

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
المركز الجامعي لعين تموشنت
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent
Institut de Technologie
Département de Génie Electrique



Projet de fin d'études
Pour l'obtention du diplôme de Master en :
Domaine : SCIENCE ET TECHNOLOGIE
Filière : ELECTRONIQUE
Spécialité : INSTRUMENTATION

Thème

**Un système de feux tricolores intelligent de gestion de la circulation à
Aïn Témouchent**

Présenté Par :

Mme LABSI Majda Yasmine

et

Mlle OUAMRI Sarra.

Devant le jury composé de :

Dr.BENTAIEB Samia	MAB	C.U.B.B (Ain Temouchent)	Présidente
Dr.BENGANA Abdelfatih	MCB	C.U.B.B (Ain Temouchent)	Encadrant
Dr.BENCHERIF Kaddour	MCA	C.U.B.B (Ain Temouchent)	Examineur

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

Nous voudrions remercier DIEU de nous avoir permis d'accomplir ce travail. Nous tenons à remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce projet de fin d'études.

Nous adressons nos sincères remerciements tout d'abord à notre directeur de mémoire Dr.BENGGANA, prof d'électronique à l'université d'Ain temouchent, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Et nous remercions aussi les membres de jurys d'avoir accepté de juger ce modeste travail :

Dr.BENCHERIF Kadour et Dr.BENTAIEB Samia

Nous remercions également notre chef département BENMOUSSET de l'université d'Ain Témouchent pour ses conseils précieux.

Nos remerciements s'adressent aussi à l'équipe pédagogique d'Ain temouchent d'avoir assuré notre formation tout au long de notre cursus universitaire.

En dernier lieu nous remercions nos parents, pour leur soutien constant et leurs encouragements, nos familles et nos amis.

DEDICACES

Nous dédions ce travail modeste à :

*À nos chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour,
leurs soutiens et leurs prières tout au long de nos études,*

*À nos frères et sœurs, À nos amis.
Merci d'être toujours là pour nous.*

SOMMAIRE

Remerciements	i
DEDICACES	iii
SOMMAIRE	iv
Liste des figures	vi
Liste des tableaux	viii
Liste des abreviations	ix
Introduction générale	1
I. Chapitre I : Etat de l'art des systèmes Tricolores	2
I.1 Introduction	2
I.2 Définition de l'Internet des Objets (IoT)	2
I.2.1 Architecture de l'internet des objets	3
I.2.2 Domaines d'applications d'IoT	3
I.3 Système tricolore	5
I.3.1 Feux de circulations Classique	6
I.3.2 Système tricolore classique à temporisation variable par période	7
I.3.3 Feux de circulation intelligents	7
I.4 Feux tricolore intelligents dans le monde	8
I.5 Conclusion	12
II. Chapitre II : Matériels et logiciels	13
II.1 Introduction	13
II.2 Solution basée sur la carte Arduino	13
II.2.1 L'historique de la carte Arduino	13
II.2.2 Présentation de l'Arduino UNO	14
II.2.3 Présentation de l'Arduino MEGA 2560	15
II.2.4 Présentation de l'Arduino NANO	16
II.2.5 Tableau comparatif entre les trois cartes Arduino	17
II.3 Type de capteurs	18
II.3.1 Capteur d'Évitement d'Obstacles (KY-032)	18
II.4 Software ou Logiciel	22
II.4.1 Arduino IDE «Integrated Development Environment»	22

II.4.2	Proteus (ISIS « Intelligent Schématique Input System » et ARES)	23
II.5	Organigramme	26
II.6	Conclusion	26
III.	Chapitre III: Implémentation et Réalisation.....	28
III.1	Introduction	28
III.2	Carrefour étudié	28
III.3	Solution proposée	29
III.3.1	Feux tricolore classique	29
III.3.1.1	Schéma synoptique	29
III.3.1.2	Schéma Electrique d'un feu tricolore classique	32
III.3.2	Feu Tricolore intelligent	34
III.4	Réalisation de notre maquette proposée pour le feu tricolore intelligent	40
III.5	Conclusion	41
	Conclusion générale et perspectives.....	42

Liste des figures

Figure I-1 Internet des objets	2
Figure I-2 Architecture IoT	3
Figure I-3 Les principaux domaines d'IoT	4
Figure I-4 La ville intelligente	5
Figure I-5 Feu vert	6
Figure I-6 Feu Orange	6
Figure I-7 Feu Rouge	6
Figure I-8 Feux Tricolore intelligents	7
Figure I-9 Photo réelle de feu de signalisation« intelligent » à Toronto	8
Figure I-10 Un exemple de feu de circulation «intelligents» à Miami	9
Figure I-11 Le système de boutons pour traverser les rues à vienne.....	10
Figure I-12 : Feu soumis à la vitesse en France	11
Figure I-13 : La mise en service du feu de circulation intelligent en Algérie.....	12
Figure II-1 La 1er carte Arduino	13
Figure II-2 Vue de l'arduino NANO, UNO, MEGA	14
Figure II-3 La carte Arduino UNO	15
Figure II-4 La carte Arduino MEGA 2560	15
Figure II-5 La carte Arduino NANO	16
Figure II-6 Capteur KY-032	18
Figure II-7 Principe d'un IR	19
Figure II-8 Principe de radiation IR.....	19
Figure II-9 Description d'un capteur KY-032	20
Figure II-10 Le potentiomètre de KY-032.....	20
Figure II-11 Les broches de connexion d'un KY-032	21
Figure II-12 Le branchement d'un capteur KY-032 avec la carte Arduino UNO [40].....	21
Figure II-13 L'interface de logiciel Arduino IDE.....	22
Figure II-14 Les composants d'un Barre d'actions	22
Figure II-15 L'interface de logiciel ISIS Proteus.....	23
Figure II-16 L'interface de logiciel ARES Proteus.....	24
Figure II-17 La plaque époxy	25
Figure II-18 Graveuse rempli de perchlorure de fer	25
Figure II-19 Perceuse	25
Figure II-20 Insoleuse	25
Figure II-21 Organigramme pour conception de notre système.....	26
Figure III-1 Localisation géographique du carrefour Acyl (Rue Mohamed Boudiaf ,Aïn Témouchent) But de notre projet à travers Google Maps.....	28
Figure III-2 Présentation du carrefour.	28
Figure III-3 Schéma synoptique d'un feu tricolore classique.....	29
Figure III-4 Organigramme d'un feu tricolore classique.	30
Figure III-5 Le feu tricolore sur ISIS à base de microcontrôleur PIC16F84.	32
Figure III-6 Photo de notre montage d'un feu tricolore classique.	33
Figure III-7 Organigramme d'un système tricolore intelligent.....	34
Figure III-8 Schéma bloc d'un système de feux tricolores intelligents.	35
Figure III-9 Montage du test de capteur	36
Figure III-10 Simulation du capteur KY032 sur ISIS.....	36

Figure III-11	Schéma d'implémentation d'un système tricolore intelligent sur ISIS.....	37
Figure III-12	Photo de notre montage d'un feu tricolore intelligent.....	38
Figure III-13	Photo du premier détecteur	38
Figure III-14	Photo du deuxième détecteur	38
Figure III-15	PCB du système intelligent sur ARES	39
Figure III-16	Circuit imprimé du système intelligent	39
Figure III-17	Réalisation d'une maquette de système tricolore de circulations intelligentes	40
Figure III-18	photo réelle d'un flux de véhicule dans la voie A.....	41

Liste des tableaux

Tableau II-1 Comparaison entre les trois cartes Arduino NANO, UNO et MEGA 2560	17
Tableau III-1 La séquence de signalisation réelle de croisement Acyl à Ain Témouchent	30
Tableau III-2 Matériels utilisé pour la réalisation d'un feu tricolore classique	31
Tableau III-3 Configuration des Leds.....	32

Liste des abreviations

IOT: Internet Of Things

M2M: Machine to Machine

PAN: Personal Area Network

3GPP:3rd Generation Partnership Project

TISPAN: Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks.

LTE-A: Long Term Evolution Advanced

PH: Potentiel Hydrogène

HD: High Definition.

In Sync: In Synchronization

SCATS: Sydney Coordinated Adaptive Traffic System

EOS: Enterprise Operating System

WWW: World Wide Web

TU: Technical University

LED: Light Emitting Diode

USB: Universal Serial Bus

WIFI: Wireless Fidelity

ICSP: In Circuit Serial Programming

PWM: Pulse Width Modulation

SRAM: Static Random Access Memory

EEPROM: Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

CCD: Charged Coupled Device

IR: Infrared

VCC: Voltage at the Common Collector

GND: Ground

PCB: Printed Circuit Board

DC: Direct Current

Kg: Kilogram

IO: Input /Output

MUC: Microcontroller Unit

IDE: Integrated Development Environment

Mac: Macintosh

ISIS: Intelligent Schematic Input System

ARES: Advanced Routing and Editing Software

CAO : Construction Assistée par Ordinateur

PDF : Portable Document Format

INTRODUCTION

GENERALE

Introduction générale:

Durant les deux dernières décennies, le parc de voitures dans le monde en général et en Algérie en particulier, n'a cessé d'augmenter. Chaque année le nombre des usagers de la route augmente et dépasse la capacité de certaines routes conduisant à des embouteillages et à des files d'attente longues. Il en résulte un trafic routier de plus en plus dense et la circulation est alors dégradée, créant un mécontentement des usagers. Les conséquences de ce phénomène sont nombreuses, on cite quelques-unes : le risque d'accidents augmente, le temps de déplacement et les délais de livraison de marchandises deviennent importants, augmentation de la pollution qui n'est pas sans effets sur la santé des citoyens.

Ce phénomène de congestion (encombrement de la circulation) du trafic routier est ainsi un problème socio-économique qui nécessite des solutions adaptées à chaque pays.

Face à la complexité du problème, les autorités publiques de chaque pays ont été amenées à établir une stratégie pour la gestion du trafic urbain basée sur les nouvelles technologies de métrologie et de Technologie de l'Information et de la Communication (TIC).

Depuis plusieurs années, pour les pays qui ont adopté des solutions intelligentes pour la gestion du trafic routier, la sécurité routière obtient des résultats satisfaisants en matière d'accidentologie.

