

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي - برج بوعريريج

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département : Électromécanique

MÉMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : **Electrotechnique**

Spécialité : **Commandes Electriques**

Par : - **KHRAMSIA LYNDA**

- **MAZA RAHMA**

Sujet

Réalisation d'un système anti noyade pour les enfants

Soutenu publiquement, le 25 / 06 / 2024, devant le jury composé de :

M/AISSA Oualid	MCA	Univ-BBA	Président
M/TALHAOUI Hicham	Pr	Univ-BBA	Examineur
M/KESSAL Abdelhalim	Pr	Univ-BBA	Encadrant
M/BENSIDHOUM Tarek	MCB	Univ-BBA	Co-Encadrant

ملخص

يتمحور العمل المقدم حول تصميم وتطوير جهاز مبتكر متعدد المستشعرات لحماية الأطفال من الغرق، حيث يتضمن الجهاز مستشعرات لقياس دقات القلب والكشف عن الغرق. يُستخدم مستشعر دقات القلب لمراقبة حالة الطفل والكشف عن حالات الطوارئ، في حين يساعد مستشعر الغمر على تحديد تواجد الطفل في الماء. يتم توفير نظام اتصال لاسلكي لإرسال تنبيهات فورية، يستخدم هذا النظام إشعارات عبر تطبيق ما يساعد الآباء والمسؤولين على التدخل بسرعة في حالات الطوارئ. يتميز الجهاز أيضاً بميزات أمان متقدمة مثل مقاومته للماء والصدمات، ويتم توفيره ببطارية ليثيوم قابلة لإعادة الشحن لضمان استمرارية الاستخدام الطويلة. استخدامنا شدة إشارة الواي فاي بين السوار والهاتف لتقدير المسافة بينهما هذا ما يسهل علينا معرفت تواجد الطفل تم تطوير نموذج أولي وإجراء اختبارات موثوقة، حيث أظهر الجهاز قدرته على اكتشاف الحالات الطارئة بفعالية وتقديم تنبيهات فورية، مما يساهم في منع حوادث الغرق ويعزز سلامة الأطفال في البيئات المائية بشكل كبير

الكلمات المفتاحية: الغرق - الغمر - سوار - تنبيهات - البيانات المائية - بطارية - وحدة المعالجة ESP32 - LPS33HW - MAX30102

Résumé

Le travail présenté se concentre sur la conception et le développement d'un dispositif innovant à capteurs multiples pour protéger les enfants contre la noyade. Le dispositif comprend des capteurs pour mesurer les battements de cœur et détecter l'immersion. Le capteur de battements de cœur est utilisé pour surveiller l'état de l'enfant et détecter les situations d'urgence, tandis que le capteur d'immersion aide à déterminer la présence de l'enfant dans l'eau. Un système de communication sans fil est intégré pour envoyer des alertes immédiates via une application, facilitant ainsi l'intervention rapide des parents et des responsables en cas d'urgence. L'utilisation de débit du signal Wi-Fi entre le bracelet et le téléphone permet de mesurer la distance entre eux, facilitant la localisation de l'enfant. Un prototype initial a été développé et des tests fiables ont démontré sa capacité à détecter efficacement les situations d'urgence et à fournir des alertes instantanées.

Les mots-clés : Noyade - Immersion - Bracelet - Alertes - Environnements aquatiques - Batterie - ESP32 - LPS33HW - MAX30102

Abstract

The presented work focuses on designing and developing an innovative multi-sensor device to protect children from drowning. The device includes sensors to measure heart rate and detect submersion. The heart rate sensor monitors the child's condition and detects emergencies, while the submersion sensor helps determine the child's presence in water. A wireless communication system is integrated to send immediate alerts via an application, enabling quick intervention by parents and caregivers in emergencies. Utilizing Wi-Fi signal speed between the bracelet and the phone enables distance estimation, facilitating easy monitoring of the child's whereabouts. An initial prototype has been developed and reliable tests have demonstrated its effective detection of emergencies and real-time alert capabilities.

The keywords: Drowning- Immersion- Bracelet- Alerts- Aquatic environments- Battery- ESP32- LPS33HW- MAX30102

Dédicaces

À mes chers parents

Peu importe ce que je fais ou dis, je ne pourrai jamais vous remercier comme il se doit. Votre présence à mes côtés a toujours été ma source de force face aux différents obstacles. Aucun hommage ne peut être à la hauteur de l'amour dont vous me comblez. Que Dieu vous accorde une bonne santé et une longue vie.

A ma force mon frère « MESSAOUD »

A celui que j'aime et qui m'a soutenue tout au long ma vie, Puisse Dieu te donne santé et réussite.

À ma chère sœur et à son mari « DJIHAD & BILAL »

Je vous remercie pour votre soutien, vos conseils et d'être toujours là pour moi. Que Dieu vous donne la bonne santé.

À mes petits « Arwa & Abd el Samad & Ilien »

Qui sait toujours apporter de la joie et du bonheur à toute la famille. Que Dieu vous protège

A mes famille « KHRAMSIA » & « BETTIKH »

Mes proches et ceux qui me donnent amour et vitalité.

À l'âme de ceux que j'ai perdus, je dédie ce succès.

A mes très chères amies « RAHMA, TASSADIT, NASSIRA, CHAIMA »

Vous êtes plus que des amies pour moi, Je vous remercie pour votre soutien moral et l'assistance que vous m'avez apportée pour la réussite, depuis l'idée jusqu'à la réalisation. Que Dieu vous accorde la réussite.

KHRAMSIA LOMDA

Dédicaces

À mes parents

Les mots ne suffisent pas pour vous exprimer ma gratitude. Votre amour inconditionnel est mon bouclier, votre sagesse est ma boussole et votre présence constante est ma source de force pour affronter les défis de la vie. Aucun honneur ne peut égaler l'amour dont tu me combles chaque jour. Je prie Dieu pour votre santé et votre longue vie.

À mes sœurs vertueuses Amel et Kahina

Vous êtes les joyaux de mon cœur, mes piliers. Amel, ta douceur apaise mon âme. Kahina, ton courage m'inspire. Je prie Allah pour qu'Il t'accorde le succès dans tous tes études.

À mon cher beau-frère Bilal

Merci pour ton amour et ton attention envers ma sœur. Tu es un véritable frère pour moi, et je te souhaite tout le succès.

À mes chers neveux, Sami et Houda

Vous êtes la lumière et la joie de la maison. Vos sourires remplissent nos cœurs de bonheur, et votre innocence nous rappelle la beauté de la vie. Je prie Allah de vous protéger, de veiller sur vous et de faire de vous des personnes vertueuses.

À mes chères familles, Maza et Kadri

Vous êtes mes racines, votre riche héritage fortifie mon identité, et votre amour sincère élève mes ambitions, Je prie Allah apparents et cachés, et de nous réunir toujours dans la bonté et la piété, ici-bas et dans l'au-delà.

À mon amie fidèle Lynda Hadjira

Votre présence dans ma vie est inestimable. Votre soutien inébranlable, vos précieux conseils et votre loyauté indéfectible ont été cruciaux à chaque étape de mon parcours. Qu'Allah vous préserve, vous guide vers le succès et illumine votre chemin.

Remerciements

Et avant tout, notre reconnaissance va au Seigneur tout-puissant pour nous avoir donné le courage et la détermination nécessaires à la réalisation de ce projet.

Nous tenons à exprimer notre gratitude envers nos familles et tous nos amis pour leur soutien constant et leurs encouragements tout au long de nos études.

*Nous témoignons également notre profonde reconnaissance à nos encadrants, le **Dr BENSIDHOUM Tarek** et le **Dr KESSAL Abdelhalim**, pour leurs orientations précieuses et leurs conseils judicieux, témoignages de notre haute considération et de notre respect profond.*

Nous adressons nos remerciements chaleureux aux membres du jury pour avoir bien voulu évaluer ce mémoire, et à ce titre, nous leur exprimons notre respect et notre profonde gratitude.

Nos remerciements s'adressent également à tous les professeurs du département d'électromécanique qui nous ont accompagnés durant notre formation, ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Merci à tous

Liste des figures

Figure I.1 Principe de système Poseidon.....	9
Figure I.2 Système de détection AngelEye.....	10
Figure I.3 Capteur Iswimband.....	10
Figure I.4 Système Kingii.	11
Figure II.1 Carte ESP32 utilisé.	14
Figure II.2 Ajouter le support.....	15
Figure II.3 Installer ESP32.....	16
Figure II.4 Capteur MAX30102.....	17
Figure II.5 fonctionnements de MAX30102.	18
Figure II.6 Capteur LPS33HW.....	19
Figure II.7 Batterie lithium-polymère (LiPo) de 3,7 V.....	21
Figure II.8 Interface principale de logiciel IDE.....	22
Figure II.9 Boutons principale d'IDE.	23
Figure II.10 Flutter logo.....	24
FigureII.11 Interface de logiciel Fritzing.....	24
Figure III.1 Schéma synaptique du système.....	28
Figure III.2 Organigramme de système.....	29
Figure III.3 Exemple de notre code.....	30
Figure III.4 Schéma de branchement globale.....	31
Figure III.5 Connecté le MAX30102 à l'ESP32	32
Figure III.6 Connecté le LPS 33 HW à l'ESP32.....	32
Figure III.7 Structure interne de l'appareil.....	33
Figure III.8 Structure externe de l'appareil.....	34
Figure III.9 Installation le MAX30102 sur la fenêtre.....	34
Figure III.10 Interface d'application de notre appareil.....	35
Figure III.11 Résultat L'état actuel de l'enfant.....	36
Figure III.12 Résultat Tests Si le bracelet est retiré.....	37

Liste des tableaux

Tableau I.1 Comparaison entre les systèmes anti-noyade.....12

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Table des matières	
Introduction générale	1
I. Généralité sur les systèmes Anti-Noyade	
I.1 Introduction	2
I.2 Noyades des enfants	2
I. 2. 1 Signes	3
I. 2. 2 Mesures préventives.....	3
I. 2. 2. 1. Supervision et Surveillance	4
I. 2. 2. 2. Éducation et Formation	4
I. 2. 2. 3. Équipements de Sécurité	4
I.3 Noyades des animaux	4
I. 3. 1. Diverses situations de noyade	5
I. 3. 2. Solutions pour prévenir la noyade des animaux	6
I.4 Technologies utilisées dans les systèmes Anti-Noyade.....	6
I. 4. 1. Partie hardware	7
I. 4. 2. Partie software	8
I. 4. 3. Exemple des systèmes Anti-Noyade	8
I. 4. .3. 1. Poseidon	8
I. 4. .3. 2. AngelEye	9
I. 4. .3. 3. iSwimband.....	10
I. 4. .3. 4. Kingii.....	11
I.5 Conclusion.....	12

	II. Matériels et logiciels utilisé	
II.1	Introduction	13
II.2	Outils et matériels.....	13
II. 2. 1	carte ESP32	13
II. 2. 1. 1.	Description.....	13
II. 2. 1. .	Caractéristiques	14
II. 2. 1. 3.	Installation de la carte.....	15
II. 2. 2	Capteur MAX30102.....	16
II. 2. 2. 1.	Aperçu	16
II. 2. 2. 2.	Caractéristiques	17
II. 2. 2. 3.	Principe de fonctionnement	18
II. 2. 3	Capteur MAX30102.....	19
II. 2. 3. 1.	Aperçu	19
II. 2. 3. 2.	Caractéristiques	20
II. 2. 3. 3.	Principe de fonctionnement	20
II. 2. 4	Batterie.....	20
II.3	Logiciels utilisés.....	21
II. 3. 1.	L'IDE Arduino (Integrated Development Environment).....	21
II. 3. 2.	Framework Flutter et langage Dart.....	23
II. 3. 3.	Logiciel Fritzing	24
II.4	Protocoles de communication	25
II. 4. 1.	Protocole bus I2C	25
II. 4. 2.	Protocole bus SPI	25
II. 4. 3.	UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)	25
II. 4. 4.	Wifi.....	25
II.5	Conclusion.....	26

III. Conception et réalisation

III.1	Introduction	27
III.2	Structure de système proposé	27
III. 2. 1	Cahier de charge	27
III. 2. 2	Schéma synaptique du système.....	28
III. 2. 3	Organigramme de système.....	28
III.3	Développement de code	29
III.4	Prototype	30
II. 4. 1.	Schéma de branchement globale	32
II. 4. 2.	Étapes de la réalisation	32
II. 4. 3.	Tests pratique	36
III.5	Conclusion.....	38
	Conclusion générale	39
	Références bibliographiques	

I Introduction générale

Les activités aquatiques telles que la natation, la plongée et les sports nautiques sont très populaires et offrent de nombreux bienfaits pour la santé. Cependant, elles comportent également des risques importants, notamment la noyade, qui est la principale cause de décès accidentel, en particulier chez les jeunes enfants. Chaque année, environ 372 000 personnes dans le monde perdent la vie par noyade, ce qui en fait l'une des dix principales causes de décès accidentel [1].

