



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPEREUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



N° d'ordre : M/GE/2020

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER EN ELECTRONIQUE

Option : Électronique des systèmes embarqués

Par

▪ **MERALET Fatima Zohra**

THEME

CONCEPTION ET REALISATION D'UNE CANNE INTELLIGENTE

Soutenu le 02/07/2020 devant le jury composé de :

Présidente : Mme Pr. MIMI.M	Université de Mostaganem
Examineur : Mme. BERRADJA.K	Université de Mostaganem
Examinatrice : Mlle BENDANI.D	Université de Mostaganem
Encadreur : Mr. BENTOUMI.M	Université de Mostaganem
Co-Encadreur : Mr. BENOUALI	Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2019 / 2020

Remerciements :

En préambule à ce mémoire je remercie ALLAH qui m'aide et me donne la patience et le courage durant ces années d'études. Je tiens aussi à remercier mes très chers parents qui se sacrifient chaque jour pour moi afin de me voir réussir dans ma vie, J'exprime mes profondes gratitude à mes parents pour leurs encouragements.

Je voudrais témoigner ma reconnaissance sincère à mon encadreur Dr. BENTOUMI pour ses conseils et ses encouragements tout au long de ce projet, Et j'ai l'honneur que j'étais son étudiante durant ces trois ans.

Ainsi qu'à Mr. Benouali Mon Co-encadreur qui m'aident à faire un bon travail pour mon mémoire.

Je remercie les examinateurs pour avoir accepté d'examiner ce travail et pour leurs participations au jury.

Enfin, je ne saurais terminer ces remerciements sans y associer toute mes reconnaissances à ma sœur et mon frère pour le soutien moral et matériel.

Dédicace :

Je tiens à dédier ce modeste travail en premier lieu à mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance

A ma très chère mère :

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Ta patience sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter, je demande à ALLAH te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse de réaliser ce que vous souhaitez.

A mon très cher père :

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation Je demande Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.

A ma très chère sœur :

Une sœur occupe une place spéciale dans notre vie et dans notre cœur ; A tous les moments d'enfance passés avec toi ma sœur, en gage de ma profonde estime pour l'aide que tu m'as apporté. Tu m'as soutenu, réconforté et encouragé. Merci de m'aimer telle que je suis,

Merci d'être là pour moi et d'être ma grande sœur.

A mon très cher frère :

Mon petit cher frère, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Mon ange gardien et mon fidèle compagnant dans les moments les plus délicats dans ma vie. Je te souhaite le bonheur et succès dans ta vie ; et un grand merci à vous pour l'aide qui tu m'as donné durant la réalisation de mon projet ; je t'aime beaucoup mon cher Frère

Résumé:

ملخص

من أجل الاستجابة لمتطلبات الأشخاص ذوي الإعاقة البصرية، قمنا بإنجاز مشروع العصا الذكية التي تمكنهم من قضاء أنشطتهم اليومية خارج المنزل، وذلك باستعمال لواقط مختلفة تمكن مستعمل العصا من التعرف المسبق على مختلف العراقيل الممكنة وتنبئيه عن طريق موجات صوتية واهتزازات مختلفة الشدة، بالإضافة إلى مستشعر للماء لتحذيره، وقمنا بعمل نظام ..تحديد المواقع حتى يمكن لعائلة المعاق البصري من معرفة مكانه

Abstract

In order to respond to the requirements of people with visual impairment, we have implemented a smart stick project that enables them to spend their daily activities outside the home, using different sensors that enable the stick user to pre-recognize the various possible obstacles and alert him through sound waves and vibrations of different intensity, in addition to a water sensor to warn him, we made a GPS so the family of the visual disabled could know his location

Résumé

Afin de répondre aux exigences des personnes malvoyantes, nous avons mis en place un projet de stick intelligent qui leur permet de passer leurs activités quotidiennes à l'extérieur du domicile, à l'aide de différents capteurs qui permettent à l'utilisateur du stick de pré-reconnaître les différents obstacles possibles et de l'alerter par des ondes sonores et des vibrations d'intensité différente, en plus d'un capteur d'eau Pour l'avertir, nous avons fait un GPS pour que la famille des malvoyants puisse connaître sa position.

Table des matières

Remerciements	I
Dédicaces	II
Résumé.....	III
Liste des figures	VIII
Liste des tableaux.....	IX
Introduction générale	2
Chapitre I : LA canne intelligente état de l’art	4
I. Introduction.....	5
I .1. La vision humaine	5
I .2. L’importance de La vision	5
I .3. Constitution de l’œil	6
I .4. Fonctionnement de l’œil humain	7
I .5. Champ visuel	8
I .6. Evaluation de la déficience visuelle.....	8
I .7. Souffrance des aveugles et malvoyants	9
I .8. Etude d’environnement pour aider les personnes non-voyants	10
I .8.1. Les obstacles en hauteur	10
I.8.2. Les obstacles en bas	10
I.8.3. Les obstacles dynamiques.....	11
I .9. Moyens de compensation.....	11
I.9.1. Aides humaines	11
I.9.2. Aide animalière.....	11
I.9.3. Aide par un accessoire	12
II. La canne, état de l’art	13

II.1. Étude de la canne	14
II.2. Présentation de la canne électronique	15
II.3. Fonctions de la canne	15
II.4. Les techniques de balayage à la canne	16
II.5. Exemples de cannes	17
II.5.1. Tom pouce	17
II.5.2. Ultra-Cane	17
II.5.3. EyeCane	18
Conclusion	19
Chapitre II : conception de la canne intelligente	20
II. Introduction	21
II.1. Cahier de charge	21
II.2. Principe de Fonctionnement	21
II.3. Schéma bloc du système	22
II.4. Les différents blocs du système	23
II .4.1. Bloc de détection	23
4.1.1 Les capteurs ultrasons	23
4.1.1.1. Principe de fonctionnement du capteur	24
4.1.2. Détecteur de présence d'eau (ST045)	26
4.1.2.1 Principe de fonctionnement de ST045	26
4.1.3 Esspressif ESP8266	26
4.1.3.1 Configuration des pins ESP8266	27
II .4.2. Bloc de commande du système	28
4.2.1. Les cartes programmables	28
4.2.1..1 La carte Arduino Nano	29
II .4.3. Bloc de signalisation (d'avertissement)	30
4.3.1. Signalisation par assistant vocal	30
4.2.1.1. DFPlayer BY8001-16P	30
4.3.2. Signalisation par vibration	33

4.3.3. Signalisation par bips sonore.....	33
II .3.4. Bloc d'alimentation	33
Conclusion	34
Chapitre III : Réalisation de la canne intelligente	35
III. Introduction	36
III.1. Réalisation de la canne intelligente	36
III.1.1. Circuit de commande	36
III.1.2. Position des capteurs sur la canne	38
III. 1.3. Organigrammes de fonctionnement globale	40
III. 1. 4. Organigramme de fonctionnement de circuit de commande 1	41
III.2. La conception du logiciel sous l'environnement Arduino	44
III.3. Interface de commande GPS	44
III.3. 1. le service Blynk.....	44
III.3. 1.1. Guide de démarrage de l'Application Blynk.....	45
III.4. Interface de commande Vocale	47
III.4. 1. Guide d'utilisation Logiciel Audacity	47
III.5. Le cout de réalisation de circuit de commande	49
Conclusion	49
Conclusion générale	50
Annexes	51
Annexe1:Les caractéristiques du capteur à ultrasons HC—SR04.....	52
Annexe2:Les caractéristiques du détecteur d'eau.....	52
Annexe3:La description technique du module ESP8266.....	52
Annexe4:Spécifications techniques de la carte Arduino Nano 3.0.....	53
Spécifications techniques de la carte Arduino Pro Micro	53
Annexe5:Les caractéristiques du DFPlayer.....	54

Table des matières

Annexe6:Les caractéristique du buzzer.....	55
Annexe7:.....	56
Anexe7.1 :La programmation du capteur ultrason	56
Anexe7.2 :La programmation du capteur de niveau d'eau ST045	58
Anexe7.3 :La programmation du ESP8266(GPS).....	58
Annexe8:guide de démarrage de l'application Blynk	59
Bibliographie.....	60

Liste des figures :

- Figure I-1 : Schéma de Fonctionnement l'œil humaine.
- Figure I-2 : Schéma de Champ visuel humain.
- Figure I-3 : photo d'Aides humaines.
- Figure I-4 : photo d'Aides animalière.
- Figure I-5 : photo de la canne blanche.
- Figure I-6 : photo de la canne électronique.
- Figure I-7 : Situation indiquant quelques limites de la canne.
- Figure I-8 : la canne Tom Pouce.
- Figure I-9 : la canne Ultra-Cane.
- Figure I-10 : la canne EyeCane.
- Figure II-1 : Le schéma bloc de notre système.
- FigureII-2 : principe de mesure de la distance par un capteur ultrason.
- FigureII-3 : Capteur HC-SR04.
- FigureII-4 : Principe de calcul de la distance pour le HC-SR04.
- FigureII-5 : Détecteur d'eau avec une plaque résistive.
- FigureII-6 : Les version du module ESP.
- FigureII-7: Le module ESP8266.
- FigureII-8: Différents types de carte Arduino.
- FigureII-9: la carte Arduino Nano.
- FigureII-10 : la carte Arduino Pro Micro.
- Figure II-11: DFPlayer BY8001-16P.
- Figure II-12: Mappage du DFPlayer BY8001-16P.
- FigureII-13 : moteur vibrant.
- Figure II-14 : Un Buzzer.
- Figure II-15 : Lipo batterie.

Figure III-01 : matériels de notre projet.

Figure III-02 : Schéma du montage de circuit de commande1.

Figure III-03: Schéma du montage de circuit de commande2.

Figure III-04 : Position des capteurs sur la canne En 3D.

Figure III-05 : la canne intelligente.

Figure III-06 : Organigramme générale de fonctionnement.

Figure III-07: Organigramme de fonctionnement circuit de commande1.

Figure III-08 : schéma fonctionnel du server Blynk.

Figure III-9: les différent figures d'utilisation de l'application Blynk.

Figure III-10 : les différent figures d'utilisation de Logiciel Audacity.

Figure A-01 : Guide de démarrage de l'Application Blynk.

Liste des tableaux :

Tableau I-1 : Classification des déficiences visuelles selon l’OMS.

Tableau II-1 : Configuration des pins d’ESP8266.

Tableau II-3 : Fonction des pins du DFPlayer.

Tableau III-1 : Le cout de réalisation de circuit de commande.

Tableau A-1 : spécification technique du DFPlayer0

Introduction

Introduction:

Dieu a donné à l'être humain et aux différents animaux et insectes des organes qui leur permettent de connaître et d'interpréter les différentes informations de leur environnement.

Ces organes peuvent capter des différentes grandeurs physiques qui sont envoyées au cerveau pour les traiter, analyser et identifier les changements dans le monde qui nous entoure ; ce sont les cinq sens.

L'un des phénomènes physiques capté par nos organes est "les ondes", tantôt mécaniques avec l'ouïe, tantôt électromagnétiques avec la vue, qui constituent les deux principaux sens de l'homme. Or ces sens ne captent qu'une infime partie de tout le spectre existant des ondes. Malheureusement ces sens peuvent être endommagés, ce qui devient une contrainte négative pour la personne affectée.

Un aveugle, appelé également non voyant, est une personne privée de la vue et plus précisément un individu empêché, par une baisse de l'acuité visuelle (égale ou inférieure à 1/20), de poursuivre son travail habituel. Cette définition est issue de l'association internationale de prophylaxie de la cécité. New Delhi, 1969. [1]

Une personne malvoyante est une personne ayant une acuité visuelle faible, c'est-à-dire inférieure à 3 dixièmes à 5 mètres de distance pour le meilleur œil. Selon l'origine des troubles visuels. [2]

D'après l'OMS les estimations (Organisation Mondiale de la Santé), il y a environ 1,3 milliard de personnes vivrait avec une forme de déficience visuelle. En vision de loin, 188,5 millions de personnes présentent une déficience visuelle légère et 217 millions une déficience visuelle modérée à sévère, tandis que 36 millions de personnes sont atteintes de cécité. Par ailleurs, 826 millions de personnes vivent avec une déficience touchant la vision de près. [3]

En Algérie, nous n'avons pas des statistiques exactes pour toute la population, mais d'après la Direction de la Santé et de la Population (DSP) de la wilaya d'Alger à titre d'exemple, près de 29000 élèves d'établissements éducatifs souffrent de déficience visuelle, un chiffre recensé au

premier trimestre de l'année scolaire 2018/2019 mais qui connaît une hausse notable en milieu scolaire, Le phénomène de la déficience visuelle prends des proportions alarmantes en milieu scolaire, en raison de l'addiction des élèves aux tablettes et Smartphones.

Heureusement, il existe différentes techniques et technologies disponibles pour permettre aux handicapés de réaliser leurs activités quotidiennes. De ce fait, en définit le terme « Accessibilité » qui présente l'ensemble des possibilités économiques, matérielles, instrumentales, culturelles ou sociales mises à la disposition d'une personne handicapée qui permettent l'autonomie et la participation des personnes ayant un handicap, en réduisant, voire supprimant, les discordances entre les capacités, les besoins et les souhaits d'une part, et les différentes composantes physiques, organisationnelles et culturelles de leur environnement d'autre part.

Aujourd'hui encore, et malgré toutes les avancées en matière de détection d'obstacles et de cartographie en 3D, les personnes non-voyantes s'en remettent majoritairement à la canne blanche ou au chien-guide pour pouvoir se déplacer. Dans ce contexte, ce focalise notre contribution par la conception et la fabrication d'une canne électronique intelligente permettant aux non-voyants de profiter pleinement de la vie et de ne pas ressentir l'infériorité et de marginalisation.

Ce mémoire est formé de trois chapitres, à travers lesquels nous décrivons le travail effectué pour la conception et la réalisation de notre projet :

Le premier chapitre sera consacré à une présentation succincte de la vision humaine, et classer les différentes catégories de la déficience visuelle et les cannes intelligents ; le deuxième chapitre sera dédié à la conception d'une canne intelligente et à la présentation de matériels et outils de développement, après une brève introduction des cartes électroniques programmables, on va présenter la plateforme Arduino et l'assistant vocale et les différents capteurs utilisés. Puis dans le troisième chapitre, on va présenter les parties hardware et software de notre canne intelligente. Enfin, nous terminerons avec une conclusion générale et perspective.

Ce mémoire a pour objectif d'augmenter l'autonomie des personnes non voyantes en restaurant leur faculté à localiser des objets visuels.

Comment utiliser les propriétés des ondes pour rendre la détection des obstacles plus facile aux aveugles ?

Chapitre I

I- Introduction :

La vue est un élément essentiel dans la vie de l'être humain, elle lui permet de percevoir en permanence le monde extérieur et de s'y mouvoir. C'est aussi le moyen privilégié de la connaissance et de l'éducation puisque les quatre cinquièmes de ce que nous mémorisons dépendent de ce que nous voyons.

Instrument d'une grande précision, l'œil a pour fonction d'enregistrer les sensations lumineuses pour les transmettre au cerveau qui les interprète en images et en couleurs. La perte de ce sens implique un handicap majeur. Il est donc nécessaire de présenter quelques notions en relation avec la déficience visuelle. Les causes et les types de déficiences visuelles ainsi que leur impact sur la mobilité et l'orientation des personnes déficientes et certaines aides comme la canne blanche et son développement.

I .1. La vision humaine :

La vision humaine est la perception humaine des objets distants par la sensation des rayonnements lumineux qui en proviennent.