Pour résoudre le problème de la congestion afin que la circulation devienne fluide, les pouvoirs publics proposent plusieurs solutions, telles que l'aménagement des infrastructures, le développement du transport public pour la réduction du nombre de véhicules, la mobilisation d'un nombre important d'agent de police au niveau de tous les carrefours importants, les feux de signalisation tricolores. Ces derniers contribuent à assurer une meilleure gestion du trafic routier et améliorer la fluidité de la circulation. Ainsi, les retards causés par les congestions sont réduits ce qui améliore la qualité de vie des usagers et permet aux marchandises d'être livrées à temps.

Les feux tricolores sont d'une grande importance dans la de gestion du trafic routier pour assurer une sécurité dans le temps à la fois aux véhicules et aux piétons qui utilisent le même espace conflictuel tel que les carrefours.

Les feux de signalisation ont évolué avec la technologie, ils sont dotés d'une intelligence artificielle leur permettant une gestion efficace du trafic routier. Ils font partie des Objets Connectés à l'Internet (IOT), on les trouve couramment dans les villes intelligentes.

Ces feux de signalisation tricolores font l'objet de notre projet de fin d'études. Le cahier des charges nous impose d'étudier et concevoir un système de feux tricolores classique dont les temporisations sont fixes et un système de feux tricolores intelligent dont les temporisations dépendent du flux routier sur chaque voie.

Ce mémoire est organisé en trois chapitres. Après une introduction générale, le premier chapitre présente un état de l'art sur les feux de signalisation tricolores. Quant au deuxième chapitre, il décrit le matériel à utiliser pour la réalisation notamment les cartes Arduino et les capteurs nécessaires. Le troisième chapitre présente les étapes de la réalisation de notre système de feux tricolores. Nous terminerons avec une conclusion générale et perspective.

Chapitre I

I. Chapitre I : Etat de l'art des Systèmes Tricolores

I.1 Introduction:

Dans ce chapitre, nous présentons les principaux concepts de l'Internet of Things (IoT) et ses domaines d'application [1]. Ensuite nous allons présenter un état de l'art sur les feux tricolores à travers le monde pour résoudre la problématique de gestion du trafic routier dans les grandes villes. Nous terminons par un cas réel qui concerne notre région d'Ain Temouchent pour la gestion de circulation (feux tricolores). Pour résoudre ce problème, nous allons proposer une solution qui sera présentée dans les chapitres suivants [2].

I.2 Définition de l'Internet des Objets (IoT):

Les deux dernières décennies ont connu un développement énorme de la technologie de l'information : débit élevé, coût de l'installation réduit ... Ainsi le champ des applications s'est élargi à plusieurs domaines de notre vie [3].

La tendance à tout connecter à internet a ouvert la voie à une nouvelle technologie appelée IoT. Le terme IoT est apparu pour la première fois en 1999 dans un discours de Kevin ASHTON, un ingénieur britannique [4].

Cette technologie permet aux objets traditionnellement non connectés qui nous entourent dans notre vie courante tels que les voitures, les équipements domestiques de nos maisons d'être commandables ou observables de n'importe quel endroit une fois connectés au réseau internet ou à des réseaux spécifiques [5].

Le développement de cette technologie a conduit l'homme à imaginer des bâtiments intelligents, des routes intelligentes, des **feux de croisement intelligents**, des parkings intelligents, des taxis, des caméras, des accessoires portatifs, des ambulances ... [6]

Chaque objet connecté est identifiable de façon unique grâce à son système informatique embarqué. Ce réseau d'objets permet l'échange et le stockage des données avec ou sans intervention humaine. Il réalise donc l'interaction entre le monde physique et le monde numérique (figure I-1) [7].

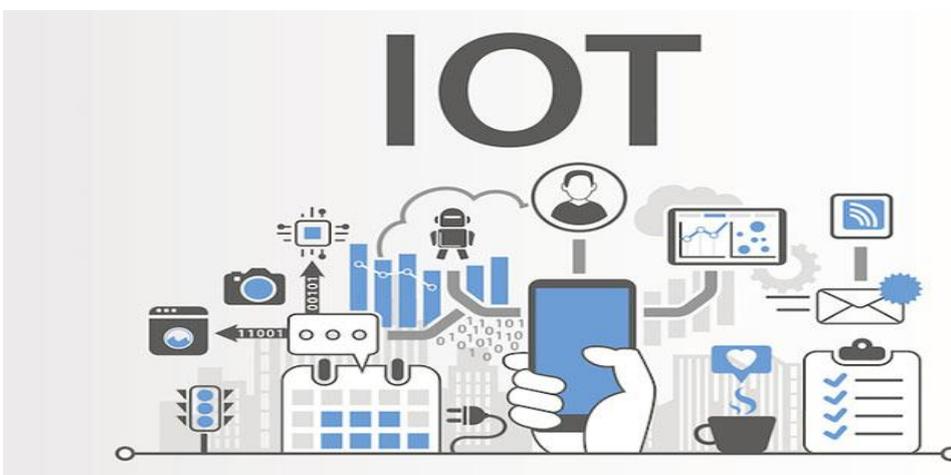


Figure I-1 Internet des objets [8]

I.2.1 Architecture de l'internet des objets:

L'architecture des systèmes IoT (figure I-2), est composée de trois domaines : le Domaine M2M (Machine To Machine), le Domaine du Réseau et le Domaine d'Application.

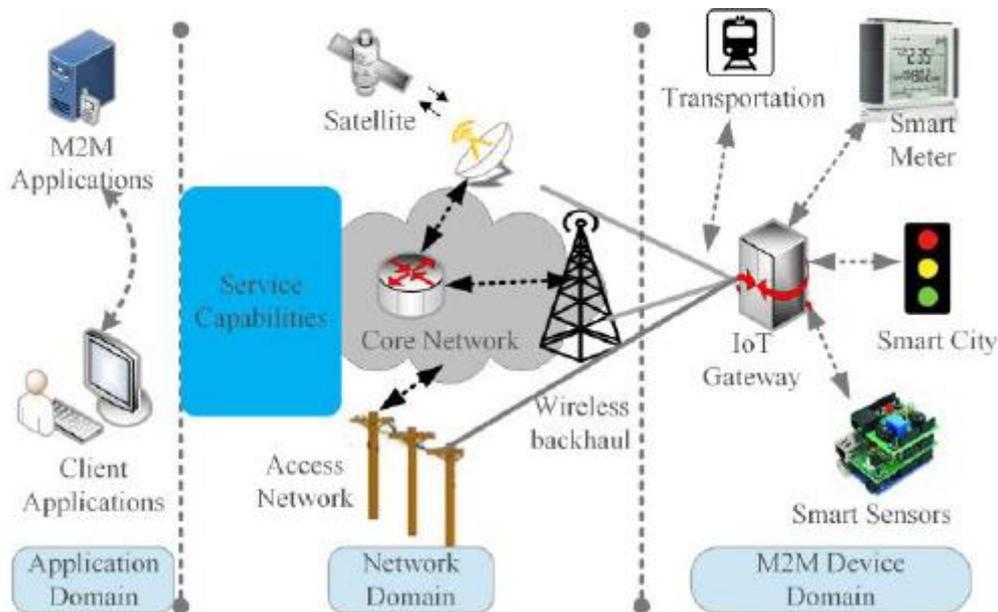


Figure I-2 Architecture IoT [9]

a. Le domaine M2M:

L'appareil fournit une connectivité directe au domaine réseau via les réseaux d'accès, qui peuvent inclure des technologies PAN « Personal Area Network » à portée limitée telles que Bluetooth, ou via une passerelle qui agit comme un proxy réseau pour le domaine réseau [9].

b. Le domaine réseau de communication:

Il comprend différents réseaux d'accès, qui fournissent une connectivité à travers diverses technologies, telle que le Satellite aux appareils et/ou aux passerelles. Il fournit également une connectivité au réseau de base qui comprend une connectivité hétérogène et multi-technologie, comme **3GPP** « 3rd Generation Partnership Project », **TISPAN** « Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks » et **LTE-A** « Long Term Evolution Advanced » [9].

c. Le domaine d'application:

Comprend les applications IoT et les infrastructures serveur/cloud. Ces derniers doivent partager leur contenu, éventuellement et les sauvegarder à d'autres appareils. Ils comprennent également des fonctionnalités de service [9].

I.2.2 Domaines d'applications d'IoT:

La figure (figure I-3) montre les principaux domaines d'application d'IoT, ensuite une petite explication de chaque domaine sera présentée.

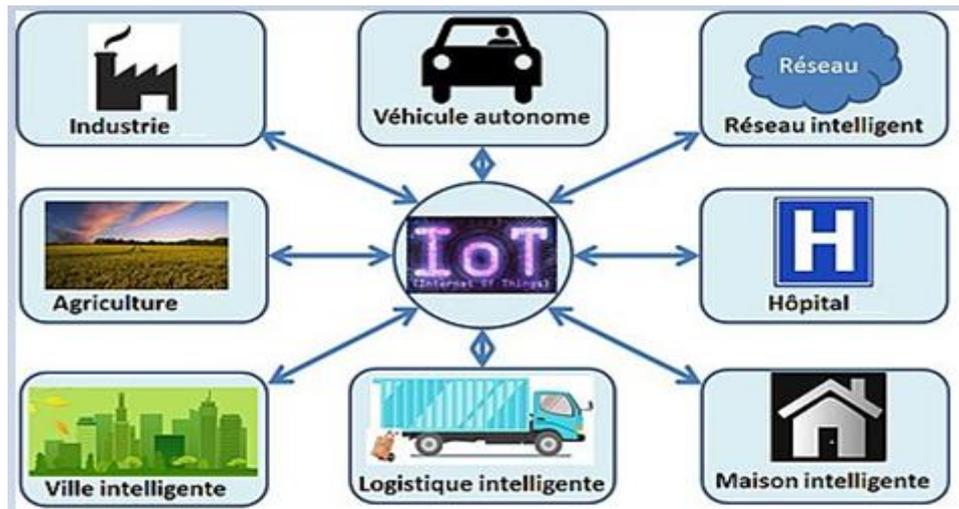


Figure I-3 Les principaux domaines d'IoT [10]

a. Domaine de transport et logistique:

