

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique Et D'informatique
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE
Mémoire De Fin d'Etudes
DE MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Génie électrique

Spécialité : ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE

Présenté par :

AIT MOHAMMED WALID

Thème

**Conception et Réalisation d'un Radar de Recul
Automobile à base d'Arduino et Processing**

Mémoire soutenu publiquement le 01/10/2018 devant le jury composé de

PRESIDENT	Mme LAGHA	U.M.M.T.O
EXAMINATEUR	Mme FEKRACHE	U.M.M.T.O
ENCADREUR	Mr. ZIRMI	U.M.M.T.O

Promotion: 2017/2018

Remerciements



Nous remercions d'abord le bon Dieu qui nous a donné le courage, la patience, la santé et la volonté d'arriver à la fin de ce travail.

*Nous tenons à remercier notre promoteur Monsieur **ZIRMI** pour son aide, sa disponibilité et les conseils qu'il n'a cessé de nous prodiguer pour l'aboutissement de ce modeste travail, qu'il trouve ici notre profonde gratitude et toute notre reconnaissance et notre respect.*

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner ce travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin à toutes et tous ceux qui ont contribué au déroulement de ce travail. Que tous les enseignants ayant contribué et participé à notre formation trouvent ici notre profond respect.

Dédicaces



Ce travail, et bien au-delà, je le dois à mes très chers parents qui m'ont fourni au quotidien un soutien et une confiance sans faille et de ce fait, je ne saurais exprimer ma gratitude seulement par des mots. Que dieu vous protège et vous garde pour nous.

A mon oncle DADA AMAR allah irehmou ;

A mes grands-parents ;

A mes sœurs : Radia et Kamelia ;

A mes frères : Hidouche et Riad ;

A mes nièces : Malak , Marwa, Anfal ;

A mes neveux : Rayan, Yacine, Ishak et Mohamed wassime ;

Enfin a tout(e)s mes ami(e)s : Gaya, Sidi ali, Nadir, Mahi Mohamed, Imad,

Amine, Hichma, Ben youcef nassim (DJ nassim)... ;

A ma chère fariza, merci.

Walid.

Table des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Antenne radar Altair	3
Figure I.2 : Stationnement du véhicule	4
Figure I.3 : Vue arrière d'un véhicule équipé de capteur d'aide au stationnement	5
Figure I.4 : Principe de mesure de distance à base d'un capteur ultrason	6
Figure I.5 : Les différentes étapes de calcul de distance.....	7
Figure I.6 : Les différents étapes du signal sonore	8
Figure I.7 : principe de fonctionnement du détecteur à ultrasonore	9

Chapitre II

Figure II.1 : Carte Arduino UNO.....	11
Figure II.2 : constitution de la carte arduino UNO	13
Figure II.3 : capteur ultrason HC-SR04.....	16
Figure II.4 : fonctionnement du capteur ultrason HC-SR04.....	17
Figure II.5 : bipper	18
Figure II.6 : Interface de la plateforme Arduino.....	19
Figure II.7 : Barre de boutons Arduino.....	20
Figure II.8 : HyperTerminal de l'Arduino (Moniteur Série.....	20
Figure II.9 : Structure générale du programme (IDE Arduino).....	21
Figure II.10 : l'interface de logiciel processing.....	22
Figure 17 : Communication entre la carte Arduino et Processing	22

Chapitre III

Figure III.1 : Schéma synoptique de notre projet.....	25
Figure III.2 : La connexion entre l'arduino et le détecteur a ultrason HC-SR 04.....	26
Figure III.3 : La connexion entre l'arduino et le buzzer	27
Figure III.4 : La connexion entre l'Arduino et les led	28
Figure III.5 : La connexion entre l'arduino et les détecteurs a ultrason HC-SR 04, Buzzer, Leds	28
Figure III.6 : Schéma complet.....	29
Figure III.7 : Partie déclaration des variables	30
Figure III.8 : Partie configuration	31
Figure III.9 : Partie programme principal	32
Figure III.10 : Compilation et télé-versement du programme	33
Figure III.11 : une simulation en temps réel de fonctionnement du radar de recul	34
Figure III.12 : Vue de l'ongle droit.....	34
Figure III.13 : Vue en arrière.....	35

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE RADAR DE REcul

I.1. Introduction.....	2
I.2. Historique.....	2
I.3. Le RADAR	3
I.3.1. C'est quoi le RADAR?	3
I.3.2. Domaine d'utilisation du radar	3
I.4. Radar de recul	4
I.5. Principe de fonctionnement d'un radar de recul	4
I.5.1.. Principe de mesure	6
I.6. Détection d'obstacle	6
I.7. Activation du système	7
I.8. La technologie des ultrasons	8
I.8.1. Détecteurs à ultrason	8
I.9. Pourquoi le choix des capteurs à ultrason?	9
I.10. Conclusion	10

CHAPITRE II : ETUDE DU LA PARTIE MATERIELS ET LOGICIELS DU PROJET

II.1. Introduction	11
II.2. Conception du radar de recul.....	11
II.2.1. Conception matériel	11
II.2.1.1. La carte Arduino uno	11
II.2.1.2. Le capteur ultrasonique	15
II.2.1.3. Bipper (buzzer)	18
II.3. Conception logiciel.....	18
II.3.1. Plateforme de programmation Arduino	18
II.3.1.1. Présentation	18
II.3.1.2. Structure générale du programme (IDE Arduino)	20
II.3.2. Logiciel IDE de PROCESSING	21
I.3.2.1. Communication entre la carte Arduino et logiciel Processing.....	22
II.4. Algorithme principale de détection d'un objet	23
II.5. Conclusion	24

CHAPITRE III : CONCEPTION E REALISATION DU RADAR DE REcul

Introduction	25
III.1. Réalisation de projet.....	25
III.1.1. Composants utilisés.....	25
III.2. Communication	25
III.2.1. La connexion entre l'Arduino et les détecteurs a ultrason HC-SR 04	25
III.2.2. La connexion entre l'Arduino et le buzzer	26
III.2.3. La connexion entre l'arduino et les leds	27

III.2.4. La connexion entre l'arduino et les détecteurs a ultrason HC-SR 04, Buzzer, Led	28
III.3 Le principe de notre projet dans ce programme est	30
III.4 La programmation de commande.....	30
III.4.1 Les parties de programme	30
III. 5. Télé-versement du programme vers la carte Arduino	33
III. 6. Interface processing	34
III. 7. Le montage réel	35
III. 4. Conclusion.....	35
CONCLUSION GENERALE.	36

Liste des tableaux

Tableau II.1: Caractéristiques techniques de la carte Arduino UNO.....	13
Tableau II.2: Spécification et limites.....	16

Introduction générale

De nos jours, l'électronique est de plus en plus importante dans la conception, la réalisation et l'exploitation des véhicules automobiles, elle représente environ 40% de la valeur totale d'une automobile, du fait de l'explosion du nombre des fonctions électroniques dans une automobile. L'objectif de l'électronique automobile est d'améliorer le fonctionnement des systèmes mécaniques, augmenter la sécurité et le confort, faire mieux à moindre coût. Les applications se répartissent en 5 types : le contrôle moteur (injection, allumage, alimentation...), l'amélioration des systèmes mécaniques (transmission automatique, direction assistée, suspension active ...), les systèmes de sécurité (ABS, ESP, AFU, airbags, ceintures, radars de recul), l'habitacle (poste de conduite, confort, communication...) et le châssis (climatisation, multiplexage...).

Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés au radar de recul, dont le but est la détection d'obstacles par émission et réception des ultrasons, et de manœuvrer une automobile pour prendre place dans un parking très serrée et de se garer sans aide extérieure.

Pour bien présenter notre travail, le mémoire sera composé de trois chapitres qui peuvent être résumés comme suit :

Dans le premier chapitre, une présentation de radar et l'objectif de travail puis le principe de détection à base des capteurs ultrasons.

Le deuxième chapitre porte sur la description des composants utilisés dans ce prototype.

Et enfin le troisième chapitre comporte les différentes étapes pour réaliser un radar de recul pour la détection des objets, puis la programmation de la carte Arduino et Processing qui sont les outils responsables de contrôle de tous les composants de ce projet.

Le but de ce travail est de connaître la précision du système de détection et la façon améliorer le niveau de sécurité, de voir les résultats obtenus à travers le véhicule utilisé et équipé de capteurs.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE RADAR DE RECUL

I.1. Introduction :

Le terme radar est issu de l'acronyme anglais Radio Detection And Ranging. Initialement destiné à des applications militaires, le système radar a connu un essor rapide durant la Seconde Guerre mondiale. Aujourd'hui, les systèmes radar sont aussi très largement répandus dans des applications civiles telles que la surveillance du trafic aérien, la météorologie ou encore la sécurité automobile. Le radar est donc aujourd'hui un système indispensable et très largement utilisé qu'il serve à surveiller un territoire ou pour éviter des collisions.¹

I.2. Historique² :

En 1886, Heinrich Hertz démontra la similitude entre ondes "lumineuses" et ondes "radio", toutes deux électromagnétiques. Leur différence essentielle est que la longueur d'onde de ces dernières est beaucoup plus grande que celle des ondes lumineuses. Hertz montra que les ondes "radio" pouvaient, elles aussi, être réfléchies par les corps métalliques et diélectriques. Dès 1904, l'Allemand Christian Hülsmeier décrivait un "appareil de projection" et de réception d'ondes hertziennes pour donner l'alarme en présence d'un corps métallique tel qu'un navire ou un train situé dans le faisceau du projecteur. Cette possibilité était vérifiée expérimentalement de façon plus ou moins complète de 1922 à 1927 par un certain nombre de chercheurs parmi lesquels on peut citer : les Américains A. H. Taylor et L. C. Young du Naval Research Laboratory (N.R.L.), utilisant une longueur d'onde de 5 mètres, les Français M. Mesny et P. David, se servant d'une longueur d'onde de 1,8 m, et M. Pierret et C. Gutton, employant une longueur d'onde de 0,16 m. Quoique peu écoutés et disposant de faibles moyens, ces chercheurs restèrent à l'affût. En juin 1930, l'Américain L. A. Hyland obtint une détection accidentelle d'un avion passant dans un faisceau d'ondes "radio" de 9 mètres de longueur d'onde. Dès lors, le N.R.L. (A. H. Taylor, L. C. Young et L. A. Hyland) expérimenta de 1930 à 1934 un premier système de "détection d'objets par radio" en ondes métriques (environ 5 m de longueur d'onde) permettant des détections d'avions distants de quelque 80 kilomètres. De son côté, le Français P. David (du Laboratoire national de radioélectricité) expérimentait à la même époque un système analogue (barrage David), obtenant au Bourget, en 1934, des détections d'avions à environ 10 kilomètres. En Outre, la Compagnie générale de

¹ Julien Delprato, Thèse de doctorat ; université de Limoge ; France, 2016.

² Michel-Henri Carpentier: ancien directeur technique général de Thomson et de Thomson-C.S.F. (aujourd'hui Thales).

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE RADAR DE REcul

télégraphie sans fils (C.S.F.), avec, entre autres, M. Ponte et C. Gutton, déposait le 20 juillet 1934 un brevet français qui concernait un "nouveau système de repérage d'obstacles et ses applications" employant des longueurs d'onde beaucoup plus courtes (0,16 m). Les Allemands, dans la même période.

I.3. Le RADAR

I.3.1. C'est quoi le RADAR ?

Le **radar** est un système qui utilise les ondes électromagnétiques pour détecter la présence et déterminer la position ainsi que la vitesse d'objets tels que les avions, les bateaux, ou la pluie. Les ondes envoyées par l'émetteur sont réfléchies par la cible, et les signaux de retour (appelés *écho radar* ou *écho-radar*) sont captés et analysés par le récepteur, souvent situé au même endroit que l'émetteur.



Figure I.1 : Antenne radar Altair.

I.3.2. Domaine d'utilisation du radar :

Le radar est utilisé dans de nombreux contextes on site quelque domaine

- **Météorologie :** Un radar météorologique est un type de radar utilisé en météorologie pour repérer les précipitations, calculer leur déplacement et déterminer leur type pluie, neige, grêle, etc.
- **Astronautique :** L'astronomie radar est une technique d'observation des objets astronomiques proches de la Terre qui consiste à envoyer des micro-ondes sur des objets cibles et à analyser les signaux réfléchis.
- **L'industrie automobile :** Au cours des dernières années, on dénombre plusieurs cas d'accidents mortels et d'accident matériel mettant en cause les manœuvres de recul de véhicules dans les chantiers de construction, dans le stationnement parking et même à

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE RADAR DE RECUL

la maison. Ces accidents surviennent malgré la présence d'un avertisseur sonore opérationnel et conforme aux règlements en vigueur. Il s'avère donc nécessaire d'équiper de tels véhicules de dispositifs plus sécuritaires.

Dans notre projet, nous sommes chargés de réaliser un dispositif électronique qui sert à déterminer l'existence d'un obstacle à l'arrière d'un véhicule.

I.4. Radar de recul :

Le radar de recul est un système utilisé dans l'industrie automobile pour améliorer la visibilité à l'arrière du véhicule. Ce type de radar fonctionne sur le même principe qu'un radar classique, sans toutefois utiliser les mêmes types d'ondes. [4]

Alors qu'un radar classique utilise des ondes radio, le radar de recul se caractérise par l'utilisation d'ondes ultrasonores. Il est également composé d'une centrale électronique et d'un avertisseur sonore.

La plupart des véhicules récents sont équipés d'un radar de recul. Cet accessoire permet de détecter la distance entre le pare-choc arrière de la voiture et l'objet le plus proche.

