

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE TOURS
Département Electronique et Énergie
7 avenue Marcel Dassault
37200 Tours, France
Tél. +33 (0)2 47 36 13 00
polytech.univ-tours.fr

Rapport de stage

2025

Projet Collectif Smart River polytech

Entreprise
polytech

Tuteurs entreprise
Remi BUSSEUIL,
Tuteur
Etienne LEMAIRE,
Tuteur

Étudiants
El hadji Fallou FALL (DEE4)
Romain JONCOUR (DEE4)

Tuteur académique
Dominique CERTON

Liste des intervenants

Entreprise

polytech
adresse
[siteweb](#)

Nom	Email	Qualité
El hadji Fallou FALL	elhajifallou.fall-3@etu.univ-tours.fr	Étudiant DEE4
Romain JONCOUR	romain.joncour@etu.univ-tours.fr	Étudiant DEE4
Dominique CERTON	dominique.certon@univ-tours.fr	Tuteur académique, Département Électronique et Énergie
Remi BUSSEUIL	remi.busseuil@univ-tours.fr;	Tuteur entreprise (Tuteur)
Etienne LEMAIRE	etienne.lemaire@univ-tours.fr;	Tuteur entreprise (Tuteur)



Avertissement

Ce document a été rédigé par El hadji Fallou FALL et Romain Joncour susnommés les auteurs.

L'Entreprise polytech est représentée par Remi Busseuil et Etienne Lemaire susnommés les tuteurs Entreprise.

L'École Polytechnique de l'Université de Tours est représentée par Dominique Certon susnommé le tuteur académique.

Par l'utilisation de ce modèle de document, l'ensemble des intervenants du projet acceptent les conditions définies ci-après.

Les auteurs reconnaissent assumer l'entièr responsabilité du contenu du document ainsi que toutes suites judiciaires qui pourraient en découler du fait du non respect des lois ou des droits d'auteur.

Les auteurs attestent que les propos du document sont sincères et assument l'entièr responsabilité de la véracité des propos.

Les auteurs attestent ne pas s'approprier le travail d'autrui et que le document ne contient aucun plagiat.

Les auteurs attestent que le document ne contient aucun propos diffamatoire ou condamnable devant la loi.

Pour citer ce document

El hadji Fallou FALL et Romain Joncour, *Projet Collectif Smart River polytech*, Rapport de stage,
Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, Tours, France, 2025.

```
@mastersthesis{  
    author={FALL, El hadji Fallou and Joncour, Romain},  
    title={Projet Collectif Smart River polytech},  
    type={Rapport de stage},  
    school={École Polytechnique de l'Université de Tours},  
    address={Tours, France},  
    year={2025}  
}
```



Remerciements

Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de notre Projet Collectif Smart River au cours de cette quatrième année à l'école d'ingénieur Polytech Tours.

Nous remercions tout d'abord nos encadrants, Dominique CERTON, Rémi BUSSEUIL et Etienne LEMAIRE, pour leurs disponibilités, leurs conseils avisés et leurs accompagnements tout au long du projet. Leurs expertises et leurs retours constructifs ont été déterminants pour l'avancement et la réussite de notre travail.

Nos remerciements s'adressent également à l'équipe pédagogique de Polytech Tours pour l'organisation de ce projet collectif, qui nous a permis de mettre en pratique nos compétences techniques et de vivre une expérience enrichissante en travail d'équipe.

Nous remercions aussi nos partenaires extérieurs, notamment les enseignants du DAE pour leur collaboration, leur confiance, et les ressources qu'ils ont mises à notre disposition.

Enfin, nous remercions l'ensemble des membres du groupe pour leur investissement, leur bonne humeur, leur sens du partage et leur professionnalisme tout au long de cette aventure.

Ce projet fut une belle opportunité de progresser ensemble, de relever des défis concrets et de contribuer, à notre échelle, à une solution innovante pour une gestion plus intelligente des cours d'eau.

Table des matières

Liste des intervenants	a
Avertissement	b
Pour citer ce document	c
Remerciements	d
Table des matières	i
Table des figures	iii
Introduction	1
1 Introduction.....	1
1 Objectifs	2
2 Partie Technique	5
1 Alimentation.....	5
2 Dimensionnement et choix des composants	5
3 Kicad	6
4 Tests	6
3 Préamplificateur	9
4 Filtre passif Passe bas	13
5 Alimentation pour le Raspberry pi	14
1 Caractéristique de base	14
2 Dimensionnement des composants	14

TABLE DES MATIÈRES

6 Software	17
7 Les tests réalisés	19
8 Etude caractéristique des batteries	22
Conclusion	27
Annexes	28
1 Bibliographie	28
Webographie	29

Table des figures

1 Objectifs

1	bête à corne	2
2	Diagramme pieuvre.....	3
3	3
4	cahier des charges.....	4
5	Diagramme de Gantt	4

2 Partie Technique

6	image schéma.....	6
7	image kicad.....	6
8	image kicad.....	7
9	image test.....	8

3 Préamplificateur

10	Pré-amplificateur AD8253	9
11	Carte teste	10
12	Gain 1	11
13	Gain 10.....	11
14	Gain 100.....	12
15	Gain 1000	12

4 Filtre passif Passe bas

16	Filtre passe bas.....	13
----	-----------------------	----

5 Alimentation pour le Raspberry pi	
17 schema alimentation pour le Raspberry	15
18 schema kicad	15
19 schema alimentation pour le Raspberry	16
6 Software	
20 IHM	18
7 Les tests réalisés	
21 Tests réalisés avec un banc de test.....	19
22 Composante 50 Hz	20
23 Résultat obtenu lors du test sur le PC.....	20
24 Test obtenu avec l'hydrophone.....	21
8 Etude caractéristique des batteries	
25 Batteries de stockage	22
26 Testeur de batteries	22
27 décharge 1A	23
28 décharge 3A	23
29 décharge batterie 1 3A	23
30 décharge batterie 2 3A	24
31 Coupleur de batteries	24
32 INA219	25
33 données de tension et de courant	25
34 Jauge des batteries	26



Introduction

1 Introduction

Dans le cadre de notre formation en électronique et génie électrique, nous avons été amené à effectuer un stage de 9 semaines (du 03/06/2024 à 31/07/2024) au sein du laboratoire GREMAN dans le cadre d'un projet SSERAR.

Le but de ce projet est de mettre en place une plateforme d'acquisition et d'enregistrement audio. Cette plateforme est sensée remplacer un système existant et fonctionnel actuellement. Les relevés audio effectués sont les enregistrements des ultrasons produits par le charriage des sédiments au fond de la Vienne, à Chinon. L'étude de ces sons permet de faire un suivi de l'évolution de la rivière et est fondamentale dans les travaux de nos clients. La nouvelle plateforme à mettre en place doit être autonome, contrairement à la version actuelle. Cette autonomie est double. La plateforme doit être autonome en fonctionnement, c'est-à-dire effectuer les relevés sans interventions de l'utilisateur, mais également autonome en énergie pour assurer son fonctionnement sans intervention pour sur son stockage énergétique.

Au cours de ce stage, nous avons eu l'occasion de réaliser l'électronique de pilotage d'un hydrophone. Pour cela, nous avons su mettre en évidence nos connaissances techniques en électronique, en énergie et en programmation à savoir le choix des composants électroniques utile au projet, la gestion de l'alimentation du système, la création des cartes électroniques et la partie software.

1

Objectifs

La première étape du projet est d'arriver à cerner correctement les besoins de son client . La première chose à faire consiste donc à représenter l'idée générale du système et ce à quoi il doit répondre. Une bonne solution pour cela est de réaliser un diagramme dit "bête à cornes". C'est lors de la première rencontre entre toutes les parties que nous avons pu recueillir les demandes et les ressources disponibles pour la mise en œuvre du projet.

La dernière partie est la conversion énergétique assuré par un onduleur, onduleur sur lequel sont alimentées les diverses parties.

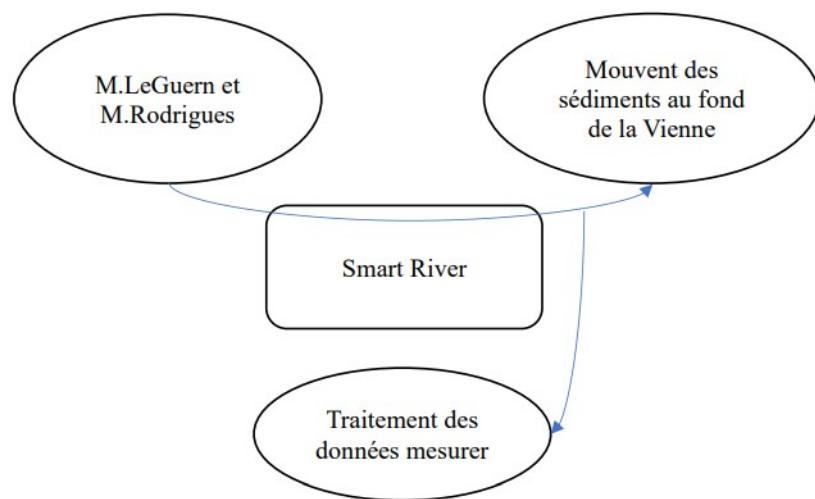


Figure 1 – bête à corne

Le diagramme ci-dessus nous permet d'avoir une image simple de ce système : à qui rend-il service ? sur quoi agit-il ? dans quel but ? Le système Smart River va permettre à Monsieurs Leguern et Rodrigues d'analyser les données de l'enregistrement du chargement des sédiments dans la Vienne. De plus, nous avons commencé par faire des recherches sur les solutions existantes et de voir ce qu'il serait possible de faire en corrélation avec ce qu'il existait déjà sur le marché. Cela nous a permis d'avoir une idée sur les technologies qui pourraient nous être utiles et sur quoi nous diriger. C'est après cette première réflexion que de nouvelles questions sont apparues naturellement pour pouvoir continuer vers une analyse fonctionnelle.