L'IoT peut sauver des vies, réduire le trafic et minimiser l'impact du véhicule sur l'environnement, non seulement en connectant des voitures autonomes, mais aussi en rendant le transport intelligent ainsi que les systèmes de logistique [11].

b. Domaine de santé:

Le médecin pourra suivre à distance l'état de santé d'un patient grâce à des appareils connectés ou des capteurs tels que les bracelets, les montres, etc.... Toutes ces évolutions interrogeront l'organisation des soins et le rôle des professionnels de santé (médecins, pharmaciens, ...). Le tout s'exécute en temps réel [12].

c. Domotique:

Il est possible d'avoir des objets connectés pour toutes les pièces de la maison. Leur utilisation facilite la vie au quotidien puisque elle permet un gain de temps [13].

d. Domaine de l'industrie:

Avec la maintenance prédictive, la gestion automatisée des alertes peuvent optimiser les processus, et réduire les dépenses énergétiques... [14]

e. Domaine d'agriculture:

L'utilisation de l'IoT dans l'agriculture sert à optimiser plusieurs paramètres comme le coût, la maintenance et la surveillance des performances. Le réseau de surveillance de capteur d'agriculture de précision est employé considérablement pour mesurer l'information agro-connexes comme la température, l'humidité, le sol **PH** «Potentiel Hydrogène », les niveaux de nutrition de sol, le niveau d'eau etc. ainsi, avec des fermiers d'IoT peuvent surveiller à distance leurs récoltes et équipements par des téléphones et ordinateurs [15].

f. Domaine d' automobile:

Quand elles sont liées à l'internet des objets, les voitures transforment les données en actions, aussi bien à l'intérieur de la voiture que dans le monde extérieur. Il y aura moins d'accidents, une plus grande mobilité et un trafic plus fluide [16].

g. La Ville intelligente:

Les villes sont des écosystèmes complexes, où la qualité de vie est une préoccupation importante. Dans un tel environnement urbain, les personnes, les entreprises et les pouvoirs publics éprouvent des besoins et des exigences spécifiques dans des domaines tels que la santé, les médias, l'énergie et l'environnement, la sécurité et les services publics. Une ville est perçue de plus en plus comme un organisme unique, qui doit fournir aux citoyens des informations exactes. Elles sont les plus concernées par l'internet des objets offrant une excellente Infrastructure (figure I-4) [17].



Figure I-4 La ville intelligente [18]

I.3 Système de feux tricolores:

L'amélioration de la circulation dans les villes est l'une des priorités de la mobilité des personnes se déplaçant en véhicule. Ainsi, on peut améliorer la sécurité routière tout en économisant du temps et de l'argent. C'est dans ce sens que des feux de signalisation intelligents ont été conçus. Un feu de circulation routière, aussi appelé feu tricolore, est un dispositif permettant la régulation du trafic routier entre les usagers de la route, les véhicules et les piétons, à des endroits sensibles telles que les intersections. En fonction de la couleur affichée, ils permettent ou non aux usagers de franchir une intersection. C'est un système de gestion de priorité de passage, Il est basé sur plusieurs feux de signalisations généralement tricolores: vert, rouge, orange. Des signalisations concernent à la fois des véhicules et les piétons.

I.3.1 Feux de circulations classiques:

Ce sont des systèmes basés sur des temporisations fixes avec parfois quelques options pour les piétons. Généralement, ils fonctionnent selon la séquence, Vert, Orange, Rouge, Vert ...

a. Feu vert:

Un feu vert (figure I-5) indique à l'utilisateur qu'il a la priorité d'agir (tourner à gauche, continuer tout droit ou tourner à droite) après avoir cédé le passage aux véhicules et aux piétons se trouvant déjà dans l'intersection [19].



Figure I-5 Feu vert [19]

b. Feu orange:

Le feu orange (figure I-6) informe l'utilisateur de la route que le feu rouge est sur le point de s'allumer. Il peut s'arrêter s'il n'y a pas de danger, sinon, il peut continuer avec prudence [19].



Figure I-6 Feu Orange [19]

c. Feu rouge:

Un feu rouge (figure I-7) informe l'utilisateur qu'il doit immobiliser son véhicule, soit à la ligne d'arrêt marquée sur la chaussée ou, à défaut, au passage protégé pour piétons, qu'il soit marqué ou non [19].



Figure I-7 Feu Rouge [19]

I.3.2 Système tricolore classique à temporisation variable par période:

Les temporisations sont définies en fonction du trafic routier de différentes voies à partir des mesures statistiques de débit de véhicules sur chaque voie. En période de pointe, le trafic routier est dense le matin et en fin d'après-midi, correspondant aux différentes activités dans la ville. En général le trafic n'est pas le même pour tout les sens pendant la journée.

I.3.3 Feux de circulation intelligents:

Ce sont des systèmes qui en plus des systèmes classiques sont dotés de capteurs intelligents (figure I-8). Ces derniers fournissent des informations sur le trafic routier: congestion, fluide ou moyen, sur les différents axes routiers. Ils permettent de compter le nombre de véhicules au cours du temps.

En fonction de ces informations, le système intelligent calcule les temporisations nécessaires pour assurer une régulation intelligente entre les différentes voies.

Il existe plusieurs types de capteurs qui permettent l'estimation du trafic routier. Parmi ces capteurs on peut citer certains qui sont couramment utilisés:

- Boucles électromagnétiques.
- Capteurs vidéo (caméra intelligente).
- Réseaux de capteurs sans fil.
- les capteurs à hyperfréquence (radar).
- les fibres optiques.
- les capteurs à ultrason, à infrarouge... etc.

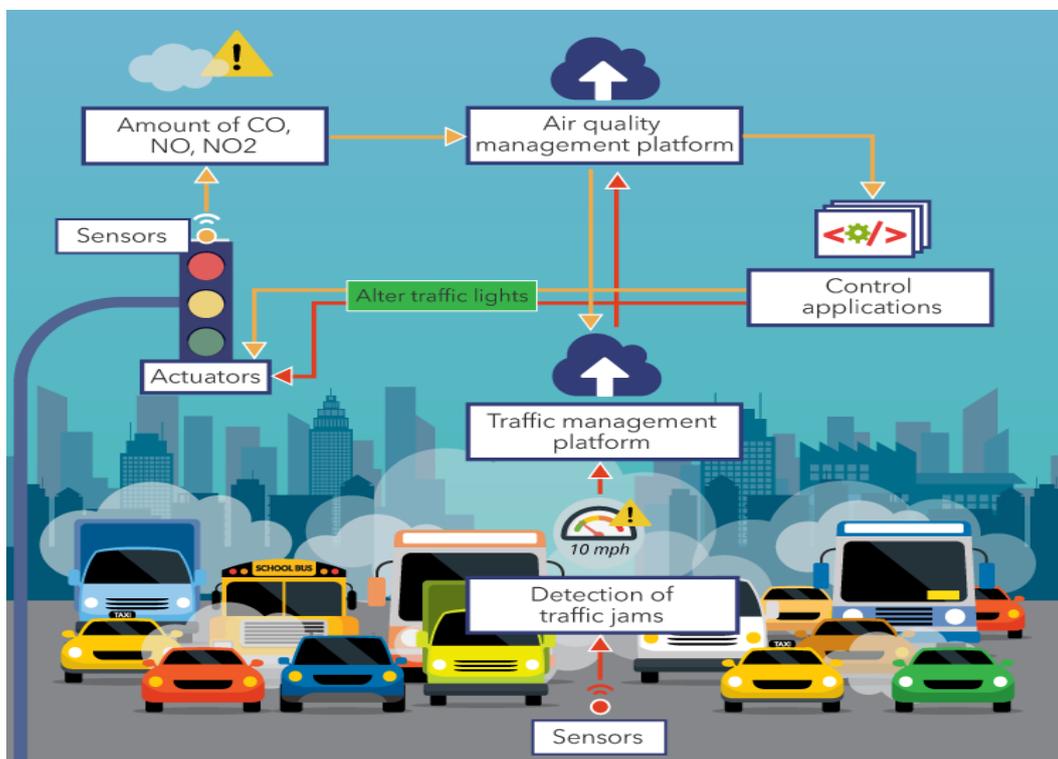


Figure I-8 Feux Tricolore intelligents [18]

I.4 Feux tricolore intelligents dans le monde:

La gestion intelligente du trafic est un système dans lequel les feux de circulation et les capteurs contrôlés centralement régulent la circulation à travers les villes en réponse à des niveaux de demande spécifiques. Ce type de mise en œuvre permet aux villes de réduire les embouteillages en lissant les flux de circulation et en priorisant la circulation en réponse à la demande en temps réel et en réduisant la pollution dans toute la ville, entre autres avantages. Ces systèmes éliminent la conduite Stop-Start, qui est inefficace et polluante.

Un nombre croissant de villes aux États-Unis, France, Autriche, Canada et Algérie commencent à mettre en œuvre des projets de trafic intelligent. Nous décrivons ici quelques initiatives récentes dans le domaine de la circulation intelligente [20].

a. Toronto:

La ville de Toronto, au Canada, a annoncé le lancement de deux projets pilotes de feux de circulation intelligents en 2018, qui sont en mesure de s'adapter de façon indépendante aux conditions de circulation en temps réel.

Toronto a utilisé un mélange de systèmes de circulation, dont certains ont plus de 20 ans, pour contrôler environ 2 400 feux de circulation à travers la ville.

Dans le cadre de l'initiative de trafic intelligent, Toronto a mis à l'essai deux technologies au cours de 2018 afin de déterminer les meilleures technologies pour Toronto. La ville a mis à l'essai une technologie appelée **In Sync** « In Synchronization » qui prend des décisions basées sur la détection de caméras d'analyse vidéo qui mesure les longueurs de file d'attente à l'approche de l'intersection et transmet ces données au signal (figure I-9). Ce système est principalement utilisé aux États-Unis.

Le deuxième système de trafic intelligent qui a été testé est appelé **SCATS** « Sydney Coordinated Adaptive Traffic System » qui est utilisé en Australie, en Asie et aux États-Unis. Cette technologie prend des décisions à l'aide de la détection radar pour mesurer la circulation des deux côtés de l'intersection [20].