La vision recouvre l'ensemble des processus physiologiques et cognitifs psychologiques par lesquels la lumière émise ou réfléchiée par l'environnement détermine les détails des représentations sensorielles, comme les formes, les couleurs, les textures, le mouvement, la distance et le relief. Ces processus cognitifs complexes font intervenir l'œil, organe récepteur de la vue, et des zones spécialisées du cerveau appelées cortex visuel.

I .2. L'importance de La vision :

La vision joue un rôle très important dans de nombreux domaines :

- L'information : la vision nous apporte la majorité des informations ; elle nous sert à connaître le monde qui nous entoure (reconnaissance des objets, des visages, interprétation correcte des scènes visuelles, etc....)

- La communication : la vision est le support primordial à la communication. A la fois émetteur (je regarde) et récepteur (je capte le regard de l'autre), la vision nous permet de décoder les relations humaines, ce qui explique l'importance de son rôle social.
- Les gestes de la vie quotidienne : en effet, la précision de nos gestes, comme se servir à boire par exemple, relève d'un travail de coordination entre l'œil et la main.
- Les déplacements : l'altération de la vision joue à la fois sur la difficulté à analyser correctement notre environnement, sur la détection des obstacles mais aussi sur notre équilibre.

Enfin, la vision joue aussi un rôle dans :

- La régulation de la durée et de la qualité de nos phases de vigilance (jour) et de sommeil (nuit). [4].

I.3. Constitution de l'œil :

L'œil humain est constitué d'un globe oculaire comportant :

- ✓ Sur sa partie antérieure, la cornée, qui est une calotte sphérique transparente ;
- ✓ Sur le reste du globe, la sclère, ou sclérotique, qui forme le « blanc » de l'œil.

Le globe oculaire mesure environ 2,5 cm de diamètre et a une masse de 8 grammes. Il est formé de 3 enveloppes, ou tuniques, entourant une substance gélatineuse appelée le corps vitré. Les trois tuniques s'appellent la tunique externe, la tunique moyenne, et la tunique interne ; le corps vitré est principalement constitué d'eau et sert à maintenir la forme de l'œil.

L'œil s'adapte en premier lieu à la lumière ambiante. L'être humain peut ainsi percevoir avec une sensibilité équivalente en plein soleil ou sous la lumière de la pleine lune, soit avec une intensité lumineuse 10 000 fois moindre. Une première adaptation provient de l'écartement de l'iris qui, en mode nocturne, peut atteindre une ouverture maximale de 7 mm pour des jeunes gens (maximum qui décroît à 4 mm avec l'âge). [5]

I.4. Fonctionnement de l'œil humain :

L'œil se décompose en trois parties principales :

- La cornée, le cristallin et l'humeur aqueuse qui se comportent comme une lentille puisqu'ils permettent de laisser passer la lumière et de mettre au point ce que l'on regarde.

- Le cristallin peut se bomber et faire converger les rayons lumineux entrant à travers l'humeur aqueuse et la cornée ou il peut s'aplatir et dans ce cas les rayons lumineux divergent. C'est ce que l'on appelle l'accommodation. L'état du cristallin dépend de la distance à laquelle se trouve l'objet observé.

- La pupille qui fonctionne comme un diaphragme puisqu'il permet de régler la quantité de lumière entrante et finalement on a la rétine qui à la fonction d'un écran où se forme l'image de l'objet observé.

- La rétine envoie des signaux électrochimiques le long du nerf optique jusqu'au cerveau. Une fois que les signaux ont été interprétés, l'interprétation nous permet de voir l'image de l'objet. Le processus de déviation de la lumière pour produire une image mise au point sur la rétine est appelé réfraction.

Cependant il existe aussi des maladies qui peuvent nous rendre aveugle comme le glaucome qui atteint notre nerf optique ou la cataracte qui fait jaunir notre cristallin et provoque une opacification. [1]

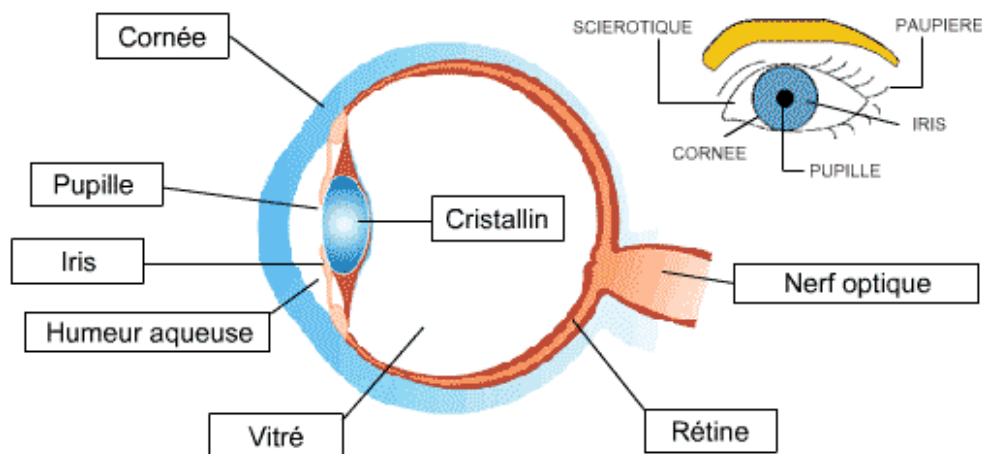


Figure I-1 : Schéma de Fonctionnement l'œil humaine. [1]

I.5. Champ visuel :

Le champ visuel est l'espace qui peut être vu par un œil immobile. Il est mesuré à l'aide de la coupole de Goldmann présentée ci-dessous. Chez un sujet sain le champ visuel monoculaire recouvre 90° en temporal, 60° en nasal, 70° en inférieur et 60° en supérieur.

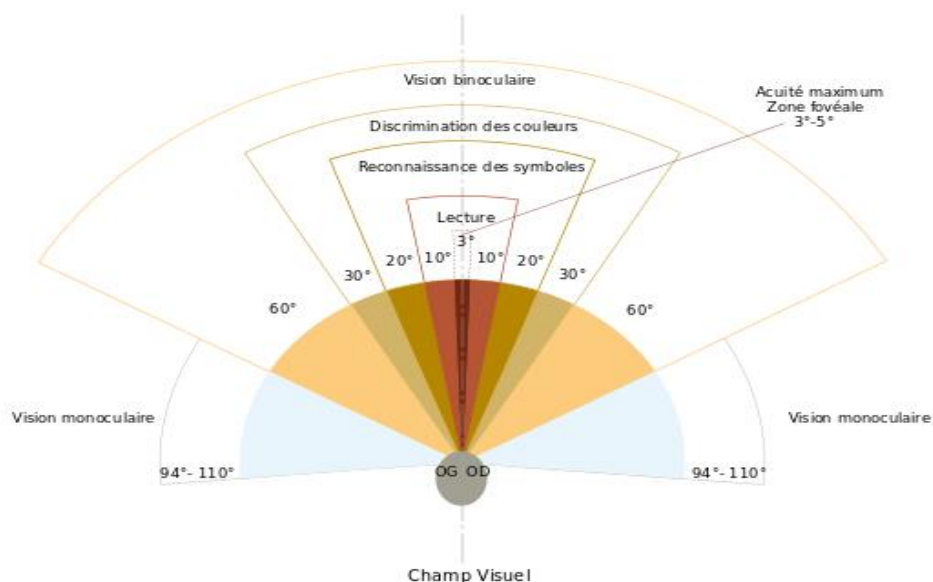


Figure I-2 : Schéma de Champ visuel humain

I.6. Evaluation de la déficience visuelle :

L'acuité visuelle commune est la distance minimale pour discerner deux points distincts de contraste maximum. Il s'agit en général d'une fraction dont le numérateur est la distance d'observation et le dénominateur la distance minimum des points discernables multipliée par une constante.

La classification statistique internationale des maladies et des problèmes connexes, publiée par l'OMS donne une définition de la malvoyance selon l'acuité visuelle.

- **Catégorie 0** : Déficience visuelle légère ou inexistante. L'acuité visuelle est supérieure ou égale à trois dixièmes.
- **Catégorie 1** : Déficience visuelle modérée. L'acuité visuelle est comprise entre un dixième et trois dixième.

- **Catégorie 2** : Déficience visuelle sévère. L'acuité visuelle est comprise entre un vingtième et un dixième.
- **Catégorie 3** : Cécité. L'acuité visuelle est comprise entre un cinquantième et un vingtième. La personne peut compter les doigts d'une main à un mètre.
- **Catégorie 4** : Cécité. L'acuité visuelle est inférieure à un cinquantième, la personne peut percevoir de la lumière mais ne peut pas compter les doigts d'une main à un mètre.
- **Catégorie 5** : Cécité. Absence de perception de lumière

<i>Catégorie OMS</i>	<i>Acuité visuelle et champ de vision</i>	<i>Type d'atteinte visuelle</i>	<i>Type de déficience visuelle</i>
<i>Catégorie 1</i>	<i>1/10 < AVC < 3/10 champ visuel d'au moins 20°</i>	<i>Basse vision</i>	<i>Moyenne</i>
<i>Catégorie 2</i>	<i>1/20 < AVC < 1/10</i>	<i>Basse vision</i>	<i>Sévère</i>
<i>Catégorie 3</i>	<i>1/50 < AVC < 1/20 5° < champ visuel < 10°</i>	<i>Cécité</i>	<i>Profonde</i>
<i>Catégorie 4</i>	<i>AVC < 1/50 mais perception lumineuse préservée champ visuel < 5°</i>	<i>Cécité</i>	<i>Presque totale</i>
<i>Catégorie 5</i>	<i>Cécité absolue, absence de perception lumineuse</i>	<i>Cécité</i>	<i>Totale</i>

Tableau I-1 : Classification des déficiences visuelles selon l'OMS.

1.7. Souffrance des aveugles et malvoyants :

Les aveugle et malvoyants ont des difficultés à se déplacer en ville pour les transports en commun et repérage préalable du parcours. En plus, ils ont des difficultés au quotidien : la lecture des textes, reconnaissance d'objets...etc. La chose la plus importante est les interactions sociales car ils ne peuvent pas reconnaître les personnes ce qui leurs faisant se sentir inférieurs et marginalisés.

En 2005 l'Institut National Canadien pour les Aveugles a mené une enquête pour connaître les besoins de personnes aveugles ou déficientes visuelles Le fait de pouvoir se déplacer et s'orienter de manière autonome permet d'accéder aux services disponibles dans les villes et

permet de plus de réduire l'isolement social qui touche de nombreux non-voyants. Cette étude indique que le besoin non satisfait le plus fréquemment cité est le déplacement. De plus, les auteurs notent que les services d'aide et de soutien les plus souvent sollicités par les personnes aveugles sont les services d'orientation et de mobilité. La capacité de se déplacer et de s'orienter est fortement liée à notre sens visuel, les personnes aveugles rencontrent donc des grandes difficultés pour comprendre leur environnement et s'y mouvoir ce qui impacte très directement leur autonomie.

I.8. Etude d'environnement pour aider les personnes non-voyants :

La connaissance de l'environnement est très importante pour obtenir la solution optimale et efficace pour aider le handicapé à faire leurs activités quotidiennes, pour cela en va faire une analyse détaillée de l'entourage des personnes non-voyant, ce dernier nous permet de distinguer trois types des obstacles :

I.8.1. Les obstacles en hauteur :

Les obstacles en hauteur sont très dangereux parce qu'ils sont plus difficiles à détecter ; que les obstacles au sol. La canne longue, ou canne de locomotion qu'utilisent les personnes aveugles ou très malvoyantes, permet de détecter les obstacles situés en dessous de la hauteur du nombril.

Mais quand la canne passe sous l'obstacle, c'est le haut du corps qui reçoit le choc. Les personnes qui se déplacent avec un chien guide sont un peu mieux protégé puisque ce dernier est dressé pour éviter aussi les obstacles en hauteur. Mais comme ses yeux se situent à environ un mètre en dessous de ceux de son maître, le chien guide peut commettre des erreurs d'évaluation.

I.8.2. Les obstacles en bas :

Ce type des obstacles est le plus trouvé dans l'environnement des personnes non-voyant, en peut distinguer deux types des obstacles en bas :

1. Obstacle sous-terrain comme les faussés et la fin des territoires, les escaliers de descendre, etc.
2. Obstacles sur sol comme les coffres de la poste, les escaliers de monte, les assemble d'eau, etc.

I.8.3. Les obstacles dynamiques :

Quand le non-voyant déplace d'une rue, le mouvement des personnes, peut provoquer un dérangement, pour cela, il faut signaler les mouvements à proximité.

I.9. Moyens de compensation :

Les moyens de compensation pallient en partie certaines difficultés mais ne répondent pas à toutes les situations de handicap. Le fait qu'une personne soit aveugle de naissance, que la cécité soit survenue en cours de vie, que la malvoyance soit progressive ou brutale, aura des conséquences très individualisées sur l'acceptation du handicap et sur la capacité à construire son autonomie.

I.9.1. Aides humaines :

- Pour traverser une grande place, un carrefour dangereux, un parc.
- Pour se mouvoir dans un bâtiment, dans une foule, se positionner sur une file d'attente ou déambuler dans des plateaux paysages.
- Dans d'autres cas, l'aide peut être constante, dans un service d'accompagnement dans les transports ou pour la visite de monuments par exemple. Cela impose un professionnalisme ou, au minimum, une sensibilisation du personnel.



Figure I-3 : photo d'Aides humaines. [6]

I.9.2. Aide animale :

Le chien guide, formé par des éducateurs diplômés, favorise l'autonomie, le confort et la sécurité du déplacement de la personne déficiente visuelle, tout en étant un vecteur de communication appréciable. Au terme d'une période d'éducation, variant de 6 à 9 mois, le chien :

- Guide son maître sur des parcours connus ou inconnus en gardant l'axe d'un cheminement ;
- Mémorise des trajets et des lieux familiers (magasins, gares, entrées d'immeubles) ;
- Distingue sa gauche de sa droite ;
- Répond à des ordres usuels ;
- Évite les obstacles au sol, latéraux et en hauteur ;
- Utilise sans crainte ni danger les escaliers mécaniques, les tapis roulants et les ascenseurs ; [7]



Figure I-4 : photo d'Aides animalière.[7]

I.9.3. Aide par un accessoire :

À travers l'histoire, les personnes aveugles ou ayant une déficience visuelle ont toujours eu recours à une canne ou un bâton pour se déplacer.



Figure I-5 : photo de la canne blanche. [6]

II. La canne, état de l'art :

Depuis toujours, les personnes aveugles ont eu recours à une canne ou un bâton pour se déplacer tout en évitant des obstacles du chemin. Mais la canne peinte en blanc qui sert, à la fois, d'aide à la mobilité et de signe distinctif des personnes aveugles et malvoyantes n'a vu le jour qu'au vingtième siècle. Il existe plusieurs versions de son origine exacte.