Ce n'est qu'après avoir cerné la fonction primaire de notre système, que nous avons pu analyser plus profondément la future structure de notre système. Pour répondre à toutes les demandes de notre client sur le fonctionnement, l'ergonomie et l'utilisation de notre système, nous avons donc réalisé une liste de toutes les fonctions que devraient remplir notre projet. Ces fonctions se classent en deux catégories : les fonctions primaires, ceux pourquoi le système est conçu, et les fonctions contraintes, issues de l'environnement ou des demandes du client. Le meilleur outil pour cerner ces fonctions en partant des différentes composantes extérieures au projet, est le diagramme dit "pieuvre".

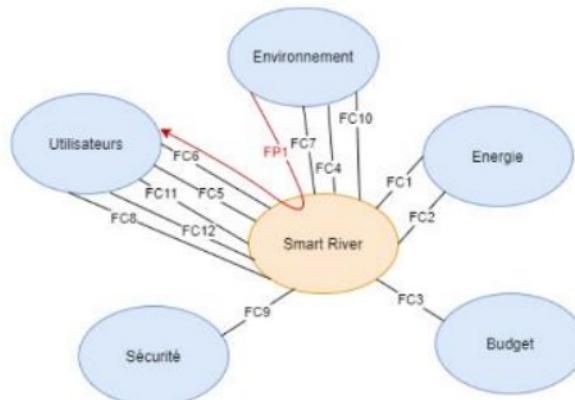


Figure 2 – Diagramme pieuvre

Après avoir réalisé cette analyse fonctionnelle, nous avons entrepris de réaliser un cahier des charges pour lister les points et les parties à traiter. Pour représenter le projet dans son ensemble et pouvoir rattacher des contraintes et spécifications à la partie correspondante, le système a été découpé en modules, représentés à travers le synoptique ci-dessous :

Repère	Fonction	Critères	Niveaux	Flexibilité
FP1	-Permettre de récupérer les données du signal produit par le mouvement des sédiments de la Vienne	- Qualité du signal - Durée de mesure réelle	Fe = - 1.25 MHz	
FC1	- Être autonome en énergies renouvelables	- Consommation du système - Conversion vers les tension/courants nécessaires	- 12/V/28 mA pour l'hydrophone	F1

Figure 3 –

Ainsi après analyse des besoins et des demandes du clients, une liste de spécifications fonctionnelles, ou utilisateurs, est ressortie comme fil conducteur du projet : - Qualité de l'acquisition - Fréquence d'acquisition, c'est-à-dire nombres de mesures par jour - Longueur de l'acquisition - IHM pour paramétrier les mesures - Le format du fichier final récupérable - La facilité de récupération des données - L'autonomie énergétique, au moins 3 jours d'utilisation avant que les batteries ne soient vides - La compacité et la résistance du système, liées à son boîtier. Ces demandes du client sur le produit final nous ont poussé à établir un cahier des charges remplies un certain nombre de spécifications techniques. Ces mêmes spécifications qui nous par ailleurs pousser à faire des choix technologiques.

	- Alimenter sous les tension requises		- 5V/3A pour le Raspberry Pi ±5V/4mA pour Préamplificateur	
FC2	- Être le moins consommateur possible en énergie	Mode veille - Composants à faible consommation		
FC3	Respecter le budget	- Prix		
FC4	Utiliser l'Hydrophone TC4014	- Tension de sortie - Amplification	Tension après amplification dépendante du CAN en aval - Sensibilité du capteur : -180 dB ref 1V/µPa	
FC5	Permettre la modification de la fréquence d'acquisition	- Vitesse de communication - - Fragmentation des acquisitions selon la mémoire vive disponible		F1
FC6	Être sûre pour l'utilisateur / Normes de sécurité	- Coupure de l'alimentation - Isolation du système électrique	Relais	F0
FC7	tres robuste à l'environnement	Humidité - Température - Parasites extérieurs	- Blindage du système	F1
FC8	Permettre une récupération des données facile.	- Port de récupération - Stockage amovible - Vitesse de transmission	USB 128 G	
FC9	Avoir une IHM de contrôle du système	- Niveau de la batterie - Niveau de stockage - Modification de la fréquence d'échantillonnage - Pilotage d'une acquisition	- Niveau de batterie en fonction de sa tension à ses bornes - Intégrer une intelligence	F1

Figure 4 – cahier des charges



Figure 5 – Diagramme de Gantt

2

Partie Technique

Cette partie consiste à réaliser une chaîne de traitement du signal qui sera composée de plusieurs étages à savoir un étage de préamplificateur qui permet d'amplifier le signal d'entrée, une alimentation double pour le préamplificateur, un filtre passif avec lequel nous avons choisi de travailler et pour finir une autre alimentation simple pour le raspberry pi.

1 Alimentation

Nous avons réalisé une alimentation symétrique qui est appropriée à notre montage fonctionnel c'est-à-dire une alimentation double +5V/-5V (avec une partie positive (+5V) et une partie négative(-5V) pour alimenter notre préamplificateur.

Nous avions à notre disposition une batterie de 12V. Or, notre système d'amplification est alimenté avec une tension entre +5V et -5V raison pour laquelle, il nous faut donc utiliser des régulateurs. Nous avons choisi d'utiliser le LM7805 pour la délivrance de +5V et le LM7905 pour la partie négative -5V. Pour cela, nous avions décidé de créer une masse flottante afin d'avoir -12v pour le régulateur LM7905.

2 Dimensionnement et choix des composants

Après le choix de notre type d'alimentation, nous sommes passés au choix des capacités. Pour trouver la valeur des condensateurs chimiques C1 et C2 , nous avons utilisé la formule suivante : $C1=C2=I*t/V_{ond}$. Après avoir fait le calcul, nous avons trouvé environ $2000\mu F$ et nous avons décidé de prendre une capacité de $470\mu F$ qui correspond bien à ce que nous cherchons. Ensuite, nous avons $C3=C4=C9=C10=100\text{ nF}$ qui sont des condensateurs en plastique. Ces capacités servent à compenser l'inefficacité des condensateurs chimiques C1, C2, C11 et C12 aux fréquences élevées car les condensateurs chimiques voient leur impédance augmenter avec la fréquence. Puis, avec la datasheet, nous avons $C5=100nF$, $C6=100nF$, $C7=220\mu F$ et $C8=220\mu F$. Et pour finir, C11 et C12 doivent être comprises entre 10 et $100\mu F$, nous avons donc choisi une capacité de $47\mu F$. Nous avons à la fin mis une led témoin pour savoir si la carte fonctionne.