Figure I-9 Photo réelle de feu de signalisation « intelligent » à Toronto [21]

b. Miami-Dade:

En 2017, le comté de Miami-Dade avait approuvé un projet visant à installer des feux de circulation intelligents sur certaines routes du comté. La société californienne « Econolite Control Products » a remporté le contrat de 11,1 millions de dollars avec Miami-Dade pour étendre un programme pilote qui a introduit une nouvelle technologie pour faire fonctionner les feux de circulation en fonction de l'évolution du flux de véhicules (figure I-10).

Dans le cadre du contrat de trafic intelligent, la société Econolite installera un total de 300 nouveaux feux de circulation intelligents, ce qui représente près de 10% de tous les feux de circulation Miami-Dade.

Au cours du projet pilote de 2016, un certain nombre de signaux de rues intelligents avaient été installés sur certaines rues de Miami, ce qui a entraîné une réduction du temps de déplacement moyen d'environ 10 minutes.

Une étude menée par la Métropolitain Planning Organisation, une division du département des transports du comté, a sélectionné les routes sur lesquelles les nouveaux feux de circulation intelligents seront installés. Le déploiement complet du projet prendra environ un an.

La société a récemment lancé son logiciel de contrôle de trafic **EOS** « Enterprise Operating System », qui est un logiciel de contrôle du trafic de nouvelle génération, basé sur le **WWW** « World Wide Web » interface utilisateur. EOS est conçu pour étendre les capacités de contrôle de la circulation, en préparant les agences aux demandes à venir des systèmes de contrôle de la circulation des véhicules connectés et autonomes et des systèmes de contrôle de la circulation en ville intelligente [20].



Figure I-10 Un exemple de feu de circulation «intelligents» à Miami [22]

c. Vienne:

À Vienne, en Autriche, les systèmes de feux de circulation à boutons peuvent « faire compter leurs jours », ces feux de circulation ne satisfont pas les piétons, qui n'ont pas la patience d'attendre le Feu vert, après avoir appuyé sur le bouton, les faisant traverser quand le signal est rouge. D'autre part, ceux-ci sont utilisés comme amusant à "ennuyer" les conducteurs dans de nombreuses situations où personne ne traverse.

En ce qui concerne la sécurité, mais aussi l'optimisation de la gestion de la circulation, l'autorité municipale chargée de l'éclairage urbain et des feux de circulation a chargé l'Institut d'infographie et de vision de TU « technical university » Graz de développer un nouveau système de remplacement modèles à bouton-poussoir.

Le nouveau feu de circulation utilise une caméra qui reconnaît les intentions des piétons avant de traverser la route, passant automatiquement au vert (figure I-11). Le système permettra également d'optimiser la circulation automobile et le passage des personnes. Par exemple, le feu vert peut être étendu si de plus grands groupes de personnes sont détectés. Et si les gens traversent sans le feu encore vert, le feu de circulation enregistre l'action et n'ouvre pas le signal pour les piétons [23].

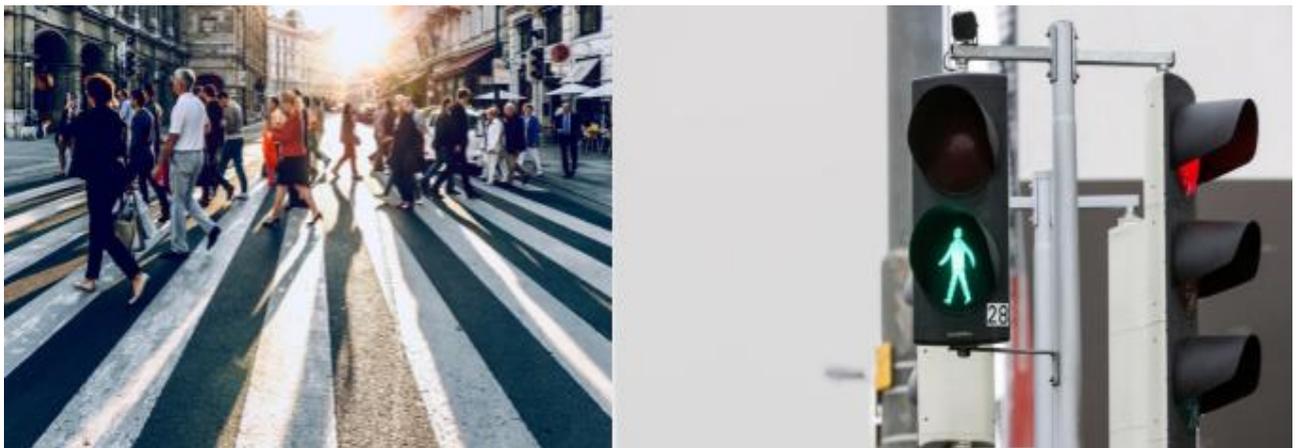


Figure I-11 Le système de boutons pour traverser les rues à Vienne [24]

d. France:

Voilà quelques années que les feux tricolores « intelligents » ou « comportementaux » sont apparus sur le bord des routes françaises. Très répandus, ils sont utilisés pour réguler la vitesse des véhicules. En fonction de la vitesse à laquelle conduit un automobiliste ou en fonction de son comportement, le feu passe au rouge ou au vert.

Les communes et agglomérations françaises installent surtout ces feux « intelligents » afin de lutter contre les excès de vitesse. Il en existe d'ailleurs deux types différents. Tout d'abord, le « feu de sanction » : celui-ci est vert en permanence. Si jamais un conducteur dépasse la limite de vitesse autorisée, il passe immédiatement au rouge. Puis, le second est un « feu récompense » : ce feu est toujours rouge. Si l'automobiliste respecte la vitesse maximale autorisée, il passe

immédiatement au vert (figure I-12). De plus, certaines municipalités les utilisent tout particulièrement en guise d'alternative aux ralentisseurs, et aussi pour protéger les intersections où se trouvent les passages piétons [25].



Figure I-12 : Feu soumis à la vitesse en France [26]

e. Algérie:

En février 2019, la wilaya d'Alger a fait l'entrée en service de 25 carrefours pilotes «intelligents» sur l'axe Place du 1er mai (Sidi M'hamed) – Belouizdad dans le cadre de l'exécution de la première phase du projet algéro-espagnol portant la mise en place d'un nouveau système de régulation du trafic routier et d'éclairage public. Dans le cadre de la concrétisation de ce projet, qui vise à améliorer et fluidifier la circulation routière et régler le problème des embouteillages», ce projet dont la réalisation, en 3 phases, qui a été confié à la société mixte algéro-espagnole mobilité et éclairage d'Alger (MOBEAL), composée de l'Etablissement de gestion de la circulation et du transport urbain (EGCTU), de l'Etablissement de réalisation et de maintenance de l'éclairage public de la wilaya d'Alger ainsi que de deux entreprises espagnoles spécialisées, qui permet de connaître le trafic routier en temps réel, d'améliorer les conditions de déplacement, réduire la durée des voyages et tenir informé les usagers de la route via Internet [27].



Figure I-13 : La mise en service du feu de circulation intelligent en Algérie [27]

I.5 Conclusion:

Nous avons vu que l'IoT devient indispensable dans plusieurs domaines et son évolution rend la vie quotidienne beaucoup plus facile et confortable. Notamment pour la gestion des intersections de circulation routière qui devient plus fluide avec l'apparition de ces types de feu appelée « intelligent ».

CHAPITRE II

II. Chapitre II : Matériels et logiciels

II.1 Introduction:

Nous avons vu au chapitre précédent que le système de feux tricolores intelligents fait partie des systèmes IoT. On sait que ces derniers assurent plusieurs tâches de commandes, de contrôles et de communications. Ainsi, pour mener à bien notre projet, nous allons étudier les différentes solutions matérielles (hardware) et logicielles (software). Normalement, une telle étude doit tenir compte de plusieurs paramètres : le coût, la fiabilité, la consommation, l'ergonomie, la rapidité, l'autonomie, intégration dans des réseaux, environnement et support logiciel etc...

En ce qui concerne notre projet, nous allons proposer une solution basée sur la carte Arduino. Cette solution doit tenir compte du cahier de charge : nombre d'entrées et de sorties logiques, nombre d'entrées et sorties analogiques s'il y'a lieu, affichage, communication réseau Ethernet ou internet éventuellement.

II.2 Solution basée sur la carte Arduino:

II.2.1 L'historique de la carte Arduino:

Toute carte Arduino fait partie d'un projet italien qui a été initié en 2004 – 2005 par un groupe d'enseignants et d'étudiants d'une école de design italienne. Il combine l'informatique et l'électronique dans une seule plaque électronique. Son nom 'Arduino' est relatif au projet. [28].

L'Arduino est un circuit électronique comprenant un microcontrôleur dont le rôle est d'assurer un fonctionnement automatique des appareils électroniques et d'autres composants électroniques (des Leds, ports USB, etc...) (Figure II-1). Il peut se connecter avec des modules électroniques comme les moteurs, les diodes Led, les capteurs analogiques, les claviers. Des liaisons sans fils comme Bluetooth, radio et WIFI « Wireless Fidelity»,...sont aussi possibles [30].

