



ÉCOLE CENTRALE DE LILLE  
PROJET G1G2

# Acoustic Sniffer : Pôle Informatique

## Rapport final

Nom	Prénom
BASTOS	Vitória
DESCHAMPS	Antoine
CASSET	Hugo
ROCHE	Axel

Villeneuve-d'Ascq  
2024

ÉCOLE CENTRALE DE LILLE

# Acoustic Sniffer : Pôle Informatique

## Rapport final

Compte-rendu du pôle informatique du projet SAW de l'École Centrale de Lille.

Villeneuve-d'Ascq  
2024

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
1.1	Objectifs . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Matériaux et Méthodes</b>	<b>5</b>
2.1	Matériaux . . . . .	5
2.2	Méthodes . . . . .	6
2.2.1	Développement de l'interface Graphique Utilisateur (GUI) . . . . .	6
2.2.2	Script de Contrôle de l'analyseur de Réseau . . . . .	7
2.2.3	Système de Contrôle Basé sur Arduino . . . . .	7
2.2.4	Intégration et Exécution de l'expérimentation . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Résultats</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Perspectives</b>	<b>11</b>
4.0.1	Améliorations Futures . . . . .	11
4.0.2	Problèmes Rencontrés . . . . .	11
<b>5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>13</b>

# Table des figures

3.1	Interface de contrôle de la bande d'essai . . . . .	9
3.2	Courbes obtenus dans l'expérience de vieillissement artificiel de une banane . . .	10

# 1. Introduction

Le domaine de la chimie expérimentale exige des procédures de test et d'analyse précises pour garantir la qualité et la fiabilité des résultats. Dans le cadre de ce projet, nous nous sommes concentrés sur l'automatisation d'une bande d'essai basée sur la théorie de la dilution pulsée pour générer des concentrations de gaz spécifiques.

La bande d'essai comprend trois électrovannes, un contrôleur de débit, un contrôleur de pression, un Arduino pour la gestion des électrovannes, un analyseur de réseau et un capteur SAW. L'objectif est de permettre à l'utilisateur de définir les paramètres initiaux et finaux de la concentration de gaz, ainsi que les paramètres de contrôle de pression, via une interface utilisateur conviviale. Les données en temps réel provenant de l'analyseur de réseau et du capteur SAW sont affichées sous forme de graphiques pour une surveillance en temps réel.

Ce rapport détaillera l'ensemble du processus de conception, de développement et de mise en œuvre de ce système d'automatisation. Nous discuterons également des défis techniques rencontrés et des solutions mises en place pour atteindre nos objectifs.

## 1.1 Objectifs

Le projet vise à automatiser une bande d'essai utilisée pour générer des concentrations de gaz spécifiques en utilisant la théorie de la dilution pulsée. Les objectifs principaux comprennent :

- **Automatisation des Électrovannes** : Mettre en place un système automatisé pour contrôler trois électrovannes afin de réguler le flux de gaz et d'assurer un mélange précis.
- **Contrôle de Débit et de Pression** : Développer des mécanismes de contrôle de débit et de pression pour ajuster la concentration du gaz selon les spécifications de l'utilisateur.
- **Interface Utilisateur Intuitive** : Créer une interface utilisateur conviviale permettant à l'utilisateur de définir les paramètres initiaux et finaux de concentration, ainsi que les paramètres de contrôle de pression, en temps réel.

- **Surveillance en Temps Réel** : Intégrer un analyseur de réseau et un capteur SAW pour surveiller en temps réel les données d'amplitude et de phase du capteur, et afficher ces données de manière graphique

## 2. Matériaux et Méthodes

### 2.1 Matériaux

Bien sûr, voici une proposition de section pour votre rapport en français, décrivant les matériaux utilisés dans votre projet d'automatisation de la bande d'essai :

Le succès de notre projet d'automatisation de la bande d'essai repose sur l'utilisation de divers matériaux et composants spécifiques pour garantir la précision et la fiabilité des opérations. Les principaux matériaux et équipements utilisés dans ce projet sont les suivants :