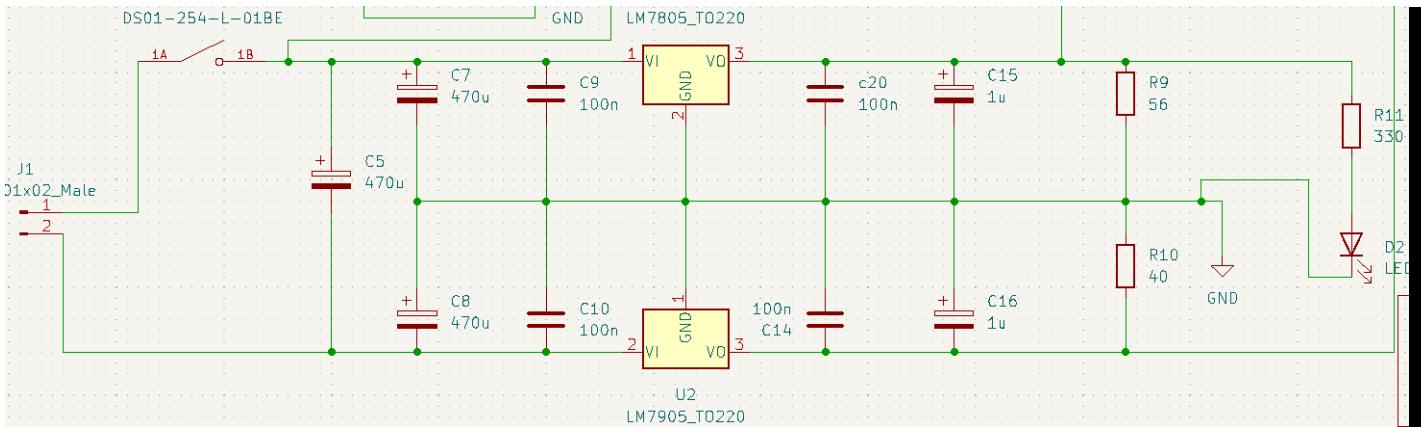


Figure 6 – image schéma

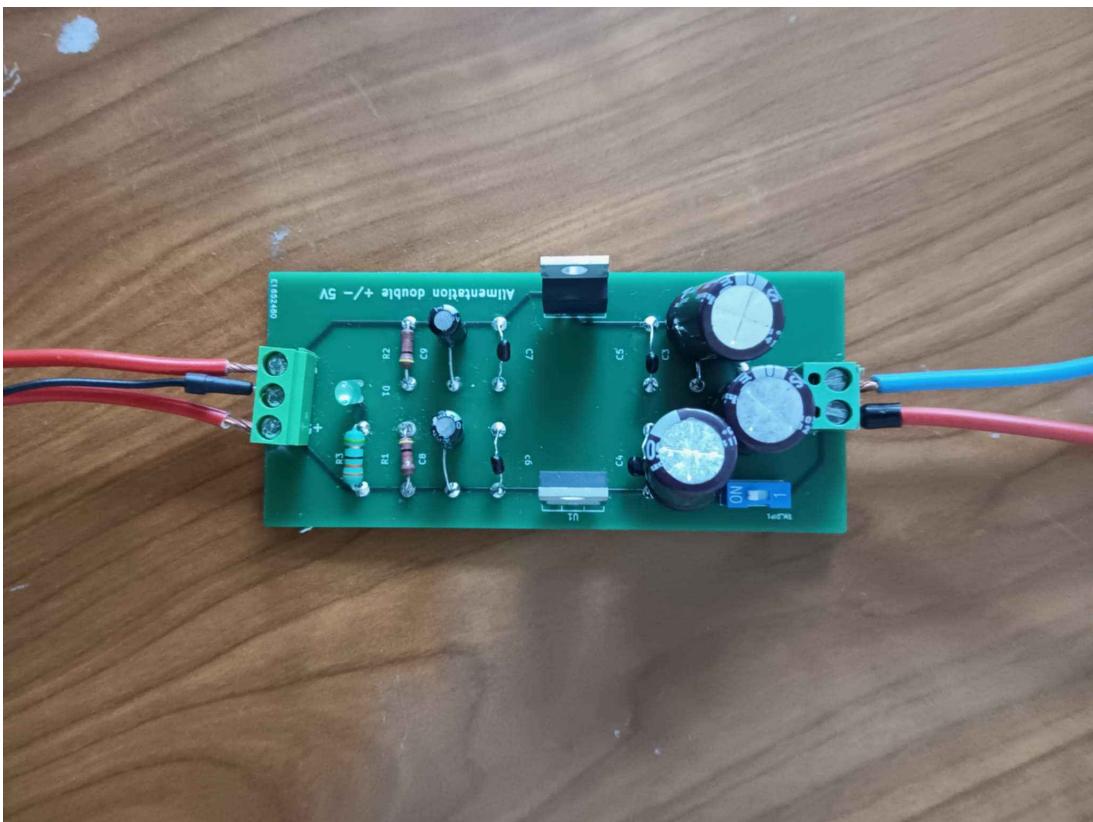


Figure 7 – image kicad

3 Kicad

Une fois fait le choix des composants, nous avons passés à la schématisation sur kicad. A l'aide du logiciel kicad, nous avons réalisé le typon de l'alimentation. Après cette étape de réalisation , nous l'avons imprimé, puis nous avons conçu la carte de l'alimentation.

4 Tests

Nous sommes ensuite passés par l'étape des tests. Tout d'abord, nous avons placé notre carte sur une plaque d'essai, nous avons utilisé un GBF et un oscilloscope afin de pouvoir visualiser la sortie et l'entrée.

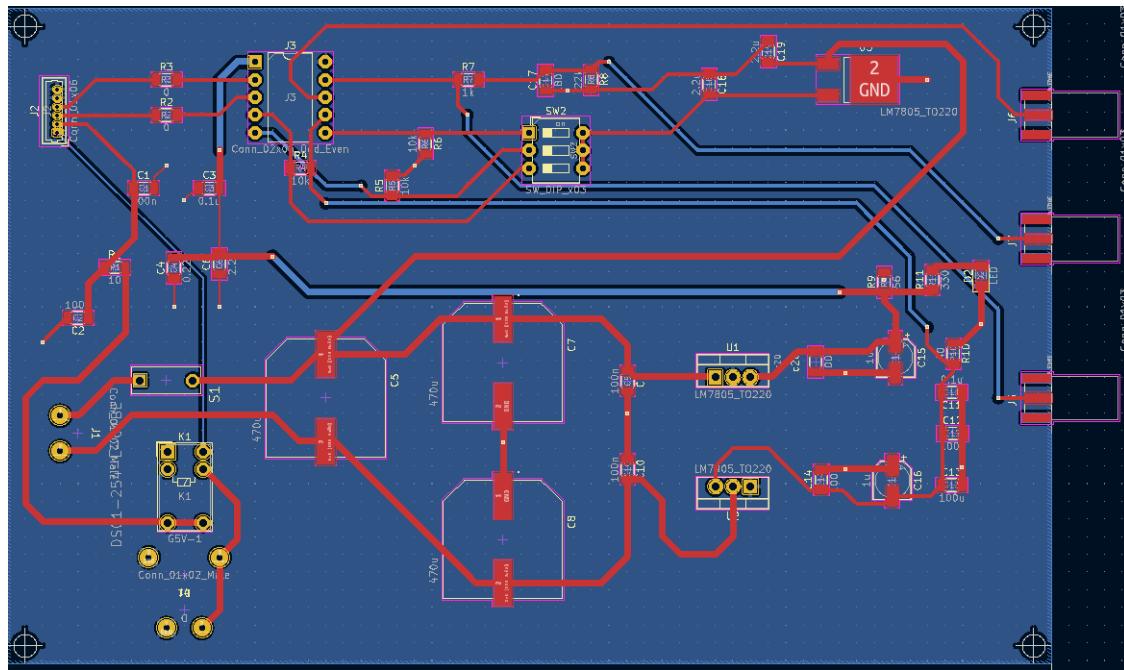


Figure 8 – image kicad

Nous voyons bien que nous avons une droite supérieure pour le régulateur positif et une droite inférieure pour le régulateur négatif.

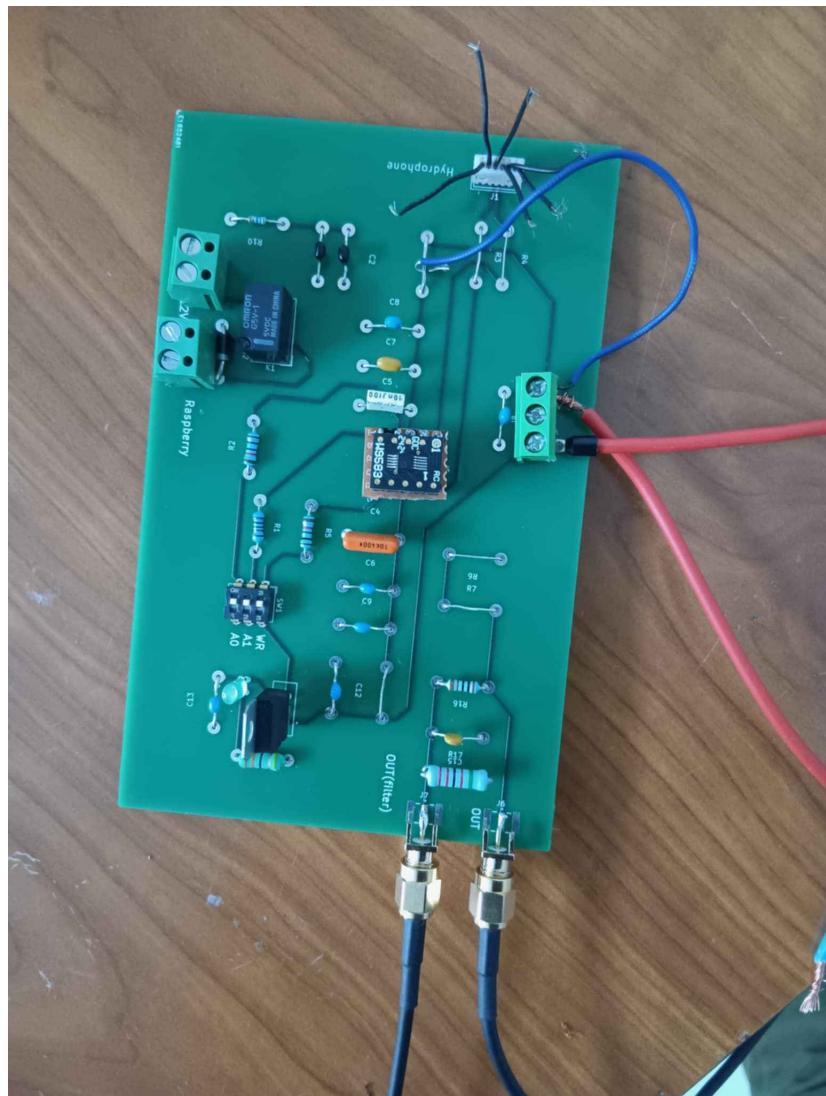


Figure 9 – image test

3

Préamplificateur

Avant numérisation, même si nous ne faisions que supposer l'ordre de grandeur des signaux de sorties de l'hydrophone, nous savions qu'il fallait un gain.