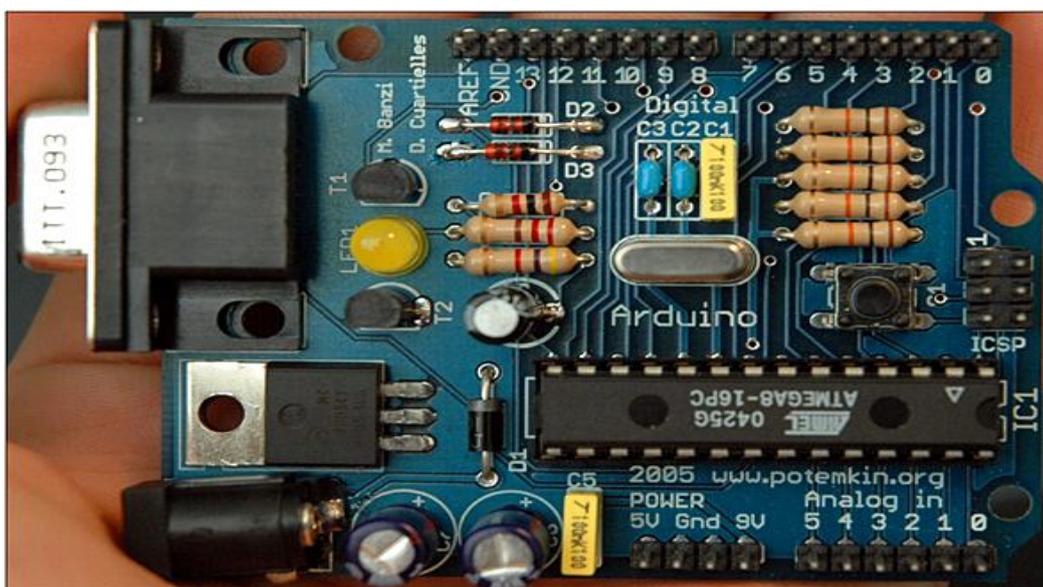


Figure II-1 La 1er carte Arduino [30]

La carte Arduino peut se programmer à l'aide d'un langage informatique évolué, afin de réaliser des tâches très diverses dans plusieurs domaines comme le contrôle des appareils domestiques, et aussi le domaine de la robotique etc...

Il existe plusieurs types de cartes Arduino (figure II-2) dont les caractéristiques sont plus ou moins similaires, elles se différencient par certains paramètres : nombre de ports, nombre d'entrées et de sorties, fréquence de travail, la figure suivante présente les trois cartes Arduino les plus répandues : la Nano, la Uno et la Mega. Chacune possède des caractéristiques intéressantes.

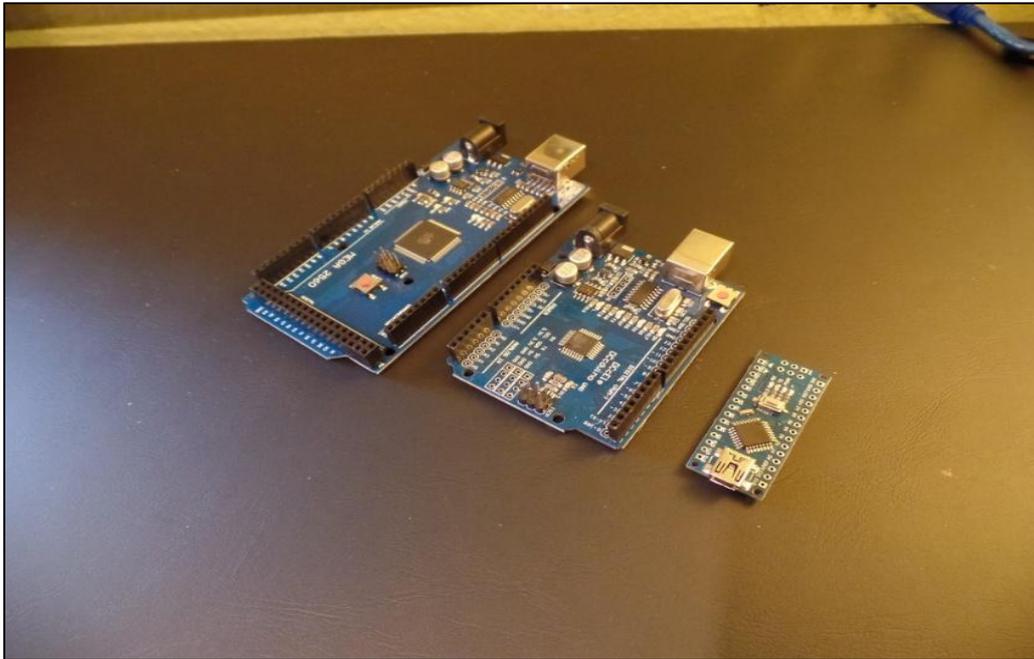


Figure II-2 Vue de l'arduino NANO, UNO, MEGA [31]

II.2.2 Présentation de l'Arduino UNO:

La carte Arduino Uno (figure II-3) est le produit le plus populaire parmi les cartes Arduino. Parfaite pour débiter la programmation Arduino, sa complexité est relativement faible [32].

La carte Arduino Uno, comme son nom l'indique, est la première version utilisée d'IDE Arduino 1.0, et elle est devenue le symbole de l'univers Arduino. Une telle carte est montrée par la figure ci-dessous [32].

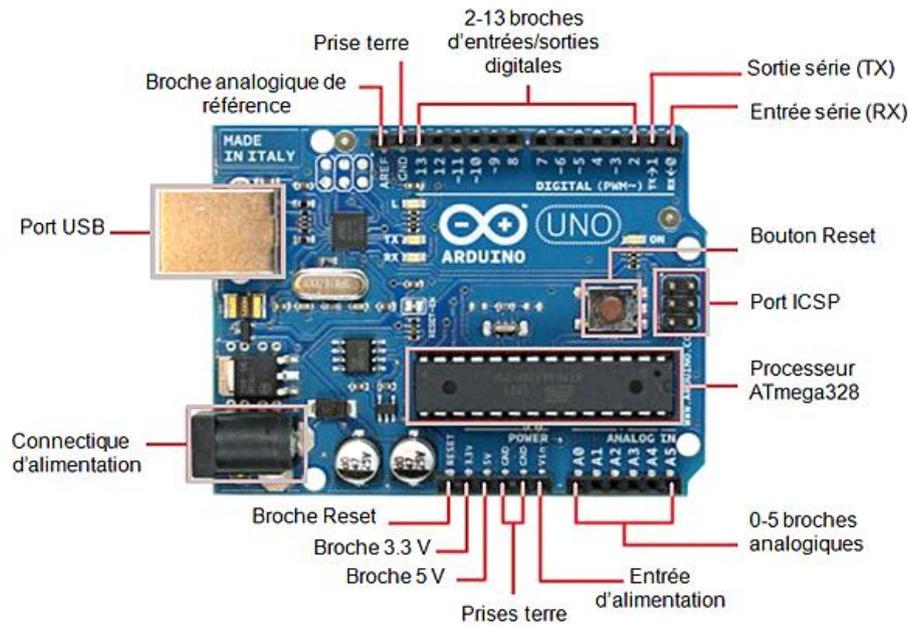


Figure II-3 La carte Arduino UNO [32]

II.2.3 Présentation de l'Arduino MEGA 2560:

L'Arduino Mega 2560 (figure II-4) est un autre produit populaire parmi les cartes Arduino. Parfaite pour les applications Arduino un peu plus grandes, elle est constituée de tous les éléments nécessaires pour permettre la construction d'objets évolués. Elle a un nombre d'entrées/sorties plus important que les précédentes cartes [33].

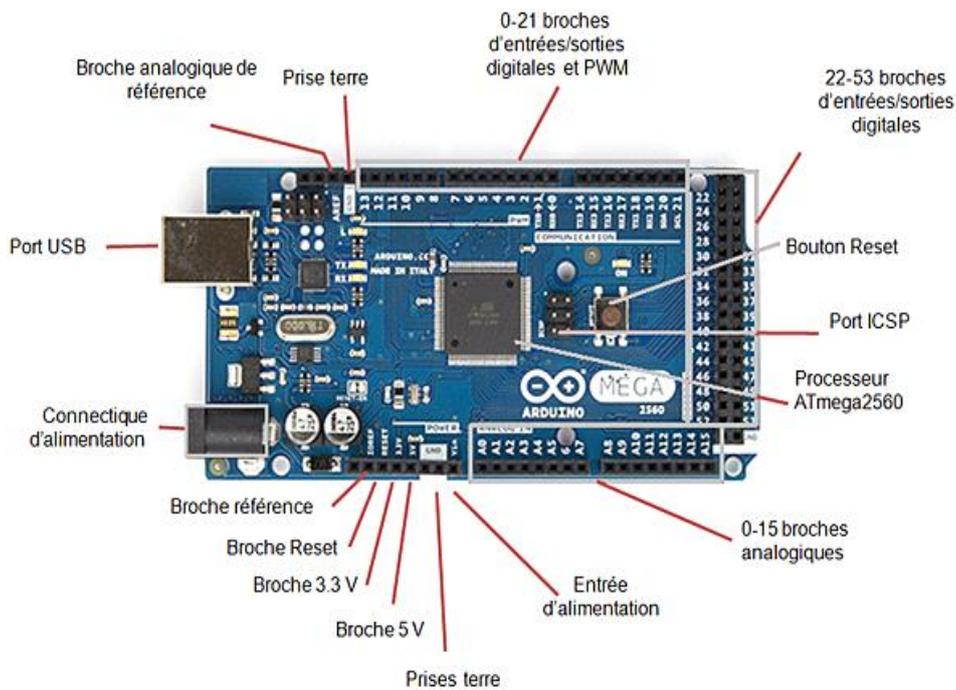


Figure II-4 La carte Arduino MEGA 2560 [33].

II.2.4 Présentation de l'Arduino NANO:

La carte Arduino Nano (figure II-5) est un produit plus spécifique que les cartes Arduino Uno et Arduino Méga. Elle est compacte et parfaite pour les applications un peu plus petites, mais malgré sa petite taille, elle contient une puissance intéressante pour permettre la construction d'objets intelligents et portables [34].