La noyade chez les enfants est une préoccupation majeure en raison de leur curiosité naturelle, de leur manque de conscience des dangers, et de leur incapacité à nager ou à flotter. Elle peut se produire rapidement et silencieusement dans des endroits familiers comme les piscines, les baignoires. Bien que la surveillance continue par les adultes soit essentielle, elle peut être compromise par des distractions, ce qui rend crucial le repérage précoce des situations potentiellement dangereuses pour prévenir les noyades. Cependant, cela reste un défi car les enfants peuvent se trouver rapidement en difficulté dans l'eau sans émettre de signaux clairs, leurs mouvements rapides et imprévisibles compliquant particulièrement leur surveillance [1].

Dans ce contexte, l'importance d'un dispositif intelligent de détection des noyades potentielles chez les enfants devient évidente. Un tel dispositif, utilisant des technologies avancées telles que l'intelligence artificielle et des capteurs intelligents, pourrait surveiller en continu l'environnement aquatique et détecter rapidement les signes avant-coureurs de noyade imminente. Cela permettrait d'alerter immédiatement les adultes responsables et de leur donner le temps d'intervenir et de prévenir une tragédie.

Ce mémoire est organisée en trois chapitres. Le premier chapitre est consacré aux informations générales sur les systèmes de prévention de la noyade, tandis que le deuxième chapitre traite des matériels et logiciels utilisés pour la réalisation de notre projet. Le troisième chapitre présente les résultats de nos expériences et les conclusions tirées de notre dispositif de détection des noyades potentielles chez les enfants. Ce dispositif représente une avancée significative dans la sécurité aquatique. En identifiant rapidement les comportements ou situations à risque, notre système vise à offrir une protection accrue aux jeunes enfants

Chapitre 1

Généralité sur les systèmes Anti-Noyade

- I. Généralité sur les systèmes Anti-Noyade
 - I.1 Introduction
 - I.2 Noyades des enfants
 - I. 2. 1 Signes
 - I. 2. 2 Mesures préventives
 - I. 2. 2. 1. Supervision et Surveillance
 - I. 2. 2. 2. Éducation et Formation
 - I. 2. 2. 3. Équipements de Sécurité
 - I.3 Noyades des animaux
 - I. 3. 1. Diverses situations de noyade
 - I. 3. 2. Solutions pour prévenir la noyade des animaux
 - I.4 Technologies utilisées dans les systèmes Anti-Noyade
 - I. 4. 1. Partie hardware
 - I. 4. 2. Partie software
 - I. 4. 3. Exemple des systèmes Anti-Noyade
 - I. 4. .3. 1. Poseidon
 - I. 4. .3. 2. AngelEye
 - I. 4. .3. 3. iSwimband
 - I. 4. .3. 4. Kingii
 - I.5 Conclusion

I. Généralité sur les systèmes Anti-Noyade

I.1 Introduction

La sécurité des enfants constitue une priorité absolue pour tous les parents. Malheureusement, les risques auxquels ils sont exposés sont nombreux, qu'il s'agisse de noyades, d'accidents ou d'incidents liés aux nouvelles technologies. Face à ces dangers, la technologie propose des solutions innovantes telles que les systèmes de détection de noyade, les applications de surveillance et d'éducation. L'objectif est de prévenir ces incidents tragiques et de protéger les enfants dans les environnements aquatiques. Cette étude se propose donc d'examiner ces technologies et leur rôle crucial dans la prévention des noyades et la protection des enfants.

D'autre part, plusieurs associations mondiales sont créées pour assurer la sécurité des animaux, parmi les problèmes existants dans ce contexte, les noyades des animaux. Cela les a motivés d'utiliser les nouvelles technologies afin de surmonter et sauver les animaux à travers le monde.

I.2 Noyades des enfants

Le problème de noyade fait référence à une situation dans laquelle une personne se retrouve en danger de se noyer dans l'eau, nécessitant une intervention urgente pour éviter une issue fatale. La noyade est un problème de santé publique mondial significatif. Selon le rapport de l'Organisation mondiale de la santé, environ 372 000 personnes meurent chaque année des suites de noyades non intentionnelles dans le monde entier. Ainsi, pour réduire les accidents de noyade, la plupart des piscines sont équipées de sauveteurs professionnels. Cependant, ces derniers ne peuvent pas rester concentrés pendant de longues périodes et ne peuvent pas détecter les personnes en train de se noyer à temps, ce qui peut entraîner la mort faute d'assistance rapide. Par conséquent, un dispositif de détection de noyade efficace et rapide jouera un rôle important dans la gestion des piscines et le sauvetage des victimes [1].

La noyade représente l'une des principales causes de mortalité accidentelle chez les enfants de moins de 15 ans dans le monde, avec environ 236 000 décès par an selon l'Organisation Mondiale de la Santé. Ce fléau touche particulièrement les jeunes enfants de moins de 5 ans, qui courent un risque élevé de se noyer près du domicile familial en raison du manque de

surveillance parentale près des étendues d'eau et des barrières de sécurité inadéquates autour des piscines privées. Le manque de capacité à nager et la méconnaissance des dangers aquatiques constituent également des facteurs de risque importants. En cas de survie, la noyade peut entraîner de graves lésions cérébrales et un handicap permanent, sans compter le traumatisme psychologique pour les familles. Les enfants issus de milieux défavorisés, avec un accès limité aux programmes de prévention, sont particulièrement vulnérables. Prévenir ce fléau passe par une meilleure éducation, la sécurisation des zones aquatiques, l'apprentissage précoce de la natation et une surveillance étroite près de l'eau [1],[2].

I. 2. 1 Signes

Les enfants peuvent se noyer très rapidement et souvent sans bruit. Reconnaître les signes de noyade chez les enfants est crucial pour intervenir immédiatement. Voici les principaux signes de noyade chez les enfants [3] :

- **Silence** : Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la noyade est souvent silencieuse. Un enfant en train de se noyer ne crie généralement pas à l'aide car il lutte pour respirer.
- **Incapacité à appeler à l'aide** : Un enfant qui se noie ne peut pas crier ou appeler à l'aide car il est concentré sur la respiration.
- **Position du corps** : L'enfant est souvent en position verticale dans l'eau, incapable de se maintenir à flot ou de se déplacer efficacement.
- **Mouvements inefficaces des bras** : L'enfant peut faire des mouvements instinctifs avec les bras vers l'avant ou sur les côtés, comme s'il essayait de grimper hors de l'eau, mais sans réussir à se déplacer.
- **Tête basculée en arrière** : La tête de l'enfant peut être basculée en arrière avec la bouche ouverte. Son visage peut être au niveau de l'eau, la bouche parfois en dessous de la surface et parfois au-dessus.
- **Peu de mouvements de jambes** : Les jambes peuvent être immobiles ou effectuer des mouvements inefficaces sous l'eau.
- **Expression faciale de panique** : L'expression de l'enfant peut montrer de la peur ou de la panique.

I. 2. 2 Mesures préventives

La prévention de la noyade chez les enfants est essentielle et nécessite une vigilance constante, une éducation adéquate et des mesures de sécurité appropriées. Voici des mesures préventives détaillées pour éviter les noyades chez les enfants [4] :

I. 2. 2. 1. Supervision et Surveillance

- Ne laissez jamais un enfant sans surveillance près de l'eau, même pour une courte durée. Une surveillance active signifie que vous êtes constamment attentif et à proximité.
- En cas de rassemblement, désignez un adulte responsable de la surveillance des enfants. Cette personne ne doit pas être distraite par des conversations, des téléphones portables ou d'autres activités.

I. 2. 2. 2. Éducation et Formation

- Inscrivez vos enfants à des cours de natation dès leur plus jeune âge. Apprenez-leur à se sentir à l'aise dans l'eau et à nager.
- Apprenez aux enfants à ne jamais nager seuls, à rester dans les zones de baignade désignées, et à ne jamais courir ou pousser près de l'eau.
- Expliquez aux enfants les dangers liés à l'eau, y compris les courants forts, les profondeurs d'eau imprévisibles, et les dangers de sauter ou plonger dans des eaux inconnues.
- Suivez une formation en réanimation cardiopulmonaire (RCP) pour savoir comment réagir en cas d'urgence.

I. 2. 2. 3. Équipements de Sécurité

- Utilisez des gilets de sauvetage approuvés pour les enfants qui ne savent pas bien nager. Les brassards et les flotteurs gonflables ne sont pas des dispositifs de sécurité suffisants.
- Installez des barrières de sécurité autour des piscines, avec des portails verrouillables et à fermeture automatique. Une clôture de piscine efficace doit entourer complètement la piscine et être d'au moins 1,20 mètre de haut.
- Utilisez des alarmes de piscine qui vous avertissent lorsque quelqu'un entre dans l'eau sans surveillance.
- Assurez-vous que les drains de la piscine sont équipés de couvercles anti-piégeage pour éviter que les enfants ne se coincent.
- Gardez les équipements de sauvetage à portée de main

I.3 Noyades des animaux

Le problème de noyade des animaux est une préoccupation importante en matière de bien-être animal et de protection de la faune. Malgré le fait que certains animaux savent nager, mais elles peuvent être amenés à se noyer pour de multiples raisons [5]:

- Impossibilité de sortir de l'eau (endroit fermé comme une piscine)
- Submersion (par l'effet des vagues)
- Épuisement physique (lutte contre les courants)

En France, chaque année des dizaines de Chevreuils, de Sangliers et parfois de Cerfs meurent par noyade dans le canal de Saint-Martory. Face à ce constat, La Fédération Départementale des Chasseurs de la Haute-Garonne (FDC31) a lancé un projet de recherche avec toute la structure concernée, afin de trouver des solutions et diminuer le nombre des morts, pour cela, elles sont installées de plusieurs dromes flottantes sur le canal. Ces dispositifs, conçus pour réduire le nombre d'embâcles arrivant à la centrale ou aux stations de pompage, et ont été adaptés pour guider les animaux vers les plateformes de maintenance, leur permettant ainsi de sortir du canal [5].

I. 3. 1. Diverses situations de noyade

La noyade des animaux peut se produire dans diverses situations, notamment [5]:

Inondations : Les inondations soudaines et les tempêtes peuvent piéger les animaux, les empêchant de trouver un terrain sûr. Les animaux domestiques et sauvages peuvent se noyer lorsque les niveaux d'eau montent rapidement.

Plans d'eau artificiels : Les piscines, réservoirs, bassins de rétention et autres plans d'eau artificiels peuvent constituer des pièges mortels pour les animaux, notamment les petits mammifères, les oiseaux et les reptiles, qui peuvent tomber dedans et être incapables d'en sortir.

Agriculture et irrigation : Les systèmes d'irrigation, les canaux et les réservoirs utilisés dans l'agriculture peuvent également poser un danger pour les animaux. Ceux-ci peuvent tomber dans les canaux d'irrigation ou les réservoirs et se noyer s'ils ne trouvent pas de sortie.

Pêche commerciale : Les engins de pêche, tels que les filets de pêche et les pièges, peuvent entraîner la noyade de nombreux animaux marins, y compris des espèces non ciblées comme les dauphins, les tortues de mer et les oiseaux de mer.

Réservoirs d'eau potable : Les réservoirs ouverts destinés à l'approvisionnement en eau potable pour les communautés humaines ou animales peuvent également représenter un risque. Les animaux peuvent y tomber accidentellement et se noyer.

I. 3. 2. Solutions pour prévenir la noyade des animaux

Aborder le problème de la noyade des animaux nécessite une approche multidimensionnelle, impliquant la conception d'infrastructures sécurisées, la sensibilisation du public, et des interventions rapides en cas d'urgence [5].