Un gain de 100 paraissait être la solution la plus fonctionnelle pour passer de l'échelle, supposée, du millivolt à celle de la centaine de millivolt. De plus il fallait convertir le signal de l'hydrophone de différentiel à mode commun. En effet, la sortie de l'hydrophone étant différentielle pour ne pas bruiter les données sur les grandes longueurs de câbles, il nous fallait repasser le signal en mode commun pour le numériser. En recherchant le type d'amplificateur qui pourrait convenir, nous nous sommes tournés vers des solutions avec un gain variable qui passait de différentiel à mode commun.

Parmi ces solutions, les amplificateurs à gain programmable nous semblaient les plus adaptés pour répondre à nos critères. Contrairement aux amplificateurs à gain variable classique, les programmables font varier leur gain selon une commande logique générable via une intelligence. Cette solution nous a paru la plus adaptée pour gérer le gain de l'amplificateur : un gain logique plutôt qu'un gain analogique.

Après avoir sélectionné le type de gain, il nous fallait un modèle. Il nous fallait un amplificateur faible bruit avant tout pour conserver un signal propre. Nous sommes donc partis vers des amplificateurs d'instrumentation. Ces derniers sont fabriqués pour des applications petits signaux, car, étant une association d'amplificateurs opérationnels, ils améliorent toutes les caractéristiques d'un AOP traditionnel.



Figure 10 – Pré-amplificateur AD8253

Cependant, nous devions trouver une solution dite "clé en main" pour l'amplification car nous n'avions pas le temps de développer une carte d'amplification et son électronique. Nous nous sommes donc tournés vers les amplificateurs d'instrumentation différentiel vers mode commun à gain programmable avec kit d'évaluation. Après avoir regardé les catalogues constructeurs et les sites d'électroniques, nous sommes partis sur un amplificateur d'instrumentation 2 de chez Analog Devices et sa carte d'évaluation 3. Cette amplificateur possède un gain maximum de 20dB, qui est moins que

ce que nous comptions mais qui correspond au gain maximum de la mallette actuelle qui fonctionne correctement.

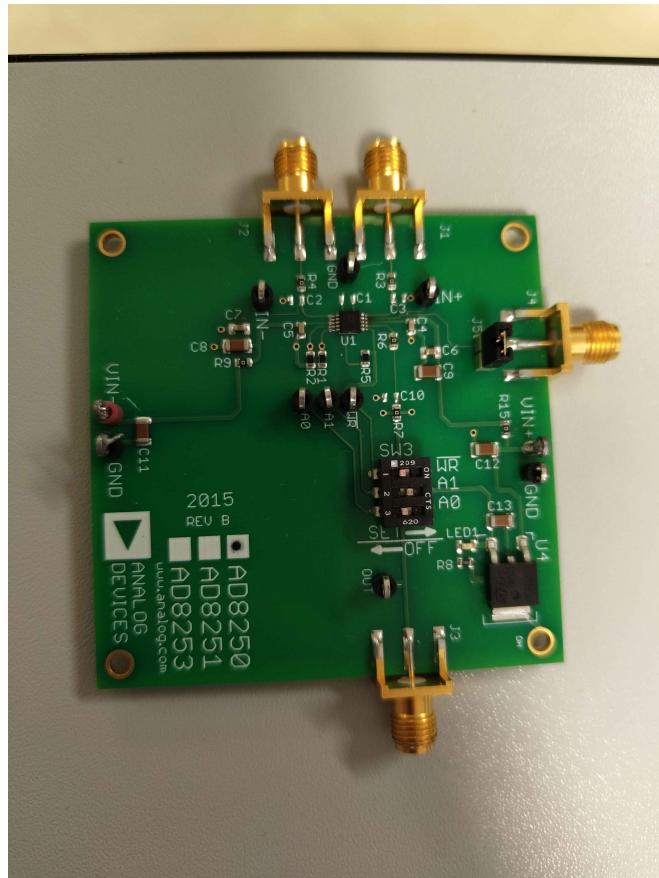


Figure 11 – Carte teste

Après la réception de la carte, nous avons procédé à faire quelques tests de gain.



Figure 12 – Gain 1

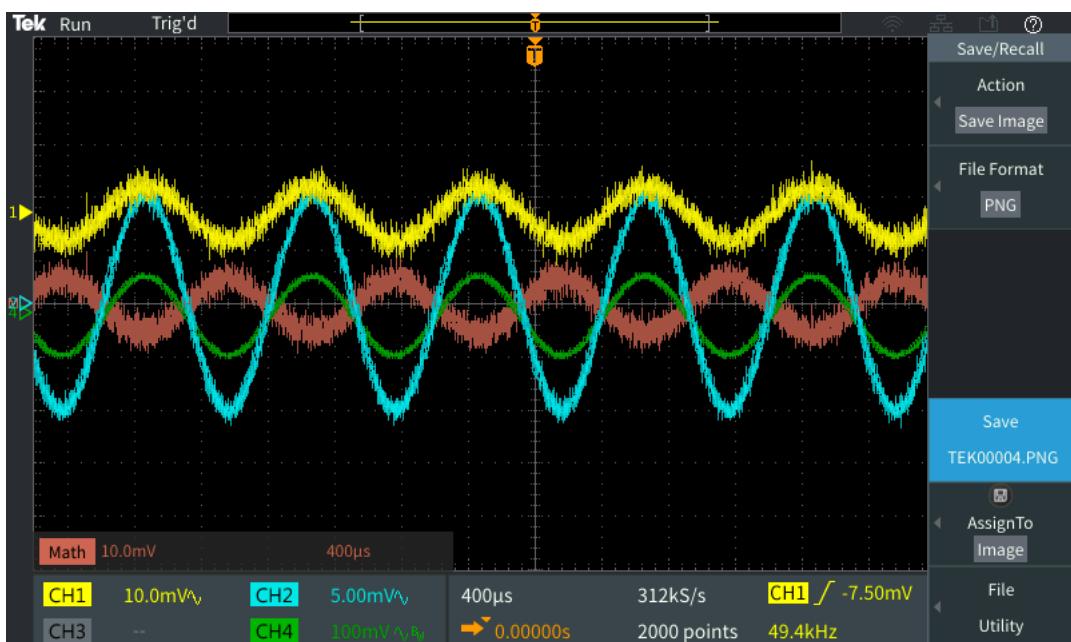


Figure 13 – Gain 10



Figure 14 – Gain 100

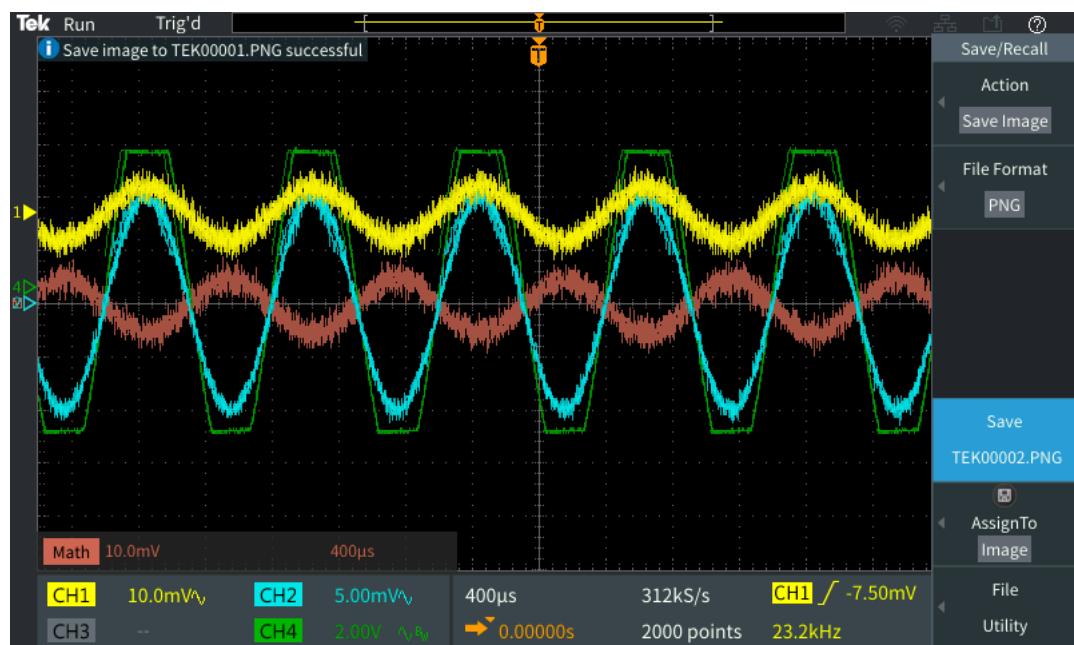


Figure 15 – Gain 1000

4

Filtre passif Passe bas

Les filtres passe bas sont essentiels pour améliorer la qualité des signaux, prévenir les erreurs dans la conversion et l'analyse des signaux, et assurer un bon fonctionnement des systèmes électroniques et de contrôle.