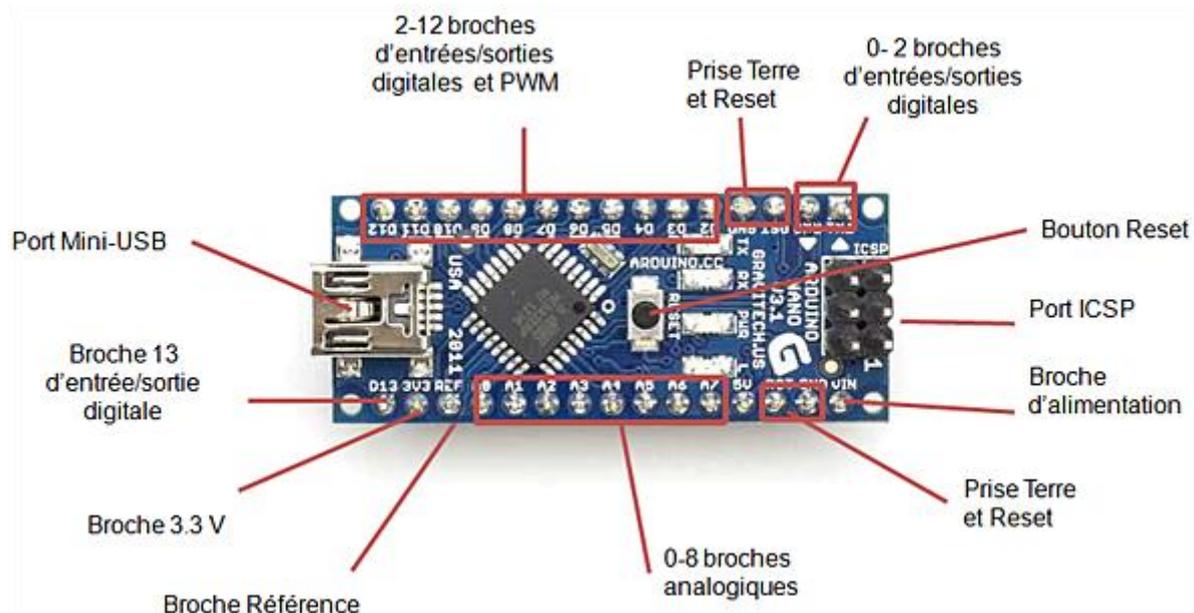


Figure II-5 La carte Arduino NANO [34]

Cette carte miniature est intéressante pour la conception de circuits imprimés. Elle assure les mêmes fonctions que la carte arduino Uno.

II.2.5 Tableau comparatif entre les trois cartes Arduino:

Une comparaison des trois cartes (la Nano Arduino, l'Uno Arduino, et la Mega Arduino 2560) est présentée dans le tableau II-1 [30] [31] [35] [36] [37].

Caractéristiques	La carte arduino NANO	La carte arduino UNO	La carte arduino MEGA 2560
Le prix	1000.00 DA	2500.00 DA	3300.00 DA
Dimensions	4,3 x 1,8 cm	6,9 x 5,3 cm	10,2 x 5,3 cm
Entrées/sorties Numériques	14 dont 6 sorties PWM	14 dont 6 sorties PWM	54 dont 15 sorties PWM
Entrées analogiques	8	6	16
Le poids	5g	25g	32g
Microcontrôleur	ATmega328	ATmega328P	ATmega2560
Tension de fonctionnement	5V	5V	5V
tension d'alimentation	7 à 9V	Recommandée = 7 à 12V limites = 6 à 20 V	7 à 12V
Courant max par broches E/S	40 mA	40 mA	40 mA
Courant max sur sortie 3,3V	50 mA	50 mA	50 mA
Mémoire Flash	32 KB	32 KB dont 0.5 KB utilisée par le boot loader	256KB
Mémoire SRAM	2 KB	2 KB	8 KB
Mémoire EEPROM	1KB	1 KB	4KB
Fréquence horloge	16 MHz	16 MHz	16 MHz

Tableau II-1 Comparaison entre les trois cartes Arduino NANO, UNO et MEGA 2560

II.3 Type de capteurs:

Les feux tricolores classiques fonctionnent selon un cycle de timing fixé à l'avance. Son principe repose sur des temporisations fixes. Pour les doter d'une certaine intelligence on doit utiliser différents capteurs afin d'estimer le trafic routier sur les différentes routes. Les différentes temporisations sont calculées en fonction du trafic routier de chaque voie. Plus le trafic est dense, plus la temporisation du vert est élevée. Parmi les capteurs on peut citer les plus utilisés:

- Capteurs à boucles magnétiques
- Capteur de détection d'Obstacles : Capteurs infrarouge etc...
- Capteurs ultrasons.
- Caméra à CCD « Charged Coupled Device»
- ...

Nous allons décrire les capteurs qui sont à notre disposition compte tenu des circonstances actuelles que vit notre pays.

II.3.1 Capteur d'Évitement d'Obstacles (KY-032):

a. principe de fonctionnement:

Ce type de capteur convient beaucoup pour la détection des obstacles peu distants (figure II-6). Il exploite la technologie infrarouge IR (infrared). L'onde IR est un rayonnement électromagnétique qui se situe dans une région spectrale invisible pour les êtres humains, car la fréquence de ce rayonnement est inférieure à la fréquence du rouge visible d'où vient le terme IR.

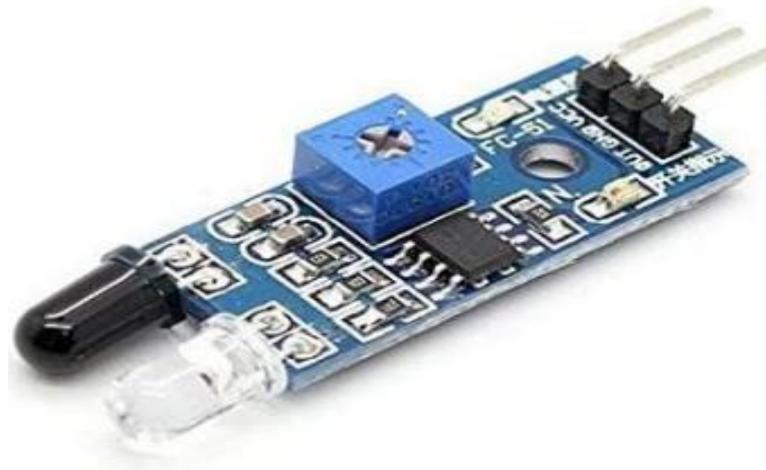


Figure II-6 Capteur KY-032 [39]

Le spectre IR est divisé en 3 zones (figure II-7):

- **les ondes courtes:** dont les longueurs d'onde varient entre 0.78 et 2 μm .
- **les longueurs d'ondes moyennes:** sont comprises entre 2 et 4 μm .
- **les longueurs d'onde des ondes longues:** varient entre 4 et 10 μm .

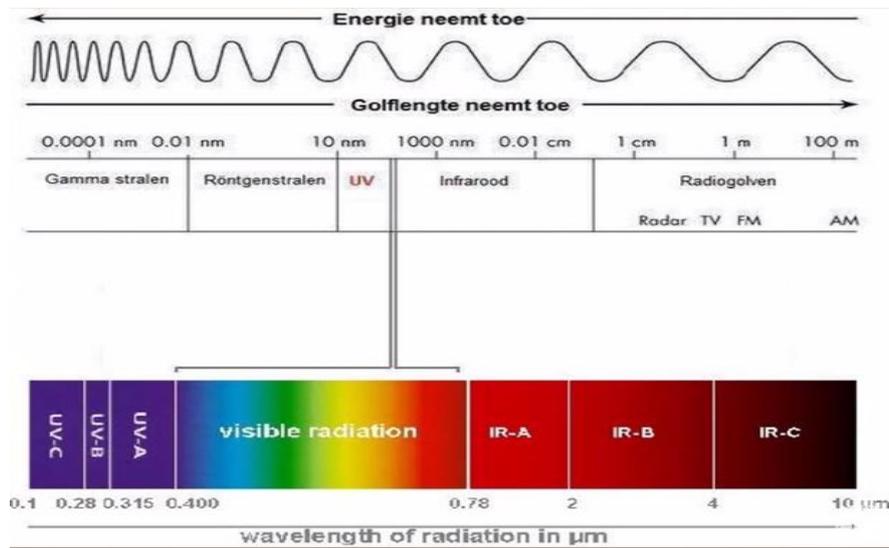


Figure II-7 Principe d'un IR

Lorsqu'une onde infrarouge est émise, une partie de la radiation IR est réfléchiée par la surface de l'objet, une autre sera absorbée et la dernière partie passe à travers l'objet (figure II-8). C'est la réflexion qui nous intéresse pour la détection des obstacles.

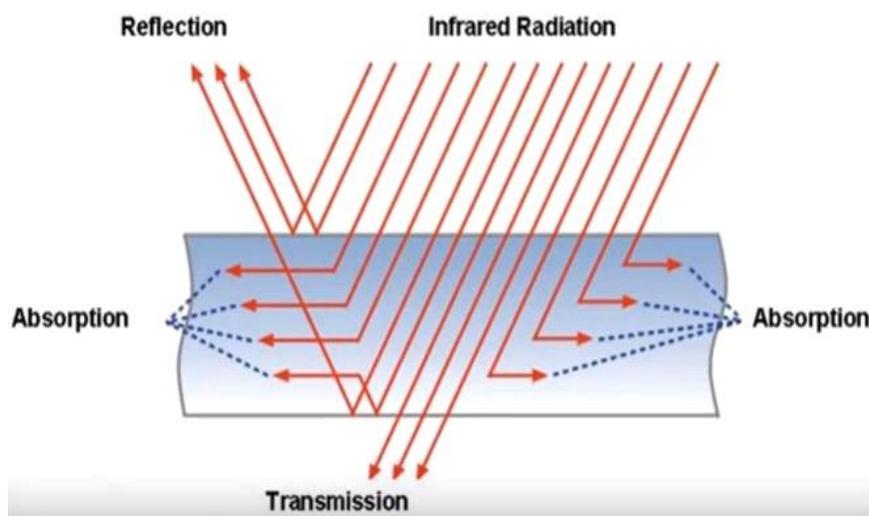


Figure II-8 Principe de radiation IR

Le capteur IR Ky-032 est basé sur le principe de réflexion. Il est constitué d'un émetteur de lumière IR et d'un récepteur qui détecte l'onde lumineuse réfléchi (figure II-9).

Son principe est simple, une onde de la lumière IR est émise, si un obstacle se trouve dans le champ de vision du capteur, une partie de la radiation sera réfléchi et mesurée par le capteur ce qui permet la détection d'obstacle. Ce capteur est muni de deux Leds: une indique que le capteur est alimenté, alors que la deuxième une fois allumée indique la présence d'un obstacle.

Ce capteur contient aussi un potentiomètre pour le réglage de la distance.