Un tel système est capable de signaler la distance à laquelle se trouve l'obstacle, comprise entre 5 cm et 1,5 m. [5]

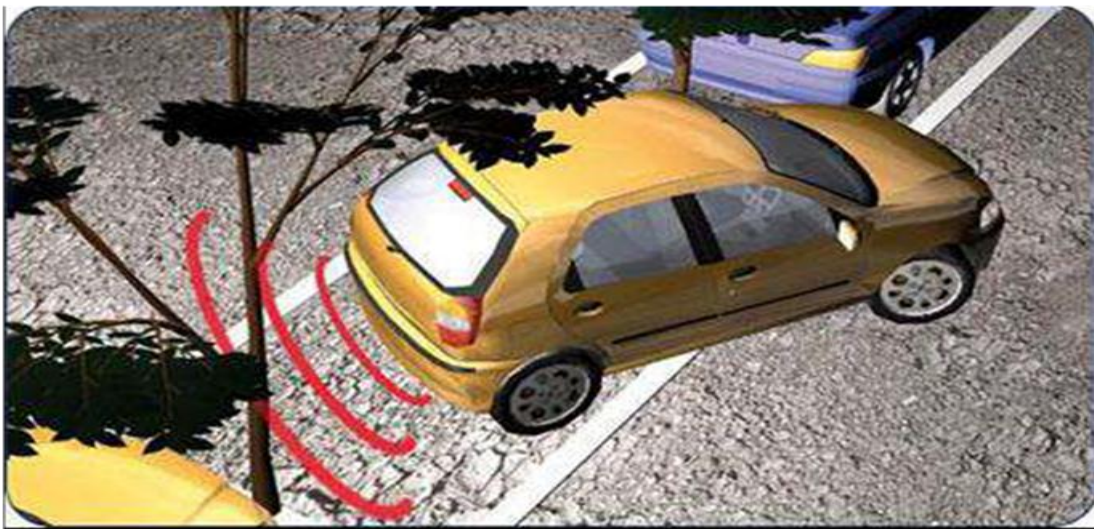


Figure I.2 : Stationnement du véhicule

I.5. Principe de fonctionnement d'un radar de recul :

Garer son véhicule, effectuer une manœuvre en toute sécurité, n'est pas toujours chose facile. Les constructeurs, conscients de ces difficultés, apportent une aide aux conducteurs en équipant les véhicules d'un dispositif de détection d'obstacles.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE RADAR DE RECUL

Ce système améliore l'aide à la conduite en cours de manœuvre. Les personnes et les biens matériels se trouvant dans la zone d'évolution du véhicule sont signalés au conducteur.

Lors d'une manœuvre en marche arrière, le conducteur est informé par un signal sonore de la présence d'un obstacle. La fréquence du signal est modulée d'après la distance qui sépare l'obstacle du véhicule.

L'aide au stationnement fonctionne sur le principe du sonar, il utilise les ultrasons émis par les capteurs, ces ultrasons rebondissent sur l'obstacle pour être captés et renvoyés au calculateur.

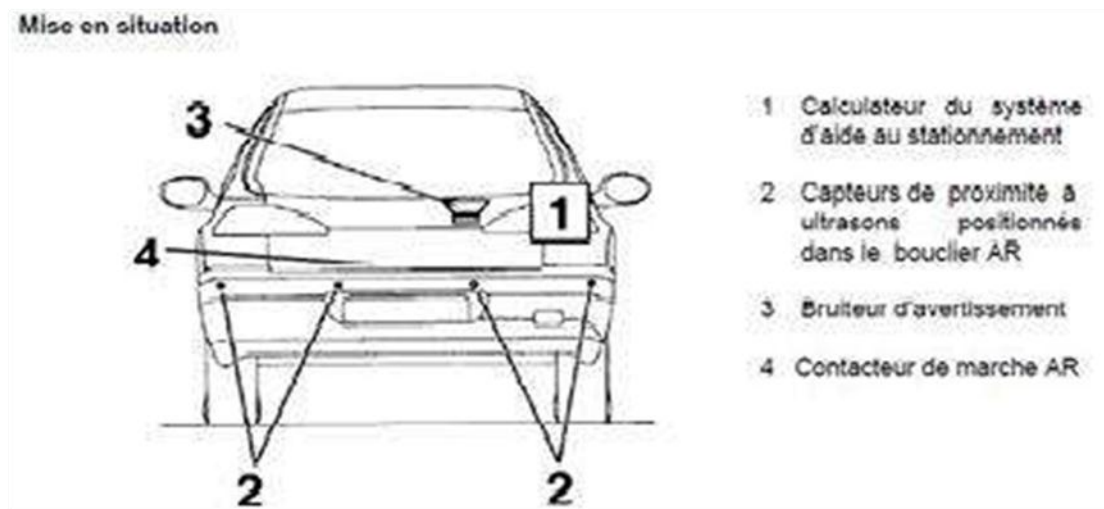


Figure I.3 : Vue arrière d'un véhicule équipé de capteur d'aide au stationnement

Le capteur utilisé pour la détection d'un obstacle émet d'abord un signal d'ondes sonores et le réceptionne ensuite en retour par le phénomène de l'écho, sous une fréquence variable, fonction de la distance avec l'obstacle de réflexion.

Lors de l'enclenchement de la marche arrière, le système mesure la distance comprise entre l'arrière du véhicule et l'obstacle le plus proche.

Un signal sonore à rythme variable est émis par le bruiteur pour informer le conducteur du rapprochement de l'obstacle dans la zone de détection. Le rythme d'émission du signal s'accélère au fur et à mesure que le véhicule se rapproche de l'obstacle. Le signal sonore devient continu lorsque la distance mesurée est inférieure à 0,30 m (cette valeur est une moyenne qui peut varier selon la marque et le type du véhicule).

Le calculateur a accès aux informations suivantes :

- Temps séparant l'onde d'émission de celle de réception venant de l'écho;
- La vitesse de propagation des ondes ultrasonores (déplacement dans l'air ~ 340 m/s).

[5]

I.5.1. Principe de mesure :

Le principe du calcul de la distance est simple: il faut émettre une trame d'impulsion ultrasonore, et compter le temps d'attente à la réception. Étant donné que la vitesse du son est connue, on aura : $d = v * t / 2$

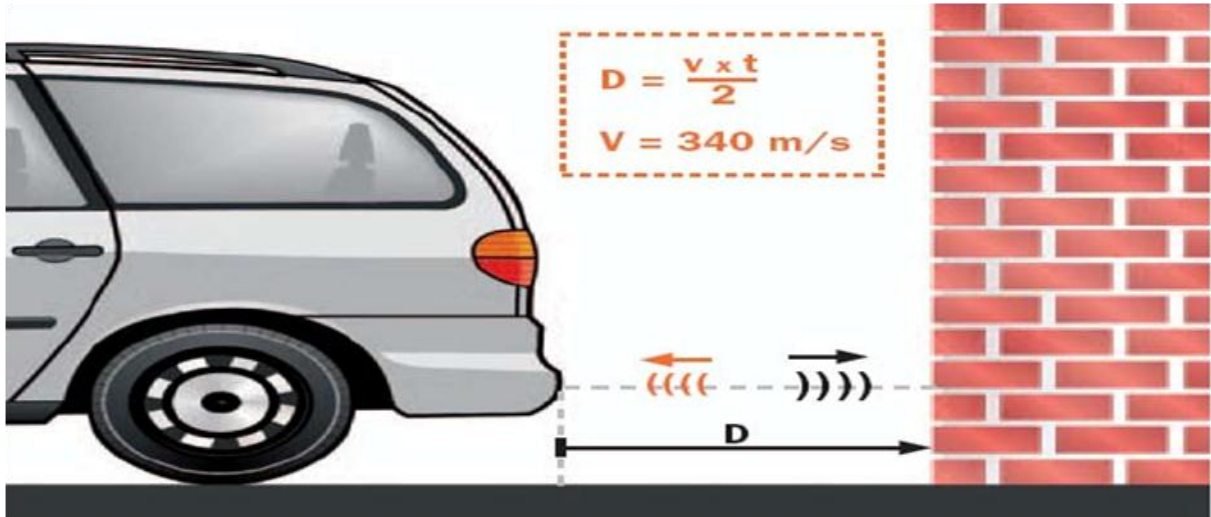


Figure I.4 : Principe de mesure de distance à base d'un capteur ultrason

I.6. Détection d'obstacle :

Les principes de la détection d'obstacles inclut aussi la présence humaine, et d'un autre côté, sur l'utilisation des dispositifs de détection sur des véhicules industriels.

Les principes de détection de présence humaine ou d'objets sont nombreux: à base d'ultrason, de détecteurs capacitifs, de détecteurs à infrarouge, de radar micro-onde, et d'autres.

L'utilisation des détecteurs, que ce soit à base d'ultrason ou autres, est présente aussi dans plusieurs domaines, on peut citer la sécurité, les systèmes antivol ou en robotique. [3]

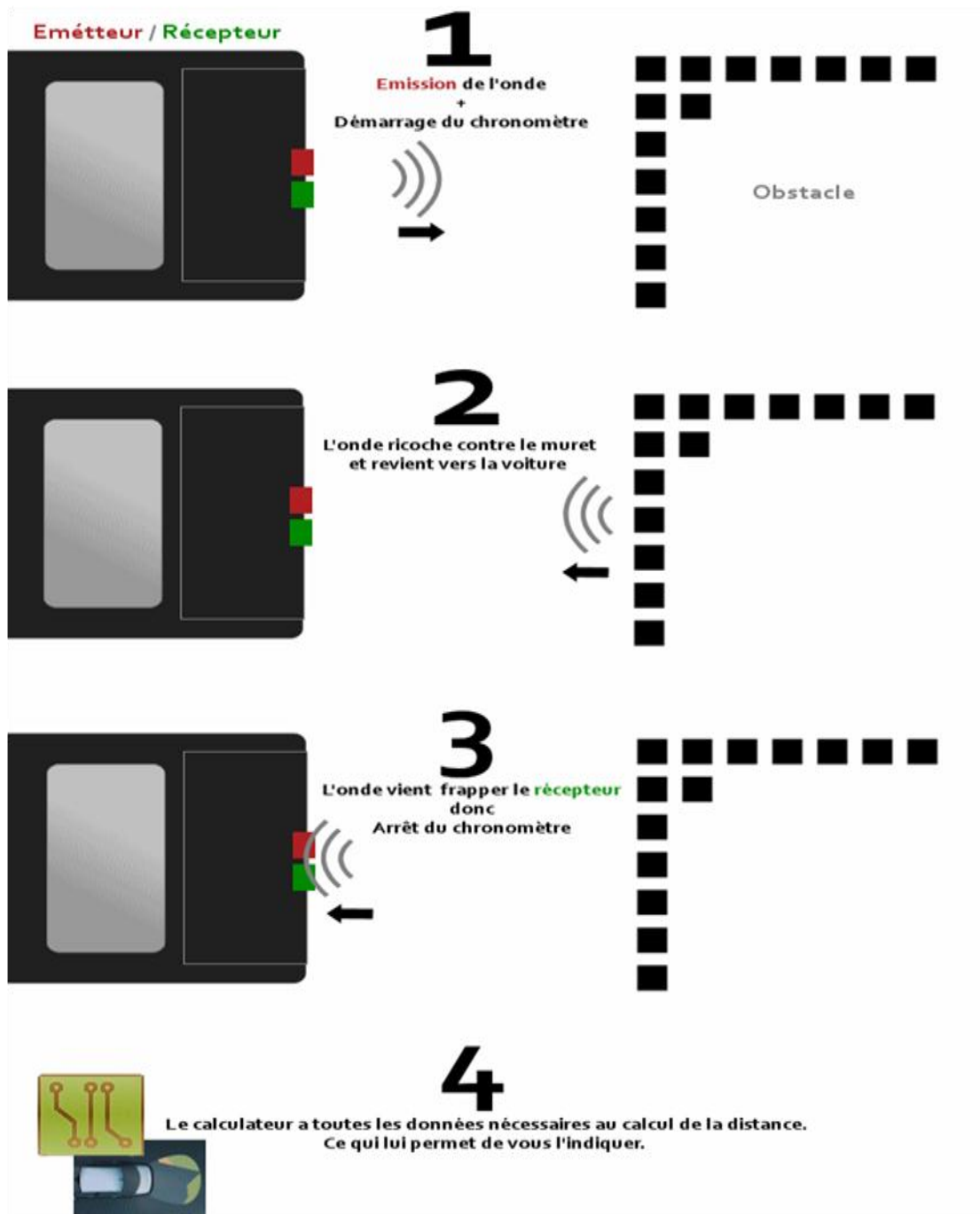


Figure I.5 : Les différentes étapes de calcul de distance.

1.7. Activation du système

Le système d'aide au stationnement est automatiquement activé dès que l'on passe la marche arrière, un double "bip" signale son activation.

La présence d'un obstacle est indiquée par un signal acoustique qui devient de plus en plus continu en fonction du rapprochement dudit obstacle.