- **Électrovannes** : Trois électrovannes de haute qualité ont été utilisées pour contrôler le flux de gaz. Ces électrovannes permettent une régulation précise et une réponse rapide aux commandes de l'Arduino.
- **Contrôleur de Débit** : Un contrôleur de débit a été intégré pour ajuster le débit de gaz entrant dans le système. Il permet de maintenir la stabilité du débit nécessaire pour la dilution pulsée.
- **Contrôleur de Pression** : Un contrôleur de pression de qualité est essentiel pour réguler la pression du gaz dans la bande d'essai, garantissant ainsi une concentration de gaz constante.
- **Arduino** : Un microcontrôleur Arduino a été utilisé pour gérer les opérations des électrovannes, permettant ainsi un contrôle précis et programmable du flux de gaz.
- **Analyseur de Réseau** : L'analyseur de réseau est un composant essentiel pour surveiller les paramètres électriques du capteur SAW en temps réel, fournissant des données d'amplitude et de phase pour une analyse approfondie.
- **Capteur SAW** : Le capteur à onde acoustique de surface (SAW) est le composant de détection principal qui mesure les changements dans les propriétés de surface en fonction de la concentration de gaz, permettant ainsi la collecte de données essentielles pour notre expérience.
- **Interface Utilisateur** : Le système est complété par un ordinateur équipé d'une interface utilisateur conviviale qui permet à l'utilisateur de saisir les paramètres de contrôle de pression, de débit et de concentration de gaz.

- **Logiciels** : Le code de contrôle de l'Arduino ainsi que le logiciel d'interface utilisateur ont été développés en utilisant Python, offrant ainsi une flexibilité et une extensibilité maximales.

L'utilisation judicieuse de ces matériaux et composants a permis de créer un système complet et fonctionnel pour l'automatisation de la bande d'essai, répondant ainsi aux objectifs de notre projet. Dans les sections suivantes de ce rapport, nous examinerons plus en détail la conception, la mise en œuvre et les performances de ces éléments clés.

## 2.2 Méthodes

L'objectif de ce projet est de développer un système automatisé pour réaliser des expérimentations de dilution pulsée, avec un focus particulier sur la génération de concentrations spécifiques de gaz. Ce système se compose de trois composants principaux : une interface graphique utilisateur (GUI) pour le contrôle et la visualisation, un script de contrôle de l'analyseur de réseau pour la collecte des données, et un système de contrôle basé sur Arduino pour la manipulation des vannes solénoïdes et des contrôleurs de flux et de pression.

### 2.2.1 Développement de l'interface Graphique Utilisateur (GUI)

À l'aide de la bibliothèque PyQt6, une GUI a été développée pour permettre à l'utilisateur d'interagir facilement avec le système. L'interface permet aux utilisateurs de :

- Configurer les paramètres de l'expérimentation, incluant la fréquence centrale, le span, la largeur de bande, et le nombre de moyennes pour les mesures effectuées par l'analyseur de réseau.
- Démarrer la normalisation du spectre et de l'amplitude pour assurer des mesures précises.
- Visualiser en temps réel les données de phase et d'amplitude collectées.
- Démarrer et arrêter l'expérimentation selon le besoin.

La GUI a été conçue pour être intuitive, facilitant la configuration et le suivi de l'expérimentation sans nécessité d'intervention directe sur le matériel ou le logiciel sous-jacent.



### 2.2.2 Script de Contrôle de l'analyseur de Réseau

Le contrôle de l'analyseur de réseau est effectué à travers un script Python qui utilise la bibliothèque PyVISA pour communiquer avec l'appareil via USB. Ce script est capable de :

- Initialiser l'analyseur de réseau avec les paramètres spécifiés par l'utilisateur à travers la GUI.
- Collecter les données de spectre et d'amplitude après normalisation, en utilisant la fonction de moyenne pour améliorer la précision.
- Calculer la localisation de la fréquence cible au sein du jeu de données collectées.
- Sauvegarder les données collectées dans des fichiers CSV pour une analyse ultérieure.