Conception sécurisée des plans d'eau : Installer des rampes d'évasion ou des sorties de secours dans les piscines, réservoirs et bassins de rétention pour permettre aux animaux de sortir en cas de chute.

Barrières de protection : Mettre en place des clôtures ou des barrières autour des plans d'eau artificiels pour empêcher les animaux d'y accéder accidentellement.

Surveillance et alerte : Utiliser des systèmes de surveillance pour détecter les animaux en détresse dans les zones à risque et intervenir rapidement pour les sauver.

Sensibilisation : Éduquer les propriétaires de terres, les agriculteurs et le grand public sur les risques de noyade pour les animaux et les mesures à prendre pour prévenir ces incidents.

Réglementation et politique : Établir des réglementations pour la conception et la gestion des plans d'eau et des équipements de pêche afin de minimiser les risques de noyade pour les animaux.

Réhabilitation et sauvetage : Créer et soutenir des programmes de sauvetage et de réhabilitation pour les animaux sauvages en détresse, afin de leur offrir une seconde chance après des incidents de noyade.

I.4 Technologies utilisées dans les systèmes Anti-Noyade

Actuellement, le sujet de détection des cas de noyade dans les piscines et dans les plages est un axe de recherche, dans nombreux chercheurs ont proposé différentes méthodes pour surmonter ce problème, mais malheureusement de nombreux défis persistent dans ce domaine. Les méthodes actuelles de détection de la noyade se divisent en deux catégories principales. La première repose sur les matériels hard et la seconde sur la vision et les algorithmes basé sur l'intelligence artificiel. Les systèmes anti-noyade pour enfants utilisent plusieurs technologies innovantes pour détecter les situations à risque et alerter rapidement en cas de danger. Voici les principales technologies utilisées :

I. 4. 1. Partie hardware

Les systèmes anti-noyade utilisent diverses matérielles avancées pour détecter et prévenir les incidents de noyade, que ce soit dans des piscines privées, publiques, ou en milieu naturel. Voici quelques-unes des technologies couramment employées :

- **Caméras de Surveillance et de sécurité :**

Utilisées pour surveiller en continu les zones aquatiques.

- **Capteurs et Systèmes de Détection :**

Comme des capteurs de mouvement pour détecter les mouvements inhabituels ou l'absence de mouvement. Et les Capteurs de pression qui Mesurent les changements de pression de l'eau qui peuvent indiquer la présence ou l'immobilité d'un corps.

- **Bracelets connectés :**

Portés par les nageurs, ces dispositifs peuvent alerter en cas d'immobilité prolongée ou de dépassement de la profondeur autorisée.

- **Systèmes de localisation :**

GPS ou autres technologies de localisation pour surveiller les mouvements des nageurs.

- **Drones aériens :**

Surveillent les plages et les zones de baignade depuis les airs.

- **Robots sous-marins :**

Patrouillent dans les piscines ou les zones aquatiques pour une surveillance proactive

- **Bouées intelligentes :**

Lancées automatiquement vers une personne en détresse détectée par les systèmes.

- **Systèmes de flottaison automatiques :**

Qui peuvent être activés à distance pour aider à maintenir une personne à flot jusqu'à l'arrivée des secours.

I. 4. 2. Partie software

Dans cette partie plusieurs algorithmes ont été développés qui sont capables de gérer les matériels cités dans la section précédente.

- **Analyse vidéo en temps réel :**

Algorithmes capables de détecter les comportements anormaux, comme une personne immobile au fond de la piscine pendant une durée prolongée.

- **Apprentissage automatique :**

Algorithmes qui apprennent et s'améliorent avec le temps pour mieux détecter les comportements de noyade.

- **Reconnaissance de formes et de mouvements :**

Pour distinguer entre les mouvements de nage normaux et ceux qui pourraient indiquer une détresse.

- **Alarmes sonores et visuelles :**

Déclenchées automatiquement en cas de détection d'un incident potentiel.

- **Notifications mobiles :**

Envoient des alertes aux smartphones des responsables de la sécurité ou des parents.

Ces technologies combinées permettent de créer un environnement aquatique plus sûr, en réduisant significativement les risques de noyade grâce à une surveillance continue et des réponses rapides en cas d'incident.

I. 4. 3. Exemple des systèmes Anti-Noyade

Dans cette section on va présenter certains systèmes anti-noyade notables, qui utilisent des technologies avancées pour assurer la sécurité des nageurs :

I. 4. .3. 1. Poseidon

Ce système est utilisé généralement dans les piscines publiques, hôtels, et complexes aquatiques. Comme qu'il est indiqué dans la Fig I.1, son principe de fonctionnement est basé sur l'utilisation de plusieurs caméras sous-marines, qui sont installées au fond de la piscine pour une vision claire des nageurs et sont capables d'identifier une personne immobile au fond de la

piscine pendant un certain temps, ce qui pourrait indiquer une noyade. Avec un algorithme intelligent de détection.

Ce système contient une interface facile à utiliser pour les opérateurs de la piscine, avec des notifications claires et des vidéos en direct [6].

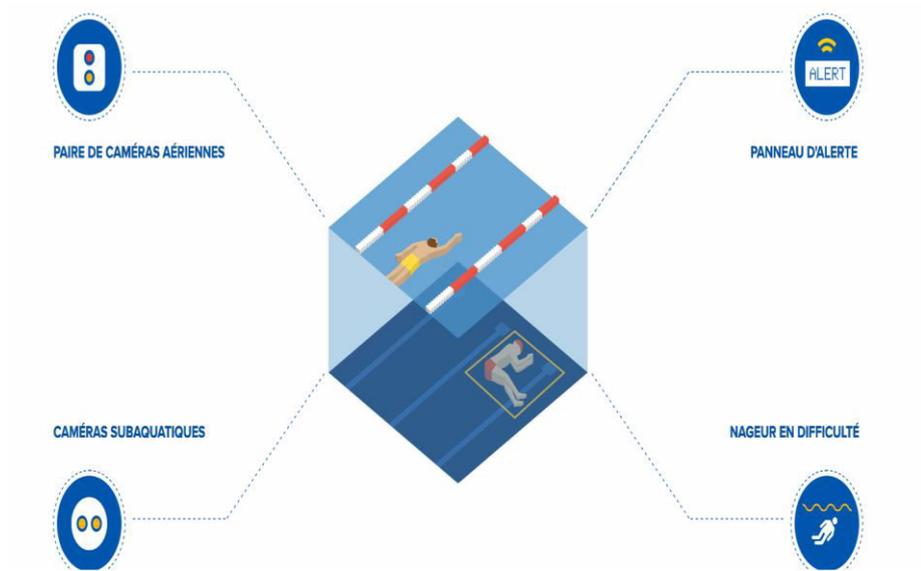


Figure I.1 Principe de système Poseidon [6].

I. 4. .3. 2. AngelEye

Il est adapté aux piscines privées et publiques, ainsi qu'aux centres aquatiques et parcs de loisirs. Il contient principalement des caméras de surveillance installées autour de la piscine et capteurs sous-marins. Ce système a utilisé l'intelligence artificielle tel qu'un Algorithme d'apprentissage automatique pour améliorer la précision de la détection des incidents au fil du temps. Son avantage est peut assurer une couverture complète de la zone de baignade par le réseau de capteur et aussi repérer rapidement les situations dangereuses par identification des mouvements suspects et des positions immobiles en quelques secondes.

Ce système peut fournir des rapports détaillés après chaque incident pour améliorer la sécurité future [7].



Figure I.2 Système de détection AngelEye [7].

I. 4. .3. 3. iSwimband

iSwimband est un capteur sans fil de petite taille et à faible consommation d'énergie (Fig I.3), qui se porte soit comme un bandeau, soit comme un bracelet. Le capteur est jumelé avec un appareil intelligent compatible Bluetooth exécutant l'application gratuite iSwimband. Cette application est gratuite via l'Apple Store. Le bracelet ou le bandeau alerte si une personne reste sous l'eau trop longtemps. Envoi d'alertes si le nageur atteint une profondeur définie, pratique pour les enfants. L'application mobile permet de surveiller plusieurs dispositifs en même temps et d'envoyer des notifications instantanées en cas de problème [8].



Figure I.3 Capteur Iswimband [8].

I. 4. .3. 4. Kingii

Kingii est un petit dispositif de sauvetage portable qui se porte autour du poignet. Conçu pour offrir une aide rapide et efficace en cas de noyade, Kingii est particulièrement utile pour les nageurs, les plaisanciers et toute personne passant du temps autour de l'eau. Lorsque l'utilisateur est en difficulté dans l'eau, il lui suffit de tirer sur un petit levier situé sur le dispositif. Ce geste déclenche le déploiement d'un sac gonflable qui se remplit rapidement de gaz, permettant à l'utilisateur de flotter à la surface de l'eau. Kingii est conçu pour être facile à utiliser et à activer, même dans des situations de panique. Kingii fournit une solution de sécurité proactive qui peut sauver des vies en permettant aux utilisateurs de rester à flot jusqu'à ce que de l'aide arrive. La figure suivante (Fig I.4) présente le principe de fonctionnement de ce système [9].



Figure I.4 Système Kingii [9].

Le tableau suivant Tab I.1 présente une comparaison entre les quatre systèmes anti-noyade des enfant cités précédemment.

Tableau I.1 Comparaison entre les systèmes anti-noyade

Système	Type de technologie	Principale fonctionnalité	Utilisation
Poseidon	Caméra sous-marine, IA	Surveillance continue, alerte immédiate	Piscines publiques, hôtels, complexes aquatiques
AngelEye	Caméras, capteurs, IA	Détection rapide, alertes multi-canal	Piscines publiques et privées, parcs de loisirs
iSwimband	Bracelets et bandeaux, Bluetooth	Détection d'immersion prolongée, alertes de profondeur	Piscines privées, lacs, plages
Kingii	Dispositif portable, CO2	Activation rapide, réutilisable, compact	Nageurs, surfeurs, marins

I.5 Conclusion

La prévention des noyades chez les enfants nécessite une approche multi-facette combinant éducation, technologie et surveillance active. Les systèmes de détection de noyade, qu'ils reposent sur des capteurs portables ou des technologies de vision par ordinateur, représentent une avancée significative dans la lutte contre ce fléau. Des solutions innovantes comme Poseidon et AngelEye, ainsi que les systèmes de flottaison automatique tels que iSwimband et Kingii, offrent des moyens supplémentaires pour protéger les enfants dans les environnements aquatiques. De plus, les applications de surveillance et d'éducation contribuent à sensibiliser les parents et les enfants aux dangers de l'eau et aux mesures de sécurité à adopter. En intégrant ces technologies et en renforçant la vigilance, nous pouvons espérer réduire de manière significative le nombre de noyades accidentelles et assurer un environnement aquatique plus sûr pour tous les enfants.

Chapitre 2

Matériels et logiciels utilisé

- II. Matériels et logiciels utilisé
- II.1 Introduction
- II.2 Outils et matériels
 - II. 2. 1 Carte ESP32
 - II. 2. 1. 1. Description
 - II. 2. 1. 2. Caractéristiques
 - II. 2. 1. 3. Installation de la carte
 - II. 2. 2 Capteur MAX30102
 - II. 2. 2. 1. Aperçu
 - II. 2. 2. 2. Caractéristiques
 - II. 2. 2. 3. Principe de fonctionnement
 - II. 2. 3 Capteur MAX30102
 - II. 2. 3. 1. Aperçu
 - II. 2. 3. 2. Caractéristiques
 - II. 2. 3. 3. Principe de fonctionnement
 - II. 2. 4 Batterie
- II.3 Logiciels utilisés
 - II. 3. 1. L'IDE Arduino (Integrated Development Environment)
 - II. 3. 2. Framework Flutter et langage Dart
 - II. 3. 3. Logiciel Fritzing
- II.4 protocoles de communication
 - II. 4. 1. Protocole bus I2C
 - II. 4. 2. Protocole bus SPI
 - II. 4. 3. UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)
 - II. 4. 4. Wifi
- II.5 Conclusion

II. Matériels et logiciels utilisé

II.1 Introduction

Dans les dernières décennies, la plupart des systèmes modernes utilisent des technologies avancées soit avec la partie hard ou bien la partie soft. D'autre part, Les systèmes anti-noyade a connu une évaluation très dynamique, parmi les technologies utilisées dans ce sens on peut citer les caméras sous-marines, les capteurs de mouvement et les dispositifs portables pour une surveillance efficace et les algorithmes de détection et de traitement d'image basé sur l'intelligence artificiel. Les systèmes anti-noyade offrent une protection supplémentaire essentielle pour prévenir les noyades et améliorer la sécurité aquatique. Ils apportent une tranquillité d'esprit aux parents et aux responsables, permettent une intervention rapide en cas de besoin, et augmentent la sécurité générale des environnements aquatiques, tant publics que privés

Les composants électroniques principale utilisés dans notre système anti-noyade proposer seront présenter dans ce chapitre avec plus de détail sur son architecture, brochage, caractéristique et leur fonctionnement.