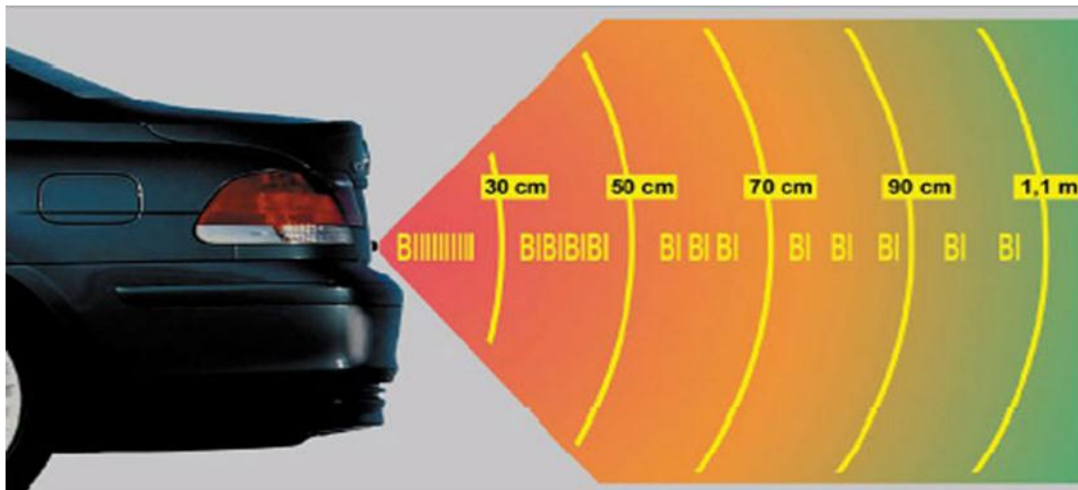


Figure I.6. Les différents étapes du signal sonore.

Le signal sonore devient continu lorsque la distance entre l'obstacle et le véhicule est inférieure à 30cm.

I.8. La technologie des ultrasons :

Le phénomène utilisé dans ce cas est les réflexions des ondes ultrasonores. Les ondes ultrasonores sont des ondes sonores donc des ondes mécaniques. Cependant, leurs fréquences sont plus élevées que 20khz. De ce fait elles sont inaudibles donc pas perceptibles par l'oreille humaine. Il n'y a donc pas de gêne pour l'utilisateur. Le radar de recul ultrasonique possède un émetteur et un récepteur à ultrasons placés côte à côte. L'émetteur génère une onde ultrasonore en arrière du véhicule. En présence d'un obstacle, une partie de l'onde est réfléchi vers le récepteur. Le conducteur du véhicule est renseigné sur cette distance par un signal visuel.

I.8.1. Détecteurs à ultrason :

L'ultrason est un son dont la fréquence est supérieure à 20 kHz. Le nom vient du fait que leur fréquence est trop élevée pour être audible pour l'homme. Deux principes physiques sont utilisables pour constituer le capteur : par effet électronique ou par effet piézoélectrique.

Ces capteurs utilisent l'air comme milieu de propagation. L'émetteur et le récepteur sont situés dans le même boîtier. L'émetteur envoie un train d'ondes qui est réfléchi sur l'objet (ou le travailleur) à détecter et ensuite revient à la source. Le temps mis pour parcourir un aller-retour permet de déterminer la distance de l'objet par rapport à la source. La distance trouvée doit être divisée par deux, car le signal aura franchi le double de la distance pour revenir à l'émetteur. La capacité de détection de ce type de capteur va de quelques centimètres à environ 10 mètres.

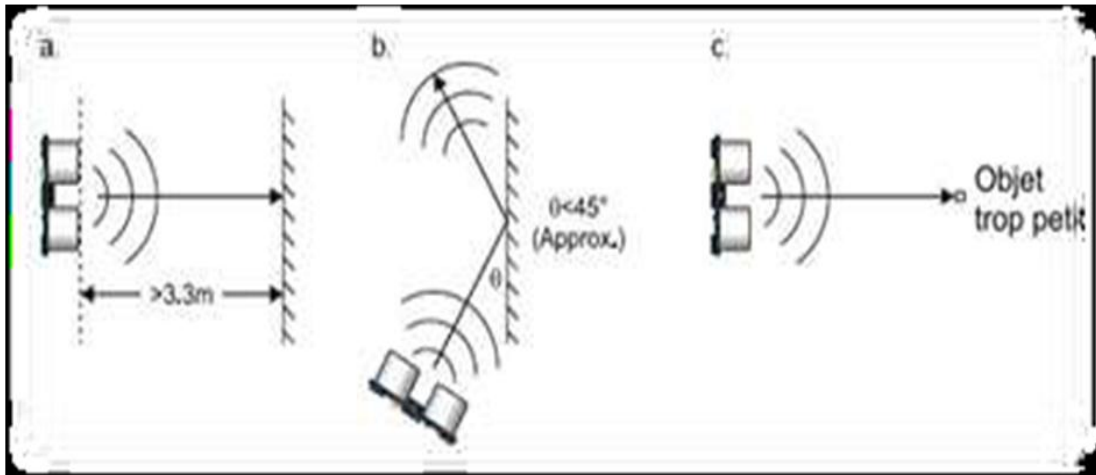


Figure I.7 : principe de fonctionnement du détecteur à ultrasonore

Les capteurs ultrasonores ont de nombreux avantages. Ils ont une large gamme d'utilisation, facile à mettre en œuvre, et leur coût est très faible par rapport aux autres capteurs comme les radars. En plus, l'utilisation des ultrasons est pratiquement sans danger sur la santé humaine.

D'un autre côté, les détecteurs ultrasonores présentent les inconvénients suivants :

- ♦ La vitesse de propagation des ultrasons peut être influencée de façon sensible par une variation de température;
- ♦ La propagation de l'onde sonore peut aussi être influencée par l'humidité;
- ♦ La lecture des capteurs peut être influencée par le bruit environnant et par le signal émis par d'autres capteurs sur le même système.

I.9. Pourquoi le choix des capteurs à ultrason?

En général, la problématique commune à tous les systèmes de détection d'obstacles demeure celle de la réduction des fausses alarmes.

Le choix du capteur utilisé est fait après avoir effectué une étude bibliographique sur les dispositifs de détection et leurs utilisations sur les véhicules industriels ou de transport en général.

Les avantages majeurs des capteurs à ultrason sont leur faible prix de revient et leur simplicité d'implantation, aussi la détection par ultrason est parfaitement efficace pour de courtes distances.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE RADAR DE REcul

I.10. Conclusion :

A travers ce chapitre nous avons présenté des généralités sur les Radars ainsi nous avons abordé l'essentiel de notre travail concernant l'étude d'un Radar de recule, le chapitre suivant sera consacré pour les outils nécessaires pour la réalisation de notre projet.

II.1. Introduction :

La plupart des véhicules récents sont équipés d'un radar de recul. Cet accessoire permet de détecter la distance entre le pare-choc arrière de la voiture et l'objet le plus proche.

Dans ce chapitre, nous allons chercher et définir le matériel nécessaires pour réaliser notre travail à partir d'une carte Arduino et les périphériques appropriés qui permettent de réaliser le radar de recule. [6]

II.2. Conception du radar de recul:

II.2.1. Conception matériel :

Les éléments constituant notre système sont :

- Carte Arduino uno ;
- Capteur ultrason ;
- Buzzer.

II.2.1.1. La carte Arduino uno :

C'est une carte électronique basée autour d'un microcontrôleur ATmega du fabricant ATMEL, Le système Arduino donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Plus précisément, pour programmer des systèmes électroniques.

Dans notre projet nous utiliserons La **carte Arduino UNO**, est un **microcontrôleur** ATmega 328 programmable permettant de faire fonctionner des composants (moteur, LED...). Elle possède des «ports» permettant par exemple de se connecter à un ordinateur ou de s'alimenter. [7]



Figure II.1 : Carte Arduino UNO

A. Avantage de la carte Arduino UNO :

Il y a de nombreuses cartes électroniques qui possèdent des plateformes basées sur des microcontrôleurs disponibles pour l'électronique programmée. Tous ces outils prennent en charge les détails compliqués de la programmation et les intègrent dans une présentation facile à utiliser. De la même façon, le système Arduino simplifie la façon de travailler avec les microcontrôleurs tout en offrant aux personnes intéressées plusieurs avantages cités comme suit:

- Le prix (Réduit) : Les cartes Arduino sont relativement peu coûteuses comparativement aux autres plates-formes.
- Multi plateforme : Le logiciel Arduino, écrit en JAVA, tourne sous les systèmes d'exploitation Windows, Macintosh et Linux. La plupart des systèmes à microcontrôleurs sont limités à Windows.
- Un environnement de programmation clair et simple : L'environnement de programmation Arduino (le logiciel Arduino IDE) est facile à utiliser pour les débutants, tout en étant assez flexible pour que les utilisateurs avancés puissent en tirer profit également.
- Logiciel Open Source et extensible : Le logiciel Arduino et le langage Arduino sont publiés sous licence open source, disponible pour être complété par des programmeurs expérimentés. Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application JAVA multi plateformes (Fonctionne sur tout système d'exploitation), servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le programme à travers de la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module).
- Matériel Open source et extensible : Les cartes Arduino sont basées sur les Microcontrôleurs Atmel ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328, les concepteurs des circuits expérimentés peuvent réaliser leur propre version des cartes Arduino, en les complétant et en les améliorant. Même les utilisateurs relativement inexpérimentés peuvent fabriquer la version sur plaque d'essai de la carte Arduino, dont le but est de comprendre comment elle fonctionne pour économiser le coût. [8]

B. Schéma des portes :

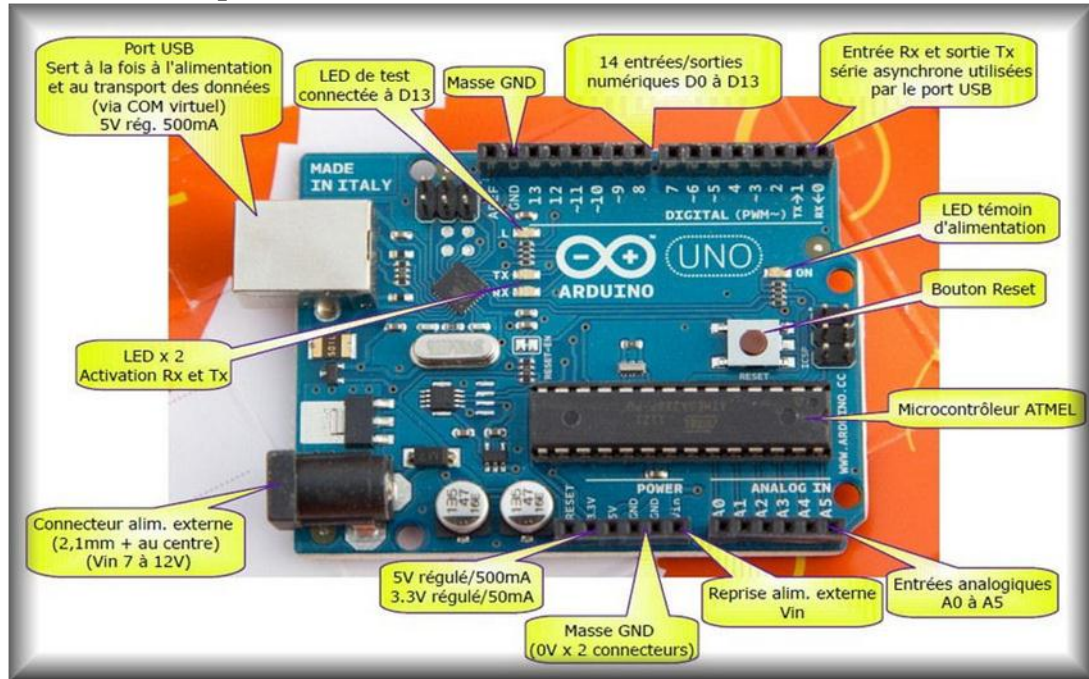


Figure II.2 : constitution de la carte arduino UNO

C. Caractéristiques techniques :

Microcontrôleur	ATmega 3 2 8 P
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'entrée (recommandé)	7-12V
Tension d'entrée (limite)	6-20V
E / S numériques Pins	14 (dont 6 fournissent la sortie PWM*)
PWM numérique E / S Pins	6
Pins d'entrée analogique	6
DC Courant par I O Pin /	20 mA
Courant DC pour 3.3V Pin	50 mA
Mémoire flash	32 KB (ATmega328P) dont 0,5 KB utilisé par bootloader**
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM ***	1 KB (ATmega328P)
Vitesse de l'horloge	16 MHz
Longueur	68,6 mm
Largeur	53,4 mm
Poids	25 g

Tableau II.1: Caractéristiques techniques de la carte Arduino UNO

D. Détails techniques :

La carte Arduino Uno peut être alimentée via la connexion USB ou avec une alimentation externe. La source d'alimentation est automatiquement sélectionnée. Une alimentation externe peut provenir soit d'un adaptateur AC-DC ou d'une batterie. L'adaptateur peut être connecté en branchant une prise 2.1mm dans la prise d'alimentation de la carte ou à partir d'une batterie connectée dans le pin (ou broche) GND et V-in (alimentation externe).

Le processeur peut fonctionner sur une alimentation externe de 6 à 20 volts. Cependant, si la tension est inférieure à 7V, le pin 5V peut fournir moins de cinq volts et le processeur peut devenir instable. Si la tension est supérieure à 12V, le régulateur de tension peut surchauffer et endommager la carte. La plage recommandée est de 7 à 12 volts.

Les pins (ou broches) d'alimentation sont les suivantes:

- V-in. Tension d'entrée à la carte Arduino à l'aide d'une source d'alimentation externe (par opposition à 5 volts de la connexion USB ou une autre source d'alimentation régulée). Si l'alimentation en tension est faite par l'intermédiaire de la prise d'alimentation, on pourra y accéder via ce pin.
- 5V. Ce pin délivre un 5V régulé par la carte. Le processeur peut être alimenté soit à partir de la prise d'alimentation DC (7-12V), le connecteur USB (5V), ou le pin V-in de la carte (7-12). La fourniture d'une tension via les 5V ou 3,3V contourne le régulateur, et peut endommager votre processeur. A déconseiller !
- 3V3. Une alimentation de 3,3 volts générée par le régulateur. La consommation de courant maximale est de 50 mA.
- GND. Masse
- IOREF. Cette pin sur la carte Arduino fournit la référence de tension avec laquelle le microcontrôleur fonctionne.