Ce composant est essentiel pour l'acquisition et le traitement des données expérimentales, étant intégré à la GUI pour un contrôle simplifié.

### 2.2.3 Système de Contrôle Basé sur Arduino

Le code Arduino, est utilisé pour :

- Contrôler les vannes solénoïdes pour manipuler le flux de gaz dans l'expérimentation.
- Ajuster les contrôleurs de flux et de pression pour atteindre les concentrations de gaz désirées, basées sur les paramètres fournis par l'utilisateur à travers la GUI.

La communication entre le script Python et Arduino est réalisée via des ports série, permettant l'automatisation du processus de dilution pulsée.

### 2.2.4 Intégration et Exécution de l'expérimentation

Le système est conçu pour opérer de manière intégrée, avec la GUI servant de point d'interaction pour l'utilisateur pour contrôler à la fois l'analyseur de réseau et le matériel de contrôle de gaz. L'intégration facilite l'exécution de l'expérimentation, permettant des ajustements en temps réel et une visualisation immédiate des résultats, améliorant l'efficacité et la précision du processus de dilution pulsée.

Cette méthodologie décrit le développement et la mise en œuvre d'un système automatisé pour les expérimentations de dilution pulsée, soulignant l'intégration entre l'inter-

face utilisateur, le contrôle des dispositifs et la collecte des données. La structure modulaire et l'automatisation avancée permettent des expérimentations précises et répétables, essentielles pour la recherche et le développement dans le domaine d'étude spécifique.