II.2 Outils et matériels

Dans cette section, chaque composant de la partie hard de système anti-noyade proposer sera présenter en détail.

II. 2. 1 Carte ESP32

II.2.1.1 Description

L'ESP32 est un microcontrôleur puissant et polyvalent développé par Espressif, intégrant une connectivité Wi-Fi et Bluetooth, ainsi qu'une capacité de traitement élevée et une faible consommation d'énergie. Ces caractéristiques le rendent idéal pour les applications de l'Internet des Objets (IoT) et les systèmes embarqués.

L'ESP32-DevKitC V4 est une carte de développement compacte basée sur le microcontrôleur ESP32, fonctionnant entre 3,0 et 5 volts et pouvant être alimentée via un port micro-USB ou une batterie au lithium. Elle intègre un émetteur-récepteur Wi-Fi et Bluetooth, ce qui la rend idéale pour les applications IoT. Avec des dimensions de 48 mm x 28,5 mm, elle est adaptée aux prototypes. Les connecteurs femelles standards permettent un accès facile aux broches d'entrée/sortie, facilitant l'interfaçage avec divers périphériques. La carte supporte plusieurs modules ESP32 [10].

De plus, elle est compatible avec une variété d'environnements de développement, ce qui la rend très flexible et adaptée à une large gamme d'applications, allant des projets de bricolage aux applications industrielles avancées [10].

La figure suivante Fig (II.1) présente la carte ESP32 utilisé.



Figure II.1 Carte ESP32 utilisée.

II.2.1.2 Caractéristiques

La carte ESP32 peut offrir plusieurs fonctionnalités. On va citer ci-dessus quelques-unes de ses caractéristiques essentielles [10] :

- **Mémoire** : Jusqu'à 520 KB de SRAM, 448 KB de ROM, et des options de mémoire flash allant jusqu'à 16 MB.
- **Processeur** : Dual-core Tensilica Xtensa 32-bit LX6, cadencé jusqu'à 240 MHz.
- **Interfaces** : GPIO (General Purpose Input/Output) pour la connexion de capteurs, actionneurs et autres périphériques externes.
- **Connectivité sans fil** : Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.2 BLE intégré.
- **Entrées analogiques** : Jusqu'à 18 canaux ADC (Convertisseur Analogique-Numérique) pour la lecture de signaux analogiques.
- **Interfaces série** : UART, SPI, I2C, I2S pour la communication avec d'autres appareils.
- **Sécurité** : Supporte le chiffrement matériel, le démarrage sécurisé et d'autres fonctionnalités de sécurité avancées.
- **La sortie PWM** : Jusqu'à 16 canaux PWM (Modulation de Largeur d'Impulsion) pour le contrôle de la puissance ou de la luminosité.
- **Alimentation** : Peut être alimenté via USB, batterie LiPo ou adaptateur externe.

- **Dimensions compactes** : Disponible dans une variété de formats compacts et adaptés à différents projets.

Ces caractéristiques font de la carte ESP32 un choix populaire pour une grande variété de projets IoT, allant des gadgets domestiques intelligents aux solutions industrielles avancées.

II.2.1.3 Installation de la carte

Afin d'utiliser la carte ESP32, il faut l'installer et l'ajouter en suivant les étapes [11]:

- **Installer l'IDE Arduino** : Si vous n'avez pas déjà l'IDE Arduino installé sur votre ordinateur, téléchargez-le depuis le site officiel d'Arduino et installez-le.
- **Ajouter le support ESP32** : Allez dans le menu « Fichier » > « Préférences ». Dans la fenêtre des préférences, copiez cette URL dans le champ « URLs de gestionnaire de cartes supplémentaires » : https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json. Et on Cliquant sur ok.

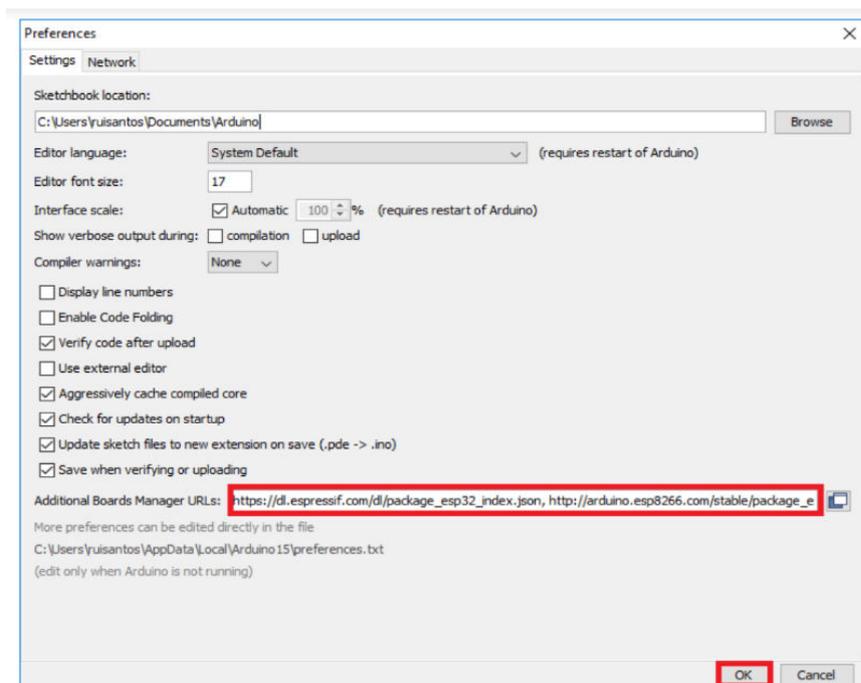


Figure II.2 Ajouter le support ESP32 [11].

Allez dans le menu « Outils » > « Type de carte » > « Gestionnaire de cartes ». Recherchez sur « esp32 » dans la barre de recherche. Cliquez sur « Installer » comme il est indiqué sur la figure suivante Fig (II.3).

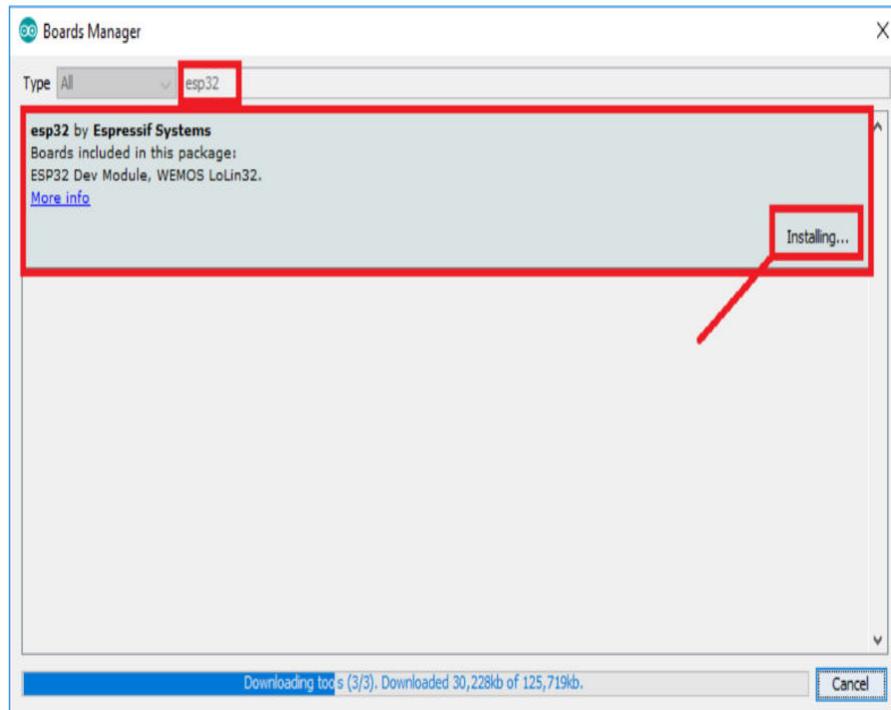


Figure II.3 Installer ESP32 [11].

- **Choisir le modèle spécifique de la carte :** par exemple dans notre étude « ESP32 Dev Module »
- **Brancher à l'ordinateur et tester le bon fonctionnement :** à la fin, brancher la carte avec l'ordinateur via un câble USB, sélectionner le port et envoyer le programme, si toute est correct la LED clignoter

En suivant ces étapes, nous serons prêts à développer vos propres projets avec la carte ESP32.

II. 2. 2 Capteur MAX30102

II.2.2.1 Aperçu

Le capteur MAX30102 est un petit dispositif intégré capable de mesurer le rythme cardiaque et la saturation en oxygène dans le sang (SpO2). Il utilise des diodes LED infrarouges et rouges pour illuminer la peau et détecter les variations de lumière. Avec une faible consommation d'énergie et une interface de communication standard, il est largement utilisé dans les dispositifs portables de surveillance de la santé.

La figure suivante Fig (II.4), présente le module réel de ce capteur



Figure II.4 Le capteur MAX30102

II.2.2.2 Les Caractéristiques [12].

- **Mesure du rythme cardiaque** : Le MAX30102 peut détecter et mesurer le rythme cardiaque en mesurant les variations de la transmission de la lumière à travers la peau.
- **Mesure de la SpO2** : En utilisant une technique de photo pléthysmographie (PPG), le capteur peut estimer la saturation en oxygène dans le sang.
- **LEDs intégrées** : Le MAX30102 est équipé de diodes électroluminescentes (LED) infrarouges et rouges pour l'illumination et la détection des variations de lumière à travers la peau.
- **Traitement de signal intégré** : comme le capteur est reçoit des valeurs variables donc il est intégrer des fonctionnalités de traitement de signal analogique et numérique pour filtrer et amplifier les signaux captés.
- **Interface de communication** : Il peut être connecté à un microcontrôleur via une interface de communication standard telle que I2C.
- **Faible consommation d'énergie** : Le MAX30102 est conçu pour une faible consommation d'énergie, ce qui le rend adapté aux applications alimentées par batterie.
- **Applications** : Il est largement utilisé dans les dispositifs portables de surveillance de la santé, tels que les montres intelligentes, les bracelets d'activité et les oxymètres de pouls.

II.2.2.3 Principe de fonctionnement

Le capteur MAX30102 fonctionne selon le principe de la photo pléthysmographie (PPG), qui repose sur l'interaction entre la lumière et les tissus biologiques, en particulier la peau. Voici un aperçu du principe de fonctionnement [12] :

- **Émission de lumière** : Le capteur émet des impulsions lumineuses à travers la peau à l'aide des diodes électroluminescentes (LED) infrarouges et rouges. Ces impulsions lumineuses pénètrent dans les tissus sous-cutanés.
- **Absorption et réflexion** : Une partie de la lumière est absorbée par les tissus et une autre partie est réfléchie vers le capteur. La quantité de lumière réfléchie varie en fonction de la quantité de sang dans les vaisseaux sanguins sous la peau. Lorsque le cœur pompe le sang, le volume sanguin dans les vaisseaux change, ce qui modifie la quantité de lumière réfléchie.
- **Détection des variations de lumière** : Le capteur détecte les variations de lumière réfléchie à l'aide d'un photodétecteur sensible. Ces variations sont causées par les pulsations cardiaques et sont appelées ondes de pouls. Le capteur convertit ensuite ces variations en signaux électriques.
- **Traitement du signal** : Les signaux électriques captés sont ensuite traités par le capteur pour filtrer le bruit et amplifier le signal utile. Le traitement du signal peut être effectué à la fois au niveau analogique et numérique.
- **Analyse des données** : Les données traitées sont ensuite disponibles pour une analyse ultérieure, permettant de mesurer le rythme cardiaque et la saturation en oxygène dans le sang .