E. Mémoire :

L'ATmega328 a 32 Ko (avec 0,5 KB occupées par le boot loader**). Il a également 2 Ko de SRAM et 1 Ko de mémoire EEPROM*** (qui peut être lu et écrit avec la bibliothèque de l'EEPROM).

F. Entrées et sorties :

Chacune des 14 broches numériques sur la carte Uno peut être utilisée comme une entrée ou une sortie, en utilisant les fonctions pinMode (), digitalWrite (), et digitalRead (). Ils fonctionnent à 5 volts. Chaque broche peut fournir ou recevoir 20 mA en état de

CHAPITRE II : ETUDE DE LA PARTIE MATERIELS ET LOGICIELS DU PROJET

fonctionnement recommandée et a une résistance de pull-up interne (déconnecté par défaut) de 20-50k ohm. Un maximum de 40mA est la valeur qui ne doit pas être dépassée sur toutes les broches d'Entrée/Sorties pour éviter des dommages permanents au microcontrôleur.

Certaines broches ont des fonctions spécialisées:

- Série: 0 (RX) 1 (TX et). Permet de recevoir (RX) et transmettre (TX) TTL données série. Ces pins sont connectés aux pins correspondants de l'USB-TTL puce SerialATmega8U2.
- LED: 13. Il est équipé d'un conduit par la broche numérique 13. LED Lorsque la broche est à la valeur HIGH, la LED est allumée, lorsque la broche est faible, il est hors tension. L'Uno dispose de 6 entrées analogiques, A0 à A5, dont chacune fournit 10 bits de résolution(ou 1024 valeurs différentes). Par défaut, la tension est de 5 volts. Il est cependant possible de changer la limite supérieure de la gamme en utilisant la broche AREF et la fonction analogReference ().
- Autres broches de la carte:
- AREF. Tension de référence pour les entrées analogiques. Pin utilisé avec analogReference().
- Réinitialiser.

G. Communication :

Arduino a un certain nombre de moyens pour communiquer avec un ordinateur, une autre carte Arduino, ou autres microcontrôleurs. L'ATmega328 fournit UART TTL (5V) en communication série, disponible sur les broches numériques 0 (RX) et 1 (TX).

II.2.1.2. Le capteur ultrasonique :

A. Module de détecteur HC-SR04 :

Le capteur HC-SR04 utilise les ultrasons pour déterminer la distance d'un objet. Il offre une excellente plage de détection sans contact, avec des mesures de haute précision et stables. Son fonctionnement n'est pas influencé par la lumière du soleil ou des matériaux sombres, bien que des matériaux comme les vêtements puissent être difficiles à détecter.



Figure II.3 : capteur ultrason HC-SR04

B. Caractéristiques :

- Dimensions : 45 mm x 20 mm x 15 mm;
- Plage de mesure : 2 cm à 400 cm;
- Résolution de la mesure : 0.3 cm;
- Angle de mesure efficace : 15 °;
- Largeur d'impulsion sur l'entrée de déclenchement : 10 μ s (Trigger Input Pulse width).

C. Broches de connexion :

- Vcc = Alimentation +5 V DC
- Trig = Entrée de déclenchement de la mesure (Trigger input)
- Echo = Sortie de mesure donnée en écho (Echo output)
- GND = Masse de l'alimentation

D. Spécification et limites

Paramètre	Min	Type	Max	Unité
Tension d'alimentation	4.5	5.0	5.5	V
Courant de repos	1.5	2.0	2.5	mA
Courant de fonctionnement	10	15	20	mA
Fréquence des ultrasons	-	40	-	kHz

Tableau II.2: Spécification et limites

Attention : la borne GND doit être connectée en premier, avant l'alimentation sur Vcc.

E. Fonctionnement :

Pour déclencher une mesure, il faut présenter une impulsion "high" (5 V) d'au moins 10 μ s sur l'entrée "Trig". Le capteur émet alors une série de 8 impulsions ultrasoniques à 40 kHz, puis il attend le signal réfléchi. Lorsque celui-ci est détecté, il envoie un signal "high" sur la sortie "Echo", dont la durée est proportionnelle à la distance mesurée.

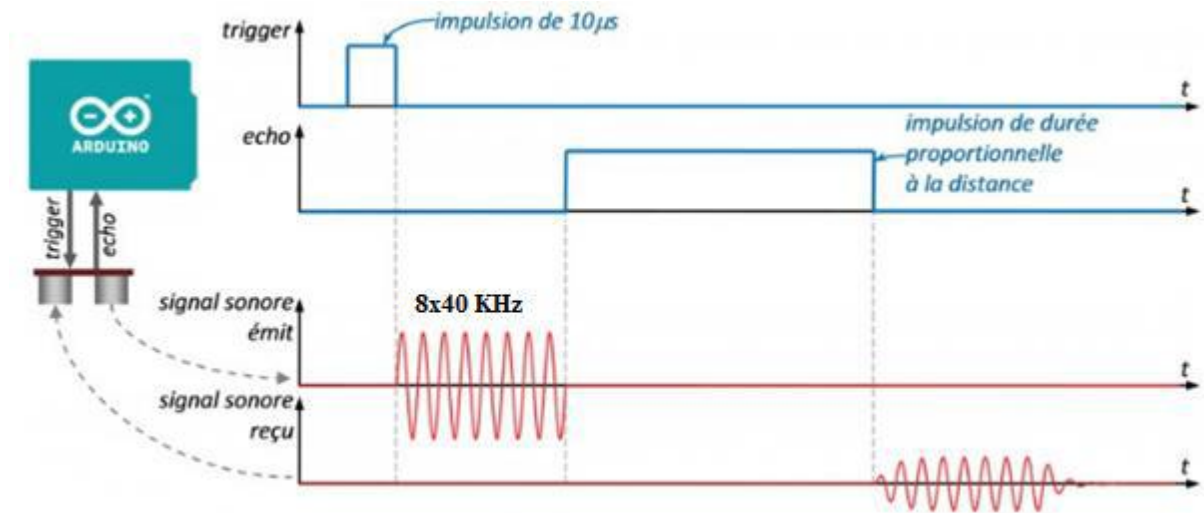


Figure II.4 : fonctionnement du capteur ultrason HC-SR04

F. Distance de l'objet :

La distance parcourue par un son se calcule en multipliant la vitesse du son, environ 340 m/s (ou 34'000 cm/1'000'000 μ s) par le temps de propagation, soit : $d = v \cdot t$ (distance = vitesse \cdot temps).

Le HC-SR04 donne une durée d'impulsion en dizaines de μ s. Il faut donc multiplier la valeur obtenue par 10 μ s pour obtenir le temps t . On sait aussi que le son fait un aller-retour. La distance vaut donc la moitié.

$$d = 34'000 \text{ cm} / 1'000'000 \mu\text{s} \cdot 10\mu\text{s} \cdot \text{valeur} / 2$$

En simplifiant : $d = 170'000 / 1'000'000 \text{ cm} \cdot \text{valeur}$

Finalement, $d = 17/100 \text{ cm} \cdot \text{valeur}$

La formule $d = \text{durée} / 58 \text{ cm}$ figure aussi dans le manuel d'utilisation du HC-SR04 car la fraction 17/1000 est égale à 1/58.8235. Elle donne cependant des résultats moins précis.

Note : A grande distance, la surface de l'objet à détecter doit mesurer au moins 0.5 m². [9]

II.2.1.3. Bipper (buzzer) :

« **Buzzer or beeper** » est un dispositif de signalisation audio, qui peut être mécanique, électromécanique ou piézoélectrique. Parmi les utilisations typiques des avertisseurs sonores, citons les dispositifs d'alarme, les minuteries et la confirmation des entrées de l'utilisateur, comme un clic de souris ou une frappe au clavier. Largement utilisée dans les ordinateurs, les imprimantes, les photocopieurs, les alarmes, les jouets électroniques, les équipements électroniques automobiles, les téléphones, les minuteries et autres produits électroniques pour appareils audio.

Dans notre cas on va utiliser le buzzer électromécanique, buzzer actifs qui se présente sous la forme d'un petit boîtier rectangulaire ou cylindrique.



Figure II.5 : bipper [10]

II.3 Conception logiciel :

Une carte d'acquisition que sa construction se base sur un microcontrôleur doit être dotée d'une interface de programmation comme est le cas de notre carte. L'environnement de programmation open-source pour Arduino peut être téléchargé gratuitement (pour Mac OS X, Windows, et Linux).

II.3.1. Plateforme de programmation Arduino :

II.3.1.1. Présentation :

L'interface de l'IDE Arduino est plutôt simple, il offre une interface minimale et épurée pour développer un programme sur les cartes Arduino. Il est doté d'un éditeur de code avec coloration syntaxique et d'une barre d'outils rapide. Ce sont les deux éléments les plus importants de l'interface, c'est ceux que l'on utilise le plus souvent. On retrouve aussi une barre de menus, plus classique qui est utilisée pour accéder aux fonctions avancées de l'IDE. Enfin, une console pour afficher les résultats de la compilation du code source, des opérations sur la carte, etc.

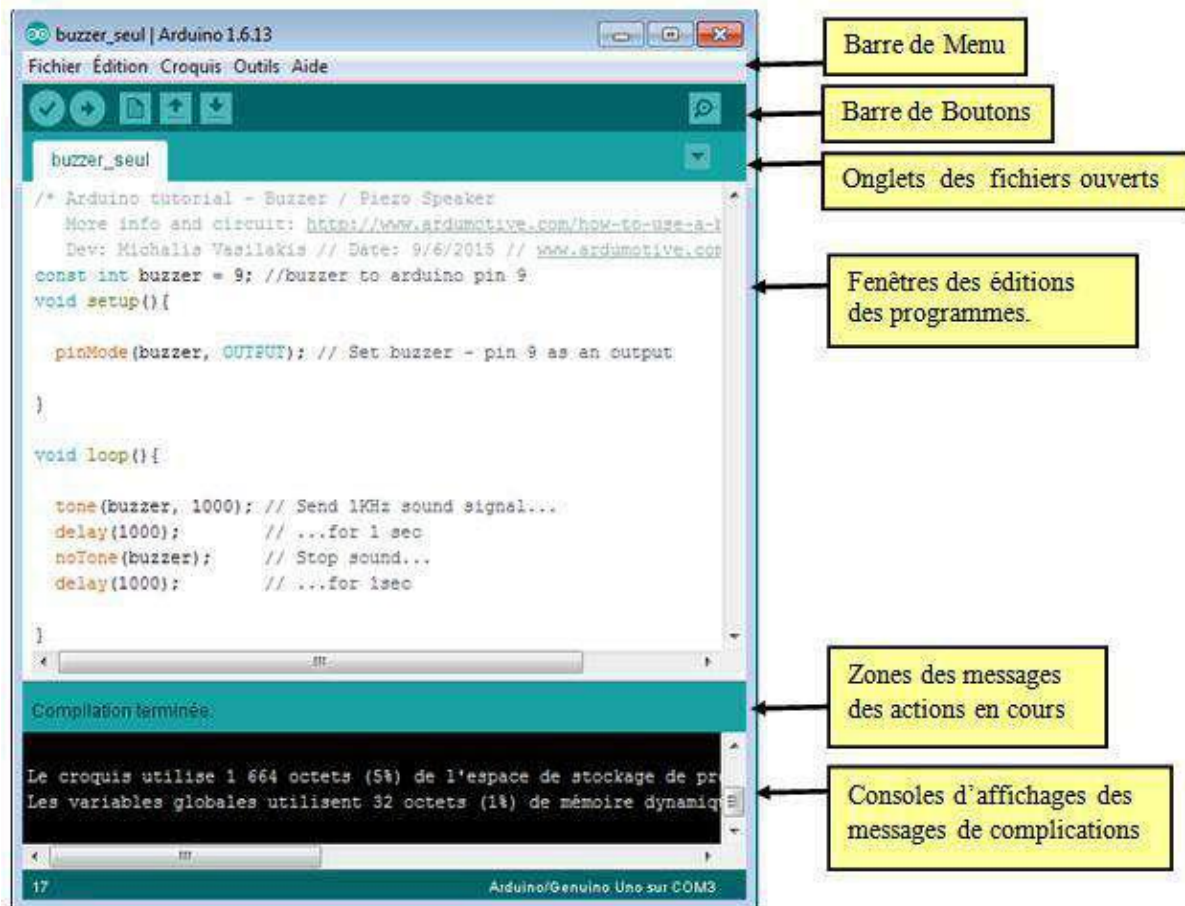


Figure II.6: Interface de la plateforme Arduino [11]

Le langage Arduino est inspiré de plusieurs langages. On retrouve notamment des similarités avec le **C**, le **C++**, le **Java** et le **Processing**. Le langage impose une structure particulière typique de l'informatique embarquée.

- La fonction « **Setup** » contiendra toutes les opérations nécessaires à la configuration de la carte (directions des entrées sorties, débits de communications série, etc.).
- La fonction « **Loop** », elle est exécutée en boucle après l'exécution de la fonction setup. Elle continuera de boucler tant que la carte n'est pas mise hors tension, redémarrée (par le bouton reset). Cette boucle est absolument nécessaire sur les microcontrôleurs étant donné qu'ils n'ont pas de système d'exploitation. En effet, si l'on omettrait cette boucle, à la fin du code produit, il sera impossible de reprendre la main sur la carte Arduino qui exécuterait alors du code aléatoire.