La première version prétend que son inventeur est James Briggs, un artiste britannique. Ayant perdu la vue en 1921, ce dernier utilisa une canne blanche pour indiquer aux passants qu'il était aveugle. [8]

La seconde version nous vient de France. En 1930, Guilly d'Herbemont, une jeune Parisienne aveugle, s'adressa à la rédaction du quotidien « L'écho de Paris » et suggéra de fournir des cannes blanches aux aveugles de la région parisienne. Elle s'inspirait des bâtons des agents de police réglant la circulation. Le 7 février 1931, Guilly d'Herbemont remit les premières cannes blanches en présence de plusieurs ministres et représentants d'organisations d'aveugles. Peu après, des milliers de personnes aveugles parisiens faisaient usage de cet instrument précieux. [8]

En Amérique du Nord, on attribue la découverte de la canne blanche au Lions Clubs International. En 1930, un membre des Clubs Lions remarqua les difficultés qu'un homme aveugle avait à traverser une intersection. Les automobilistes pouvaient à peine distinguer sa canne noire de la chaussée. Les membres de ce regroupement décidèrent donc de peindre cette canne en blanc pour la rendre plus visible. En 1931, le Lions Clubs International faisait la promotion de la canne blanche à l'échelle nationale. [8]

Dans plusieurs pays, il existe des manifestations valorisant la canne blanche et ses bienfaits pour l'autonomie des déficients visuels; c'est également l'occasion de sensibiliser la population aux problèmes qu'ils rencontrent dans leur vie quotidienne.

Aux États-Unis comme en Suisse, il s'agit d'une journée nationale qui a lieu le 15 octobre. Le 6 octobre 1964, une résolution du Congrès des États-Unis autorisa le Président des États-Unis à proclamer la date du 15 octobre de chaque année comme « White Cane Safety Day », journée de la canne blanche. Le président Lyndon Johnson a été le premier à faire cette proclamation.

La canne électronique a déjà plusieurs années d'existence. Ce produit est d'origine française. C'est Mr René FARCY, enseignant-chercheur à l'Université Paris XI, qui a mis au point ce détecteur de passages libres. [8]

Le début des recherches date de 1991. la canne électronique connaît son premier essor en 1998 et a été lancée en 2002 par l'association Lions Club, qui finance ce projet, l'appareil a l'apparence d'une canne blanche classique, surmontée d'un boîtier guère plus grand qu'une télécommande de télévision.

"Il s'agit d'un système de mesure de distance par rayon laser. L'information est transmise soit par des sons, soit par des vibrations", explique l'un des inventeurs de l'appareil, René Farcy. Ce physicien, chercheur au CNRS et à l'Université Paris-Sud/Orsay, a travaillé pendant huit ans pour mettre au point ce dispositif et la formation adéquate pour s'en servir. Dès 2006, elle se développe à l'étranger : Belgique, Italie ; Espagne ... jusqu'en Amérique du sud. [8]

II.1. Étude de la canne :

La canne intelligente ou la canne électronique est calquée sur la canne blanche traditionnelle mais avec quelques différences importantes et de nouvelles mises à niveau.

La canne électronique est une aide au déplacement. Elle signale les obstacles présents sur le trajet de la personne déficiente visuelle par des vibrations. Elle anticipe ainsi la perception des obstacles grâce à un dispositif électronique, avant que la personne ne touche l'objet avec le bout de sa canne.

La canne intelligente a été présentée pour la première fois par les étudiants de l'université de Michigan. C'est un appareil portable équipé d'un système sensoriel. Ce système est composé de capteurs à ultrasons, d'un microcontrôleur, d'un vibreur, d'un avertisseur sonore afin de guider les personnes malvoyantes. Il utilise des servomoteurs, des ultrasons et un contrôleur flou pour détecter les obstacles devant l'utilisateur puis donner des instructions par vibration au niveau de la main. [8]

II.2. Présentation de la canne électronique :

C'est un petit boîtier électronique, que l'on fixe sur la canne blanche longue, au niveau de la poignée. Fonctionnant à l'aide de piles, il dispose de capteurs ultrasonique qui détectent les obstacles situés des genoux jusqu'au-dessus de la tête.



Figure I-6 : photo de la canne électronique.

II.3. Fonctions de la canne :

Elle possède plusieurs fonctions :

- **De signalement** : son but est d'avertir les autres (passants, automobilistes...) que le sujet a un problème visuel et qu'il faut donc être plus vigilant et attentif. Elle peut favoriser la demande d'aide.
- **De contrôle** : Elle étaye le visuel. Elle rassure la personne en situation particulière (marche, reflet...)
- **De protection** : Elle est utilisée en intérieur et permet d'éviter de toucher les obstacles directement.
- **De détection** : la plus complexe et la plus complète. Elle permet d'explorer l'espace situé immédiatement devant la personne, de déceler les obstacles bas sans les toucher, de donner des informations sur la nature du sol, pouvant servir de repères par exemple. Elle peut aider la personne déficiente visuelle à libérer son attention du sol.

II.4. Les techniques de balayage à la canne :

La canne est un outil de détection dont la fonction est de signaler les obstacles et le relief du sol.

Des études sur l'utilisation de la canne montrent que la détection des objets avec la canne présente des limites. Les schémas suivants montrent que les objets placés en élévation (au-dessus du coude) sont indétectables à la canne et sont donc dangereux. Les obstacles bas peuvent être détectés tardivement avec risque de heurt du haut du corps. Suivant la fréquence et le type de balayage, la vitesse de déplacement, la taille de la personne, ces objets bas peuvent ne pas être détectés et entraîner des chutes aux conséquences graves si la personne bascule par-dessus :

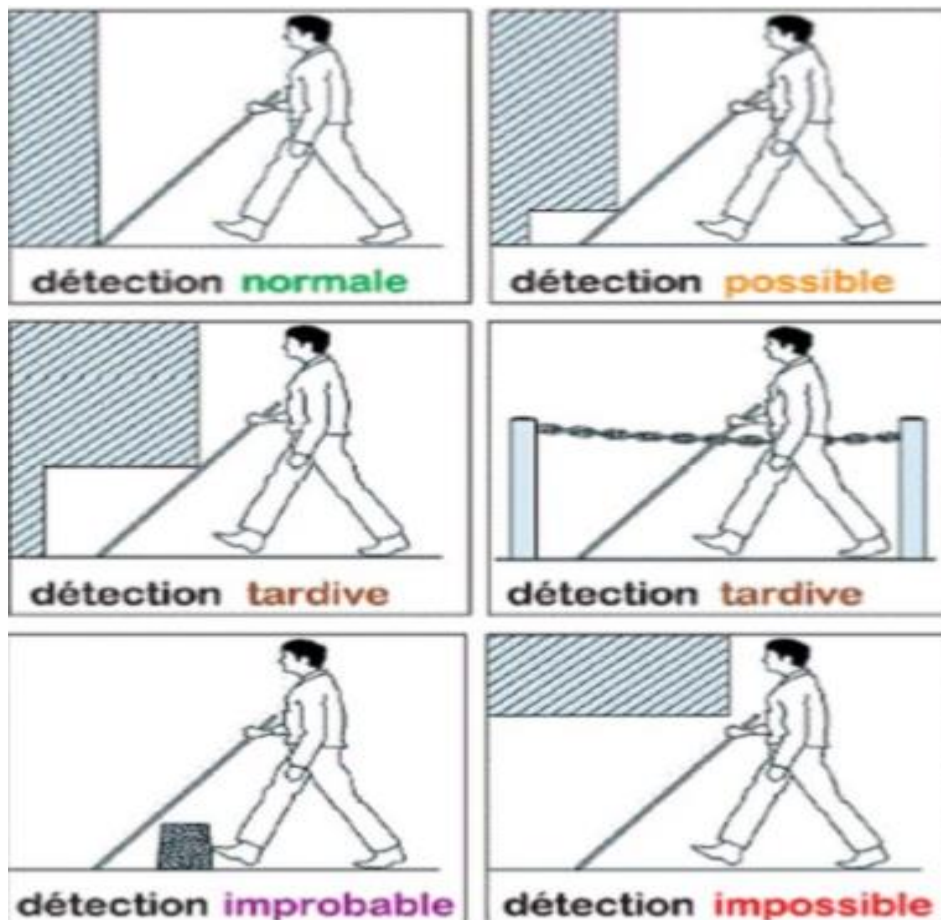


Figure I-7 : Situation indiquant quelques limites de la canne.

II.5. Exemples de cannes :

II.5.1. Tom pouce :

Le TOM POUCE est un boîtier électronique discret et amovible qui se fixe sur la canne Blanche et la transforme instantanément en canne électronique. Grâce à des faisceaux infrarouges et laser vers le haut et vers l'avant, il anticipe les Obstacles mobiles et immobiles, tout en donnant une notion des distances. Il procure ainsi une lecture très fine de l'espace et évite les chocs corporels et les collisions avec les objets et obstacles même placés en hauteur.

À détection d'un obstacle, il envoie une information à son utilisateur sous forme de vibration. Il est mis gratuitement à disposition des utilisateurs après formation par un centre spécialisé. Idéal pour les déplacements à l'extérieur. [9]



Figure I-8 :la canne Tom Pouce. [9]

II.5.2. Ultra-Cane :

L'Ultra-Cane est une canne blanche électronique de 110 cm de long. Elle représente une avancée dans les technologies d'assistance aux personnes handicapées visuelles

- ❖ **Fonctionnement** : Les signaux transmis à l'utilisateur permettent de lui fournir une protection à 100%, y compris pour le haut du corps : la tête et la poitrine. Chacun des deux transducteurs fournissent des données sur le plus proche danger

potentiel, incluant les plantes et leurs feuilles, les êtres humains et leurs vêtements etc. Ces données rendent l'Ultra-cane utilisable dans les zones très fréquentées comme dans les espaces intérieurs. Chaque information est délivrée à l'utilisateur par deux petits boutons en forme de vibrateurs tactiles montés sur la poignée moulée de la canne Ultra-cane. [10]



Figure I-9 :la canne Ultra-Cane. [10]

II.5.3. EyeCane :

Le boîtier EyeCane est léger (moins de 100 grammes), compact (4 x 6 x 12 cm) et dispose d'une autonomie d'une journée. Dans leur article scientifique publié par la revue Restorative Neurology and Neuroscience, ses concepteurs assurent qu'il a été pensé pour pouvoir être fabriqué à bas coût, sans toutefois donner de détail chiffré. D'un point de vue technique, EyeCane utilise la projection des rayons infrarouges pour détecter les obstacles et évaluer leur distance. Un rayon est pointé vers l'avant pour une détection à longue distance (portée de cinq mètres) des obstacles à hauteur d'homme tandis qu'un second rayon est braqué à un angle de 45° vers le sol. Cette infographie illustre le fonctionnement du boîtier EyeCane., l'utilisateur balaie son environnement avec le boîtier ; celui-ci émet un double pinceau de rayons infrarouges qui rebondissent sur les obstacles ; le boîtier analyse ces données pour évaluer la distance qui est traduite sous forme de vibrations et de sons dont l'intensité varie en fonction de la proximité. [11]



Figure I-10 :la canne EyeCane. [11]

Conclusion :

En fin de ce chapitre, on conclut que l'œil est l'organe de la vision de l'être humain, il lui permet de capter des images pour ensuite les analyser afin d'interagir avec l'environnement. Nous avons présenté brièvement quelques notions de la vision humaine, commençant par une définition succincte puis nous avons montré l'importance de la vision pour l'être humain ainsi que l'anatomie de l'œil et son fonctionnement. A la fin de ce chapitre, nous avons classé les différentes catégories de la déficience visuelle et les moyens techniques permettant aux non-voyants de vivre en toute sécurité et autonomie.

Chapitre II

Introduction :

Au cours des années le nombre des malvoyants augmente de plus en plus, pour cette raison des différents travaux sont réalisés pour les aider à se déplacer de manière autonome et en sécurité

Dans ce chapitre nous étudierons, les différents éléments de la chaîne de mesure et de commande et l'étude des différents blocs et éléments de notre système pour la conception et la réalisation d'une canne intelligente pour les non et les malvoyants.

II.1. Cahier de charges :

La canne blanche est une aide technique proposée aux personnes déficientes non-voyantes et aux personnes malvoyantes.

Notre contribution repose sur la conception et de la réalisation d'une canne intelligente qui doit répondre aux exigences suivantes :

- Utilisation d'une canne standard, réglable
- Détection des obstacles, stable ou mobile, plus ou moins éloignés et à différentes hauteurs grâce à des capteurs d'ondes ultrasonores et de donner des informations sur la nature du sol essentiellement l'existence de l'eau à un certain niveau bien étudié.
- Proposer des différents moyens d'avertissements (assistant vocale, vibreur...) adaptables aux préférences de l'utilisateur.
- Proposer une alimentation électrique avec une durée de vie maximale, ainsi qu'une source d'énergie facilement rechargeable via un câble standard USB.
- Une localisation géographique (GPS)
- Prise en charge de critère qualité/prix

II.2. Principe de fonctionnement:

Le projet que nous allons réaliser est une canne électronique qui sert à détecter des obstacles représentant un risque pour l'utilisateur. Ils sont détectés par quatre capteurs ultrason placés au niveau de la canne. Selon l'obstacle et la distance mesurer, ces informations vont mettre activer assistant vocale pour averti l'aveugle de la présence de ce type d'obstacles, va présenter multiple fonctionnement vocale comme : arrêter, monter ou descend l'escalier, la navigation à

l'extérieure, continuer votre chemin ...etc. Et en cas d'eau, il est averti le patient par bips sonore et vibration de la canne.

Et on a ajouté un GPS module pour connaître l'emplacement du patient en cas de perte ou danger.

Notre projet est constitué de quatre blocs :

- Bloc de détection
- Bloc de commande
- Bloc de signalisation (d'avertissement)
- Bloc d'alimentation

II.3. Schéma bloc du système :

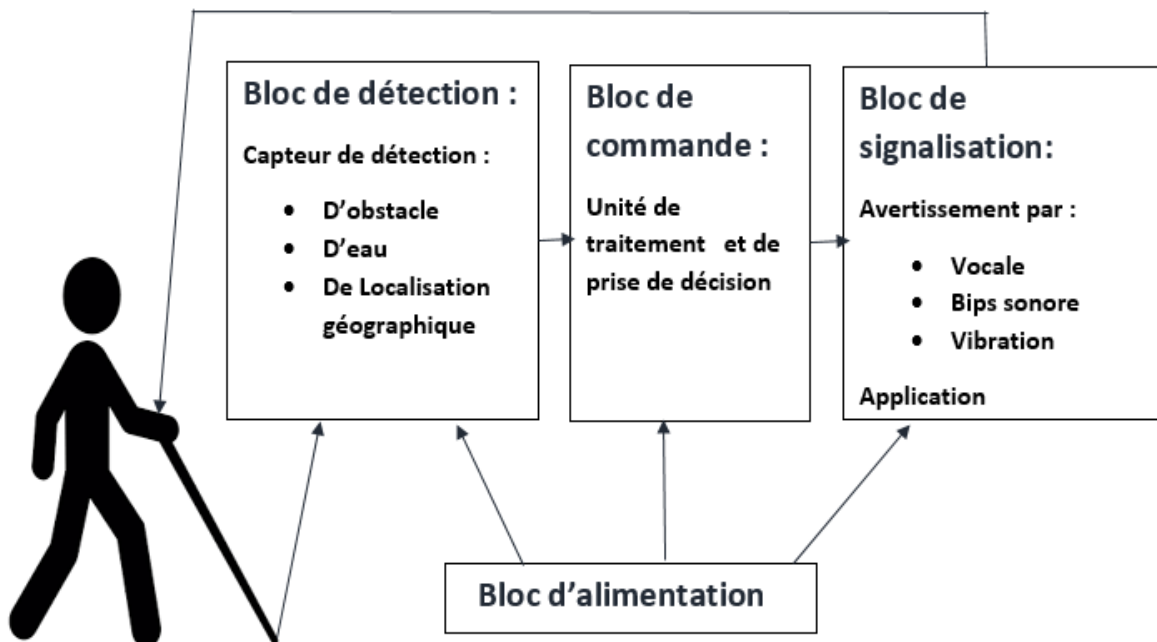


Figure II-1 : Le schéma fonctionnel de notre système. [Auteur]

❖ La solution matérielle pour chaque bloc :

➤ **Bloc de détection :**

- **Capteur de détection d'obstacle :** concernant la détection d'obstacle, nous avons choisi de travailler avec le capteur ultrason HC-SR04 ; pour nous détecter les différents obstacles.
- **Capteur de détection d'eau :** concernant la détection d'eau, nous avons choisi de avec le capteur d'eau **ST045** ; pour nous détecter la présence d'eau.
- **Capteur de détection de localisation géographique :** concernant la détection géographique, nous avons choisi de travailler avec le module **ESP8266** avec le WIFI ; pour nous détecter la localisation du la canne et montrer le sur une application.