La méthode d'utilisation de ce capteur est montrée dans la figure suivante Fig (II.5).

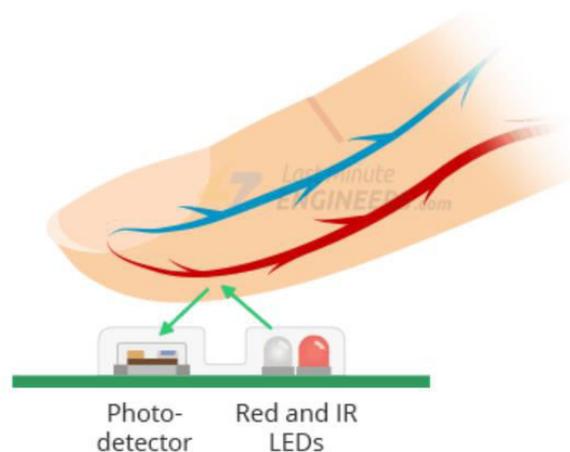


Figure II.5 fonctionnement de MAX30102 [12].

Il est possible de répartir le fonctionnement du MAX30102 en deux parties distinctes : la mesure de la fréquence cardiaque et l'oxymétrie de pouls [12].

- **Mesure de la fréquence cardiaque :** Dans le sang artériel, l'hémoglobine oxygénée (HbO₂) absorbe la lumière infrarouge. La couleur du sang augmente cette absorption. À chaque battement de cœur, la quantité de lumière réfléchiée par le sang qui passe par le doigt varie, créant une forme d'onde évolutive détectée par le photodétecteur. En poursuivant les mesures, il est possible d'obtenir rapidement une lecture de la fréquence cardiaque (FC)
- **Oxymétrie de pouls :** En oxymétrie de pouls, l'absorption de la lumière rouge et infrarouge varie selon la quantité d'oxygène dans le sang. L'hémoglobine oxygénée (HbO₂) absorbe plus de lumière infrarouge que rouge, tandis que l'hémoglobine désoxygénée (Hb) absorbe plus de lumière rouge qu'infrarouge. La saturation en oxygène du sang (SpO₂) est calculée en mesurant l'absorption de ces lumières à différentes longueurs d'onde, déterminant ainsi le pourcentage d'HbO₂ par rapport à l'hémoglobine totale

II. 2. 3 Capteur LPS33HW

II. 2. 3. 1. Aperçu

Le capteur de pression LPS33HW (Fig II.6) est un dispositif compact et précis développé par STMicroelectronics. Conçu pour mesurer la pression atmosphérique avec une grande précision, il est largement utilisé dans une variété d'applications, notamment la météorologie, la navigation, et les dispositifs portables [13].



Figure II.6 Le capteur LPS33HW.

II. 2. 3. 2. Caractéristiques [13].

- **Précision** : Offre une précision élevée dans une large gamme de pression atmosphérique.
- **Interface** : Utilise une interface numérique I2C ou SPI pour la communication avec d'autres composants électroniques.
- **Gamme de Mesure** : Peut mesurer des pressions allant de quelques hectopascals (hPa) à plus de 1 000 hPa.
- **Température Intégrée** : Comprend un capteur de température intégré, permettant la compensation thermique pour des mesures plus précises.
- **Faible Consommation d'Énergie** : Optimisé pour une consommation d'énergie réduite, adapté aux dispositifs alimentés par batterie.
- **Taille Compacte** : Son format miniature le rend facile à intégrer dans des dispositifs portables et des systèmes embarqués.

II. 2. 3. 3. Principe de fonctionnement

Le capteur LPS33HW mesure la pression atmosphérique en utilisant une membrane sensible et un transducteur de pression intégré. Lorsque la pression atmosphérique change, la membrane du capteur se déforme, modifiant ainsi les propriétés électriques du capteur. Cette déformation est transformée en un signal électrique proportionnel à la pression atmosphérique par le transducteur de pression. Ce signal est ensuite traité par l'électronique intégrée au capteur, comprenant éventuellement des amplificateurs et des convertisseurs analogique-numérique, pour le convertir en une forme numérique. Les données de pression ainsi obtenues sont transmises à un microcontrôleur via des interfaces de communication telles que l'I2C ou SPI. Le microcontrôleur peut alors utiliser ces données pour des calculs ou les afficher selon les besoins de l'application. En résumé, le capteur LPS33HW permet une mesure précise de la pression atmosphérique en détectant les variations de déformation d'une membrane sensible et en convertissant cette déformation en un signal électrique utilisable par un microcontrôleur [13].

II. 2. 4 Batterie

Après une recherche sur les différents types des batteries existant dans le marché nous avons choisi la batterie lithium-polymère (LiPo) de 3,7 V et d'une capacité de 1000 mAh, avec un indice de décharge de 2C. Sa conception légère, pesant seulement 21 g. De plus, elle est dotée d'un dispositif de protection intégré contre les surtensions et les variations de tension, assurant ainsi la sécurité du dispositif. Cette batterie présente une plage de températures de fonctionnement allant de -10°C à 50°C, lui permettant de s'adapter à divers environnements sous-marins [14].

La figure suivante Fig (II.7) présente la batterie réelle utilisée dans la réalisation pratique de notre système proposé.



Figure II.7 La batterie lithium-polymère (LiPo) de 3,7 V

II.3 Logiciels utilisés

II.3.1 L'IDE Arduino (Integrated Development Environment)

L'IDE Arduino est un logiciel de développement open source utilisé pour créer et télécharger des programmes sur les cartes Arduino. Il offre une gamme d'outils pour ajouter de nouveaux types de cartes, étendre les fonctionnalités de programmation, surveiller les données transmises par la carte, et vérifier les erreurs de code avant le téléchargement. L'IDE Arduino propose une interface conviviale qui simplifie la programmation et l'envoi de code via USB vers la carte Arduino [17].

D'autre part, L'interface du logiciel IDE Arduino est conçue pour être simple et conviviale, offrant aux utilisateurs un environnement de développement intuitif pour programmer des microcontrôleurs Arduino.

La figure suivante Fig (II.8) présente l'interface principale de logiciel.

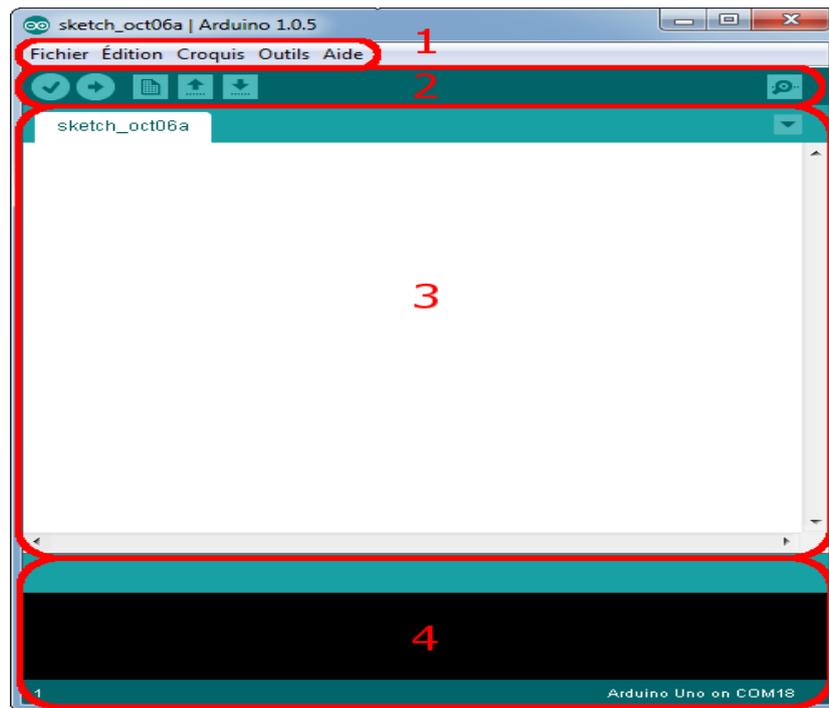


Figure II.8 L'interface principale de logiciel IDE [17].

Cette interface contient les éléments essentiels pour faire la programmation qui sont les suivants

- 1) **Barre de menus** : En haut de la fenêtre, vous trouverez la barre de menus, qui contient des options pour ouvrir, enregistrer et téléverser des croquis, ainsi que des outils de configuration et des paramètres pour l'IDE.
- 2) **Barre d'outils** : Juste en dessous de la barre de menus se trouve la barre d'outils, qui offre un accès rapide aux commandes fréquemment utilisées telles que l'ouverture, l'enregistrement et le téléversement de croquis, ainsi que la sélection du type de carte et du port série.
- 3) **Zone de code** : La zone centrale de l'interface est dédiée à l'édition du code. C'est là que vous saisissez et modifiez votre croquis Arduino. L'IDE offre une coloration syntaxique pour faciliter la lecture du code.
- 4) **Zone de message et Moniteur série** : En bas de la fenêtre se trouve la zone de message, où vous verrez les résultats de la compilation et du téléversement de votre croquis, ainsi que les messages d'erreur et de débogage. Et aussi Vous pouvez ouvrir le moniteur série en cliquant sur l'icône appropriée dans la barre d'outils ou en allant dans "Outils" > "Moniteur Série". Cet outil vous permet de surveiller les messages envoyés par votre Arduino et de communiquer avec lui via le port série.

D'autre part, la figure (II.9) présente les boutons essentiels pour logiciel IDE [17].



Figure II.9 Les boutons principale d'IDE [17].

Bouton 1 : Ce bouton permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans votre programme

Bouton 2 : Charge (téléverse) le programme dans la carte Arduino.

Bouton 3 : Crée un nouveau fichier.

Bouton 4 : Ouvre un fichier.

Bouton 5 : Enregistre le fichier.

Bouton 6 : Ouvrir le moniteur série.

II.3.2 Framework Flutter et langage Dart

Flutter et Dart, deux technologies développées par Google, collaborent pour créer des applications multiplateformes performantes et faciles à utiliser. Flutter est un framework open-source permettant de développer des applications pour iOS, Android, Windows, Linux, macOS et le Web, avec une interface utilisateur à rendu GPU haute performance. Dart, un langage de programmation orienté objet et open-source, est utilisé par Flutter pour ses capacités de performance, notamment grâce à la compilation AOT pour des performances élevées et la compilation JIT pour un rechargement à chaud rapide. Ensemble, ils offrent une écriture de code unique pour diverses plateformes, une riche bibliothèque de packages sur pub.dev, et une intégration fluide facilitant le développement d'interfaces utilisateur puissantes et concises [18].



Figure II.10 Flutter logo

II.3.3 Logiciel Fritzing

Fritzing est un programme gratuit d'automatisation en conception électronique, conçu pour aider les designers et les artistes à passer des prototypes aux produits finis. En tant qu'initiative de logiciel libre, Fritzing vise à soutenir les concepteurs, artistes, chercheurs et amateurs dans leur travail créatif avec l'électronique interactive [19].