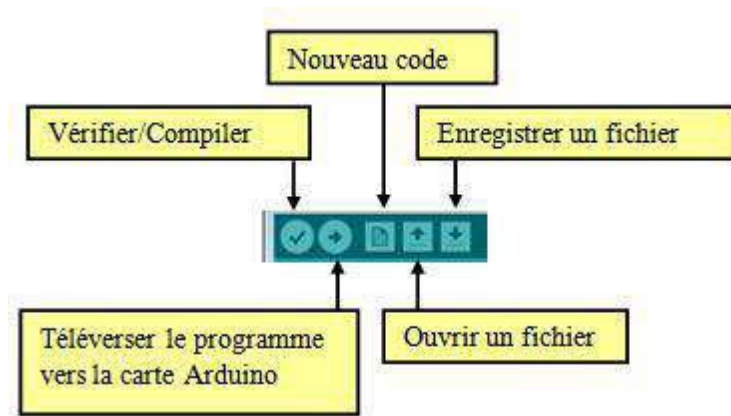


Figure II.7 : Barre de boutons Arduino [11]

Le logiciel comprend aussi un moniteur série (Equivalent à HyperTerminal) qui permet de d'afficher des messages textes émis par la carte Arduino et d'envoyer des caractères vers la carte Arduino (en phase de fonctionnement) :

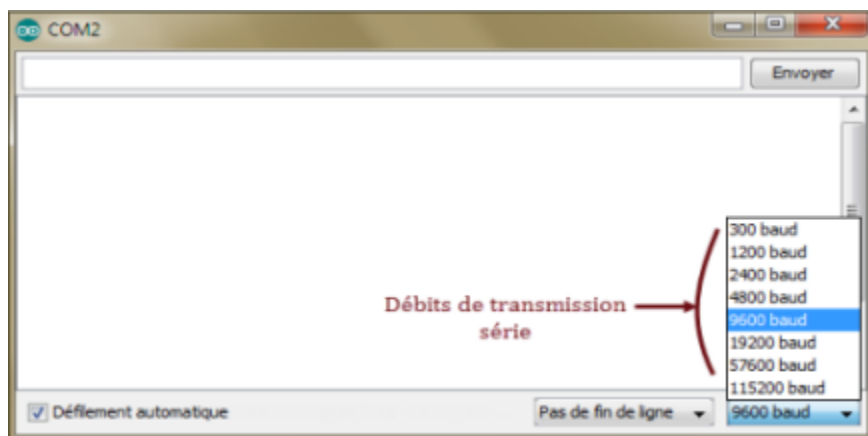


Figure II.8 : HyperTerminal de l'Arduino (Moniteur Série)

II.3.1.2. Structure générale du programme (IDE Arduino)

Un programme utilisateur Arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle, ligne par ligne. La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres, dans l'ordre défini par les lignes de code. La structure d'écriture d'un programme sous Arduino est de la forme suivante :

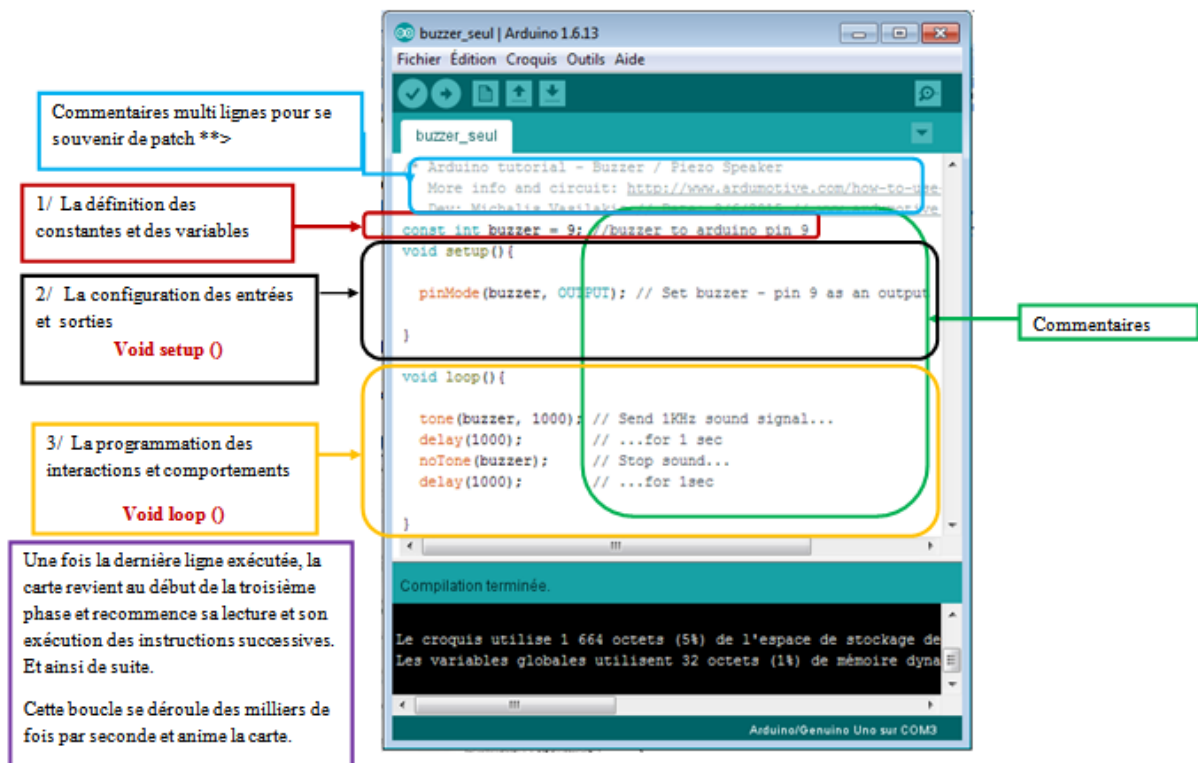


Figure II.9 : Structure générale du programme (IDE Arduino).

II.3.2. Logiciel IDE de PROCESSING :

L'IDE de Processing est une excellente source de création de graphiques. Le langage de Processing est un langage de programmation de texte spécifiquement conçu pour générer et modifier des images. Le Processing s'efforce de parvenir à un équilibre entre la clarté et les fonctionnalités avancées. De nombreuses techniques d'infographie et d'interaction peuvent être réalisées, y compris le dessin vectoriel, le traitement d'image, les modèles de couleurs, la communication réseau et la programmation orientée objet. Les bibliothèques étendent facilement la capacité d'envoyer / recevoir des données dans divers formats et importer et exporter des formats de fichiers 2D et 3D.

Le Processing relie les concepts de logiciel aux principes de la forme visuelle, du mouvement et de l'interaction. Il intègre un langage de programmation, un environnement de développement et une méthodologie d'enseignement dans un système unique. Le Processing a été créé pour enseigner les fondamentaux de la programmation informatique dans un contexte visuel, être utilisé comme outil de production pour des contextes spécifiques. Les étudiants, les artistes, les professionnels du design et les chercheurs l'utilisent pour l'apprentissage, le prototypage et la production

La figure suivante présente l'interface de logiciel processing :

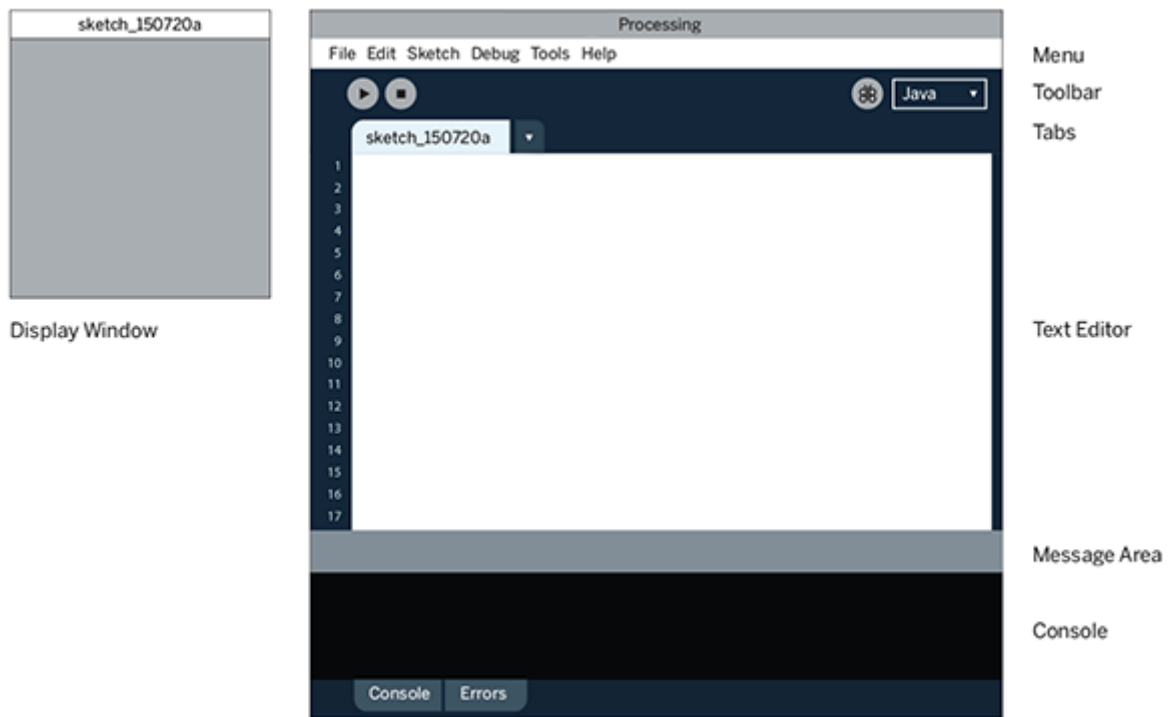


Figure II.10 : l'interface de logiciel processing.

II.3.2.1. Communication entre la carte Arduino et logiciel Processing :

L'IDE de Processing est similaire à Arduino en termes de structure. Il a des fonctions de configuration et des fonctions de dessin comme un Arduino IDE a une fonction de configuration et de boucle. L'IDE de traitement peut communiquer avec l'IDE Arduino via une communication en série. De cette façon, nous pouvons envoyer des données de l'Arduino à l'IDE de processing et aussi de l'IDE de processing à l'Arduino.

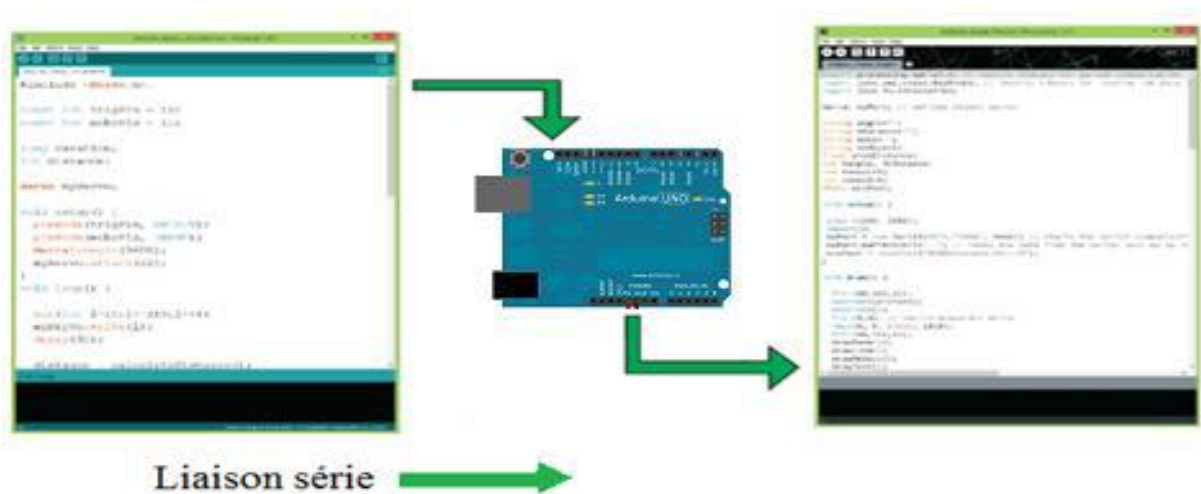


Figure II.11: Communication entre la carte Arduino et Processing.