➤ **Bloc de Commande :** dans ce bloc, nous avons choisi d'utiliser un Arduino Nano pour l'exécution des différentes tâches de détection; et un Arduino Pro micro pour assurer la tâche de localisation géographique (GPS).

➤ **Bloc de signalisation :** dans le bloc d'avertissement, nous avons choisi de travailler avec DFPlayer pour l'assistant vocale ; moteur vibrant et buzzer pour l'avertissement d'eau ; et pour localisation géographique on a utilisé un module GPS plus WIFI combiné à l'application Blynk.

➤ **Bloc d'alimentation :** nous avons proposé un source d'énergie facilement rechargeable via un câble standard USB (**batterie Lipo**)

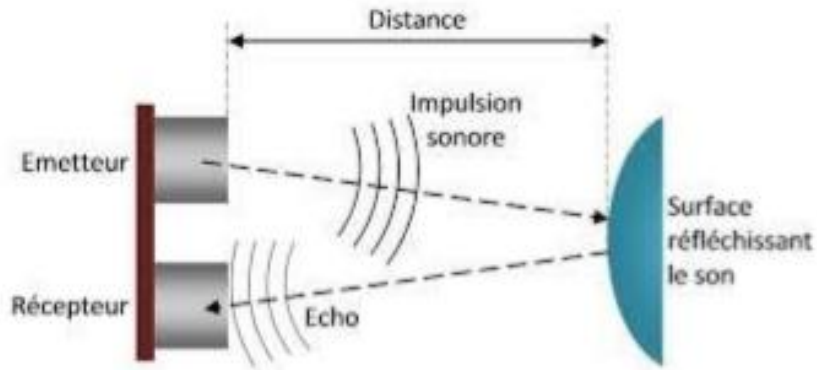
II.4. Les différents blocs du système :

II .4.1. Bloc de détection :

4.1.1. Les capteurs ultrasons :

Un capteur à ultrasons émet des intervalles réguliers de courtes impulsions sonores à haute fréquence. Ces impulsions se propagent dans l'air à la vitesse du son. Lorsqu'elles rencontrent un objet, elles se réfléchissent et reviennent sous forme d'écho au capteur. Celui-ci calcule alors la distance le séparant de la cible sur la base du temps écoulé entre l'émission du signal et la

réception de l'écho. La distance étant déterminée par le temps de propagation des ultrasons et non par leur intensité. [12]



FigureII-2 : principe de mesure de la distance par un capteur ultrason. [12]

Parmi les capteurs d'obstacles on trouve l'infrarouge, laser et ultrason, nous avons choisi d'utiliser un capteur de type ultrasonics (HC-SR04) pour sa disponibilité et son faible cout.



FigureII-3 : Capteur HC-SR04.

4.1.1.1. Principe de fonctionnement du capteur :

Les télémètres à ultrasons fonctionnent en mesurant le temps de retour d'une onde sonore inaudible émise par le capteur. La vitesse du son dans l'air étant à peu près stable, on en déduit la distance de l'obstacle.

Pour mesurer la distance d'un objet en envoyant une impulsion de 10 µs à une amplitude de 5V sur l'entrée Trigger, Le capteur émet alors une série de 8 impulsions ultrasoniques à 40 kHz. Puis il attend le signal réfléchi, lorsque celui-ci est détecté, une impulsion de durée proportionnelle à la distance mesurée est envoyée sur la sortie "Echo". La distance de l'objet détecté est égale au temps de l'impulsion de sortie divisée par deux (le signal fait un aller-retour) et multipliée par la vitesse du son dans l'air (340m/s). [12]

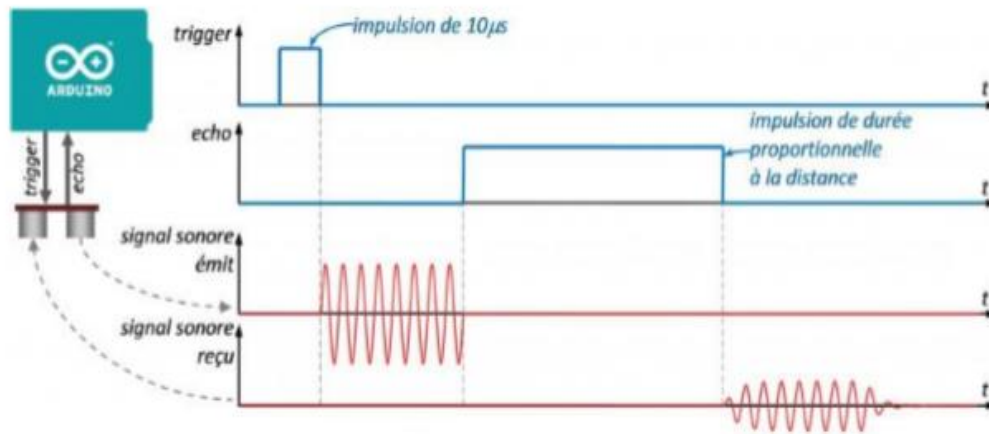
$$Distance = \frac{T \times V}{2}$$

T : Temps entre émission et réception

V : Vitesse de déplacement des ultrasons dans l'air

➤ La formule :

$$Distance \text{ d'objet} = \frac{Temps \text{ d'impulsion} \times 340 \text{ (m/s)}}{2}$$

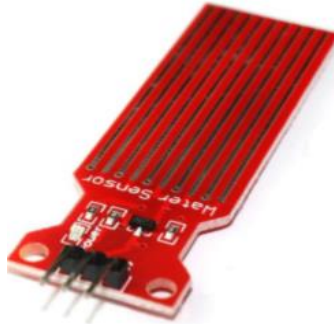


FigureII-4 : Principe de calcul de la distance pour le HC-SR04. [12]

❖ Les caractéristiques du capteur à ultrasons HC-SR04 [Annexe 1]

4.1.2. Détecteur de présence d'eau (ST045) :

Le détecteur d'Eau est conçu pour détecter la présence d'eau, à partir d'une plaque contient un circuit résistif, la résistance de cette circuit est proportionnelle au niveau d'eau.



FigureII-5 : Détecteur d'eau avec une plaque résistive. [14]

4.1.2.1. Principe de fonctionnement de ST045 :

Le module ST045 est un capteur d'eau analogique, ce capteur travaille sur le principe de mesure de la taille des traces de gouttelettes d'eau à travers la ligne avec une série de fils parallèles exposés à la quantité d'eau pour simuler la deuxième plasticité basée sur les valeurs analogiques de sortie du capteur troisième puissance faible consommation haute sensibilité directement connecté à un microprocesseur ou à d'autres circuits logiques. [14].

Ce module didactique délivre une tension analogique en fonction du niveau d'eau grâce à ses pistes imprimées. Le capteur délivre '700' lorsque le niveau est au maximum et '450' lorsque le niveau est au plus bas. Les caractéristiques du détecteur d'eau sont présentées en annexe [Annexe 2]

4.1.3. Espressif ESP8266:

La plate-forme de connectivité intelligente (ESCP) d'Espressif Systèmes est un ensemble de SOC sans fil à haute intégration et hautes performances, conçu pour les concepteurs de plates-formes mobiles aux contraintes d'espace et de puissance. Il offers capacité inégalée d'intégrer des capacités Wi-Fi dans d'autres systèmes, ou de fonctionner comme une application autonome, avec le coût le plus bas et un encombrement minimal. [15].

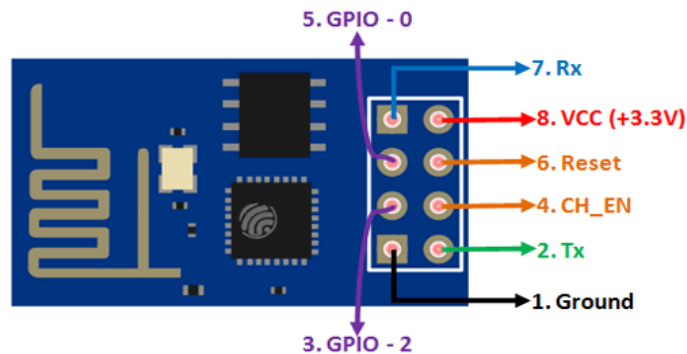
L'ESP 8266 est un circuit intégré à microcontrôleur avec connexion Wi-Fi de taille réduite, permet de connecter un microcontrôleur à un réseau Wi-Fi et d'établir des connexions TCP/IP . Il existe à ce jour plus de 12 versions de modules qui ont été construits à partir de ce composant. Chaque version est identifiée par une nomenclature sous la forme : ESP-01, ESP-02 ...ESP-12.



FigureII-6 : les versions du module ESP. [15].

4.1.3.1 Configuration des pins ESP8266 :

Le schéma au-dessous design les pins du module ESP8266 ; et on verra la configuration de ces pins sous forme du tableau:



FigureII-7 : le module ESP8266.

Pin Number	Pin Name	Alternate Name	Normally used for	Alternate purpose
1	Ground	-	Connected to the ground of the circuit	-
2	TX	GPIO - 1	Connected to Rx pin of programmer/uC to upload program	Can act as a General purpose Input/output pin when not used as TX
3	GPIO-2	-	General purpose Input/output pin	-
4	CH_EN	-	Chip Enable - Active high	-
5	GPIO - 0	Flash	General purpose Input/output pin	Takes module into serial programming when held low during start up
6	Reset	-	Resets the module	-
7	RX	GPIO - 3	General purpose Input/output pin	Can act as a General purpose Input/output pin when not used as RX
8	Vcc	-	Connect to +3.3V only	

Tableau II-1 : Configuration des pins d'ESP8266

❖ La description technique du module ESP8266[Annexe 3]

II .4.2. Bloc de commande du système :

4.2.1. Les cartes programmables :

Une carte programmable est une carte sur laquelle ont intégré des composants électroniques dont un ou plusieurs microcontrôleurs. Un microcontrôleur permet de contrôler la carte avec un programme informatique, ce dernier peut être écrit en divers langage de programmation, puis

implémenté sur le microcontrôleur. Une fois le programme est injecté dans la carte, on peut l'utiliser en toute autonomie sans ordinateur.

Les constructeurs de cartes programmables proposent plusieurs types de cartes. En fonction de besoin souhaité, il faut faire le bon choix en étudiant les caractéristiques de chaque carte, comme pour un ordinateur. [16].

- Arduino
- Raspberry PI
- Node MCU...

L'Arduino est l'une des plus populaire marque de cartes programmables.



FigureII-8 : Différents types de carte Arduino. [16].

4.2.1.1 La carte Arduino Nano :

L'Arduino Nano est une petite carte complète et conviviale basée sur l'ATmega328 (Arduino Nano 3.0) ou ATmega168 (Arduino Nano 2.x). Le Nano a été conçu et est produit par Gravitech.



FigureII-9 : la carte Arduino Nano



FigureII-10 : la carte Arduino Pro Micro

- ❖ Spécifications techniques de la carte Arduino Nano 3.0 et Pro-Micro [Annexe 4].

II .4.3. Bloc de signalisation (d'avertissement) :

4.3.1. Signalisation par assistant vocal :

Pour notre projet, j'utilise DFPlayer modèle BY8001-16P comme un assistant vocal.

Le mini lecteur MP3 DFPlayer pour Arduino est un module MP3 petit et bon marché avec une sortie simplifiée directement vers le haut-parleur. Le module peut être utilisé comme un module autonome avec batterie, haut-parleur et bouton-poussoir attachés ou utilisé en combinaison avec un Arduino UNO ou tout autre avec des capacités RX / TX.

4.3.1.1. DFPlayer BY8001-16P :

Le BY8001-16P est un module MP3 compact et de haute qualité. La puce principale du BY8001 (SSOP24) prend en charge le décodage des formats MP3 et WAV. Le module dispose également d'un amplificateur de puissance 3w intégré qui peut directement piloter un seul haut-parleur 3W. Ce module a été développé indépendamment par Shenzhen Electronic Technology Ltd. [17].



Figure II-11: DFPlayer BY8001-16P . [17].

❖ **Application :**

- Le contrôle industriel et les équipements de terrain
- Équipement de transport intelligent : péage, stationnement, invites vocales dans le véhicule
- Publicité : diffusion par haut-parleur
- Contrôle d'accès et présence à l'heure avec invites / avertissements vocaux.
- Jouets avancés, sons d'action de machine de jeu
- Électronique médicale nécessitant des invites vocales de l'appareil
- Éducation et communication

❖ **Mappage des broches du module :**



Figure II-12 : Mappage du DFPlayer BY8001-16P.

Pin Number	Pin Name	Functional Description	Notes
1	BUSY	Playback output high, stopping for low	Busy signal
2	RX	UART Asynchronous serial data input	3.3V TTL level
3	TX	UART Asynchronous serial data output	3.3V TTL level
4	DACR	DAC Right channel output	External amplifier, headphone
5	DACL	DAC The left channel output	External amplifier, headphone
6	SPK1	External monaural speaker	3W/4 ω 2W/8 ω passive loudspeaker
7	SPK2	External monaural speaker	3W/4 ω 2W/8 ω passive loudspeaker
8	VCC	Positive power supply	3.6-5V
9	IO5	Input 5	Key/Button function trigger
10	IO4	Input 4	Key/Button function trigger
11	IO3	Input 3	Key/Button function trigger
12	IO2	Input 2	Key/Button function trigger
13	IO1	Input 1	Key/Button function trigger
14	GND	Power common ground	System Ground
15	DP	USB Data cable	USB Flash Drive
16	DM	USB Data cable	USB Flash Drive

Tableau II-3 : Fonction des pins du DFPlayer.

❖ Les caractéristiques du DFPlayer [Annexe 5].

4.3.2. Signalisation par vibration :

Ils sont constitués un moteur électrique avec une masse accrochée sur la sortie et désaxé pour permettre la vibration. Nos moteurs vibreurs sont alimentés en 1,6V maximum, ils consomment 130mA avec une vitesse de rotation 9 000 rpm



FigureII-13 : moteur vibrant.

4.3.3. Signalisation par bips sonore :

Buzzer : Un Buzzer est un élément électromécanique ou piézoélectrique qui produit un son caractéristique quand on lui applique une tension : le bip. Certains nécessitent une tension continue, d'autres nécessitent une tension alternative. [18].



Figure II-14 : Un Buzzer.

❖ Les caractéristiques du buzzer [Annexe 6].

II .4.4. Bloc d'alimentation :

Pour assurer l'autonomie de la canne intelligente, cette dernière est doté d'une batterie externe appellait ' Lipo batterie '.