Afin d'améliorer la qualité du signal et supprimer le bruit contenu dans les fréquences élevées avant l'échantillonnage, nous avons ajouté une étape qui va jouer le rôle d'un filtre passe-bas avec une fréquence de coupure f_0 que nous avons fixé à 920 KHz et pour déterminer la valeur de C, nous avons fixé R à 22 kohms. Après nous avons utilisé la relation $f_0 = 1/2\pi RC$, le calcul donne : $C = 1/2\pi R f_0$ ce qui implique que $C = 100\text{pF}$. Pour vérifier le bon choix de nos composants, nous avons refait une autre simulation en visualisant cette fois-ci la sortie des deux filtres, voici le résultat obtenu :

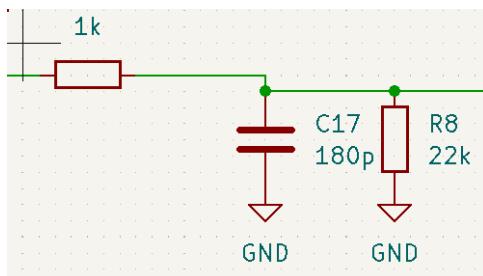


Figure 16 – Filtre passe bas

5

Alimentation pour le Raspberry pi

Pour alimenter notre Raspberry Pi 4 avec une alimentation variable basée sur un régulateur LM317, il est essentiel de s'assurer que la sortie de l'alimentation soit stable à 5V, car le Raspberry Pi 4 nécessite une alimentation de 5V avec un courant d'au moins 2.5A pour fonctionner correctement.

Cependant, l'utilisation du régulateur de tension LM317 pour créer une alimentation variable est une solution courante et pratique. Le LM317 est un régulateur de tension positive ajustable qui peut fournir une tension de sortie variable de 1.25V à environ 37V, en fonction de la tension d'entrée et du montage des composants. Il s'agit d'un régulateur de tension positive réglable à 3 bornes, capable de fournir plus de 1,5 A de courant de charge.

1 Caractéristique de base

Courant de sortie supérieur à 1,5 A

Sortie réglable entre 1,2 V et 37 V

Limitation du courant de court-circuit interne ou la sortie est protégée contre les courts-circuits

Protection interne contre les surcharges thermiques ou limitation de courant constante avec la température

Compensation de la zone de fonctionnement sûre du transistor de sortie

Il y a 0.01 de tension de sortie Durabilité

Il existe une régulation de ligne max. de 0,0001 / V (LM317) et une régulation de charge de 0,003 (LM117)

Il y a un rejet d'ondulation de 80 dB

2 Dimensionnement des composants

Ces calculateurs fonctionnent avec la plupart des régulateurs de tension CC avec une tension de référence (Vref) de 1,25. En règle générale, la résistance de programmation (R1) est de 240 ohms pour les modèles modèles LM317, LM138 et LM150.

Pour cela, nous avons besoin un régulateur de tension LM317, une résistance fixe 240 ohms, une résistance variable(potentiomètre) à déterminer, des condensateurs en entrée et sortie pour améliorer la réponse aux transitoires, des diodes de protection pour éviter un retour du courant et un dissipateur thermique pour LM317.

Calcul de la résistance : Pour obtenir une tension de 5V en sortie, nous devons calculer la valeur de R2 à l'aide de la formule :

Vout = 1.25V*(1+R2/R1). Sachant que Vout = 5V et R1 = 240 ohms, nous résolvons R2 = $240 * (5 / 1.25 - 1) = 720$ ohms. Nous avons choisi par la suite **un potentiomètre de 1kohm.**

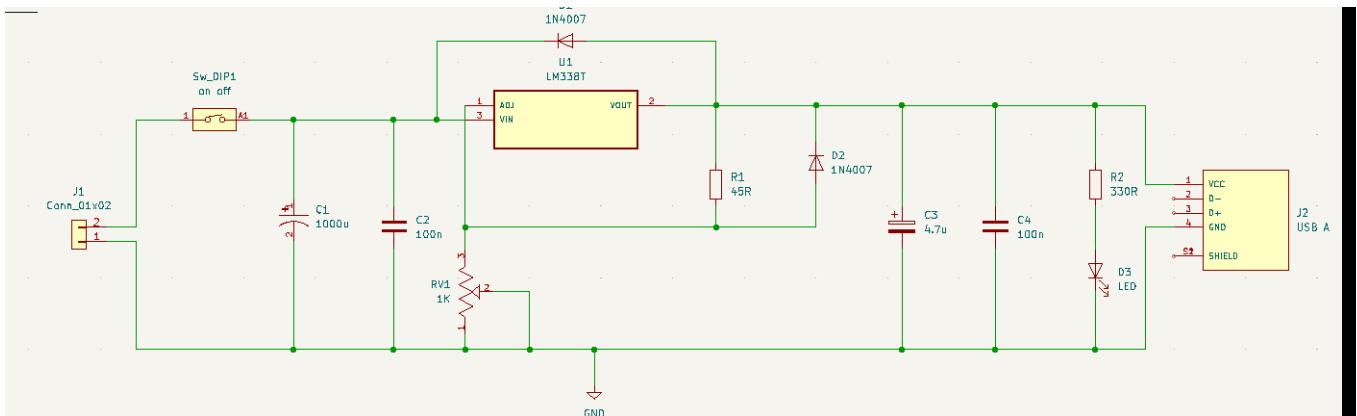


Figure 17 – schéma alimentation pour le Raspberry

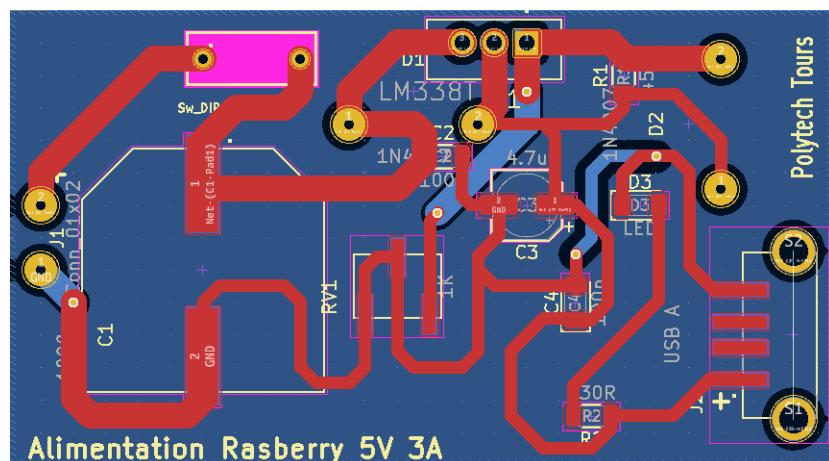


Figure 18 – schéma kicad



Figure 19 – schema alimentation pour le Raspberry

6

Software

Nous avons pour objectif de capturer un signal amplifié et d'extraire les informations grâce à un convertisseur analogique-numérique, le PicoScope 2000, en utilisant un Raspberry Pi pour le traitement des données.

Pour ce faire, nous avons développé un programme en Python qui automatise l'ensemble du processus. Ce programme est conçu pour permettre une acquisition précise des données en offrant à l'utilisateur une interface homme-machine (IHM) simple et intuitive pour utilisation du Raspberry. Grâce à cette interface, il est possible de configurer facilement le nombre de mesures à effectuer ainsi que la durée de chaque acquisition, en fonction des besoins spécifiques. Une fois les paramètres définis, le programme établit une connexion avec le PicoScope 2000, configurant le canal d'entrée pour capturer les signaux analogiques. L'acquisition des données se fait en mode streaming, ce qui permet de capturer les signaux en continu à une fréquence d'échantillonnage de 1,25 MHz. Les données sont ensuite transférées depuis un buffer temporaire vers un buffer complet, garantissant que tous les échantillons nécessaires sont correctement collectés. Après l'acquisition, les données capturées sont traitées et converties en un fichier audio au format .WAV. Le programme inclut également une fonctionnalité de gestion des périphériques de stockage USB : dès qu'une clé USB est détectée, le fichier .WAV est automatiquement sauvegardé sur celle-ci, garantissant ainsi une conservation sécurisée des données et leur portabilité pour des analyses ultérieures.

Enfin, le programme se charge de stopper proprement le PicoScope et de fermer la connexion, assurant ainsi une fin de processus sans erreur. Ce système propose une solution complète pour la capture, le traitement et le stockage de signaux analogiques amplifiés, offrant une grande simplicité d'utilisation grâce à l'interface homme-machine et une gestion efficace des données grâce à la sauvegarde automatique sur clé USB.