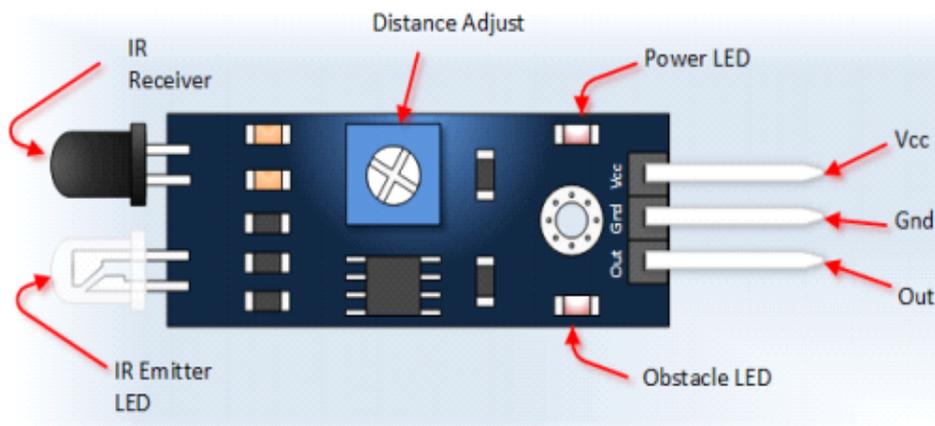


Figure II-9 Description d'un capteur KY-032 [38]

b. les caractéristiques du capteur KY-032:

Ses principales caractéristiques sont:

- Dimensions de la plaque en polychlorobiphényle (PCB « printed circuit board ») : 4,6 x 1,45 x 0,8 cm.
- Le port de sortie du module détecteur peut être directement connecté au port IO du microcontrôleur pour piloter directement un relais de 5V.
- Peut s'utiliser pour des modules avec une alimentation de 3-5V DC « Direct Current ».
- Température de fonctionnement: -25°C à +85 °C.
- Le module détecte une distance comprise entre 2 et 30 cm, angle de détection à 35°. [39], cette distance de détection peut être contrôlée par le potentiomètre (figure II-10), il faut tourner le potentiomètre:

-dans le sens horaire pour augmenter la distance de détection.



-dans le sens antihoraire, la distance de détection diminue.

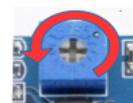


Figure II-10 Le potentiomètre de KY-032

- Les broches de connexion sont comme suit (figure II-11):
 - VCC « Voltage at the Common Collector »: tension externe 3,3 – 5 V (peut être directement connecté à 5 – 3,3 V MCU « Microcontroller Unit »).
 - GND « Ground » : GND externe.
 - OUT : interfaces de sortie numérique de petite carte (0 et 1) [41].

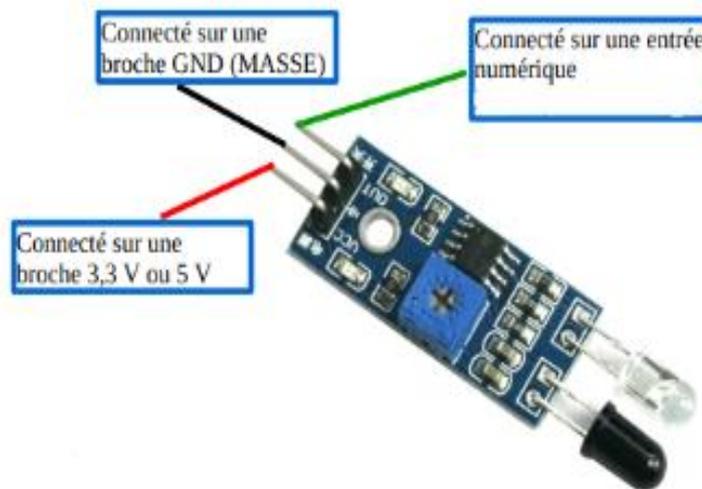


Figure II-11 Les broches de connexion d'un KY-032 [40]

- c. Le branchement (connexion) d'une carte arduino Uno avec le capteur KY-032 s'effectue selon le schéma suivant (figure II-12):

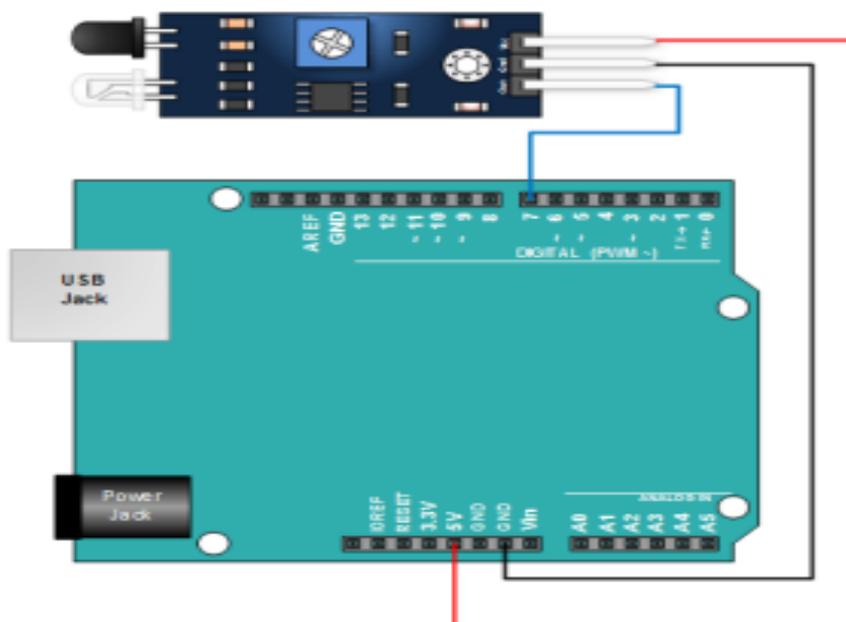


Figure II-12 Le branchement d'un capteur KY-032 avec la carte Arduino UNO [40]

II.4 Software ou Logiciel:

II.4.1 Arduino IDE «Integrated Development Environment»:

Le logiciel Arduino est un environnement de développement (IDE) open source et gratuit, téléchargeable sur le site officiel Arduino. Il fonctionne sur Mac «Macintosh», Windows et Linux. C'est grâce à ce logiciel que nous allons créer, tester et envoyer les programmes sur l'Arduino [41] [42].

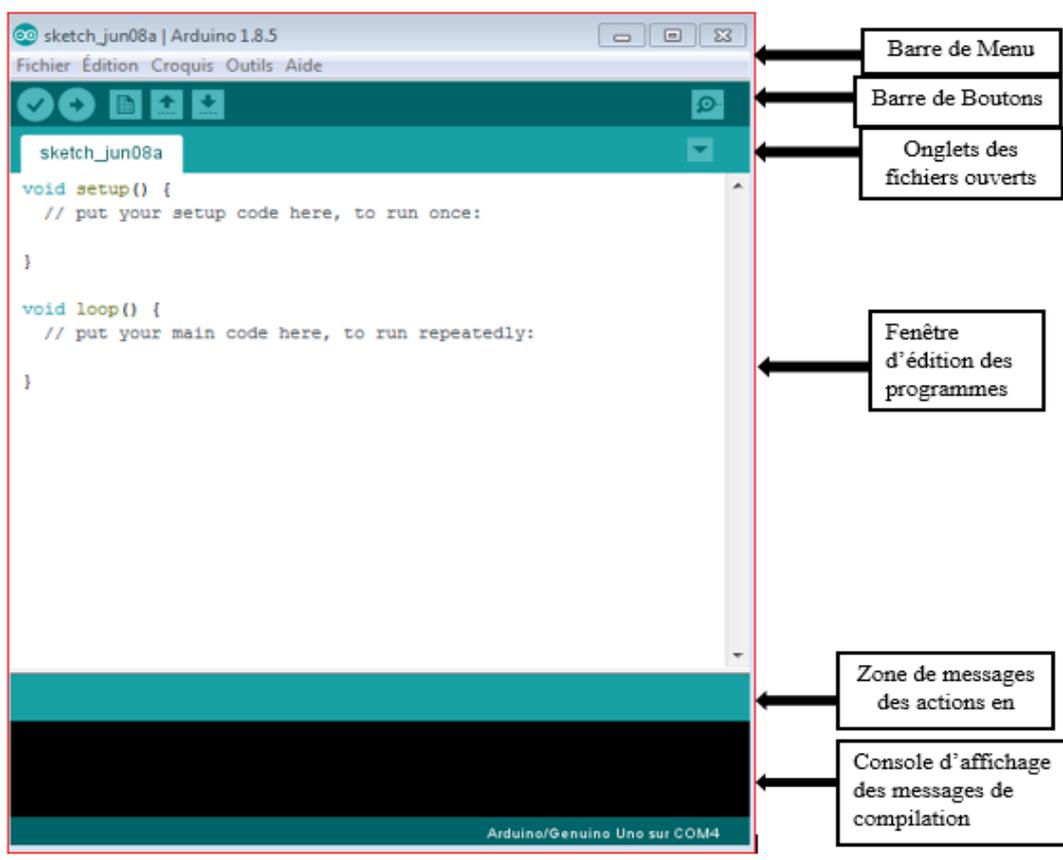


Figure II-13 L'interface de logiciel Arduino IDE.

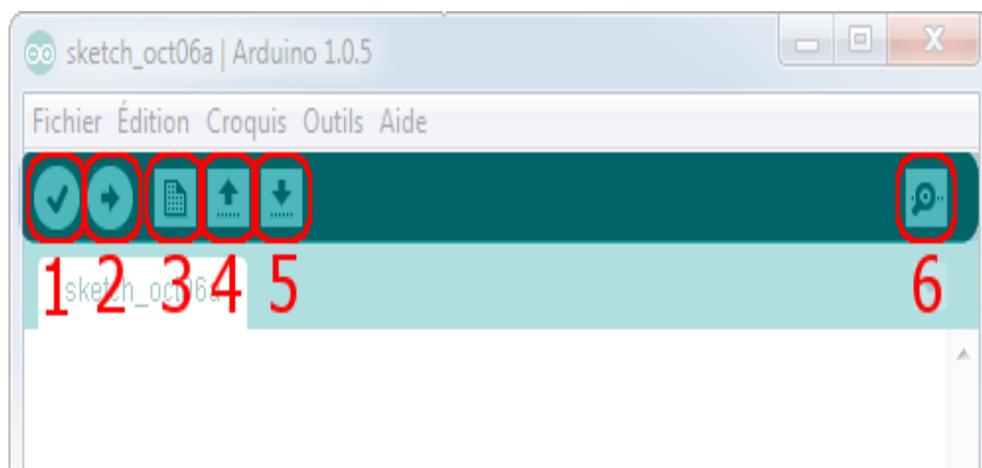


Figure II-14 Les composants d'un Barre d'actions. [43]

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

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

Bouton 3: Crée un nouveau fichier.