Figure II-15 : Lipo batterie. [19]

Ces batteries au lithium-ion polymère de 3,7 V (Lipo) offrent une capacité de puissance élevée dans un très petit boîtier léger. Cela les rend idéales pour de nombreuses applications. Les batteries sont fournies avec des câbles de 100 mm terminés par un connecteur JST standard à 2 broches.

Ces batteries au lithium polymère sont livrées avec un circuit de protection intégré qui protège contre : contre les surtensions, les surintensités, les décharges et offre également une protection contre les court-circuit. Lorsqu'elle est complètement chargée, la batterie a une tension d'environ 4,2 V et lorsqu'elle est complètement déchargée, la batterie a une tension de coupure de 2,4 V. [19].

Conclusion :

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté la conception et les différents composants de notre projet ; nous avons aussi présenté le principe de fonctionnement de la canne intelligente, comme on a étudié les différents blocs de ce système tel que :

- ✓ Bloc de détection
- ✓ Bloc de commande
- ✓ Bloc de signalisation
- ✓ Bloc d'alimentation

Dans ce qui suit, nous allons procéder à la réalisation pratique des différents blocs.

Chapitre III

Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons notre projet de réalisation d'une canne intelligente à base d'un assistant vocale, en commençant par la présentation du cahier de charge et les contraintes liées au développement de notre projet puis on va expliquer le fonctionnement des différents composants nécessaires pour la réalisation de la canne avec des organigrammes et des photos.

III.1. Réalisation de la canne intelligente :

III.1.1. Circuit de commande :

Le circuit de commande est composé de :

- Arduino NANO et Pro Micro.
 - Quatre capteurs ultrasons,
 - Un capteur de présence d'eau.
 - ESP8266.
 - DFPlayer (BY8001-16P).
 - Moteur vibreur
 - Buzzer.
 - Une source d'énergie rechargeable.
- ❖ Selon notre cahier de charge on a acheté des matériels électroniques pour commencer la réalisation de la canne :

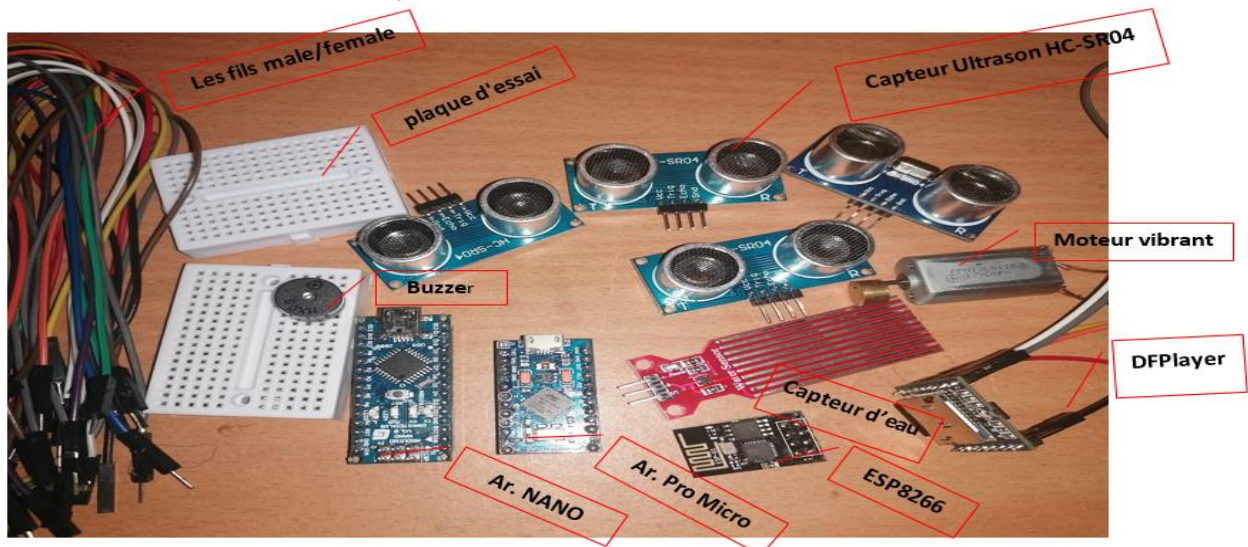


Figure III-01 : matériels de notre projet. [Auteur]

- Schéma électrique un est le schéma fonctionnel de capteur ultrason et capteur d'eau du notre canne.
- Schéma électrique deux est le schéma fonctionnel de localisation géographique (GPS) par module ESP8266 du la canne.

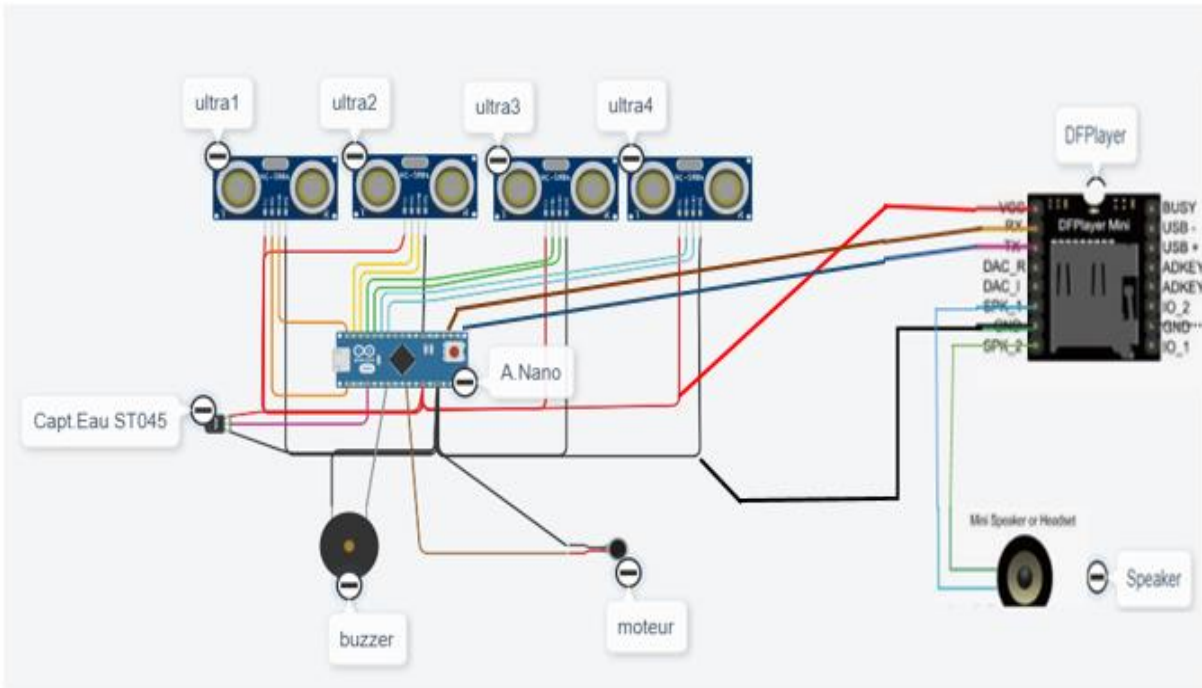


Figure III-02 : Schéma du montage de circuit de commande1 [Auteur]

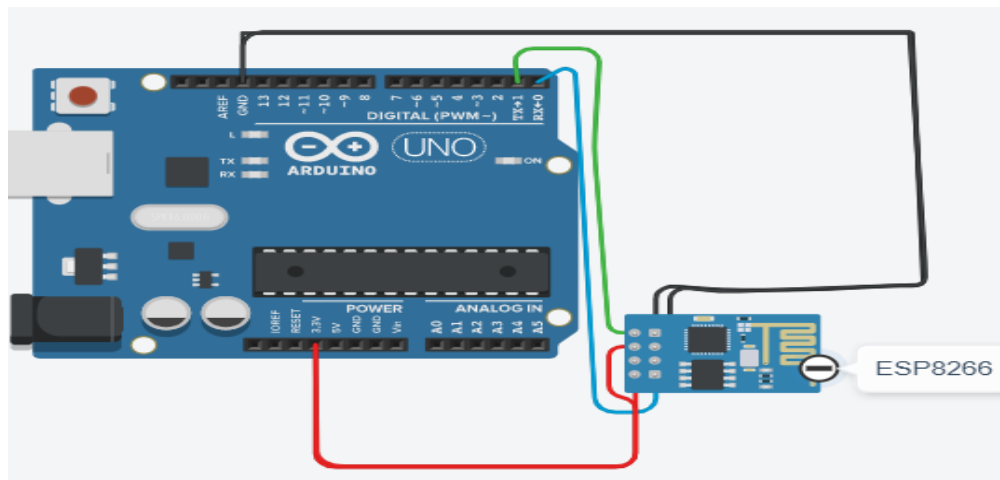


Figure III-03 : Schéma du montage de circuit de commande2 [Auteur]

III. 1.2. Position des capteurs sur la canne :

La canne intelligente doit permettre au non-voyant ou malvoyant d'éviter les obstacles, fixes ou mobiles, sur sa route mais aussi de lui prévenir de l'existence de l'eau. Puisque les capteurs à ultrason sont très directifs, la canne sera donc équipée de quatre capteurs : un premier dirigé vers le sol et trois autre à l'horizontal.

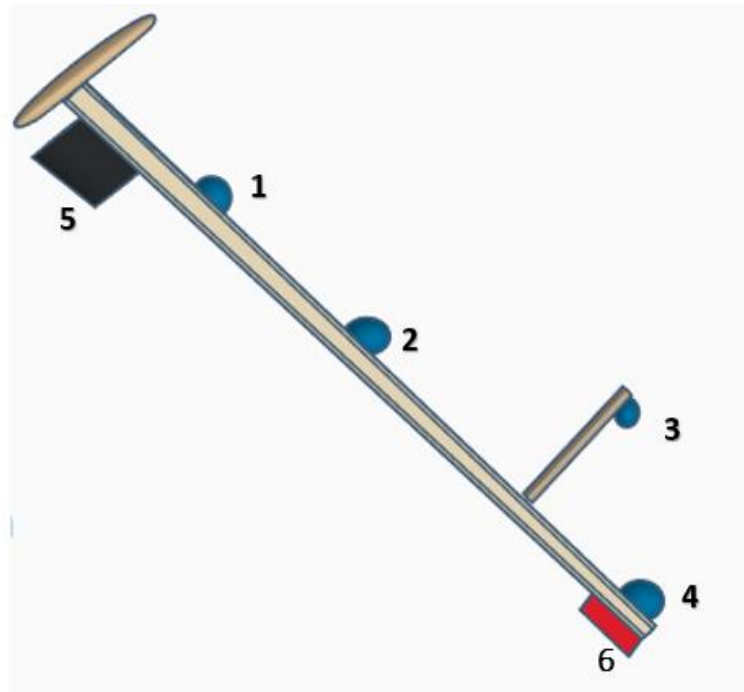


Figure III-04 : Position des capteurs sur la canne En 3D. [Auteur]

- | |
|---|
| <p>1. Capt.Ultrasensor 3 2. Capt.Ultrasensor 2 3. Capt.Ultrasensor 4
4. Capt.Ultrasensor 1</p> <p>5. Boitier :</p> <ul style="list-style-type: none">• Power Bank• Module GPS• DFPlayer <p>6. Capteur de niveau d'eau ST045</p> |
|---|

L'information issue par les quatre capteurs ultrason sera codée selon les distances des obstacles, nous avons réalisé un programme qui permet de pris en charge les différents types d'obstacles pour activer l'assistant vocale.

- ❖ La forme du la canne intelligente finale pour notre projet :



Figure III-05 : la canne intelligente. [Auteur]

III. 1. 3. Organigrammes de fonctionnement globale :

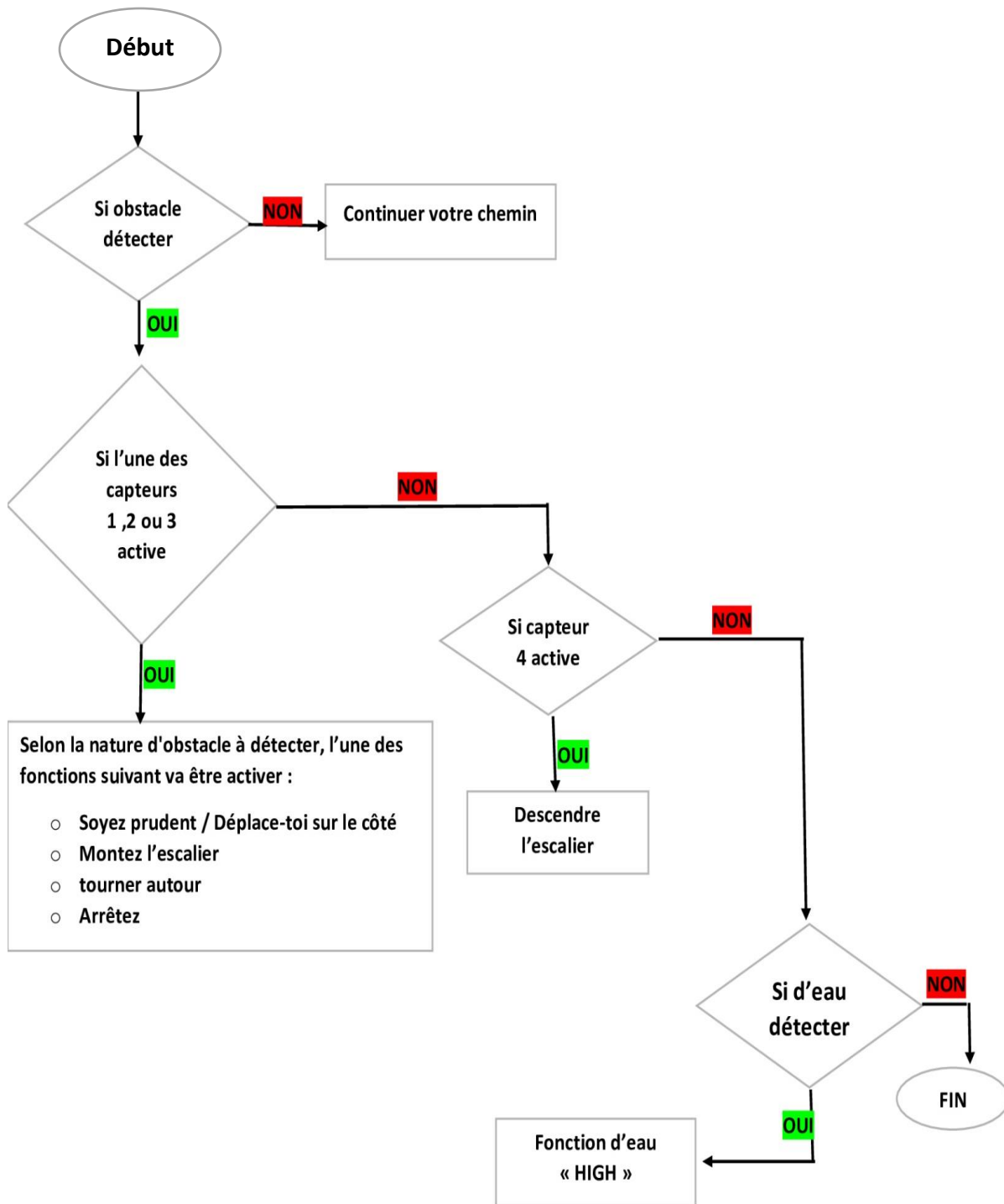


Figure III-06 : Organigrammes de fonctionnement globale. [Auteur]