### 3. Résultats

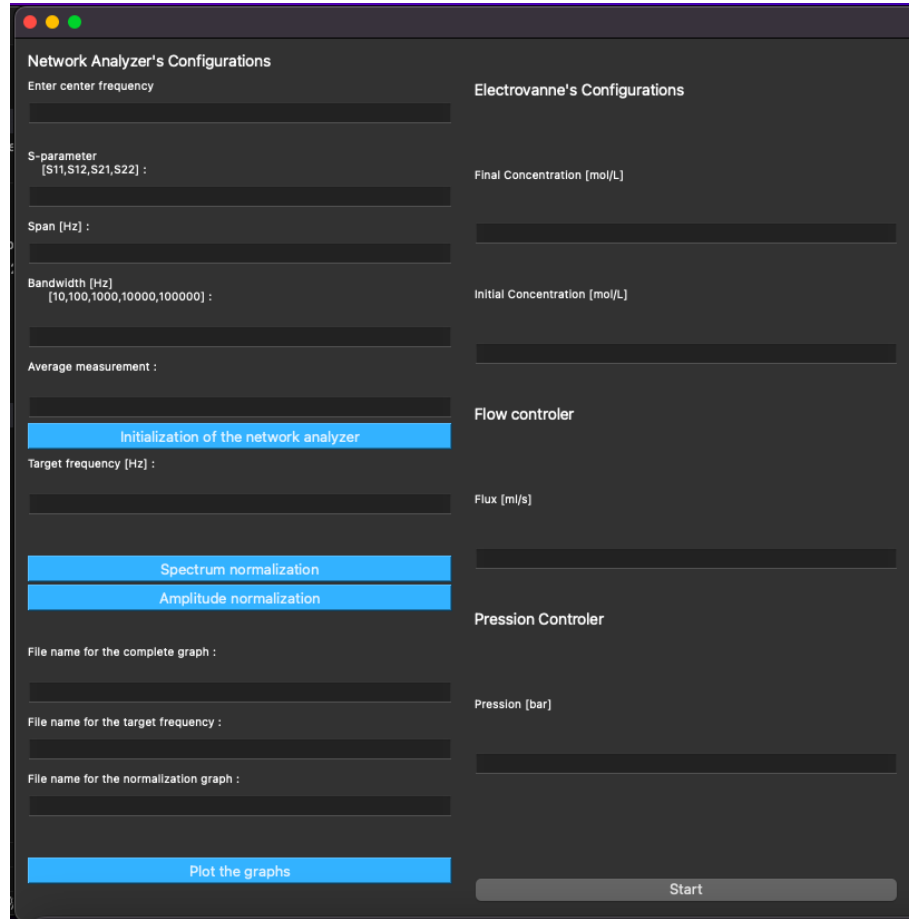


FIGURE 3.1 – Interface de contrôle de la bande d'essai

Dans le cadre de notre projet de recherche et développement, nous avons conçu et mis en œuvre une interface utilisateur graphique sophistiquée qui permet l'automatisation et le contrôle précis de diverses expériences scientifiques. Cet outil a été testé avec succès dans deux types d'expériences distinctes : la dilution pulsée et le vieillissement artificiel d'une banane. Les graphiques ci-joints illustrent les données acquises lors de ces expérimentations, soulignant l'efficacité de l'interface dans la facilitation de ces processus complexes.

L'interface, offre une expérience utilisateur intuitive et efficace, permettant aux utilisateurs d'entrer des paramètres spécifiques pour chaque expérience, tels que la fréquence centrale pour l'analyseur de réseau, les concentrations initiales et finales pour la dilution, ainsi que le débit et la pression pour le contrôle des flux. La capacité de normaliser le spectre et l'amplitude est particulièrement remarquable, et est mise en évidence par la

clarté des courbes obtenues en temps réel.

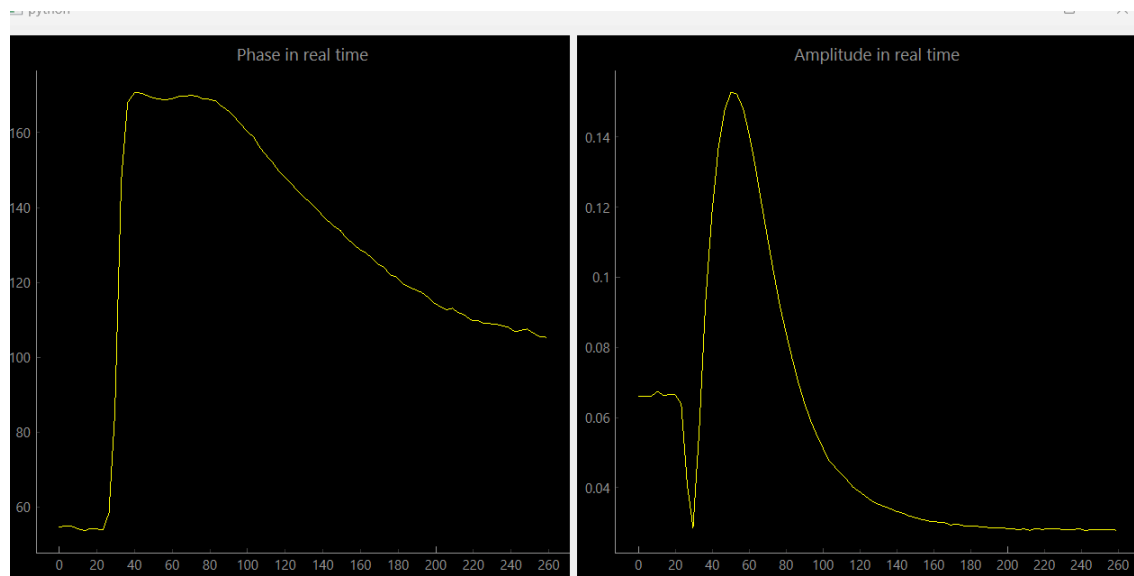


FIGURE 3.2 – Courbes obtenus dans l'expérience de vieillissement artificiel de une banane

Les résultats obtenus à partir de ces expériences démontrent la capacité de l'interface à gérer des processus variés, allant de la dilution pulsée, qui nécessite un contrôle précis des concentrations de gaz, au vieillissement artificiel d'une banane, qui exige une régulation fine de l'environnement de l'échantillon. Les courbes obtenues révèlent une performance remarquable de l'interface en termes de réactivité et de fiabilité.