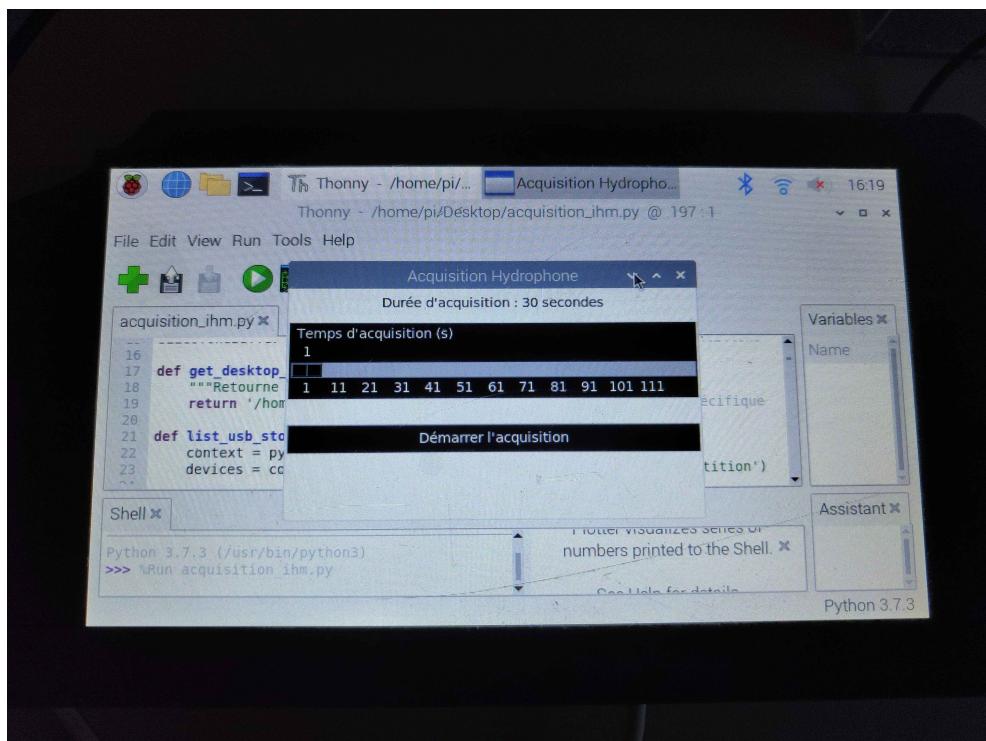


Figure 20 – IHM

7

Les tests réalisés

Nous avons utilisé un banc (deux transducteurs émetteur et récepteur de 40kHz) pour tester l'ensemble du système de mesure.

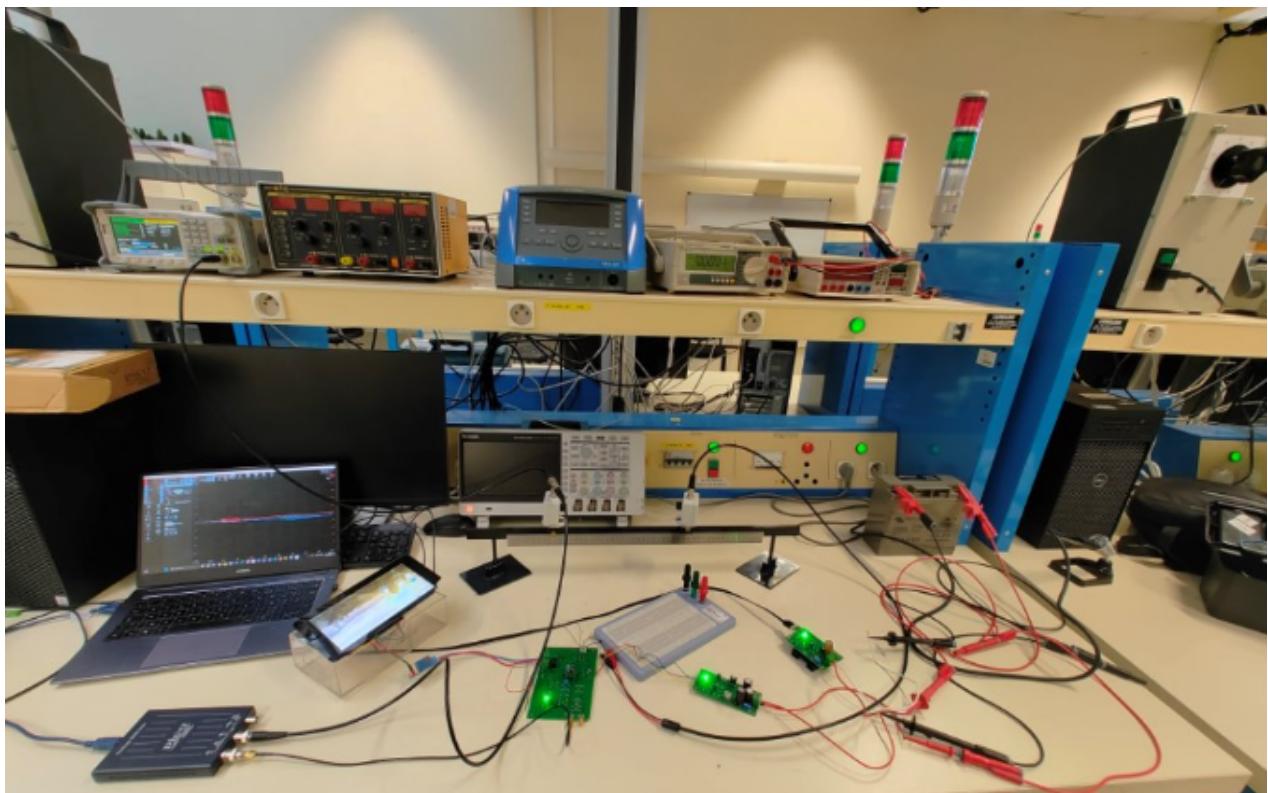


Figure 21 – Tests réalisés avec un banc de test

Dans un premier temps, nous avons utilisé l'oscilloscope pour visualiser les signaux.

Dans le second temps, nous avons installé le logiciel picoscope sur notre PC afin d'éviter d'utiliser l'oscilloscope pour pallier ce problème de la composante 50 Hz qui nous gênait.

Pour le dernier test, nous avons utilisé l'hydrophone TC4014 sous l'eau, comme spécifié dans le cahier des charges. Afin de garantir la bonne réalisation du test, nous avons intégré un transformateur pour isoler la composante 50 Hz, car nous avons utilisé l'alimentation secteur. Nous avons constaté au

dernier moment que l'hydrophone nécessitait un courant minimum que la batterie ne pouvait pas fournir, ce qui a révélé la nécessité d'ajouter un régulateur entre la batterie et l'hydrophone.