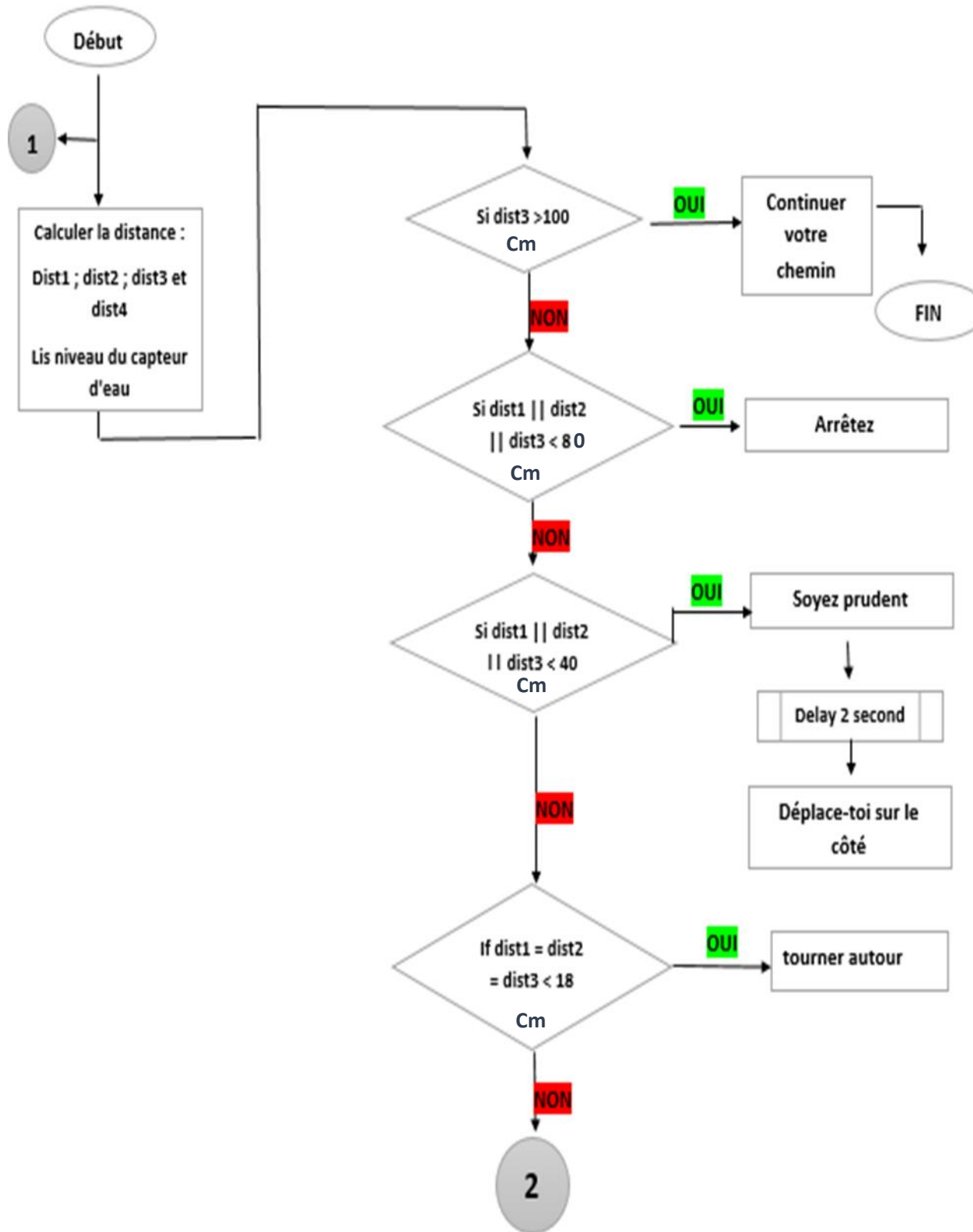
L'organigramme générale ci-dessus nous permet de comprendre la dynamique de travail des différents capteurs avec le monde extérieur, et la communication entre la canne et l'utilisateur (personne assistée), l'ordre de priorité des capteurs fait par une classification selon la fréquence de présence des obstacles, pour cela nous proposons l'ordre suivant :

- ❖ Détection des obstacles : c'est le rôle principal de la canne intelligente et la tâche la plus fréquente.
- ❖ Détection de présence d'eau : à un certain niveau d'eau prédéfinie, le capteur alerte l'utilisateur de changer son parcours.

III. 1.4. Organigramme de fonctionnement de circuit de commande1:

C'est le capteur le plus important dans notre application, il permet de balayer une surface de 2 cm à 400 cm avant la canne et de détecter les obstacles en bas, lorsque un obstacle détecté; une alerte va générer par un activation d'assistant vocale selon la distance et la nature l'obstacle détecté

Un des obstacles les plus importants auxquels sont confrontées les personnes non ou mal voyants est la présence d'eau dans leurs trajectoires et les cannes électroniques existantes ne tiennent pas compte de ce type d'obstacles. Ce qui nous a poussés à suggérer un capteur de présence d'eau à un certain niveau prédéfini qui alerte l'utilisateur par un bip sonore et vibration du la canne.



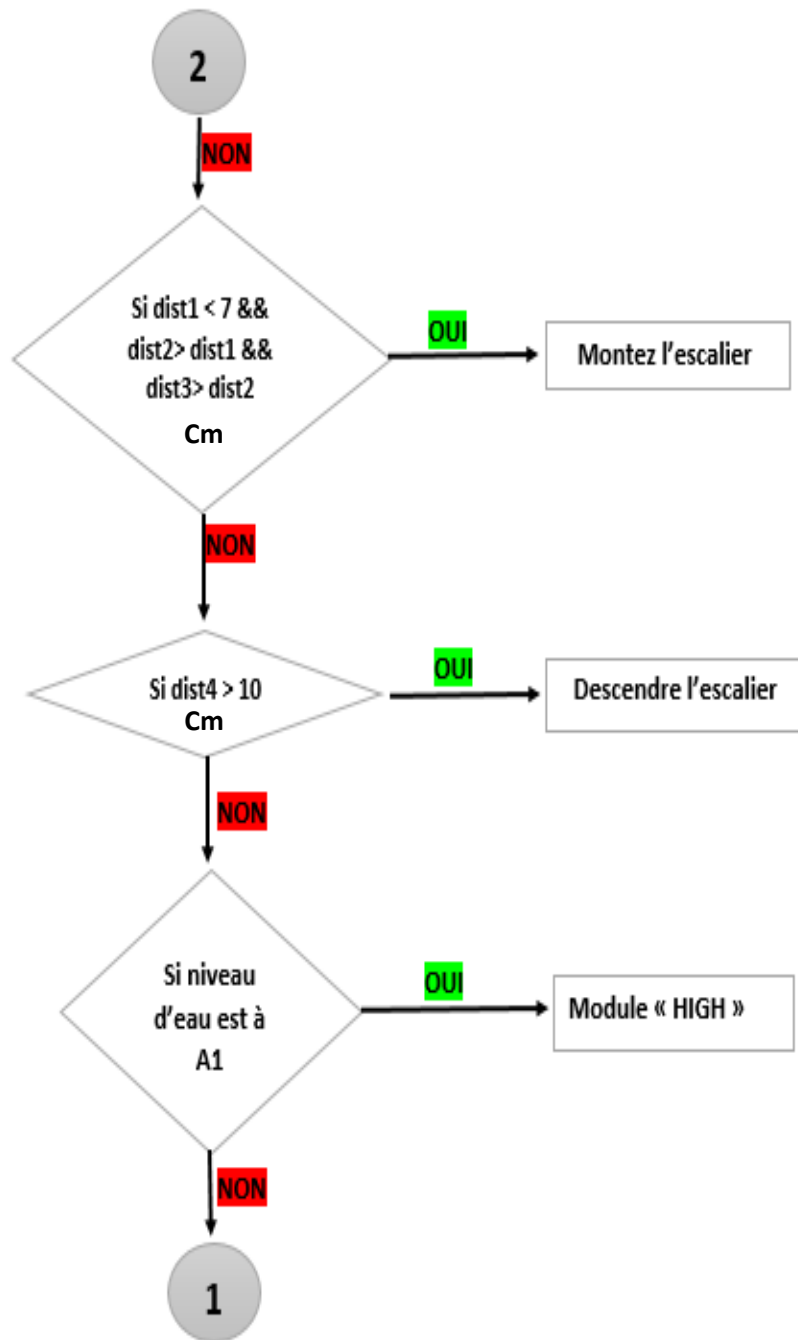


Figure III-07 : Organigramme de fonctionnement circuit de commande1 . [Auteur]

Remarque : **Dist1** est définie pour le Capteur 1 // **Dist2** est définie pour le Capteur 2

Dist3 est définie pour le Capteur 3 // **Dist4** est définie pour le Capteur 4

III.2. La conception du logiciel sous l'environnement Arduino :

La partie logicielle est la partie la plus complexe de ce projet. Le programme est évidemment écrit en langage Arduino [Annexe 7].

III.3. Interface de commande GPS :

Afin de faire fonctionner le circuit de commande de GPS de la canne intelligente, nous avons besoin d'une interface à distance avec l'aide de l'utilisateur. Dans notre projet, nous avons utilisé le service Blynk qui fonctionne avec le protocole Cloud Blynk pour la réception d'une information. Pour la commande à distance, nous avons besoin d'une plateforme qui fonctionne avec le protocole WIFI comme l'ESP8266.

III.3. 1. le service Blynk :

Blynk a été conçu pour l'Internet des Objets. Il peut contrôler un hardware à distance, il peut afficher des données de capteur, il peut stocker des données, les visualiser et faire beaucoup d'autres trucs. [21]

Il y a trois composants majeurs dans la plateforme :

- **Application Blynk** : permet de créer de fantastiques interfaces pour les projets en utilisant différents widgets.
- **Serveur Blynk** : responsable de toute les communications entre le smartphone et le hardware.
- **Bibliothèque Blynk** : pour toutes les plateformes hardware populaires ; active la communication avec le serveur et traite toutes les commandes entrantes et sortantes.
- ❖ **Fonctionnement** : chaque fois que vous pressez un Bouton sur l'application Blynk, le message voyage vers l'espace le Cloud Blynk, où il trouve un chemin vers votre hardware. Ça marche de la même manière dans l'autre sens et tout se déroule en un clignotement.

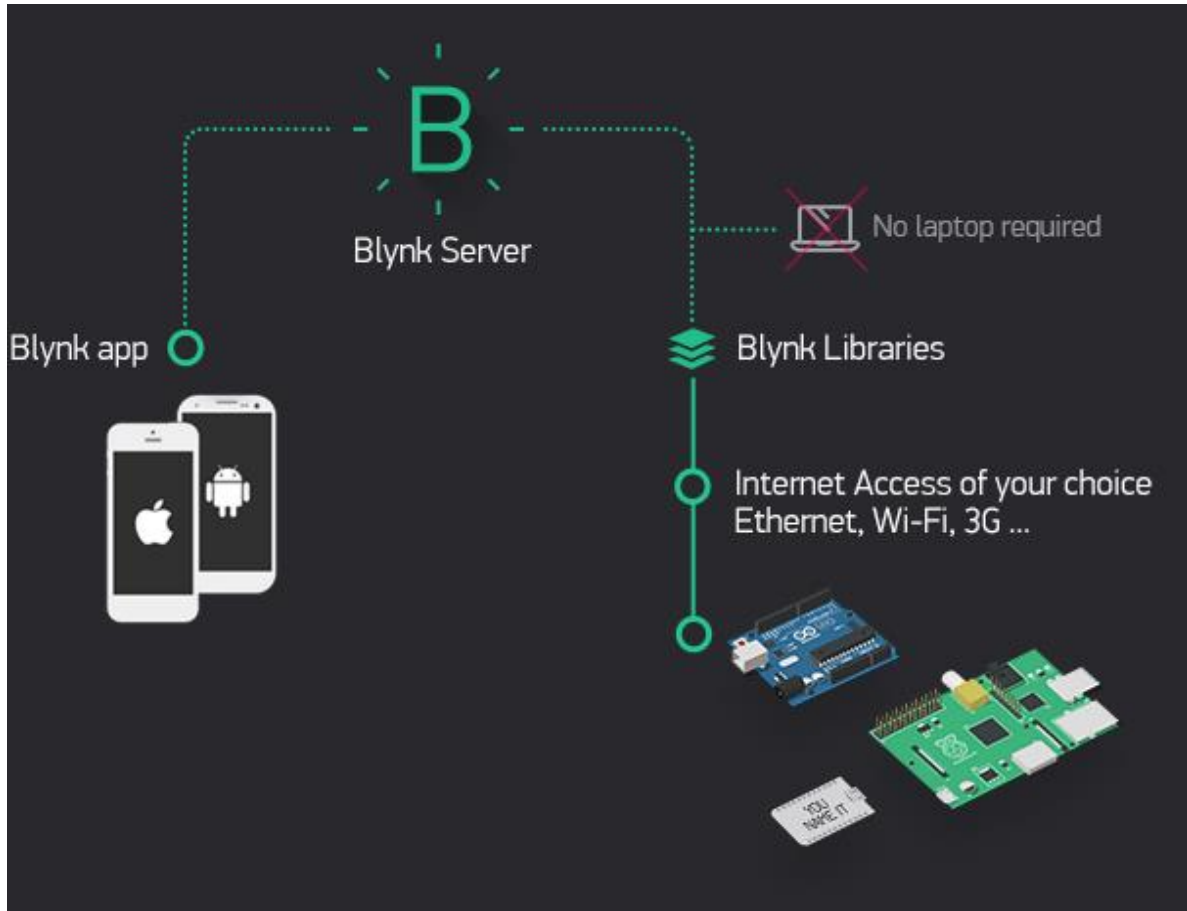


Figure III-08 : schéma fonctionnel du server Blynk. [21]

III.3. 1.1. Guide de démarrage de l'Application Blynk :

L'application Blynk est un environnement de conception d'interface bien conçue. Elle marche à la fois sur iOS et Android (Voir Annexe 8). Dans de PEE, on a installé l'application Blynk dans un smartphone doté du système Android.