La figure suivante Fig (II.11) présente l'interface principale de logiciel Fritzing

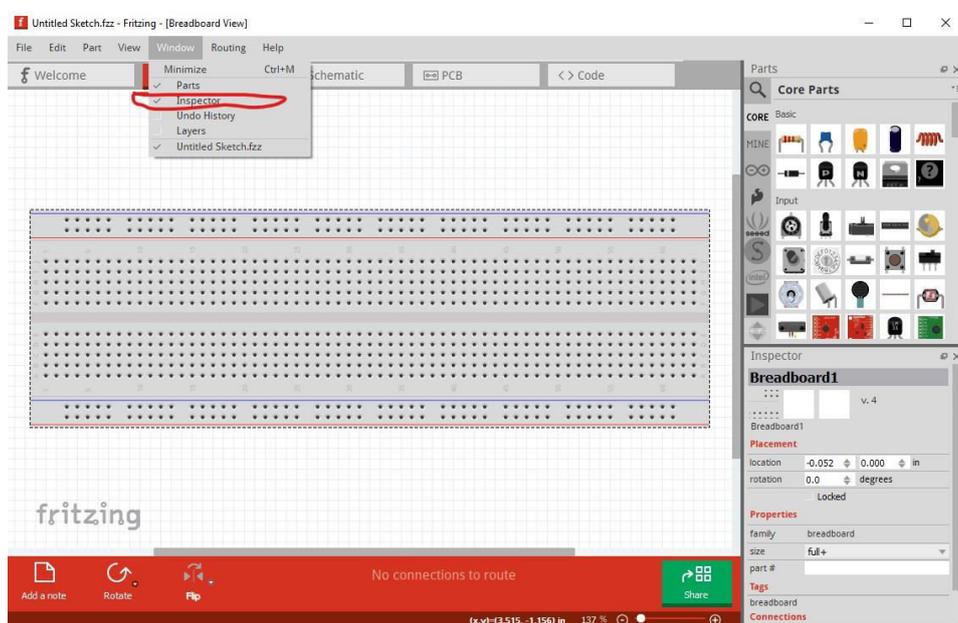


Figure II.11 L'interface de logiciel Fritzing

II.4 Protocoles de communication [15]

Dans cette section on va présenter les différents protocoles de communication adaptés par la carte ESP32. Parmi les avantages de cette carte est capable de prendre en charge une gamme variée de protocoles de communication, notamment Wi-Fi, Bluetooth, SPI, I2C, UART et Ethernet, offrant ainsi une grande flexibilité pour la connectivité avec divers périphériques et réseaux dans les applications IoT. On va citer les protocoles essentiels

II.4.1 Protocole bus I2C

Le bus I2C permet la communication entre divers composants électroniques en utilisant seulement trois fils : SDA (signal de donnée), SCL (signal d'horloge) et Masse (référence électrique). Cette simplicité de câblage offre une grande puissance fonctionnelle, notamment grâce aux systèmes microprogrammés, tout en maintenant un circuit imprimé simple comparé aux schémas classiques à bus parallèle. Les données sont transmises en série à des vitesses de 100 Kbits/s en mode standard et jusqu'à 400 Kbits/s en mode rapide, ce qui convient pour les applications où la vitesse n'est pas critique. La capacité de connexion est principalement limitée par la charge capacitive maximale de 400 pF sur les lignes SDA et SCL. Pour éviter les conflits électriques, les entrées/sorties SDA et SCL sont de type "Collecteur Ouvert", permettant ainsi la présence de plusieurs maîtres sur le bus.

II.4.2 Protocole bus SPI

Le bus SPI (Serial Peripheral Interface) est un protocole de communication série synchrone qui facilite la communication rapide entre un microcontrôleur et divers périphériques tels que des capteurs, mémoires et écrans. Utilisant quatre lignes principales : MOSI (Master Out Slave In) pour envoyer des données du maître à l'esclave, MISO (Master In Slave Out) pour recevoir des données de l'esclave, SCLK (Serial Clock) pour la synchronisation, et SS (Slave Select) pour sélectionner les périphériques esclaves, le SPI permet des débits de données très élevés, atteignant plusieurs mégabits par seconde, et supporte une communication full-duplex. Bien que nécessitant plus de connexions et moins adapté pour les réseaux avec de nombreux périphériques en raison de la ligne SS dédiée, le SPI est avantageux pour les applications nécessitant une communication rapide et efficace [16].

II.4.3 UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)

Le protocole UART est également pris en charge par la carte ESP32 pour la communication série asynchrone avec des périphériques externes tels que des GPS, des modules GSM et des capteurs.

II.4.4 Wifi

La carte ESP32 est dotée d'une connectivité Wi-Fi intégrée, ce qui lui permet de se connecter à des réseaux sans fil. Elle prend en charge les protocoles de sécurité standard tels que WPA/WPA2 et

offre la possibilité de créer des réseaux Wi-Fi en mode point d'accès ou de se connecter à des réseaux existants en mode station.

II.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la partie théorique de tous les éléments utilisés dans notre réalisation, en commençant par la carte de commande ESP32 après les capteurs max30102 et LSP33HW. Dans la deuxième partie on a présenté tous les logiciels utilisés. A la fin nous avons parlé sur les différents protocoles de communication adaptés par la carte ESP32.

Dans le chapitre suivant, nous expliquons en détail la réalisation de notre système anti-noyade et décrivons toutes les étapes à suivre dans le cadre de notre travail.

Chapitre 3

Conception et réalisation

Sommaire

- III. Conception et réalisation
 - III.1 Introduction
 - III.2 Structure de système proposé
 - III. 2. 1 Cahier de charge
 - III. 2. 2 Schéma synaptique du système
 - III. 2. 3 L'organigramme de système
 - III.3 Développement de code
 - III.4 Prototype
 - II. 4. 1. Schéma de branchement globale
 - II. 4. 2. Etapes de la réalisation
 - II. 4. 3. Tests pratique
 - III.5 Conclusion

III. Conception et réalisation

III.1 Introduction

Les systèmes de sécurité modernes dépendent largement des technologies électroniques avancées pour atteindre des niveaux élevés d'efficacité et de fiabilité. Ces systèmes électroniques comprennent des circuits de détection spécialisés, des processeurs de signaux numériques, des dispositifs de communication sans fil et des unités de contrôle programmées pour surveiller et analyser les données liées aux menaces potentielles. Ces composants électroniques sont conçus pour fournir une réponse en temps réel et des alertes instantanées, permettant ainsi la prise de mesures préventives immédiates pour protéger les vies et les biens.

Après avoir réalisé une étude générale du projet et une étude théorique des composants électroniques, nous l'avons conçu et programmé, ce chapitre se concentrera, d'une part, sur la réalisation de ce modèle, qui se caractérise principalement par des capteurs intelligents et de l'application mobile.

III.2 Structure de système proposé

III.2.1 Cahier de charge

Notre dispositif avancé multi-capteurs pour prévenir la noyade des enfants vise à fournir une surveillance continue et une réponse rapide lorsque les enfants sont près de l'eau ou à l'intérieur. L'appareil est équipé de capteurs de pression LPS 33hw, de fréquence cardiaque et d'oxygène MAX30102 pour assurer une surveillance précise en temps réel.

Grâce à l'ESP32, l'appareil analyse immédiatement les signaux des capteurs pour détecter les situations dangereuses telles que l'immersion prolongée dépassant 1200 Hpa ou une fréquence cardiaque anormale, soit une baisse à 50 battements par minute ou une augmentation à 120 battements par minute, en s'appuyant sur des algorithmes avancés de détection de la noyade. Les alertes sont envoyées via une alarme sonore et des lumières clignotantes, ainsi que des notifications instantanées sur les téléphones portables des tuteurs via une application dédiée. L'appareil dispose d'une batterie rechargeable et d'une grande robustesse pour résister à l'eau et aux chocs, garantissant ainsi un fonctionnement efficace dans diverses conditions environnementales.

De plus, la facilité d'utilisation est assurée grâce à une interface d'application simple et des instructions claires pour l'installation et l'entretien. Le dispositif respecte les normes de

sécurité et de qualité des appareils électroniques pour enfants et garantit une transmission sécurisée des données pour éviter tout piratage.

Le projet comprend plusieurs phases, allant de la conception et du développement des composants et des prototypes, jusqu'aux tests, à la validation et à la production à grande échelle. Les critères de succès du projet reposent sur une détection précise des cas de noyade à plus de 99% et un temps de réponse inférieur à 5 secondes.

III.2.2 Schéma synoptique du système

Ce schéma montre les interconnexions entre les différents composants de notre dispositif multi-capteurs, garantissant une surveillance efficace et des alertes rapides pour éviter la noyade.

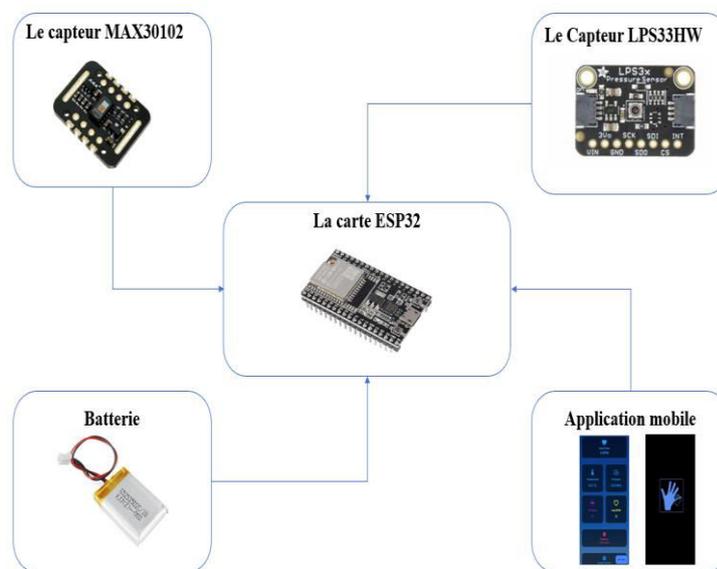


Figure III.1 Schéma synoptique du système développé.

III.2.3 Organigrammes de système

L'organigramme de notre système pour prévenir la noyade des enfants représente la structure du dispositif et le flux des opérations. Cet organigramme illustre comment les différentes composantes interagissent, depuis la collecte des données par les capteurs, en passant par le traitement de l'information, jusqu'au déclenchement des alertes nécessaires.

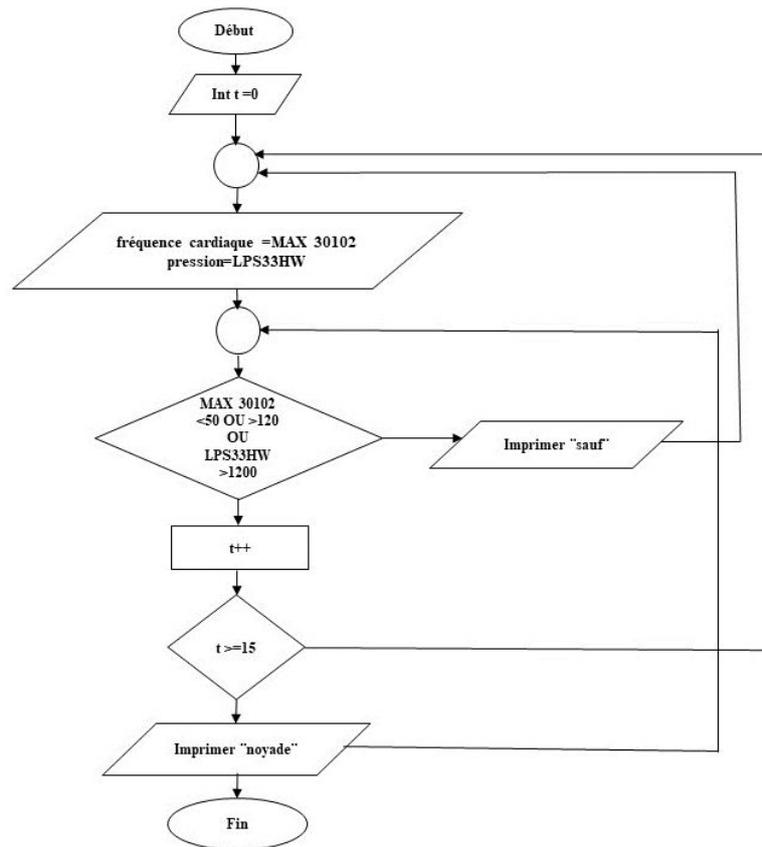


Figure III.2 Organigramme de système développé.