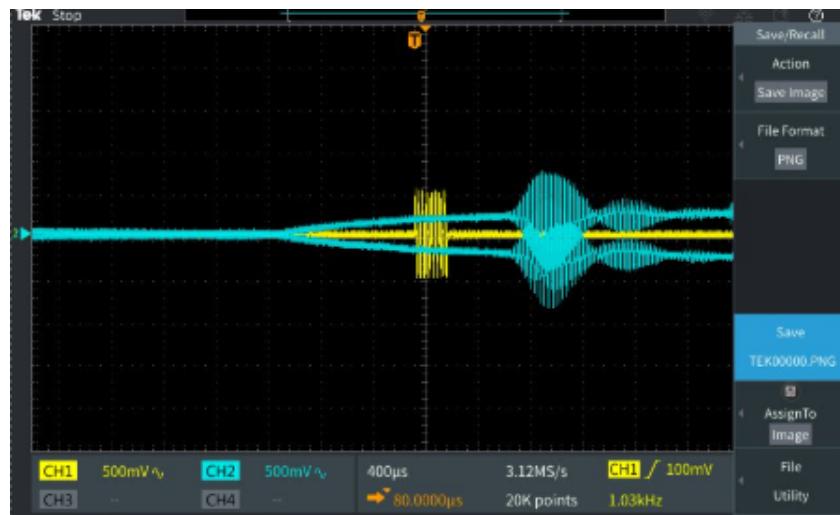


Figure 22 – Composante 50 Hz

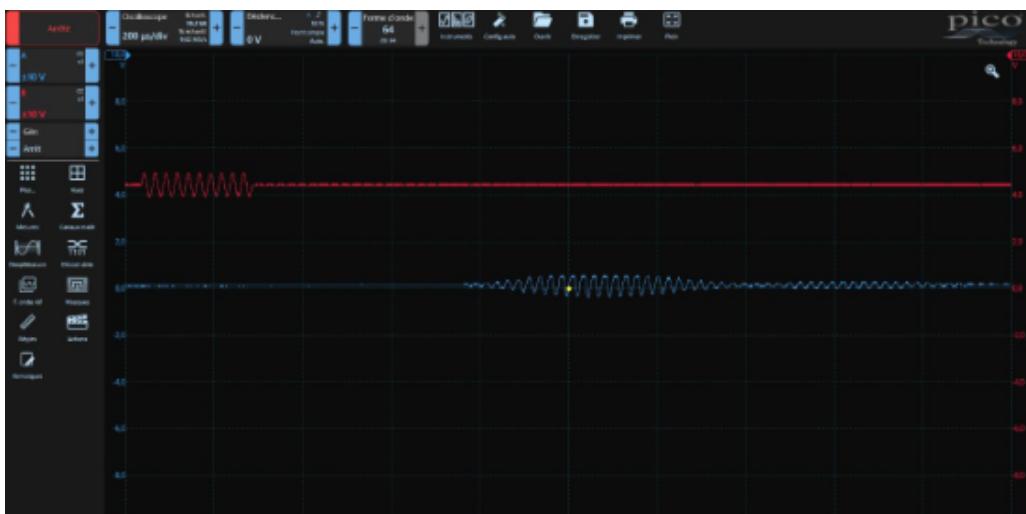


Figure 23 – Résultat obtenu lors du test sur le PC

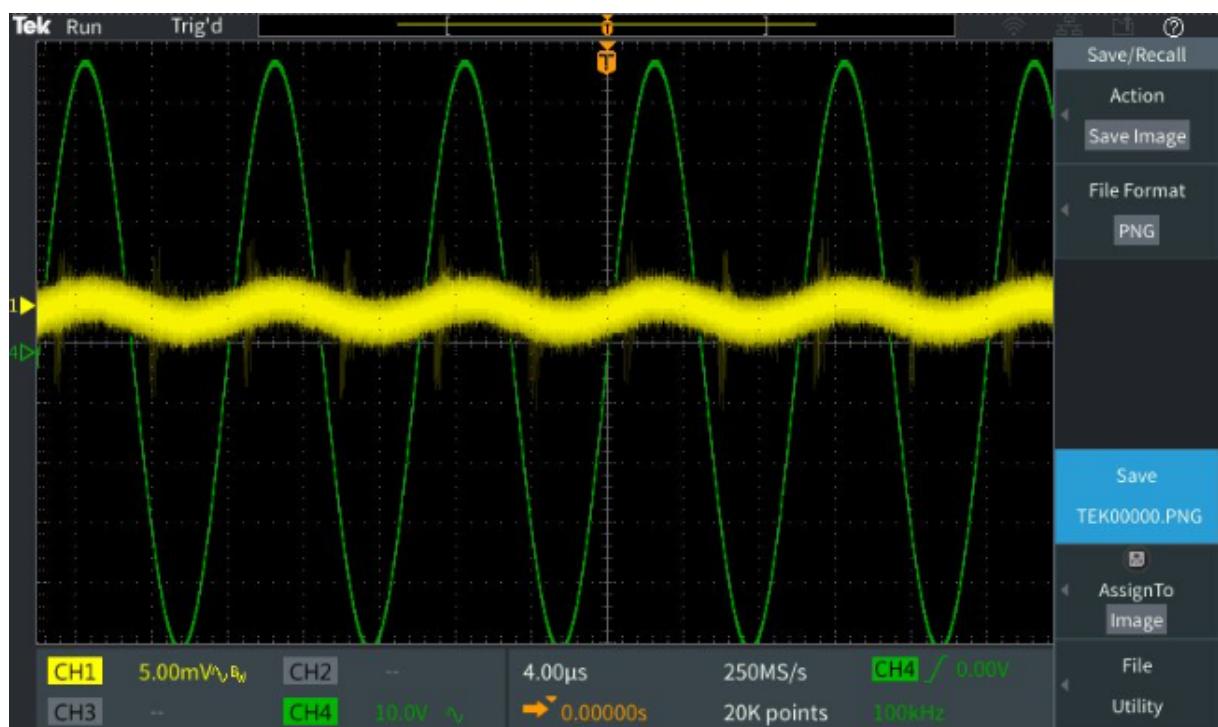


Figure 24 – Test obtenu avec l'hydrophone

8

Etude caractéristique des batteries

Nous disposons de deux batteries de 12V et 22Ah chacune, connectées en parallèle pour augmenter la capacité totale du système.



Figure 25 – Batteries de stockage

Afin de déterminer leur autonomie et leur performance, nous avons réalisé plusieurs tests de décharge en appliquant des courants de 1A et 3A. Ces essais avaient pour but d'évaluer la manière dont ces batteries supportent une décharge prolongée sous différentes conditions de charge.

Figure 26 – Testeur de batteries

Cependant, au cours de ces tests, un comportement inattendu a été observé : parmi les deux batteries en parallèle, seule l'une d'elles se décharge alors que les deux devrait se décharger. Les graphiques obtenus lors de ces tests illustrent clairement cette anomalie. Ce constat soulève plusieurs questions quant à l'origine possible de ce dysfonctionnement. Premièrement, il est plausible que le problème provienne d'une erreur de câblage. Si les connexions entre les batteries ne sont pas parfaitement symétriques ou s'il existe une résistance inégale dans les fils ou les connexions, cela pourrait conduire à une décharge inégale entre les deux batteries. Deuxièmement, il est également envisageable que les batteries ne soient pas optimisées pour une utilisation en parallèle, conformément

aux spécifications techniques du constructeur. Cela signifierait qu'elles ne se comportent pas de manière identique lorsqu'elles sont mises en parallèle, ce qui pourrait expliquer pourquoi une seule batterie se décharge tandis que l'autre conserve une charge plus élevée.

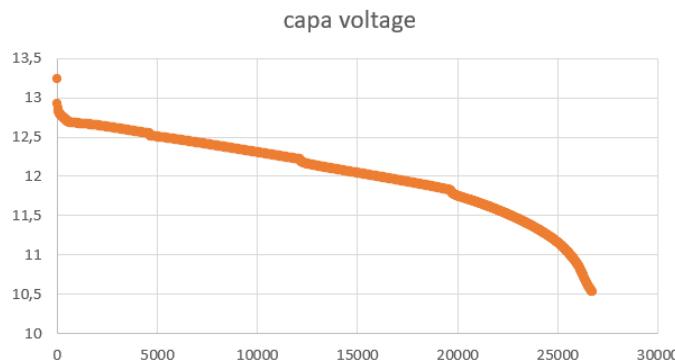


Figure 27 – décharge 1A

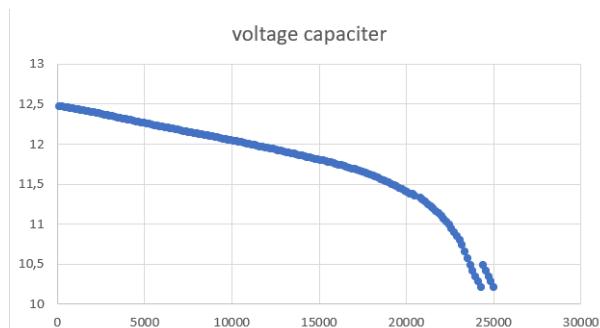


Figure 28 – décharge 3A

Pour mieux comprendre ce problème, nous prévoyons d'effectuer des tests de décharge sur chaque batterie séparément. Ces essais supplémentaires permettront d'isoler les variables et de confirmer si le comportement observé est lié aux batteries elles-mêmes ou à leur configuration en parallèle.

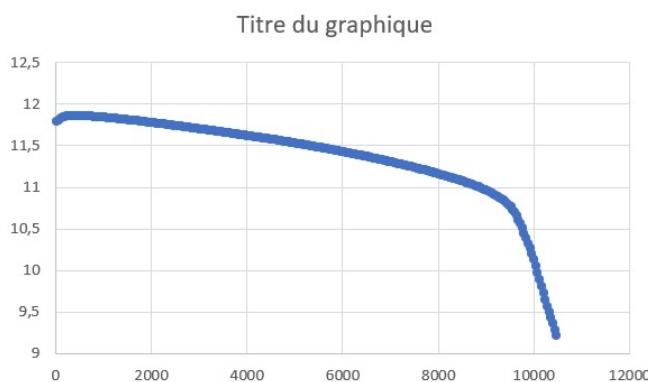


Figure 29 – décharge batterie 1 3A

Pour remédier à cette situation et améliorer notre système, nous envisageons de mettre en place un coupleur de batterie Cyrix-Ct 120A. Ce dernier est un dispositif électronique utilisé principalement dans les systèmes de batteries, tels que ceux utilisés dans les installations solaires, ou d'autres applications de stockage d'énergie. Il sert à gérer la connexion et la déconnexion de plusieurs batteries dans un système, permettant ainsi une gestion optimale de l'énergie.

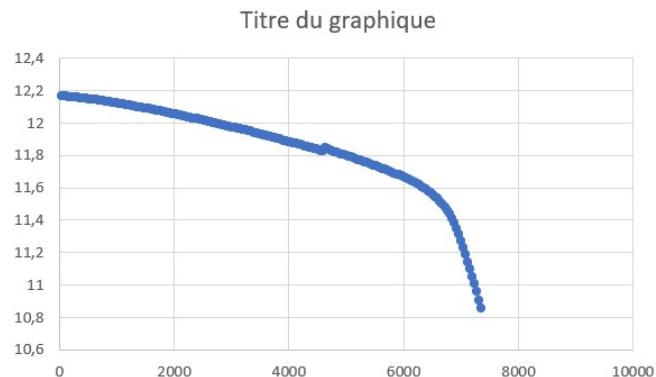


Figure 30 – décharge batterie 2 3A

Le Cyrix-Ct 120A est un coupleur intelligent qui permet de connecter deux batteries ou plus dans un système en parallèle. Une de ses principales fonctions est l'équilibrage des batteries, garantissant que toutes les batteries d'un système sont chargées de manière égale en fonction de leur état de charge. Il gère également les flux d'énergie, en s'assurant que la batterie principale se charge avant que l'énergie ne soit envoyée vers la batterie secondaire lorsque nécessaire.

De plus, le coupleur offre une isolation automatique : lorsque l'une des batteries atteint un niveau de charge ou de décharge excessif, il déconnecte automatiquement les batteries pour éviter les surcharges ou les décharges profondes. Cela permet de préserver la santé des batteries et d'éviter tout dommage irréversible. Le coupleur surveille aussi la tension de chaque batterie pour assurer que le système fonctionne dans des conditions sûres.