II.4. Algorithme principale de détection d'un objet :

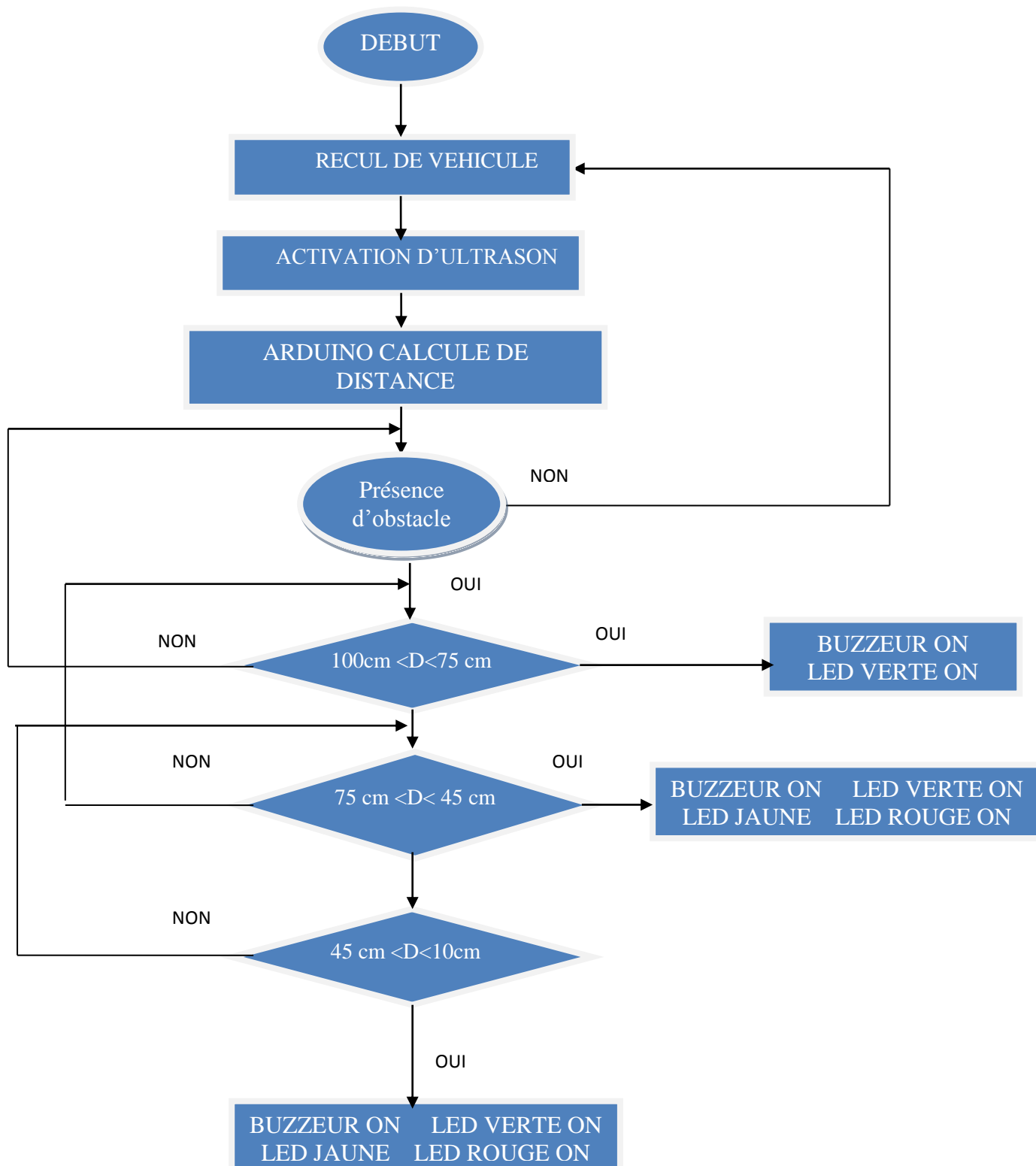


Figure II.12 : organigramme général de notre système

II.5. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons défini les composants qui sont utilisé dans ce travail (réalisation d'un radar de recule). À partir d'une carte d'acquisition qui est l'Arduino donnant ainsi les raisons pour lesquelles on l'a choisie, Ensuite, nous avons expliqué les deux parties essentielles de l'Arduino; plus précisément la partie matérielle et la partie de programmation.

Puis quelques descriptions théoriques sur le capteur ultrason, Buzzer. Nous avons également expliqué le principe de fonctionnement de la carte Arduino sans oublier ses caractéristiques. Le chapitre suivant sera consacré à la réalisation du Radar de recul.

Introduction :

Dans ce chapitre, on présentera le dispositif expérimental « La réalisation d'un Radar de recul».

Après avoir donné dans le chapitre précédent une description théorique sur la carte Arduino, le capteur à ultrason, des LEDS, Buzzer, on va procéder à l'application expérimentale, pour cette raison, plusieurs blocs ont été nécessaires afin de réaliser une telle combinaison avec le module Arduino et son environnement de développement IDE.

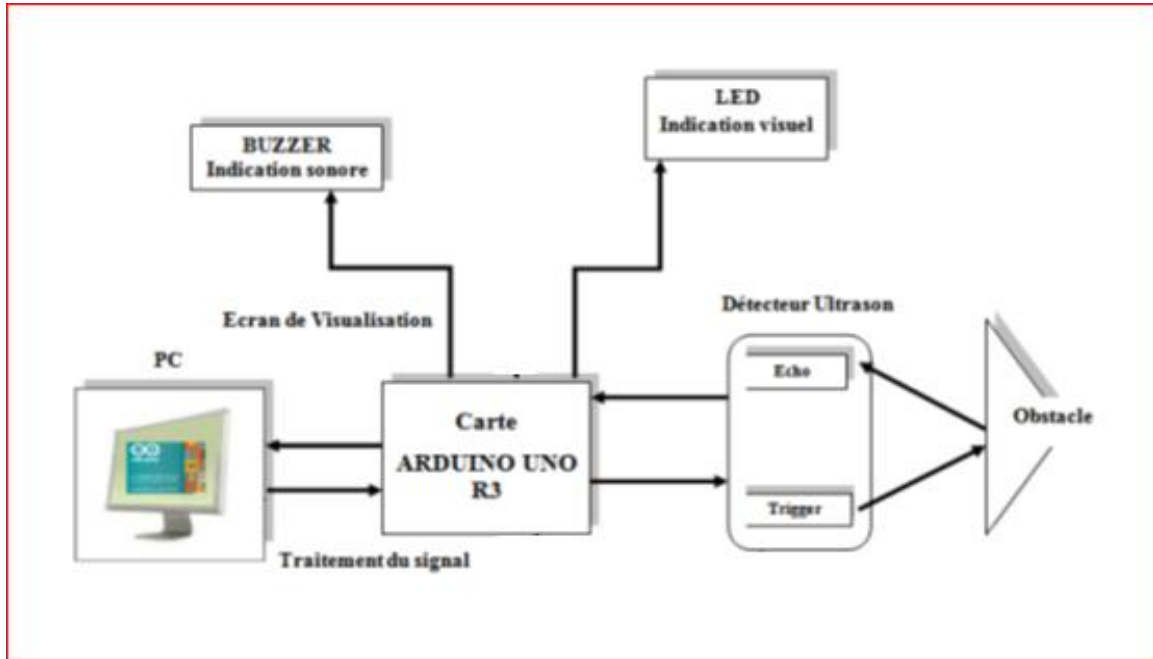


Figure III.1 : Schéma synoptique de notre projet.

III.1. Réalisation de projet :

III.1.1. Composants utilisés :

Pour notre réalisation, nous avons assemblé les différents composants suivants :

- Carte Arduino Uno.
- 9 LEDS, 3 rouge, 3 verte, 3 Jon.
- 3 Capteur sonar à Ultrasons HC-SR04.
- Bipper.
- Camion miniature.

III.2. Communication :

III.2.1. La connexion entre l'Arduino et les détecteurs a ultrason HC-SR 04 :

- Câblage des 3 capteurs HC-RS04 :

La pin 5v du HC-RS04la pin 5v
La pin GND du HC-RS04.....la pin GND
La pin Trig 1la pin 2
La pin echo1la pin 3
La pin Trig 2la pin 4
La pin echo 2.....la pin 5
La pin Trig 3la pin 6
La pin echo 3.....la pin 7

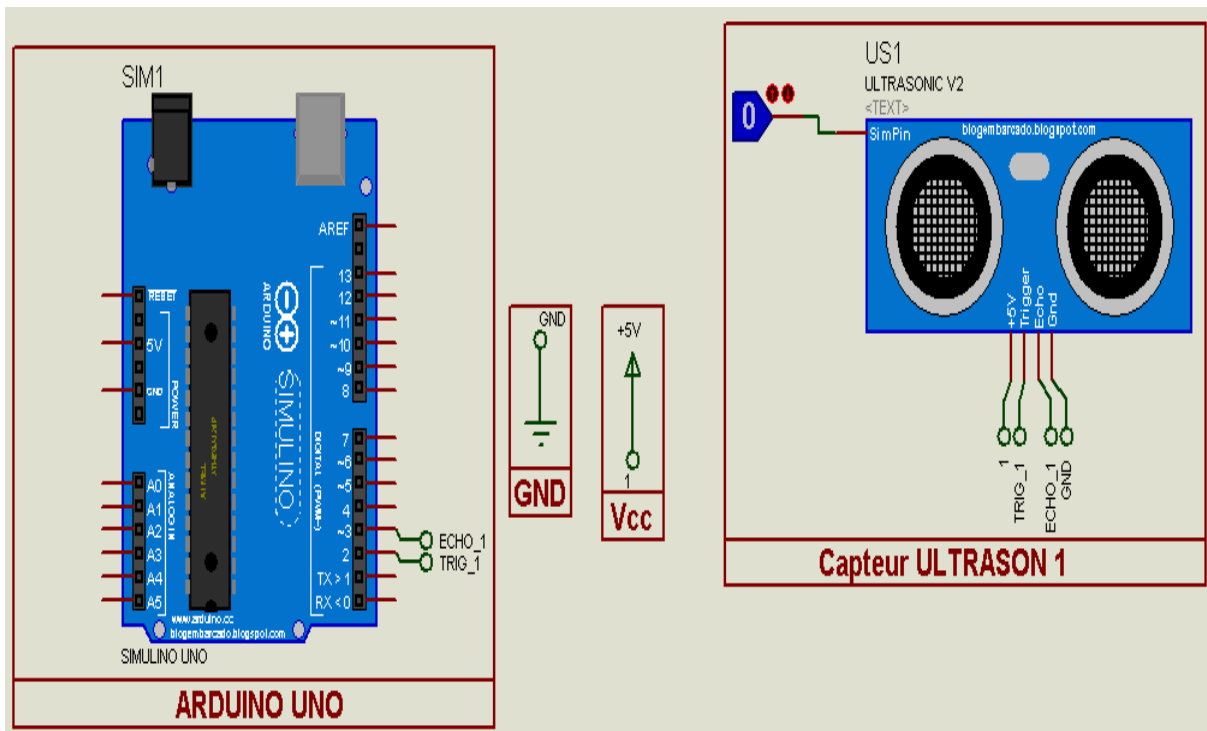


Figure III.2: La connexion entre l'arduino et le détecteur a ultrason HC-SR 04

III.2.2. La connexion entre l'Arduino et le buzzer:

- Câblage de buzzer

La pat + vers la pin 8

La pat – vers la pin GND

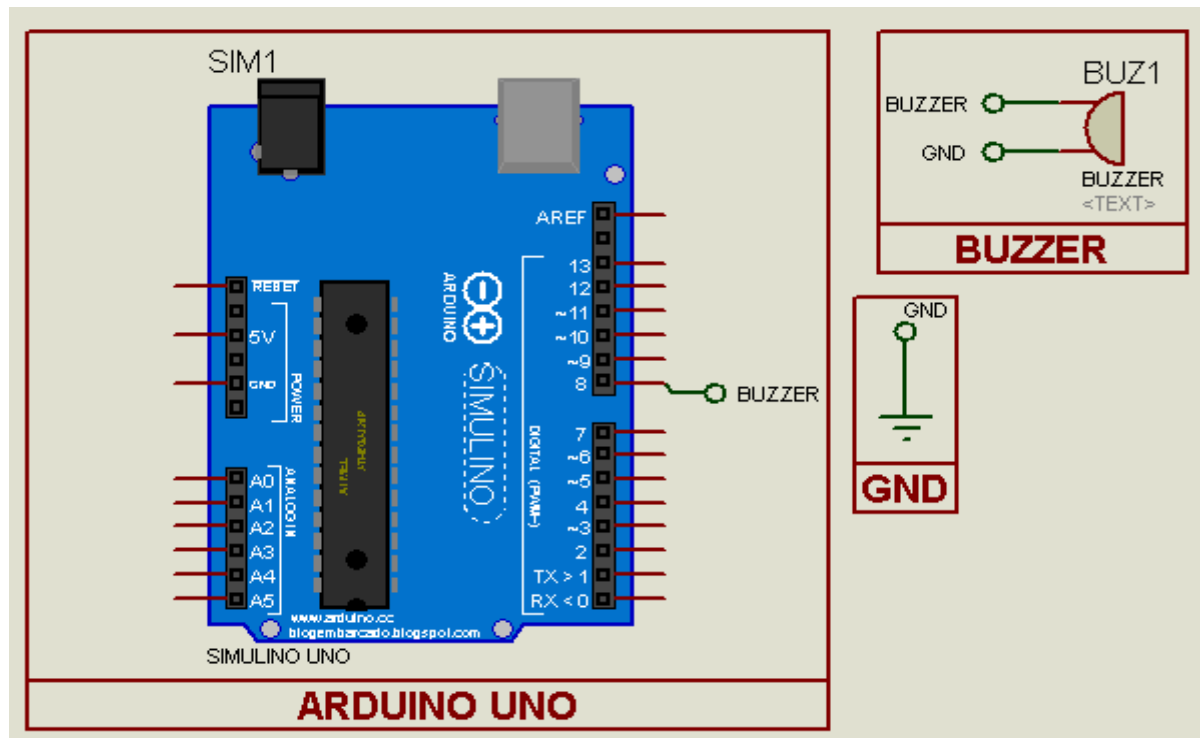


Figure III.3: La connexion entre l'arduino et le buzzer

III.2.3. La connexion entre l'arduino et les leds :

- Câblage des leds :

- Led 1.....Pin 9
- Led 2.....Pin 10
- Led 3.....Pin 11
- Led 4.....Pin 12
- Led 5.....Pin 13
- Led 6.....Pin A0
- Led 7.....Pin A1
- Led 8.....Pin A2
- Led 9.....Pin A3