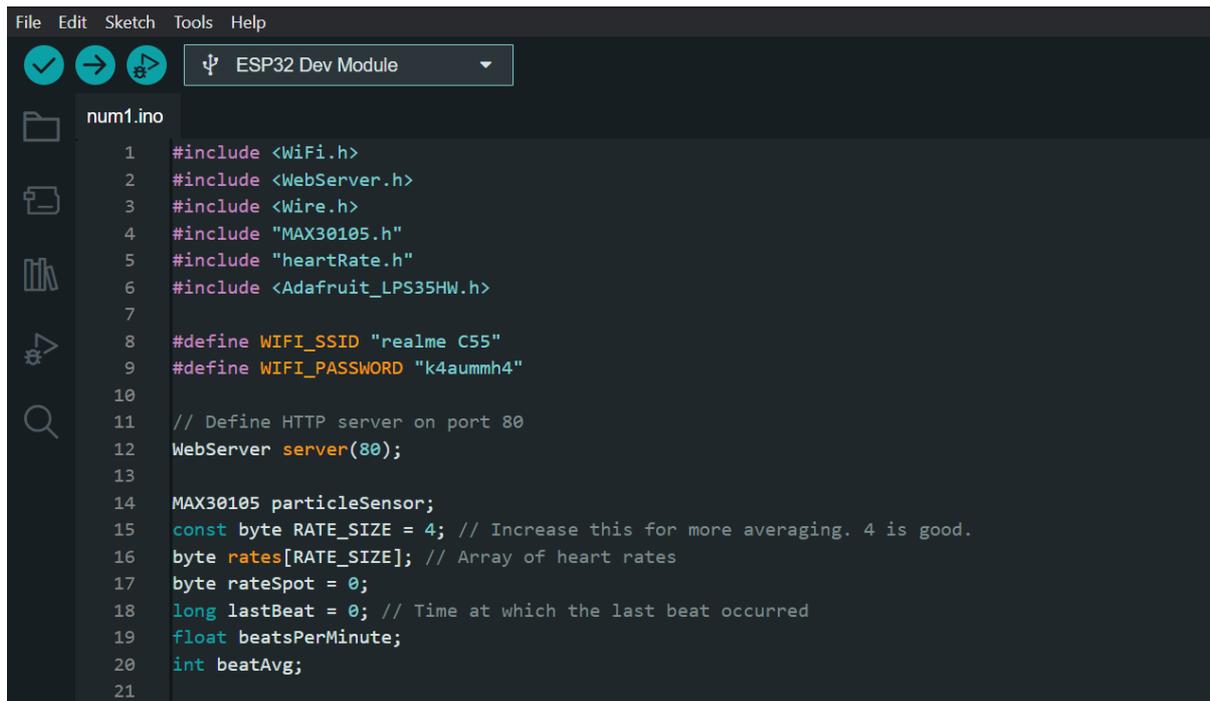
III.3 Développement de code

Ce code configure un module ESP32 pour se connecter à un réseau Wi-Fi et créer un serveur web pour fournir des données de suivi de santé via le Wi-Fi.

Il utilise une variété de bibliothèques pour gérer la connexion Wi-Fi, communiquer avec les capteurs via I2C et SPI, et créer des services web.

Les parties principales de ce code sont la configuration de la connexion au réseau, la mise en place du serveur web, l'initialisation des capteurs, la lecture et la vérification des données, la préparation des données pour l'envoi, et la gestion des clients.

Ce code fournit une base solide pour développer un système avancé de suivi de la santé et de la sécurité basé sur l'ESP32, et il peut être facilement étendu pour implémenter davantage de fonctionnalités avancées.



```
File Edit Sketch Tools Help
ESP32 Dev Module
num1.ino
1 #include <WiFi.h>
2 #include <WebServer.h>
3 #include <Wire.h>
4 #include "MAX30105.h"
5 #include "heartRate.h"
6 #include <Adafruit_LPS35HW.h>
7
8 #define WIFI_SSID "realme C55"
9 #define WIFI_PASSWORD "k4aummh4"
10
11 // Define HTTP server on port 80
12 WebServer server(80);
13
14 MAX30105 particleSensor;
15 const byte RATE_SIZE = 4; // Increase this for more averaging. 4 is good.
16 byte rates[RATE_SIZE]; // Array of heart rates
17 byte rateSpot = 0;
18 long lastBeat = 0; // Time at which the last beat occurred
19 float beatsPerMinute;
20 int beatAvg;
21
```

Figure III.3 Exemple de notre code

III.4 Prototype

III.4.1 Schéma de branchement globale

Schéma montrant une batterie connectée à un module ESP32 pour fournir de l'énergie. Avec deux capteurs connectés au module ESP32, le premier est le capteur de pression LPS33HW et le second est le capteur de fréquence cardiaque MAX30102. Les capteurs se connectent au module ESP32 via l'interface I2C et SPI. Ces connexions permettent à l'appareil de mesurer des données vitales telles que la pression barométrique et la fréquence cardiaque, et de les envoyer sur le réseau à l'aide de l'ESP32.

- **Étapes de connexion :**

1. Batterie :

- Connecter le fil rouge (positif) à l'entrée d'alimentation positive du module ESP32.
- Connecter le fil noir (négatif) à l'entrée d'alimentation négative du module ESP32.

2. Capteur de pression LPS33HW :

- Connecter VCC à la source d'alimentation positive (habituellement 3.3V ou 5V sur le module ESP32).
- Connecter GND à la terre (GND) sur le module ESP32.
- Connecter SCL à SCL sur le module ESP32 (habituellement GPIO22).
- Connecter SDA à SDA sur le module ESP32 (habituellement GPIO21).
- Si le capteur utilise le mode SPI, s'assurer de connecter correctement les lignes CS, SCK, MISO, et MOSI.

3. Capteur de fréquence cardiaque MAX30102 :

- Connecter VCC à la source d'alimentation positive (3.3V ou 5V sur le module ESP32).
- Connecter GND à la terre (GND) sur le module ESP32.
- Connecter SCL à SCL sur le module ESP32 (GPIO22).
- Connecter SDA à SDA sur le module ESP32 (GPIO21).

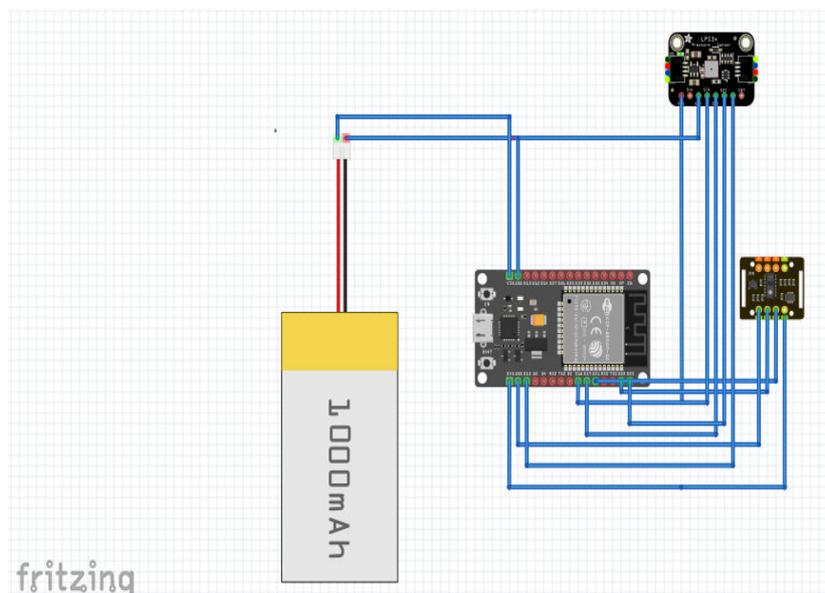


Figure III.4 Schéma de branchement globale

III.4.2 étapes de la réalisation

- Dans un premier temps, nous avons connecté l'ESP 32 au capteur de fréquence cardiaque MAX 30102 afin d'assurer son fonctionnement, et ce code lui est spécifique.

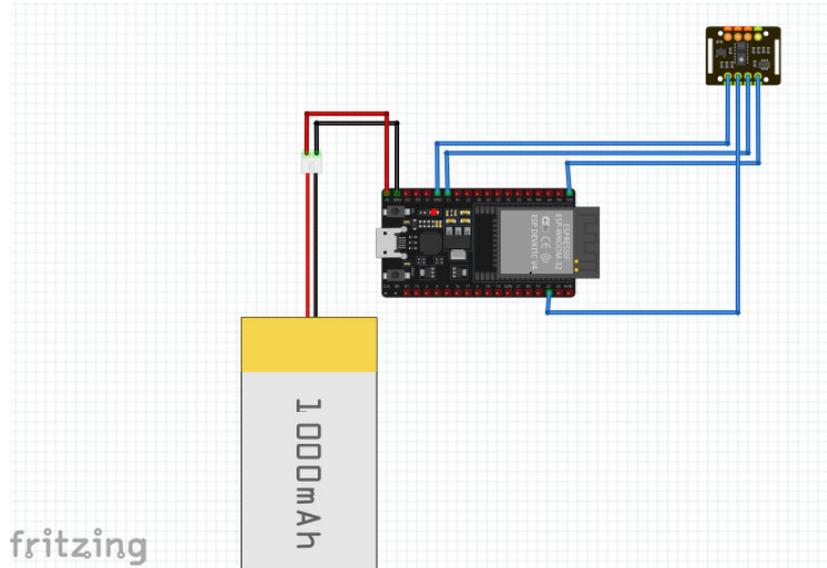


Figure III.5 Connecté le MAX30102 à l'ESP32

- Dans l'étape suivante, nous avons connecté le LPS 33 HW à l'ESP32, comme indiqué sur l'image.

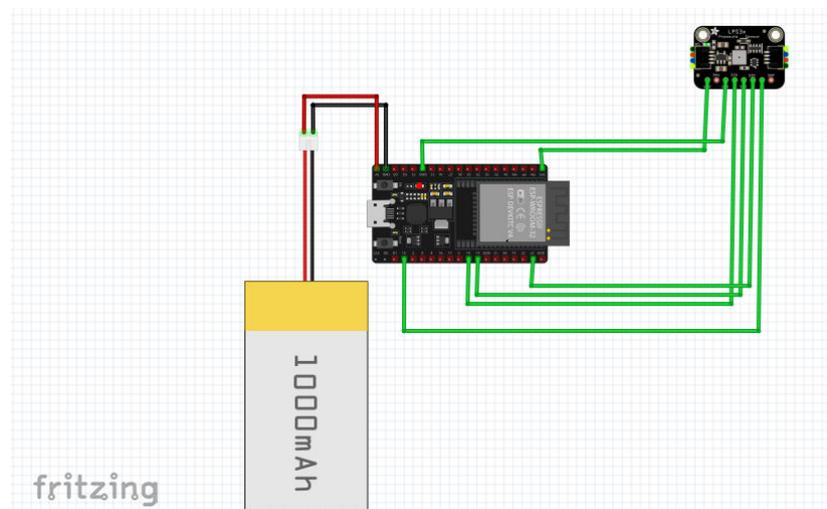


Figure III.6 Connecté le LPS 33 HW à l'ESP32

- Après nous être assurés que tous les composants fonctionnaient, nous avons connecté tous les capteurs à l'ESP32

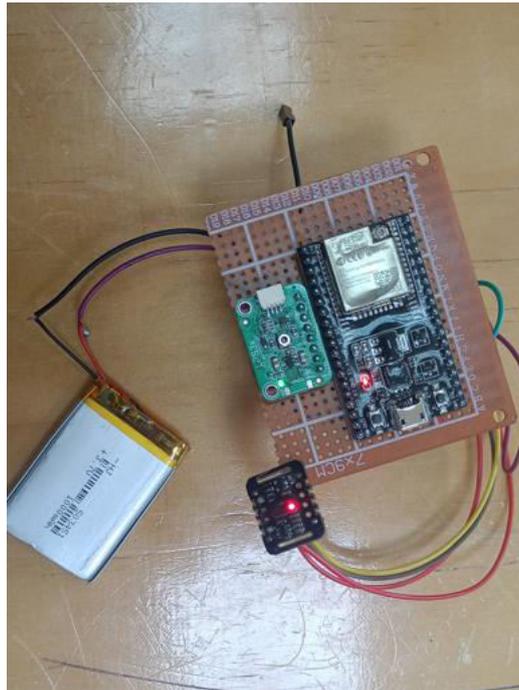


Figure III.7 Structure interne de l'appareil

- Pour protéger les composants électroniques des dommages causés par l'eau, nous avons recouvert l'ESP32 et le MAX30102 d'une couche de résine époxy Ker 828.
- Après avoir vérifié l'aspect technique, nous avons réalisé un modèle de bracelet en PVC pour garantir le bon fonctionnement des composants dans l'eau. Nous avons conçu une structure pour les protéger de l'entrée d'eau, avec l'ajout d'une fenêtre pour permettre la détection du pouls cardiaque. Ensuite, nous avons appliqué une matière en silicone sur les bords pour garantir l'étanchéité, comme illustré sur l'image suivante.



