire, il faut également que le **matériel nécessaire** proposé par l'IUT soit **disponible** et **utilisable**, comme des **composants électroniques**, des **outils physiques** ou des **logiciels**. Sans oublier les **contraintes** temporelles et organisationnelle du projet (*cf : SSARS-CC-V01NF : V Contraintes*) qui doivent être **respectées** pour permettre un respect du cahier des charges global complet.

Les autres sous-systèmes dont la réussite du projet tutoré dépend sont (par équipe) :

- **Bloc de gestion du flux des données** (acquisition et synchronisation, stockage, redistribution) par Asad MUHAMMAD et Volodymyr VRONSKYI
- **Interface informatique/physique utilisateur et opérations sur les signaux** par Enes YIGIT et Djibril KARANIJ
- **Dimensionnement mécanique/électronique** (CAO et alimentation) par Victor RAMIREZ et Benjy IDMOND

VIII Budget du projet

Le budget **maximal autorisé** du projet tutoré, **tout sous-systèmes confondus**, est de **200€**, et sert dans le cadre de l'**achat** de **composants** tant que leur **usage** est **justifié** et qu'ils servent dans le projet présenté. Cependant pour respecter la **contrainte environnementale** et **économique** (*cf : SSARS-CC-V01NF : V Contraintes*) nous devons **utiliser** au **maximum** les **éléments mis à disposition** par l'IUT et ainsi **limiter** les **dépenses non-nécessaires**.