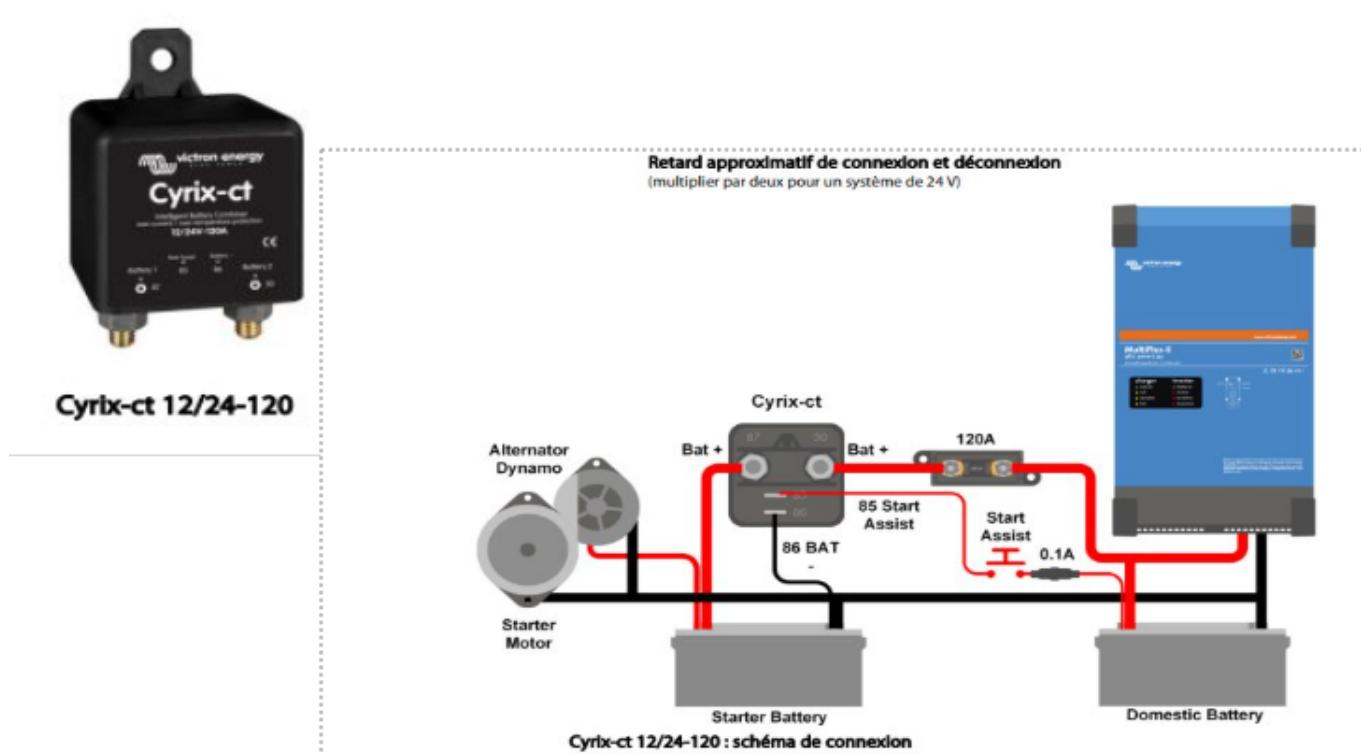


Figure 31 – Coupleur de batteries

Pour aller plus loin, nous avons également mis en place un suivi en temps réel de l'état de charge des batteries. À cette fin, nous installerons un capteur INA219 de tension sur chaque batterie, qui sera directement relié au Raspberry Pi. Ce dispositif nous permettra de surveiller continuellement la tension des batteries, offrant ainsi une vue d'ensemble précise de leur état de charge à tout moment.

Cette surveillance en temps réel sera essentielle non seulement pour diagnostiquer les problèmes actuels, mais aussi pour prévenir toute anomalie future. Grâce à cette configuration, nous pourrons développer une jauge de batterie qui fournira une visualisation claire et instantanée de l'état de charge. Cette jauge permettra de mieux comprendre le comportement des batteries au fil du temps, d'anticiper d'éventuels problèmes et de garantir un fonctionnement optimal du système. En fin de compte, cette approche vise à assurer une gestion plus efficace et plus fiable de l'alimentation électrique, en maximisant la durée de vie des batteries et en minimisant les risques d'interruptions ou de défaillances.

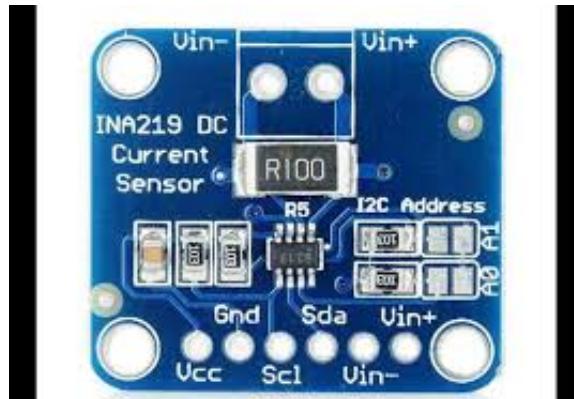


Figure 32 – INA219

Bus Voltage:	12.64 V
Current:	26.70 mA
Power:	0.34 W
Bus Voltage:	12.64 V
Current:	26.30 mA
Power:	0.33 W
Bus Voltage:	12.64 V
Current:	25.80 mA
Power:	0.33 W

Figure 33 – données de tension et de courant



Figure 34 – Jauge des batteries



Conclusion

En guise de conclusion, ce projet s'est révélé particulièrement complet et formateur. Il nous a permis de mobiliser et de mettre en pratique un large éventail de compétences acquises au cours de notre formation, allant de l'électronique embarquée avec la programmation du Raspberry Pi, jusqu'au traitement et à l'acquisition de signaux via l'hydrophone.

C'est justement cette diversité des domaines abordés qui a rendu notre expérience aussi enrichissante. Elle nous a permis de sortir du cadre purement théorique pour nous confronter à des problématiques concrètes, et de développer notre autonomie, notre rigueur ainsi que notre esprit d'équipe.

Nous tirons de ce projet un bilan très positif. Il a été une véritable opportunité de croissance, aussi bien sur le plan technique que personnel. Nous garderons un excellent souvenir de cette aventure collective qui a su allier défis, apprentissages et collaboration.

Annexes

1 Bibliographie

- datasheet AD8253 [[WWW1](#)];
- Hydrophone TC4014 [[WWW2](#)];
- picoscope 2000 series [[WWW3](#)];



Webographie

- [WWW1] *AD8253*. URL : <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ad8253.pdf>.
- [WWW2] *Hydrophone TC4014*. URL : <https://www.macartney.de/fileadmin/redakteur/Ozeanographie/Hydrophone/Produktblaetter/TC4014.pdf>.
- [WWW3] *picoscope 2000 series*. URL : <https://www.picotech.com/download/datasheets/picoscope-2000-series-data-sheet-en.pdf>.

Projet Collectif Smart River polytech

Résumé

Le client souhaite pouvoir suivre l'évolution des fonds marins en étudiant le charriage des sédiments. Pour ce faire, un premier système est déjà en place, mais celui-ci ne suffit plus. L'objectif est donc de créer un système qui répond aux nouvelles attentes. Projet commencé, il y a trois ans, par un premier duo qui a effectué la recherche de solutions techniques, puis, repris cette année pour l'avancement des tâches concrètes.

Smart river est un projet complet faisant appel à de nombreux domaines d'ingénierie. Autonome en énergie grâce à un système dédié, la plateforme étanche et compacte sera capable d'effectuer des séries d'acquisition grâce à une intelligence interne. Un gros travail a été effectué sur la partie acquisition et programmation, l'alimentation pour le Raspberry et l'alimentation avec le préamplificateur. Mais avec ce dernier, nous avons eu quelques problèmes au niveau du switch et l'alimentation qui ne fonctionne correctement avec le préamplificateur sur la même carte. . Seule l'aspect énergétique du système est restée intouchée.

Certains modules (le préamplificateur et l'aspect énergétique) demeurent incomplets, nous allons toujours continuer à travailler au dessus durant la 4eme année pour apporter un complément au travail déjà effectué. Projet formateur et important, celui-ci sera repris par nous jusqu'à sa complétion.

Mots-clés

acquisition, préamplificateur, Hydrophone, Raspberry pi

Abstract

The client wants to be able to monitor the evolution of the seabed by studying the movement of sediments. To achieve this, an initial system is already in place, but it is no longer sufficient.

The goal is therefore to create a system that meets the new requirements. The project began three years ago with a first team who conducted research on technical solutions. It was then picked up again this year to advance the concrete tasks.

Smart River is a comprehensive project that involves many engineering fields. Energy-autonomous thanks to a dedicated system, the waterproof and compact platform will be capable of performing data acquisition series thanks to an internal intelligence. Significant work has been done on the acquisition and programming parts, the power supply for the Raspberry Pi, and the power supply with the preamplifier. However, we encountered some issues with the switch and the power supply, which did not function correctly with the preamplifier on the same board. Only the energy aspect of the system has remained untouched.

Since some modules (the preamplifier and the energy aspect) remain incomplete, we will continue to work on them during the 4th year to complement the work already done. This is an educational and important project, and we will continue to work on it until it is completed.

Keywords

acquisition, preamplifier, Hydrophone, Raspberry pi

Entreprise
polytech

Tuteurs entreprise
Remi BUSSEUIL,
Tuteur
Etienne LEMAIRE,
Tuteur

Étudiants
El hadji Fallou FALL (DEE4)
Romain JONCOUR (DEE4)

Tuteur académique
Dominique CERTON