Figure III.8 Structure externe de l'appareil

- Ensuite, nous avons installé le MAX30102 sur la fenêtre, mis les composants électroniques à l'intérieur, puis fermé le bracelet

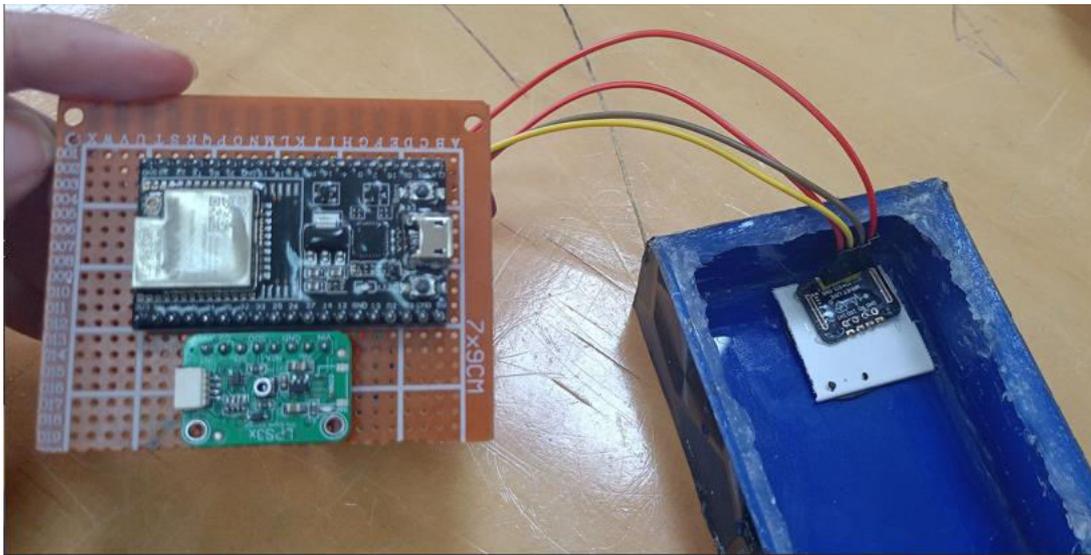


Figure III.9 Installation du MAX30102 sur la fenêtre

- Notre application, développée avec le Framework Flutter et le langage Dart de Google, offre une solution complète pour la surveillance de la santé et de la sécurité des enfants. Elle utilise des bracelets connectés pour collecter des données vitales telles que le rythme cardiaque, la pression artérielle, la température corporelle, la moyenne des battements par minute, la valeur IR (infrarouge) et la distance parcourue. Ces données sont envoyées à un serveur local où les parents peuvent les visualiser en temps réel et

recevoir des alertes en cas de situation critique. L'application affiche les données de manière conviviale et offre des fonctionnalités d'alerte sonore, de vibration et d'écran clignotant pour alerter immédiatement les parents, même à distance. Elle permet également aux parents de limiter la distance à laquelle leurs enfants peuvent s'éloigner. En résumé, notre application et nos bracelets offrent une tranquillité d'esprit aux parents en leur permettant de surveiller la santé, la sécurité et la localisation de leurs enfants à tout moment et en tout lieu.

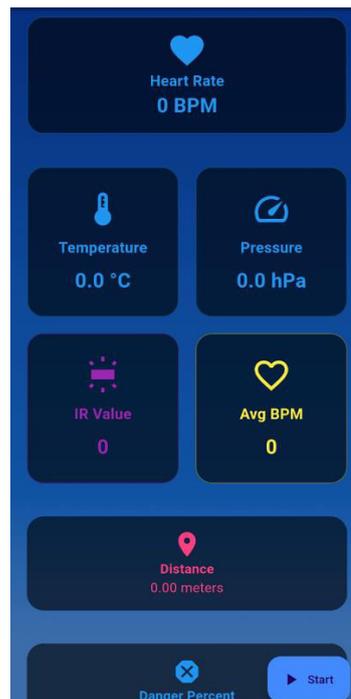


Figure III.10 Interface d'application de notre appareil

L'interface affiche une série de mesures de santé et environnementales, comprenant le rythme cardiaque, la température, la pression atmosphérique et la valeur infrarouge. Elle montre également la moyenne du rythme cardiaque et la distance parcourue.

Dans cette interface il y a un indicateur de pourcentage de danger et un bouton de démarrage en bas de l'écran.

Le design de cette interface est très simple nous avons choisi un fond bleu et des icônes colorées pour chaque type de mesure.

III.4.3 Tests pratique

- L'état actuel de l'enfant :



Figure III.11 Résultat L'état actuel de l'enfant

- Fréquence cardiaque : 66 battements par minute, ce qui est une fréquence normale et indique un rythme cardiaque stable.
- Température : 37,4 degrés Celsius, ce qui est une température normale et n'indique pas de fièvre ou de température élevée.
- Pression atmosphérique : 908,6 hectopascals, ce qui montre une stabilité dans la mesure de la pression ambiante.
- Fréquence cardiaque moyenne : 55 battements par minute, ce qui n'indique aucune fluctuation significative de la fréquence cardiaque.
- Distance : 1,40 mètres, qui indique la proximité de l'enfant avec l'appareil ou le point de référence.

Toutes ces lectures indiquent que l'enfant est en bonne santé et qu'il n'y a aucune indication d'un danger actuel. Le système n'affiche aucune alerte d'urgence ou de risque élevé, ce qui rassure sur la santé de l'enfant à ce moment-là.

- **Tests Si le bracelet est retiré**



Figure III.12 Résultat Tests Si le bracelet est retiré

D'après les informations affichées sur l'application, voici mon analyse de la situation :

- La fréquence cardiaque de l'enfant est de 0 battement par minute, ce qui indique une absence totale de rythme cardiaque détecté.
- La température de 37,4°C est une température normale.
- La pression de 908,8 hPa semble être la pression atmosphérique ambiante et non une mesure corporelle.
- Le fait que la fréquence cardiaque moyenne soit aussi de 0 battement par minute renforce l'inquiétude d'une absence de rythme cardiaque.

- Une distance de 0,18m est affichée, probablement la distance par rapport au bracelet détecté.

Le fait le plus alarmant est au message "BRACELET REMOVED". Cela pourrait indiquer une situation d'urgence vitale où l'enfant aurait retiré le bracelet de monitoring pendant une activité aquatique et serait potentiellement en arrêt cardio-respiratoire suite à un risque de noyade par exemple.

III.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons discuté de la conception et de la réalisation d'un bracelet innovant destiné à détecter les situations de noyade chez les enfants en milieu aquatique. Nous avons exploré l'intégration des composants matériels, tels que le microcontrôleur ESP32, les capteurs MAX30102 et LPS33HW, ainsi que les étapes de connexion et de communication entre ces éléments. Le système conçu permet une surveillance en temps réel des conditions de santé des enfants et des paramètres environnementaux, avec des alertes envoyées via une application mobile pour une intervention rapide. Les tests de performance du prototype ont confirmé l'efficacité du dispositif dans la détection précoce des situations dangereuses, offrant ainsi une solution proactive pour améliorer la sécurité des enfants en milieu aquatique. Les résultats obtenus nous ont fourni des informations précieuses pour optimiser davantage ce bracelet et le rendre plus fiable et efficace dans la prévention des noyades.

C onclusion générale

Cette mémoire intitulée " Réalisation d'un système anti noyade pour les enfants " s'engage à explorer et à concevoir un dispositif innovant visant à améliorer la sécurité aquatique et à réduire les cas de noyade. À travers trois chapitres distincts, nous avons étudié l'état de l'art des dispositifs de détection des noyades, examiné les systèmes existants et décrit en détail les différentes étapes de réalisation du prototype, en présentant également les résultats des tests pratiques.

Le premier chapitre souligne l'importance des dispositifs de détection des noyades pour la sécurité des enfants, en expliquant leurs principes de fonctionnement et en mettant en lumière les défis et opportunités dans le domaine de la sécurité aquatique. Le deuxième chapitre offre une compréhension approfondie des appareils et logiciels utilisés, essentiels pour la mise en œuvre pratique du projet. Le troisième chapitre décrit la conception, la production et les tests pratiques du prototype, dont les résultats ont démontré une grande efficacité et utilité pour détecter précocement les noyades et alerter immédiatement les adultes, permettant une intervention rapide pour prévenir les tragédies.

Ce mémoire améliore significativement les techniques de détection des noyades en identifiant les lacunes des systèmes actuels et en développant une solution plus efficace. La réalisation du prototype et les tests pratiques démontrent que notre dispositif intelligent peut relever ces défis, améliorer la sécurité aquatique et sauver des vies en détectant précocement les situations dangereuses pour les enfants.

Nous cherchons à améliorer notre système de prévention de la noyade pour les enfants en augmentant son efficacité et sa sécurité. Les développements futurs incluent l'ajout d'un système de localisation GPS pour suivre précisément la position de l'enfant et permettre une intervention rapide en cas d'urgence. Nous prévoyons également d'appliquer des algorithmes d'intelligence artificielle pour analyser les données des capteurs en temps réel, prédire les risques potentiels et prendre des mesures préventives rapidement. En outre, nous intégrerons des capteurs supplémentaires, tels que des capteurs de mouvement et d'humidité. Avec ces ajouts, nous visons à offrir un système complet et intégré garantissant les plus hauts niveaux de sécurité et de protection pour les enfants.

Références bibliographiques

- [1] <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/drowning> Consultée le 3 mars 2024
- [2] Organisation mondiale de la Santé, « Prévention de la noyade : Guide pratique. » ; 2017.
Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO Consultée le 3 mars 2024
- [3] sante.gouv.fr/IMG/pdf/a3_noyade_enfants-2023.pdf Consultée le 10 mars 2024
- [4] [L'OMS recommande 6 mesures pour prévenir les noyades, une des principales causes de décès chez les enfants | ONU Info](#) Consultée le 12 mars 2024
- [5] G Henri ; R Johan ; M Romain ; « Analyse de la mortalité par noyades dans le Canal de Saint-Martory et proposition d'actions » ; Mémoire technique ; Fédération départementale des chasseurs de la Haute-Garonne, Décembre 2021. Consultée le 10 mars 2024
- [6] <https://poseidon-tech.com/fr-FR/> Consultée le 18Avril2024
- [7] <https://www.angeleye.tech/fr/> Consultée le 18Avril2024
- [8] <https://www.phonandroid.com/iswimband-le-smartband-anti-noyade.html> Consultée le 18Avril2024
- [9] https://www.guide-piscine.fr/noyade/kingii-le-bracelet-bouee-qui-sauve-des-vies-2276_A Consultée le 18Avril2024
- [10] [ESP32-DevKitC V4 Getting Started Guide - ESP32 - — ESP-IDF Programming Guide latest documentation \(espressif.com\)](#) Consultée le 25 Avril 2024
- [11] [Learn ESP32 with Arduino IDE Course | Random Nerd Tutorials](#) Consultée le 25 Avril2024
- [12] [Interfacing MAX30102 Pulse Oximeter and Heart Rate Sensor with Arduino \(lastminuteengineers.com\)](#) Consultee le 13 Mai 2024
- [13] [Overview | Adafruit LPS33/LPS35 Water Resistant Pressure Sensor | Adafruit Learning System](#) Consultee le 23 Mai 2024
- [14] [Lithium Polymer Battery from China manufacturer - polymer lithium battery,lithium ion polymer battery,polymer lithium ion battery,li poly battery \(lipolbattery.com\)](#) Consultée le 30 Mai 2024
- [15] A Subero ; USART, SPI, and I2C: serial communication protocols. Programming PIC Microcontrollers with XC8, 209-276. (2018).
- [16] [8-bus SPI.pdf \(projet.eu.org\)](#) Consultee le 31 Mai 2024
- [17]https://zestedesavoir.com/tutoriels/686/arduino-premiers-pas-en-informatique-embarquee/742_decouverte-de-larduino/3416_le-logiciel Consultée le 3 Juin 2024

[18] [C3 - Flutter et Dart.pdf \(univ-oran1.dz\)](#) Consultée le 5 Juin 2024

[19] A Djouadi ;A Demmouche; « Contrôle autonome d'une maison intelligente via application téléphonique et site web» ;,Mémoire de Master Electronique des systèmes embarqués 2022 [master complet pdf .pdf \(univ-bouira.dz\)](#)