Après avoir créé un nouveau projet, nous avons écrit le nom de notre projet " GPS Location ", et choisi le module avec lequel nous allons travailler "ESP8266", nous allons recevoir un e-mail de "Auth Token" de notre projet (chaque projet a son "Auth Token")



Nous allons configurer le Map du notre projet selon notre programme :

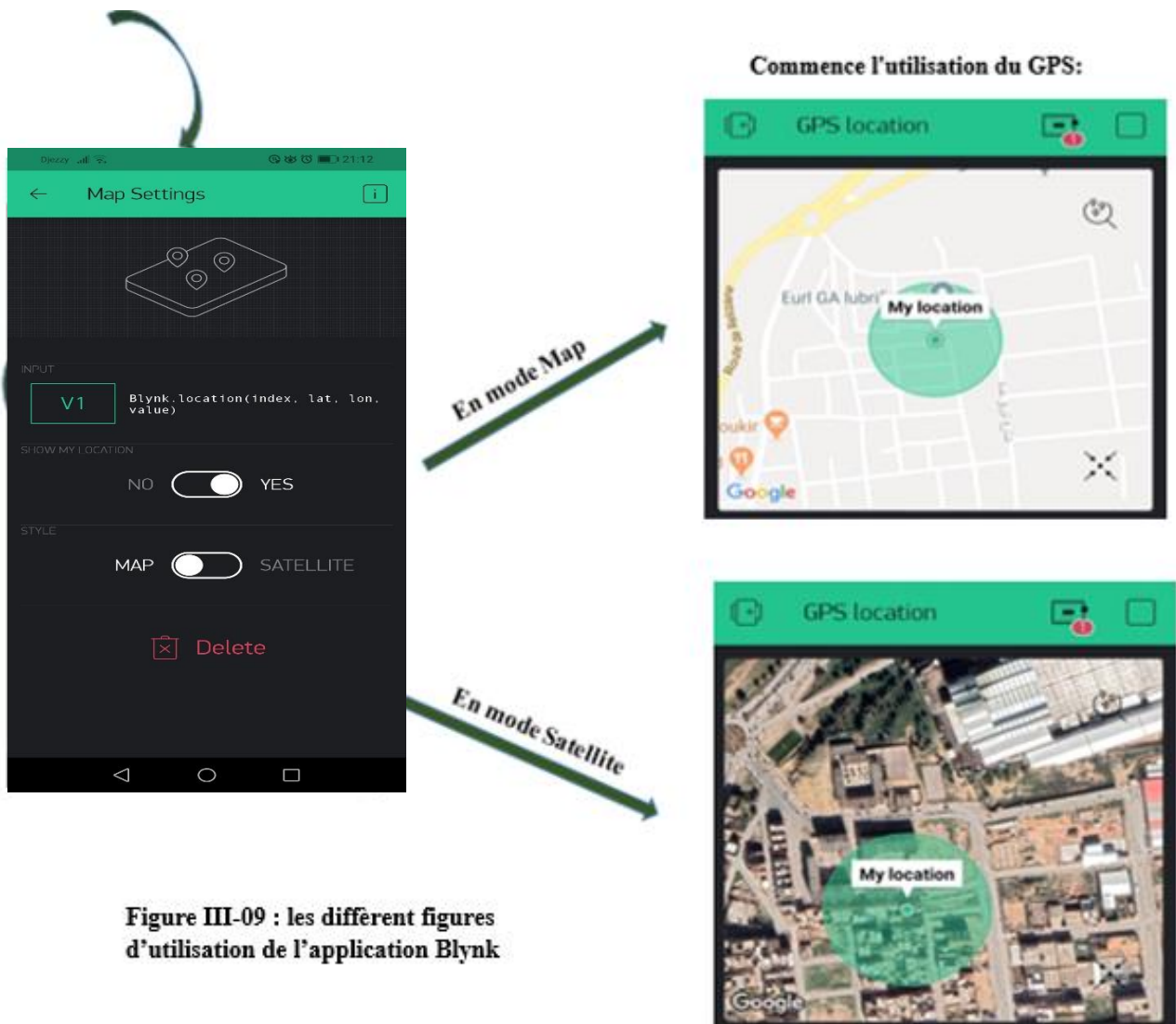


Figure III-09 : les different figures d'utilisation de l'application Blynk

III.4. Interface de commande Vocale :

Pour mon projet, nous avons pensé à comment faire à utiliser un assistant vocal avec voix arabe ; c'est pourquoi nous avons trouvé ce logiciel qui peut convertir ma voix en voix de robot ; pour pouvoir l'utiliser dans notre canne. [22]

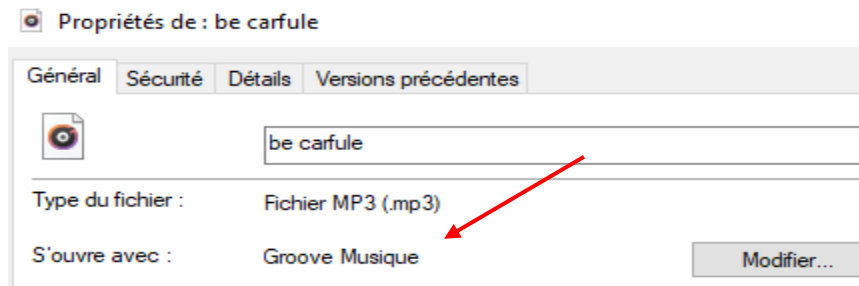
Audacity : est un logiciel d'enregistrement de son numérique et d'édition de sources audio numériques sous différents formats (mp3, Wave, ...). Le logiciel est distribué sous licence libre sur Windows, MacOS et Linux.



- ❖ **Caractéristiques** : Audacity permet d'éditer (copier, coller, sectionner...) les sons sur plusieurs pistes, et l'on peut lui ajouter divers plugins pour obtenir des effets sonores variés, ou pour améliorer et retoucher des enregistrements.

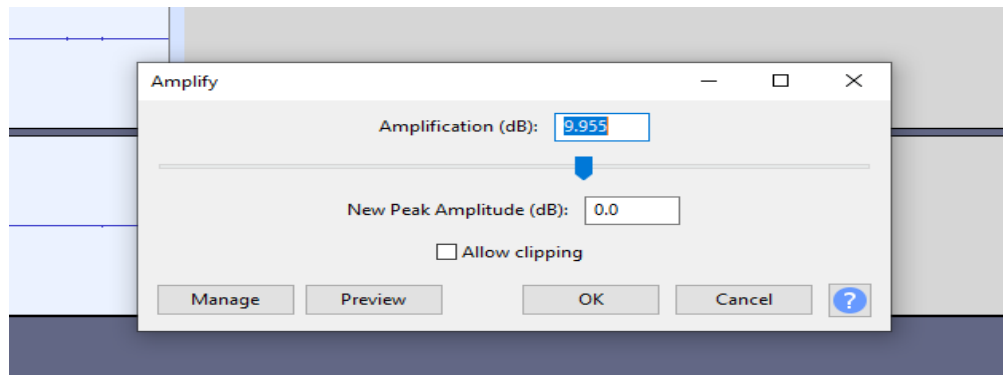
III.4. 1. Guide d'utilisation Logiciel Audacity :

- ❖ Enregistrez d'abord la voix que vous voulez.
- ❖ Converti cette voix en fichier MP3.

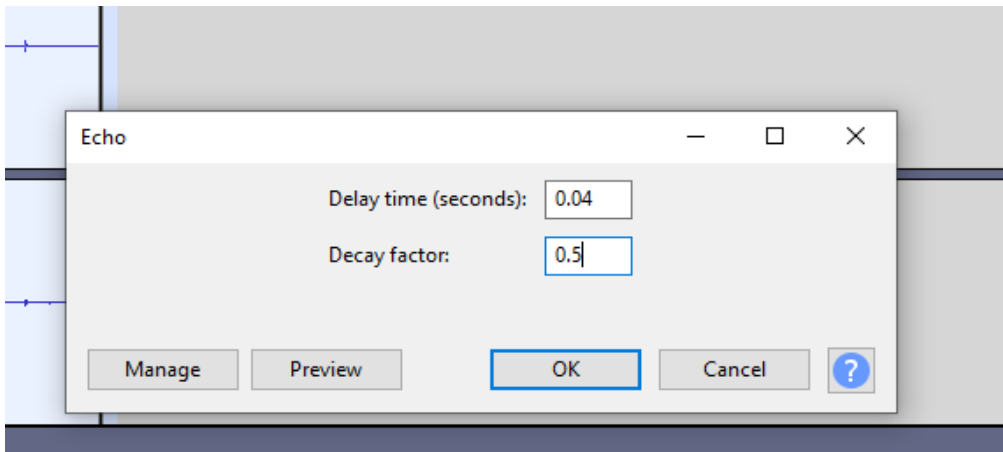


- ❖ Importer le fichier dans Audacity et commencer à faire quelque effet pour transformer votre voix en voix de robot

❖ Amplifier la voix



❖ Changer Delay time à 0.04, et Decay factor à 0.5 :



❖ Changer Pitch à un pourcentage vers -13.00, pour obtenir une voix de

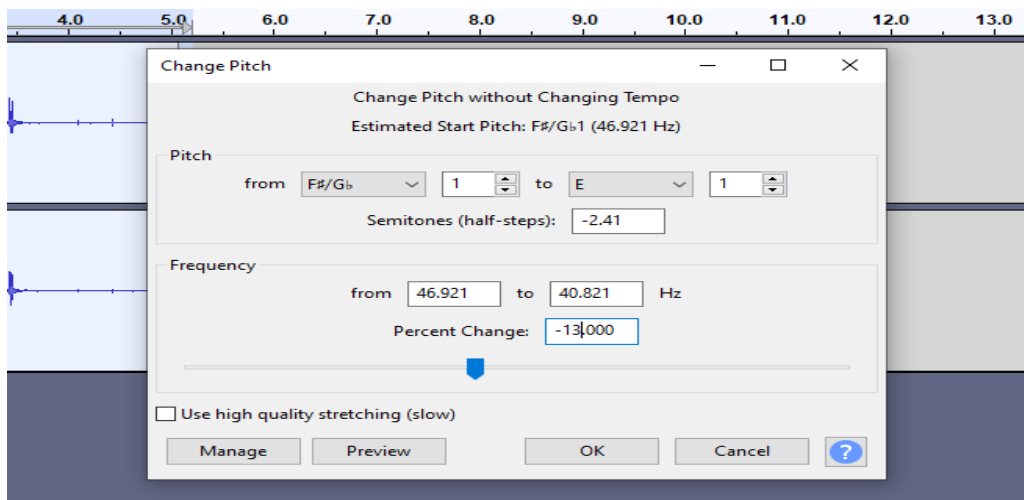


Figure III-10 : les différents figures d'utilisation de Logiciel Audacity. [Auteur]

III.5. Le cout de réalisation de circuit de commande :

N°	Matériels	Quantité	Prix Unitaire (DA)
1.	Arduino Nano	1	2000 ,00
2.	Arduino Pro Micro	1	2000,00
3.	Capteur Ultrasons	4	400,00
4.	Capteur d'eau	1	200,00
5.	DFPlayer (BY8001-16P)	1	1500,00
6.	ESP8266	1	300,00
7.	Moteur Vibrant	1	100,00
8.	Buzzer	1	50,00
9.	Fils de connexion	1	500 ,00
10.	La canne blanche	1	500,00
11.	Batterie Lipo	1	450 ,00
Prix Totale :			9200 ,00

Tableau III-1 : Le cout de réalisation de circuit de commande

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous venons de voir les différentes étapes et les différents tests de réalisation du système de notre canne.

Conclusion générale:

Conclusion générale :

Lors de la préparation de mon projet de fin d'études, nous avons essayé d'appliquer les connaissances acquises au cours de notre étude universitaire pour parvenir à l'application de la canne intelligente.

Dans ce mémoire, nous avons étudié l'environnement quotidien des personnes ayant une déficience visuelle en utilisant des études réalisées par des organisations et des associations s'intéressant à cette catégorie de la société, en plus de témoignages des personnes souffrant de cécité totale ou d'un manque de considération, à base de ces informations j'ai déterminé le cahier de charge qui me permette de construire le smart canne.

Une canne intelligente est un ensemble des capteurs qui fonctionnent de manière cohérente pour assurer l'arrivée rapide des informations appropriées en permettant l'utilisateur de prendre la décision adéquate et vivre en toute sécurité et indépendamment des autres.

Comme perspectives de projet, nous souhaitons de profiter des avantages de l'internet des objets pour avoir une canne intelligente assisté par satellite ou l'utilisateur peut être assisté à distance par un proche ou une plateforme smart. En plus, nous suggérons de profiter des services de smartphone comme les services de Google Map, guidage vocal, l'horloge parlante, le lecteur mp3 (pour traduire les informations des capteurs vers des notifications vocal)

Au cours de notre travail de réalisation, nous avons l'idée d'améliorer et simplifier le fonctionnement de la canne intelligente en modes de travail compatibles à environnements extérieure.

Annexes

Annexes:

Annexe1:

- ❖ Les caractéristiques du capteur à ultrasons HC-SR04 :
 - Alimentation : + 5V DC.
 - Courant de repos : <2mA
 - Courant de travail : 15mA.
 - Angle effectif : <15 °.
 - Distance de télémétrie : 2 cm - 400 cm / 1 " - 13 pieds.
 - Résolution : 0,3 cm.
 - Angle de mesure : 30 degrés.
 - Trigger Input Pulse width: 10uS.
 - Dimension : 45 mm x 20 mm x 15 mm.

Annexe2 :

- ❖ Les caractéristiques du détecteur d'eau :
 - Dimensions : 60 × 21 × 7 mm

Le module ST045 possède trois broches :

- La masse (GND),
- L'alimentation VCC de 3 à 5 V
- La sortie (signal), branché à la carte Arduino au pin A0 analogique.

Annexe3 :

- ❖ La description technique du module ESP8266 :
 - WIFI direct 802.11 b/g/n,
 - Une pile de protocole TCP/IP intégrer.
 - Processeur 32 bits intégrer de faible puissance.

- Il fonctionne à 3,3 V et ne possède pas de régulateur de tension, il faudra donc bien veiller à toujours l'alimenter en 3,3 V et non en 5 V ou depuis un pack de piles.

❖ Les avantages de ESP8266 :

- Pas cher.
- Environnement de programmation clair et simple (Arduino).
- Multiplateforme : tourne sous Windows, et Linux.
- Nombreuses bibliothèques disponibles avec diverses fonctions implémentées.
- Nombreux conseils, tutoriaux et exemples en ligne (forums, site perso, etc.).

Annexe4 :

❖ Spécifications techniques de la carte Arduino Nano 3.0 :

- Microcontrôleur Atmel ATmega328
- Voltage opérationnel (au niveau logique) : 5 V
- Voltage d'entrée recommandé : de 7 à 12 V
- Limite de voltage d'entrée : de 6 à 20 V
- Pins d'entrées/sorties digitales : 14 (dont 6 proposent une sortie PWM)
- Pins d'entrée analogique : 8
- Courant direct par pin d'entrée/sortie : 40 mA
- Mémoire Flash : 32 KO (ATmega328) dont 2 KO sont utilisés par le boot loader
- SRAM : 2 KO (ATmega328)
- EEPROM : 1 KO (ATmega328)
- Vitesse d'horloge : 16 MHz
- Dimensions 0.73" x 1.70"

❖ Spécifications techniques de la carte Pro Micro :

- Équipé d'un microcontrôleur Atmel AVR ATmega32U4 avec contrôleur USB intégré.
- Microcontrôleur compatible avec Arduino Leonardo, avec Chargeur de démarrage (boot loader) Arduino pour utilisation avec le logiciel Arduino.
- 12 entrées et sorties numériques (broches I/O), dont 5 sorties PWM - 4 entrées analogiques - Fréquence d'horloge : 16 MHz.
- Mémoire flash 32 Ko dont 4 Ko déposés par le chargeur de démarrage (boot loader) - 2,5 Ko SRAM - 1 Ko EEPROM.

Annexe5 :

❖ Les caractéristiques du DFPlayer :

- Prise en charge des fichiers au format audio MP3 et WAV de haute qualité.
- Plage dynamique de sortie 24 DAC de 90 dB et SNR supérieure à 85 dB.
- Prend en charge 15 lectures de déclenchement vocal un à un, 8 modes de déclenchement de clavier au choix avec 3 configurations matérielles d'E / S permettant une plus grande variété d'applications.
- Prend en charge le contrôle du port série asynchrone UART pour la lecture, la pause, la piste suivante, les niveaux de volume de l'amplificateur, les sélections de piste, les interruptions pour les annonces publicitaires, etc.
- Volume intégré, piste, égaliseur de spectre, désactivation des fonctions de mémoire enregistrées.
- Le support de carte TF (Micro SD) prend en charge jusqu'à 32 Go de mémoire,

Design Specification	Parameters
MP3 And WAV file formats	Supported sampling rates 8 - 48K and Bit rates 8 - 320Kbps audio files
UART Interface	Standard serial port, 3.3V, TTL-level, baud rate 9600
Input voltage	3.6V-5V (Typical 4.2V)
Quiescent current	16MA (in Standby mode)
Amplifier power	3W/4ohm or 2W/8ohm speaker (module's amplifier chip gets rather hot driving 4 ohm speaker over very short period, 8 ohm speaker is recommended)
Dimensions	22mm*21mm
Working temperature	-40°C - 70°C
Humidity	5% - 95%

Tableau A-1 : spécification technique du DFPlayer

Annexe6 :

❖ Les caractéristiques du buzzer :

- Raccordement par picots (pas de 15 mm).
- Tension : 12 V (3-24).
- Fréquence : 3.7 KHz.
- Intensité : 14 mA.
- Niveau sonore : 90db
- Diamètre : 23 mm
- Hauteur : 19 mm.