En particulier, les graphiques démontrent la relation entre le temps et les variables mesurées - phase et amplitude - révélant la dynamique des processus étudiés avec une résolution temporelle élevée. La courbe de phase montre une décroissance significative tandis que le pic observé dans la courbe d'amplitude reflète les changements caractéristiques associés au processus de vieillissement de la banane sous l'effet des conditions contrôlées.

L'interface a non seulement prouvé son efficacité dans la conduite des expériences mais a également servi de plateforme pour l'affinement des paramètres, illustrant ainsi son potentiel en tant qu'outil puissant pour la recherche scientifique et le développement technologique.

## 4. Perspectives

Dans le cadre de l'amélioration continue de notre système automatisé pour les expérimentations de dilution pulsée, l'intégration de nouveaux éléments et la résolution de défis techniques demeurent au cœur de nos objectifs futurs. Bien que le projet ait déjà bénéficié de l'utilisation avancée de PyQt6 pour l'interface utilisateur, reflétant notre engagement envers des solutions robustes et flexibles, d'autres domaines d'amélioration et des problèmes rencontrés méritent une attention particulière.

### 4.0.1 Améliorations Futures

**1. Intégration d'un Capteur Commercial pour la Validation des Données :**

Une étape cruciale pour améliorer la fiabilité de notre système est l'intégration d'un capteur commercial de pointe. Cela permettrait non seulement d'augmenter la précision des mesures mais aussi de valider les données collectées avec un standard de référence, assurant ainsi l'intégrité et la véracité des résultats expérimentaux.

**2. Optimisation de la Communication Série :**

Malgré le succès dans l'utilisation des ports série pour la communication avec l'Arduino et l'analyseur de réseau, l'optimisation de cette communication reste une priorité. L'amélioration de la détection automatique des ports et la gestion des erreurs de connexion sont essentielles pour garantir une expérience utilisateur sans faille.

**3. Amélioration de la Gestion des Erreurs et de la Robustesse du Système :**

Le développement de mécanismes plus sophistiqués pour la gestion des erreurs et des exceptions est primordial. Ceci inclut la mise en place de notifications plus claires et informatives pour les utilisateurs ainsi que des protocoles de récupération pour assurer la continuité de l'expérimentation en cas d'erreurs.

### 4.0.2 Problèmes Rencontrés

**1. Choix Initial de la Bibliothèque GUI :**

Bien que notre projet utilise maintenant PyQt6 pour son interface utilisateur, reflétant notre capacité à adopter des solutions technologiques avancées, le chemin pour arriver à cette décision n'était pas sans embûches. La transition vers PyQt6 a été motivée par la nécessité de surmon-

ter les limitations rencontrées avec des bibliothèques précédentes, soulignant notre adaptabilité et notre volonté d'améliorer continuellement le projet.

2. **Compatibilité et Intégration des Dispositifs :** La diversité et l'intégration des dispositifs hardware, notamment les défis liés à la communication série et aux limitations des équipements existants comme le capteur, ont exigé des ajustements techniques significatifs. Ces défis ont renforcé notre expertise dans la résolution de problèmes complexes et dans l'ingénierie de solutions adaptées.
3. **Limitations du Capteur :** Comme mentionné, le capteur plus ancien limitait la précision des mesures. Ce problème souligne l'importance de l'évaluation régulière et de la mise à niveau des équipements dans les systèmes expérimentaux automatisés.

## 5. Conclusion

Le projet a démontré la faisabilité et l'efficacité d'un système automatisé pour les expérimentations de dilution pulsée, offrant une plateforme robuste pour la recherche et le développement. Malgré certains défis techniques et la nécessité d'améliorations futures, les résultats obtenus jusqu'à présent sont prometteurs. L'expérience acquise dans la résolution des problèmes rencontrés, tels que le choix de la bibliothèque GUI, les problèmes de communication et les limitations des équipements, constitue une base solide pour l'amélioration continue du système. En regardant vers l'avenir, nous sommes confiants dans la capacité du projet à évoluer et à s'adapter aux besoins changeants de la recherche scientifique, en intégrant de nouvelles technologies et méthodologies pour améliorer encore la précision et l'efficacité des expérimentations de dilution pulsée.