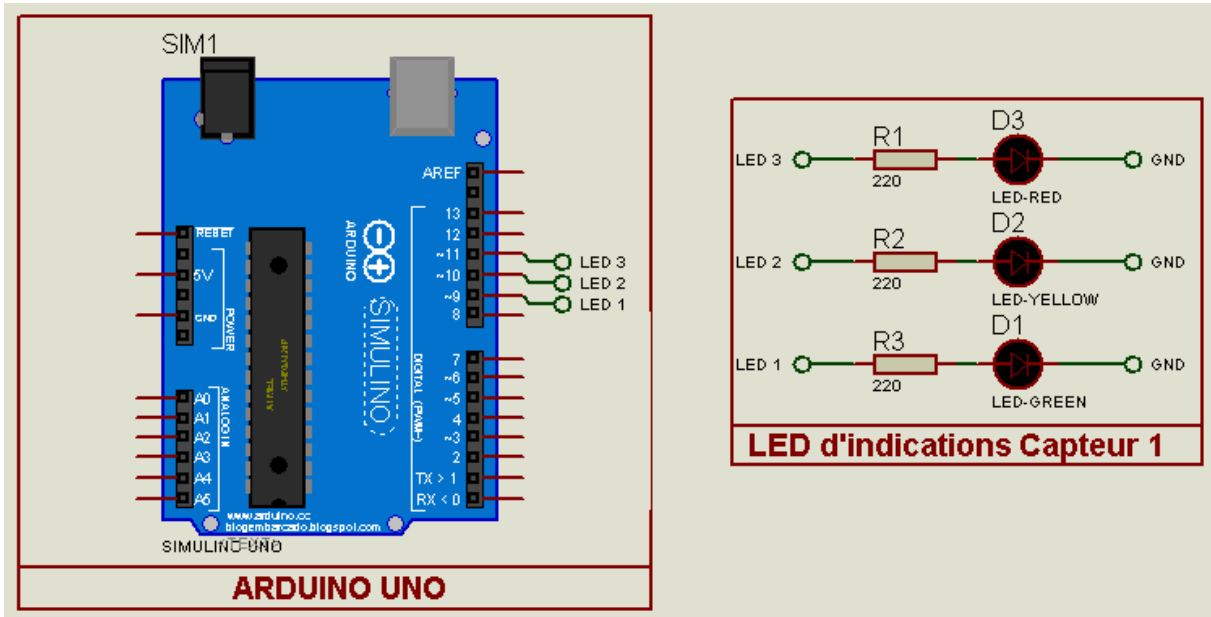


Figure III.4: La connexion entre l'Arduino et les led

III.2.4. La connexion entre l'arduino et les détecteurs a ultrason HC-SR 04, Buzzer, Led :

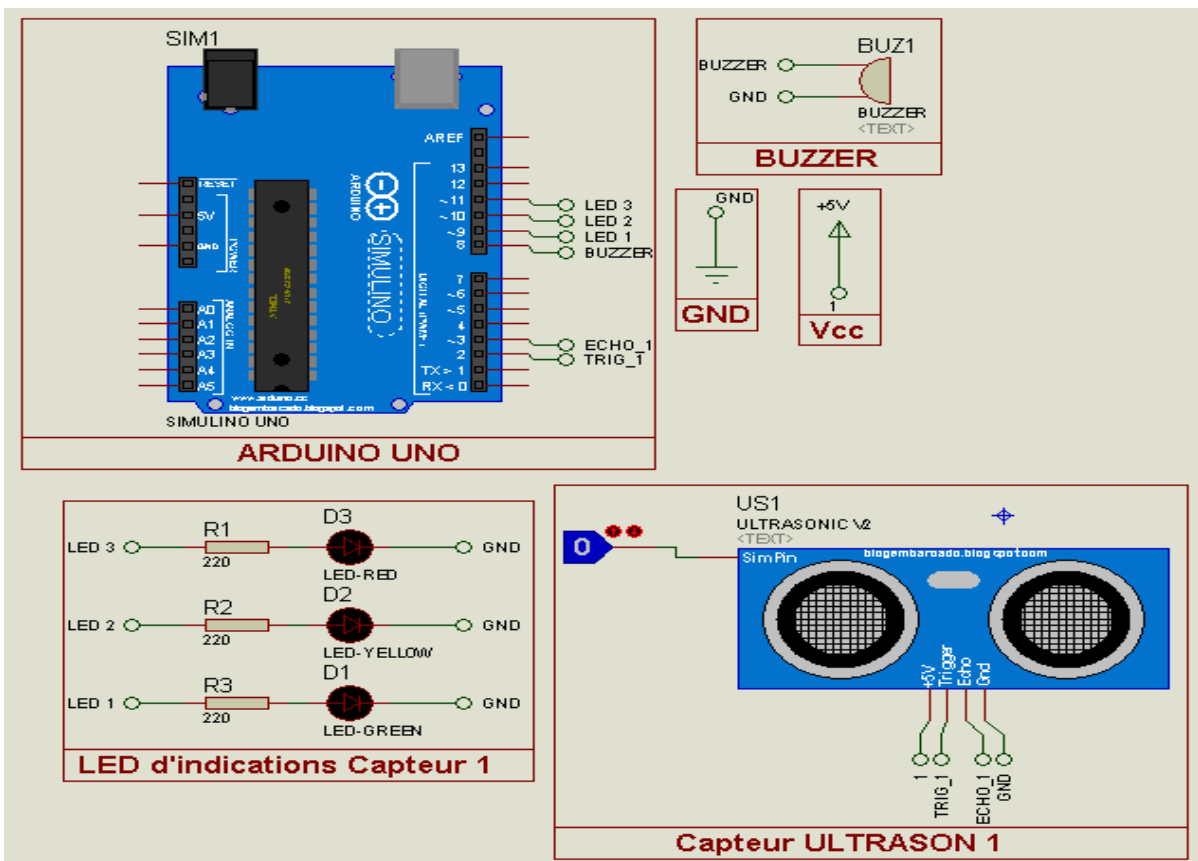
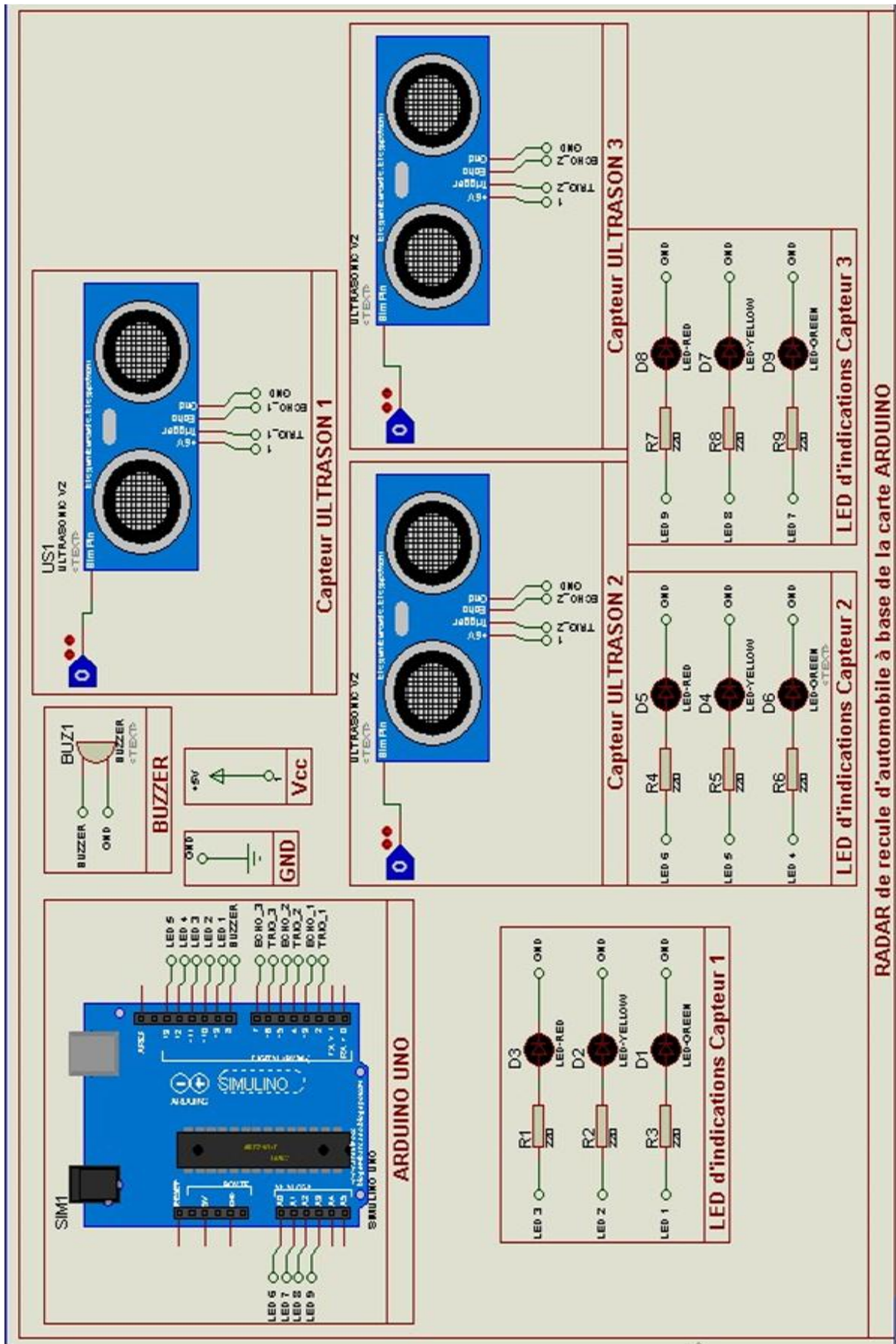


Figure III.5: La connexion entre l'arduino et les détecteurs a ultrason HC-SR 04, Buzzer, Leds.



RADAR de recul d'automobile à base de la carte ARDUINO

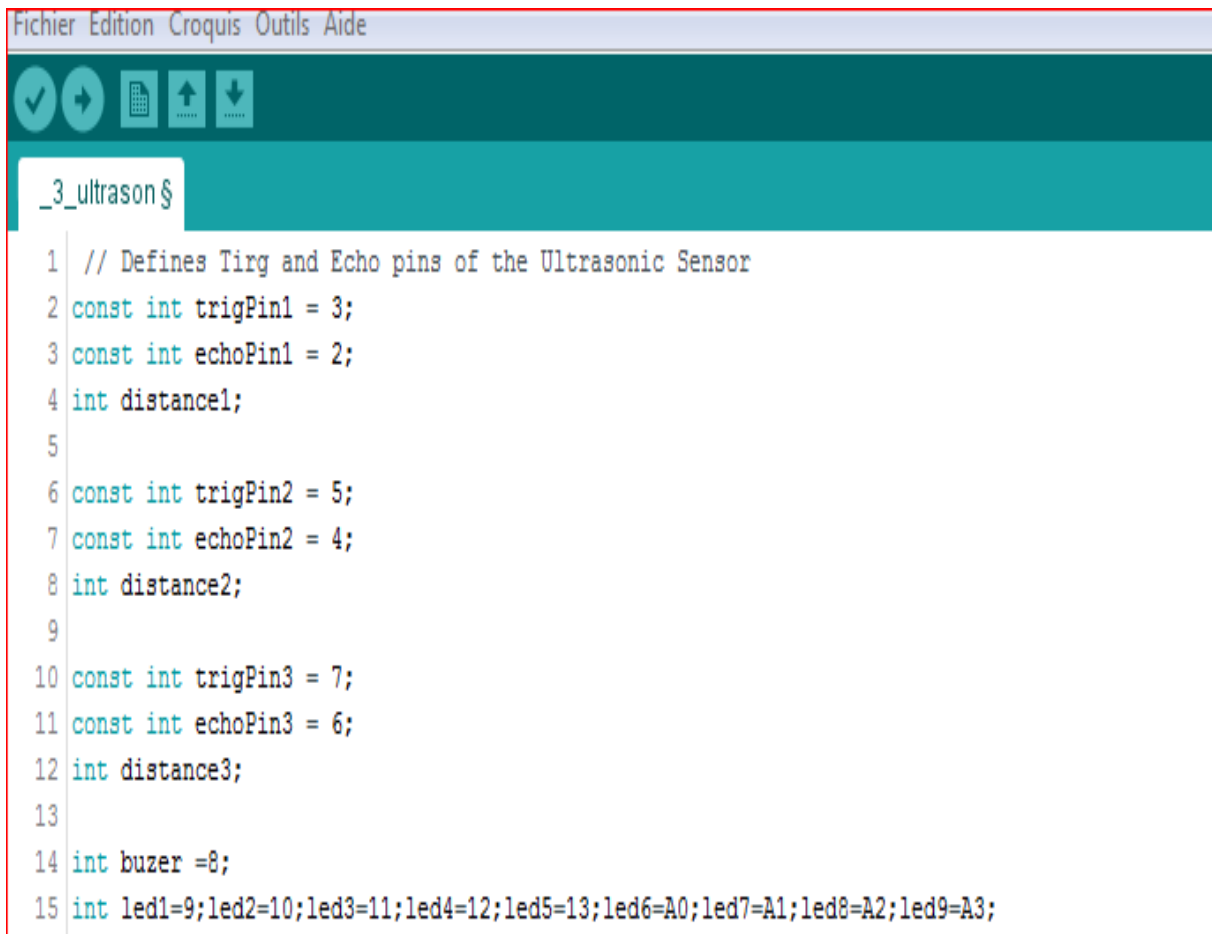
III.3 Le principe de notre projet dans ce programme est :

Quand mettre le camion en marche arrière jusqu'à elle entre dans la zone de détection, c'est-à-dire le capteur a ultrason capte un obstacle, dans ce moment l'alarme sonore sera lancé avec des siffles intermittent. La voiture plus rapproche a l'obstacle à une distance égale 30cm le sifflet d'alarme doit accélérer jusqu'à devient constant et arrêter le moteur pour éviter la collision. Donc, ce système nous aidera à nous arrêter en toute sécurité dans les couloirs ou au stationnement.