Annexe7 :

❖ **Annexe7.1** : La programmation du capteur ultrason

- Déclaration des variables, des constantes, l'inclusion des librairies...

```

finalproject$
#include <Ultrasonic.h>
#include <BY8001.h>
#include "SoftwareSerial.h"
#include "BY8X01-16P.h"
|
SoftwareSerial mp3Serial(10, 9); // RX, TX
BY8001 mp3;

const int trigpin1 =8, echopin1=7 ; //ultraasensor1
const int trigpin2 =6, echopin2=5 ; // ultra2
const int trigpin3 =12, echopin3=13 ; //ultra3
const int trigpin4 =3, echopin4=4 ; // ultra4

long dis1, dis2,dis3 ,dis4 ;
long dur1 , dur2 ,dur3 ,dur4 ;

```

Déclaration du Libraries

Définie Rx et Tx du DFPlayer pour la transmission et réception du son

Déclarer les pins du chaque capteur ; et définie la durée et la distance du chaque capteur

- La fonction d'initialisation « setup () » :

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  mp3Serial.begin(9600);
  mp3.setup(mp3Serial);
  delay(800);
  mp3.setVolume(25);
  delay(100);
}

```

Configurer le serial du DFPlayer avec Arduino ; et régler le volume du son

- La fonction d'initialisation « Loop () » :

```
void loop() {  
  //ultra 1  
  pinMode(trigpin1, OUTPUT);  
  digitalWrite (trigpin1, LOW);  
  delayMicroseconds (2);  
  digitalWrite (trigpin1, HIGH);  
  delayMicroseconds (10);  
  digitalWrite (trigpin1, LOW);  
  pinMode(echopin1, INPUT);  
  durl= pulseIn(echopin1, HIGH);  
  dis1= durl*0.034/2;
```

Nettoyer " Trig pin", puis placez le pin Trig en état HIGH. Après cela, lisez "Echo pin" et renvoyez le temps de parcours des ondes sonores en microsecondes pour calculer la distance.

Remarque : le même programme pour les autres trois capteurs.

- Les conditions pour appeler l'un des fonctions :

//condition 1 :

```
//navigation  
  
  if (dis4 > 10) {  
    Serial.println("go down");  
    mp3.playTrackByIndexNumber(004);  
    delay(1000);  
  }
```

Si la condition est atteinte, la fonction « mp3. playTrack » appellera le sonore qui a le nom « 004 » ; et DFPlayer sera activé

// condition 2 :

```
if (dis1<7 || dis2>dis1 || dis3>dis2 ){  
  Serial.println("go Up");  
  mp3.playTrackByIndexNumber(002);  
  delay(1000);  
}
```

Remarque :

La même méthode se répétera dans d'autres conditions ; et chaque condition a un sonore nommé.

❖ **Annexe7.2** : La programmation du capteur de niveau d'eau ST045

- La fonction d'initialisation « setup () » et déclaration des variables, des constantes :

```
watersensor §
```

```
const int waterSens = A0;
const int buzzer = 8;
const int Moteur =7;
int SensorValue;

void setup() {

  Serial.begin(9600);
  pinMode(waterSens, INPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  pinMode(Moteur, OUTPUT);

}
```

Déclarer les pins du capteur, buzzer, moteur

Définie capteur d'eau comme INPUT pour donner la valeur de niveau d'eau. Buzzer et moteur comme OUTPUT.

- La fonction d'initialisation « Loop () » :

```
void loop() {

  int sensorValue = analogRead(waterSens);
  if (sensorValue >= 600) {
    tone(speaker, 800);
    digitalWrite(Moteur, HIGH);
    Serial.println("--- ALARM ACTIVATED ---");
    delay(1000);
  }
  else {
    noTone(speaker);
    digitalWrite(Moteur, LOW);
    Serial.println("--| NO ALARM ---");
    delay(1000);
  }
}
```

Lecture de la valeur du niveau d'eau ; si la condition est vrai, l'alarme se déclenche : le buzzer sonnera et le moteur fera quelques vibrations ; si la condition n'est pas vraie, aucune alarme ne se déclenche ; et le buzzer, le moteur sera en l'état LOW

❖ **Annexe7.3** : La programmation du ESP8266 (GPS)

- Déclaration des variables, des constantes, l'inclusion des librairies...

```
GPSBlynk $
#define BLYNK_PRINT Serial
#define lwip_open_src
#include <SPI.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

char auth[] = "3kd ";
char ssid[] = "WIFI name ";
char pass[] = "WIFI password";

WidgetMap myMap(V1);
#define ESP8266_BAUD 115200
```

Copier « Auth » de l'application Blynk qui est reçue sur votre e-mail.
Et écrivez le nom et mot de passe de votre WIFI

On choisit la sortie du Map que nous allons configurer le sur application Blynk

- La fonction d'initialisation « setup () » « Loop () » :

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  delay(10);

  Serial.begin(ESP8266_BAUD);
  delay(10);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);

  myMap.clear();
  int index = 1;
  float lat = 51.5074;
  float lon = 0.1278;
  myMap.location(index, lat, lon, "value");
}

void loop() {
  Blynk.run();
}
```

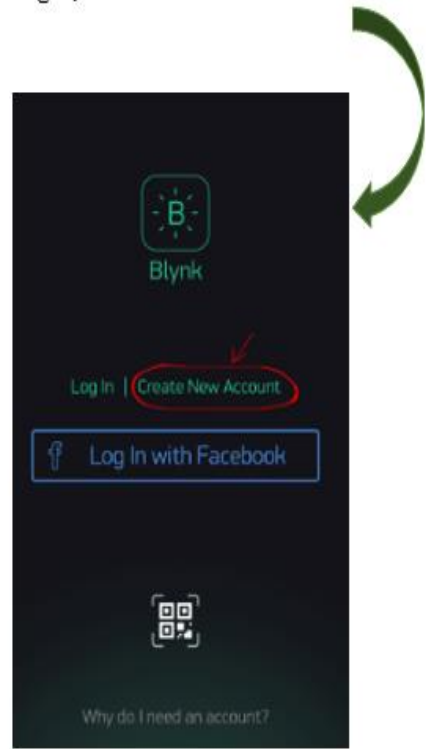
Configurer l'application Blynk par Auth et WIFI que nous avons défini

Localiser la carte avec les coordonnées GPS : Latitude et Longitude ; après cela, nous exécutons l'application Blynk

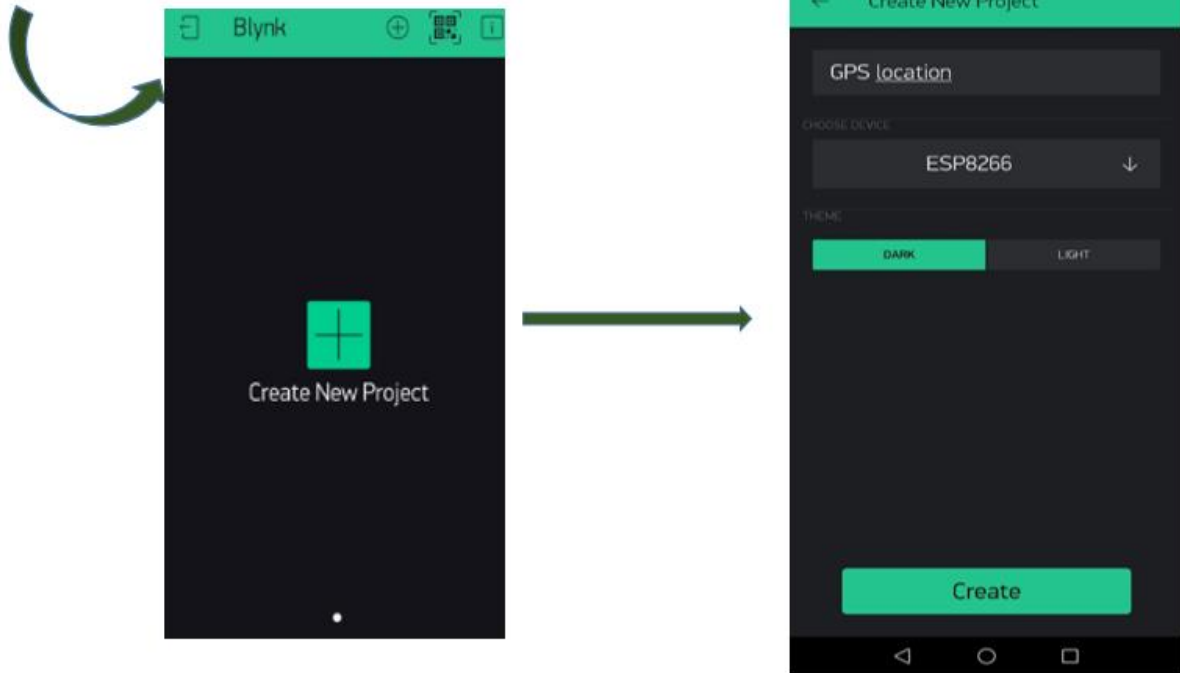
Annexe8 :

- ❖ Guide de démarrage de l'Application Blynk

Une fois l'application Blynk téléchargée, vous aurez besoin de créer un nouveau compte Blynk.



Un compte est nécessaire afin de sauvegarder vos projets et y avoir accès à partir de plusieurs périphériques et de n'importe où. C'est aussi une mesure de sécurité.



Après le téléchargement du programme sur Arduino, nous utilisons notre "WIFI " et notre "Auth Token" ; nous nous tournons vers l'application Blynk et nous choisissons l'un de widget Box "Map"

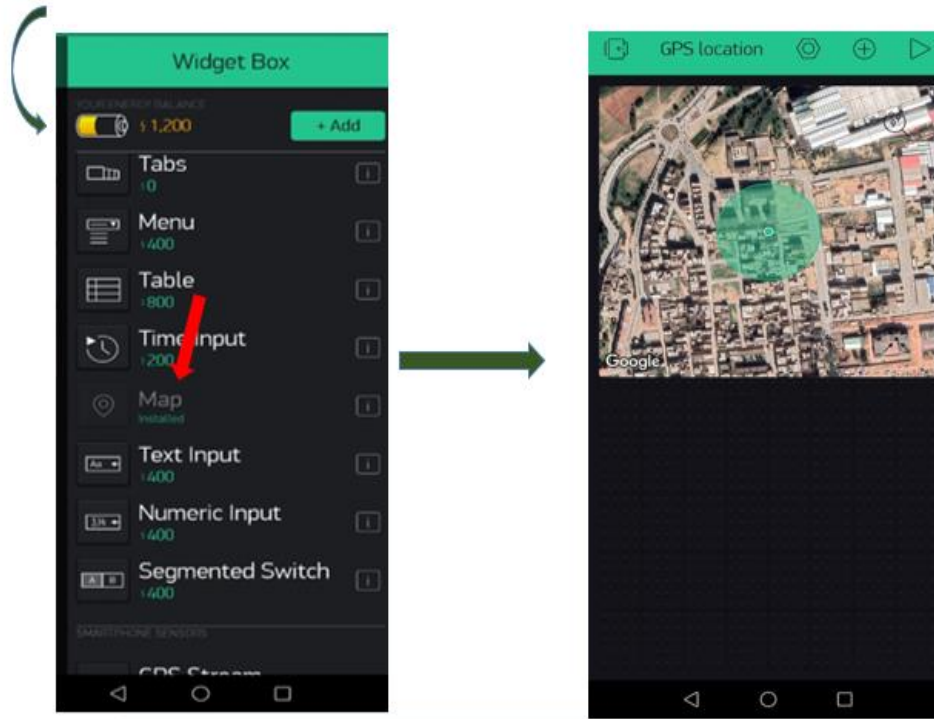


Figure A-01 : Guide de démarrage de l'Application Blynk

Bibliographie :

- [1]. <https://www.larousse.fr/archives/medical/page/107>, consulté le 15 février 2019.
- [2]. <https://sante-medecine.journaldesfemmes.fr/faq/37384-malvoyant-definition>, consulté le 15 février 2019.
- [3]. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>, consulté le 15 février 2019
- [4]. <http://www.arradv.fr/comprendre-deficiences-visuelles/quest-ce-que-la-vision/>,
Consulté le 15 février 2019.
- [5]. https://fr.wikipedia.org/wiki/%C5%92il_humain#:~:text=L'%C5%93il%20humain%20est%20constitu%C3%A9,blanc%20%C2%BB%20de%20l'%C5%93il.
- [6]. <http://accessibilite.universelle.apf.asso.fr/media/02/01/1082664205.pdf>
- [7]. <https://www.unadev.com/le-handicap-visuel/les-aides/aides-techniques/>, consulté le 2 juin 2019.
- [8]. <http://www.jeanmarcmeyrat.ch/blog/2014/10/22/lhistoire-de-la-canne-blanche/>
- [9]. http://www.visioptronic.fr/sites/default/files/bd_fiches_techniques_tom_pouce.pdf
https://fr.wikipedia.org/wiki/Canne_blanche.
- [10]. <https://www.google.dz/search?sclient=psy-ab&btnG=Rechercher&q=ultracanne+canne+blanche+electronique+110cm>.
- [11]. <http://www.futura-sciences.com/magazines/high-tech/infos/actu/d/electronique-eyecanecanne-electronique-non-voyants-55716/>
- [12] : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ultrason/>

Bibliographie

- [13]. [http://www.nationaljournals.com//Third eye for the blind using Arduino and ultrasonic sensor](http://www.nationaljournals.com//Third%20eye%20for%20the%20blind%20using%20Arduino%20and%20ultrasonic%20sensor) ; publié le Janvier2018, Par: M Narendran, Sarmistha Padhi, Aashita Tiwari
- [14]. <https://www.gotronic.fr/pj2-35211-1758.pdf>
- [15]. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf
- [16]. http://www.techmania.fr/arduino/Decouverte_arduino.pdf
- [17]. https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer_Mini_SKU_DFR0299
- [18]. [http://dictionnaire.reverso.net/francais-définition/buzzer/](http://dictionnaire.reverso.net/francais-d%C3%A9finition/buzzer/)
- [19]. <https://download.mikroe.com/documents/datasheets/battery-datasheet.pdf>
- [20]. <https://www.tinkercad.com/>
- [21]. <https://docs.blynk.cc/>
- [22]. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Audacity>
- [23]. <//Downloads/M%C3%A9moire%20canne%20blanche.pdf> (OLYMPIADE DE PHYSIQUE France Par Garcia Diego , Flores José)
- [24]. PDF// Thèse Doctorat : Vision Artificielle pour les non-voyant // Université du Toulouse le 18/07/2014 par Adrien Brilhaut
- [25]. <https://www.amazon.fr/algerie-dz-com/s?k=algerie-dz.com>