III.4. La programmation de commande :

III.4.1.Les parties de programme :

- **La première partie du code:** déclaration et définir la broche de ultrasons et bipper et autre variable. (voir figure 3.7)




```
Fichier Edition Croquis Outils Aide
✓ → 📄 ⬆ ⬇
_3_ultrason$
1 // Defines Trig and Echo pins of the Ultrasonic Sensor
2 const int trigPin1 = 3;
3 const int echoPin1 = 2;
4 int distance1;
5
6 const int trigPin2 = 5;
7 const int echoPin2 = 4;
8 int distance2;
9
10 const int trigPin3 = 7;
11 const int echoPin3 = 6;
12 int distance3;
13
14 int buzzer =8;
15 int led1=9;led2=10;led3=11;led4=12;led5=13;led6=A0;led7=A1;led8=A2;led9=A3;
```

Figure III.7: Partie déclaration des variables

- **La deuxième partie du code:**

La responsabilité de « void setup » est une broche d'initialisation pour mettre en sortie ou en entrée et régler la vitesse du bit de communication par seconde par instruction (serial.begin) (9600)

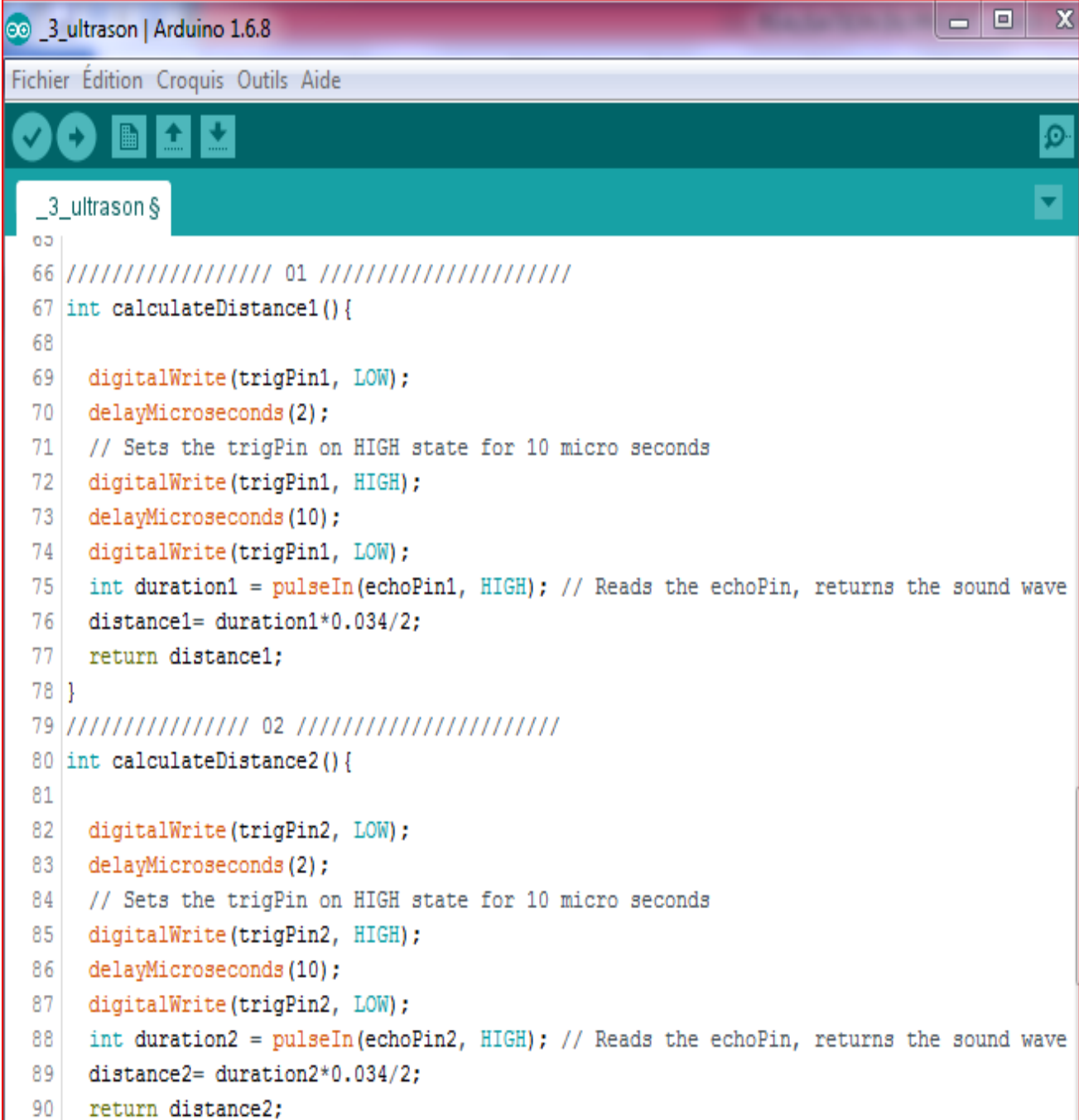


```
Fichier Édition Croquis Outils Aide
_3_ultrason$
17 void setup() {
18   pinMode(trigPin1, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
19   pinMode(echoPin1, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
20
21   pinMode(trigPin2, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
22   pinMode(echoPin2, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
23
24   pinMode(trigPin3, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
25   pinMode(echoPin3, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
26   for (int i=9;i>18;i++){
27     pinMode(i, OUTPUT);
28   }
29   Serial.begin(9600);
30
31 }
```

Figure III.8: Partie configuration

- **La troisième partie du code :**

« voidloop » c'est le programme principal qui s'exécute en boucle répéter, ceci permet le control de notre système. Comme le montre la figure suivante :



```
_3_ultrason $
66 ////////////////////////////////////////////////// 01 //////////////////////////////////////
67 int calculateDistance1() {
68
69   digitalWrite(trigPin1, LOW);
70   delayMicroseconds(2);
71   // Sets the trigPin on HIGH state for 10 micro seconds
72   digitalWrite(trigPin1, HIGH);
73   delayMicroseconds(10);
74   digitalWrite(trigPin1, LOW);
75   int duration1 = pulseIn(echoPin1, HIGH); // Reads the echoPin, returns the sound wave
76   distance1= duration1*0.034/2;
77   return distance1;
78 }
79 ////////////////////////////////////////////////// 02 //////////////////////////////////////
80 int calculateDistance2() {
81
82   digitalWrite(trigPin2, LOW);
83   delayMicroseconds(2);
84   // Sets the trigPin on HIGH state for 10 micro seconds
85   digitalWrite(trigPin2, HIGH);
86   delayMicroseconds(10);
87   digitalWrite(trigPin2, LOW);
88   int duration2 = pulseIn(echoPin2, HIGH); // Reads the echoPin, returns the sound wave
89   distance2= duration2*0.034/2;
90   return distance2;
```

Figure III.9: Partie programme principal.

III. 5. Télé-versement du programme vers la carte Arduino :

A la fin de notre programme, on va compiler pour vérifier si il n Ya pas d'erreur à corriger, puis on télé-verse notre programme vers la carte Arduino via un câble USB. Comme le montre la figure suivante :



Figure III.10. Compilation et télé-versement du programme

III. 6. Interface processing :

Cette interface présente une simulation en temps réel de fonctionnement du radar de recul

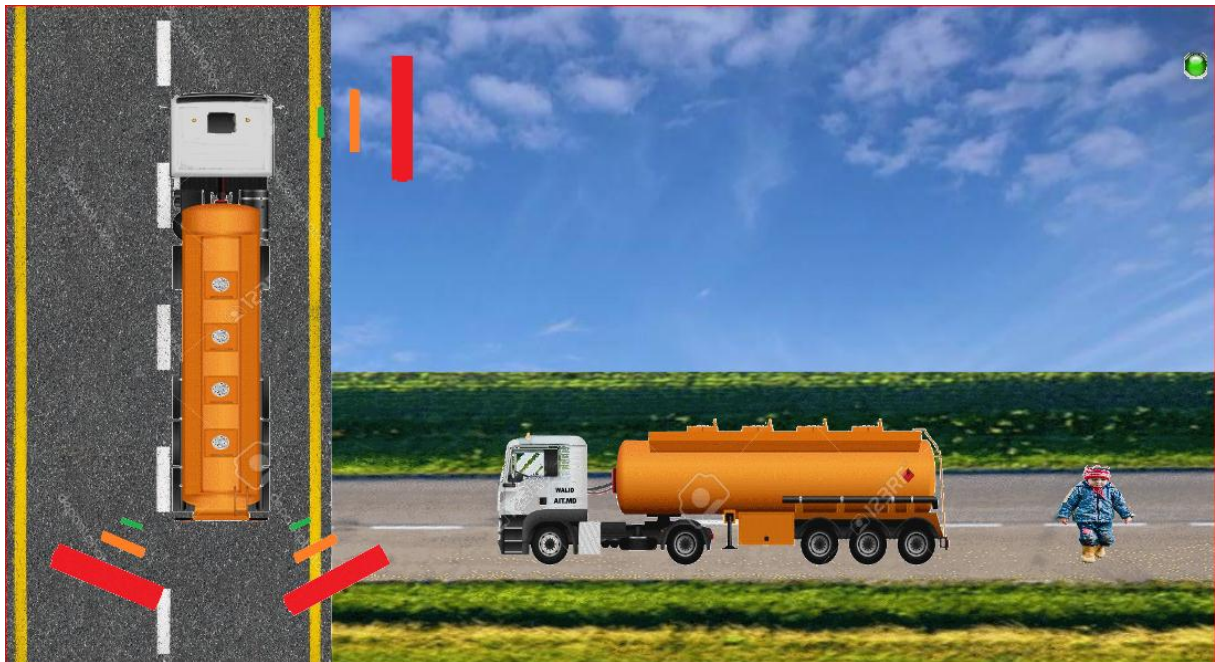


Figure III.11. une simulation en temps réel de fonctionnement du radar de recul.

III. 7. Le montage réel :



Figure III.12. Vue de l'angle droit.



Figure III.13. Vue en arrière

III.8. Conclusion :

Ce chapitre est dédié à la réalisation du radar de recul, pour rendre le radar fonctionnel, tous l'équipement matériels est logiciels doivent fonctionner ensemble. Ce qui concerne le matériel utilisé nous avons expliqué le montage de chaque élément constituant notre système, ainsi nous présentons le programme Arduino, sa structure, et comment charger le programme pour que le radar peut fonctionner.

Conclusion Générale

L'importance de radar de recul est de plus en plus utile dans l'industrie automobile, Le radar de recul est un système d'assistance qui avertit de la présence d'un obstacle à l'arrière du véhicule, lors d'une opération de marche arrière. Cet équipement préserve donc non seulement l'intégrité du véhicule, mais aussi d'un éventuel piéton ou enfant hors de champ de vision. C'est un élément de signalisation, mais aussi de sécurité.

Notre projet comporte un travail théorique accompagné d'une réalisation, son objectif consiste sur l'étude d'un radar de recul à ultrason. Pour faire preuve notre réalisation, nous avons utilisé une carte Arduino UNO, 3 capteurs à ultrason, bipper, des leds, un camion miniaturé.

Notre radar est fixé en arrière de camion et en avant droit, il détecte et calcule les distances suivant un programme avancé. Pour réaliser ce travail, on a passé par différentes étapes : On a utilisé un détecteur à ultrason HC-SR04 pour la détection des obstacles et le calcul de la distance entre le radar et l'objet.

Les radars de recul sont intensivement utilisés dans l'automobile, ou il rend la conduite confortable et plus sécurisé .Par exemple : actuellement le radar de recul touche toute gamme de véhicule .il est la base de plusieurs technologie automobile, comme le système de stationnement automatique, le régulateur de vitesse adaptatif, système de freinage d'urgence.

Comme travaux de futurs, nous voulons poursuivre ce projet en considérant ce radar de recul : nous proposons d'ajouter une caméra pour rendre le radar plus performant et pratique. De plus on veut développer un radar de recul pour les camions et les engins vue que leur taille ,et sont souvent impliquer dans des accident sur les chantiers qu'on peut éviter avec le radar de recul, et pour cela rendre la conduite de ces véhicule plus facile et confortable.

Références bibliographiques

Mémoire :

- [3] Yahya Mohammedi, Etude préliminaire d'implémentation d'un capteur ultrason sur les chariots élévateurs pour la détection des obstacles.
- [4] Leonard Cyril et Bourdette Romain, Travaux Personnels Encadrés, Le Radar de recul Etablissement Saint Joseph Laxou 2008-2009.
- [5] TP assistance au stationnement. Julian sur le site www.jeulin.fr.
- [6] Frédéric Bouquet et Julien Bobroff, Microcontrôleur ARDUINO, printemps 2015.
- [7] Génération Robot. Arduino la technologie LDY. Consulter le mars 2015.
- [8] X. HINAULT - 2010 – 2012. Adapté par David Gilbert, powered by Pm Wiki
- [9] Lucien Bachelard, lu.bachelard@bluewin.ch Le 28 novembre 2015.
- [10] Belkacem Haddouche, Site ardacol.fr, le mars 2016.
- [11] Hamid HAMOUCHE. Conception et réalisation d'une centrale embarquée de la domotique « Smart Home ».06/07/2015, mémoire de master en génie électrique, Université Mohammed V École Normale Supérieure d'Enseignement Technique – Rabat.

Livre :

Le nom : Erik Bartmann

Le titre : Le grand livre d'Arduino 2^e édition.

Edition : Eyrolles

Le nom : Christian Tavernier

Le titre : Arduino Maîtrisez sa programmation et ses cartes d'interface (shields)

Edition : Dunod (16 avril 2014)

Le nom : Massimo Banzi, Michael Shiloh

Le titre : Démarrez avec Arduino - 3^e édition

Edition : DUNOD

Sites Internet

<https://www.arduino.cc/>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Radar>

www.microsann.com