Bouton 4: Ouvre un fichier.

Bouton 5: Enregistre le fichier.

Bouton 6: Ouvre le moniteur série [43].

II.4.2 Proteus (ISIS « Intelligent Schématique Input System » et ARES «Advanced Routing and Editing Software»):

Proteus Professional est une suite logicielle destinée à l'électronique. Développé par la société Labcenter Electronics, les logiciels utilisés par Proteus Professional permettent la CAO « Construction Assistée par Ordinateur » dans le domaine électronique deux logiciels principaux composent cette suite logicielle [45].

ISIS: permettant entre autres la création et la modélisation de schémas électrique [44].

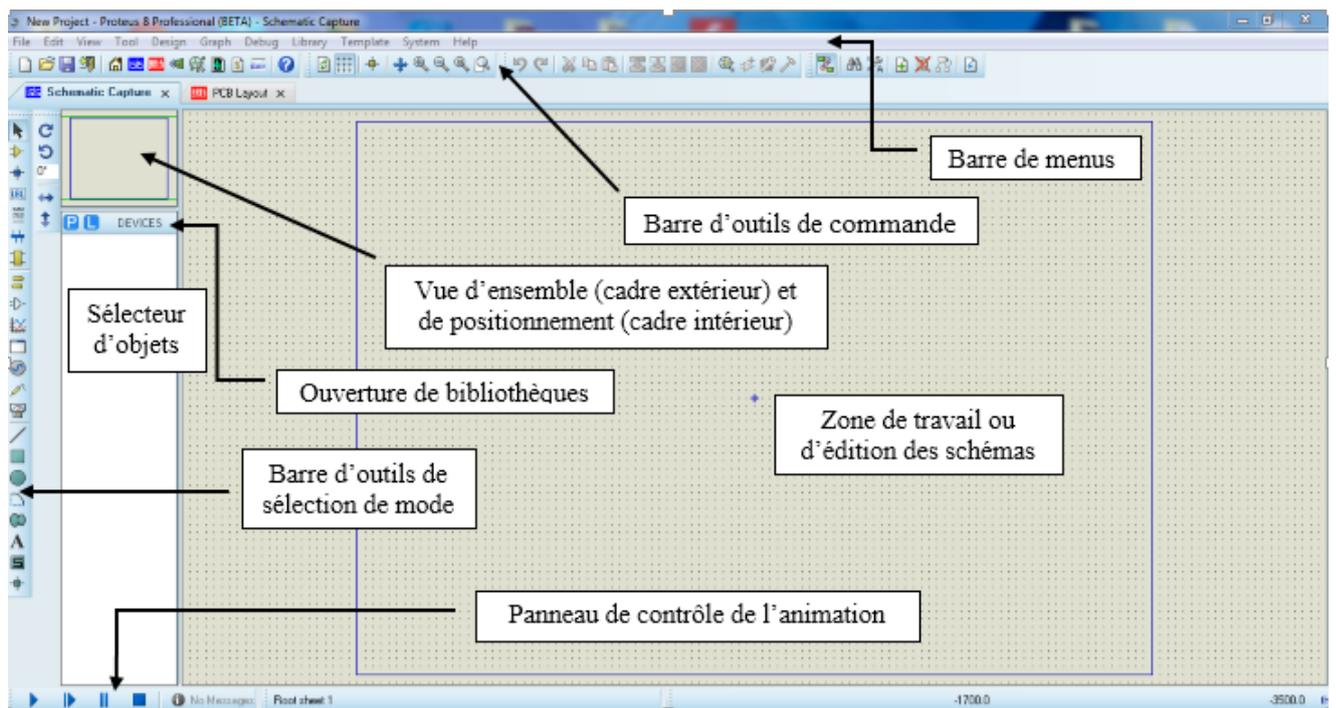


Figure II-15 L'interface de logiciel ISIS Proteus.

Et **ARES**: destiné à la création de circuits imprimés [44].

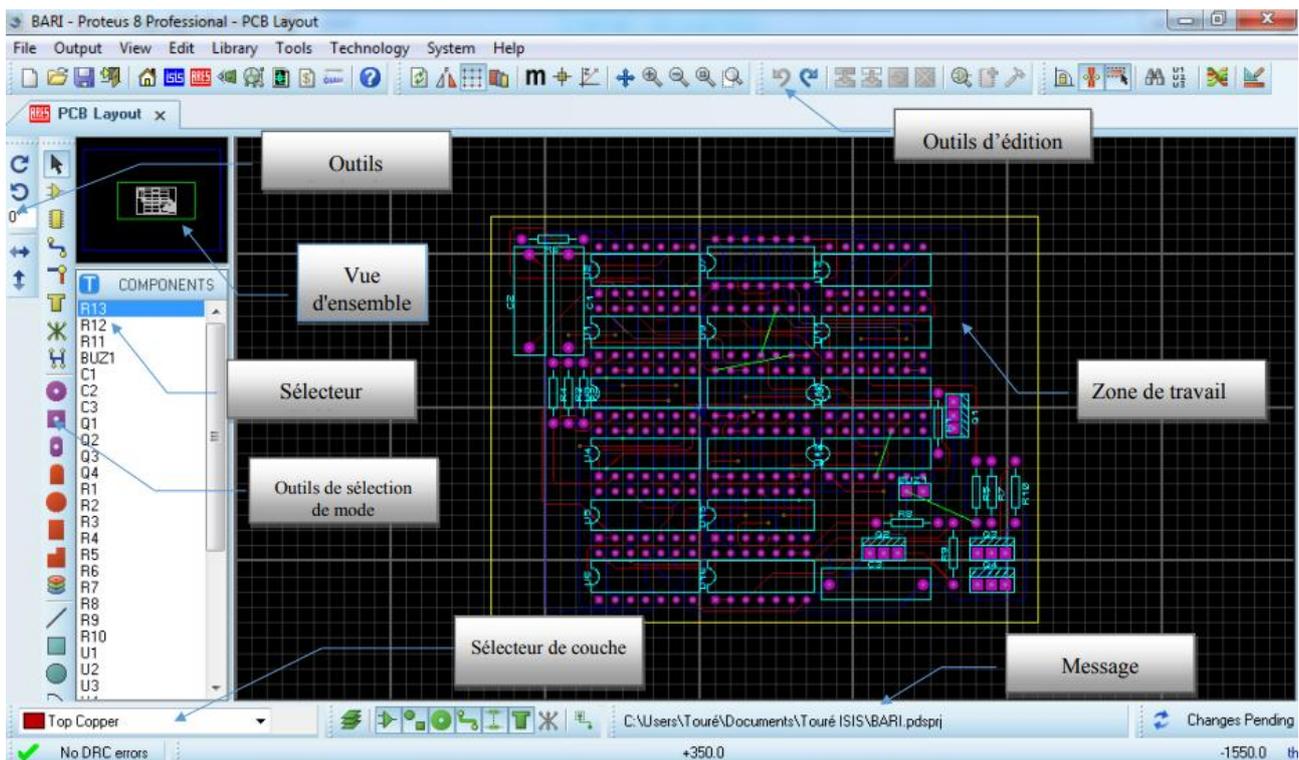


Figure II-16 L'interface de logiciel ARES Proteus [45].

Proteus Professional possède d'autres avantages:

- Pack contenant des logiciels faciles et rapides à comprendre et utiliser.
- Le support technique est performant.
- L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet [45].

Ce logiciel aide à réaliser notre circuit imprimé, il permet de passer directement du schéma électrique au schéma PCB (typon) [47]. Après l'impression de typon sur un plan transparent qui dessine les éléments de la carte électronique. Le typon se plaque ensuite sur la plaque époxy (figure II-17) et grâce à un procédé chimique il se dessine directement sur ce support. Ces sillons tracés à la surface de la plaque sont ensuite soumis à un rayonnement UV (figure II-20), ce procédé s'appelle l'insolation [46]. La plaque insolée est placée dans un bac contenant un révélateur. Pendant la révélation, la résine fragilisée est détruite. Pour la gravure on utilise une machine appelée graveuse (figure II-18). Le bac de la graveuse est rempli de perchlorure de fer, pendant la gravure, Le cuivre non protégé par la résine est détruit. La plaque gravée est nettoyé avec un chiffon imbibé d'alcool [48].

La carte sera prête à être percée et soudée [47].

Ci-dessous les images montrent les équipements utilisés pour la réalisation de notre circuit imprimé:



Figure II-20 Insoleuse [49]

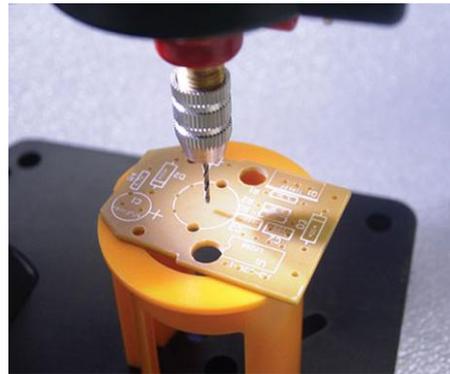


Figure II-19 Perceuse [51]

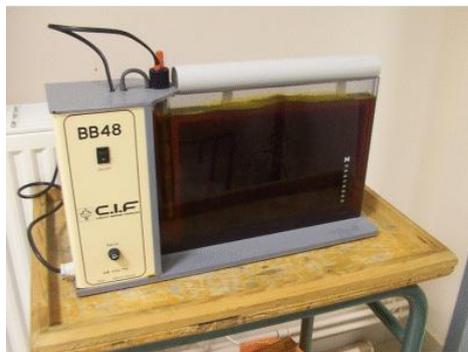


Figure II-18 Graveuse rempli de perchlorure de fer [50]



Figure II-17 La plaque époxy [49]

II.5 Organigramme:

La figure II-21 montre l'organigramme pour la conception de notre système:

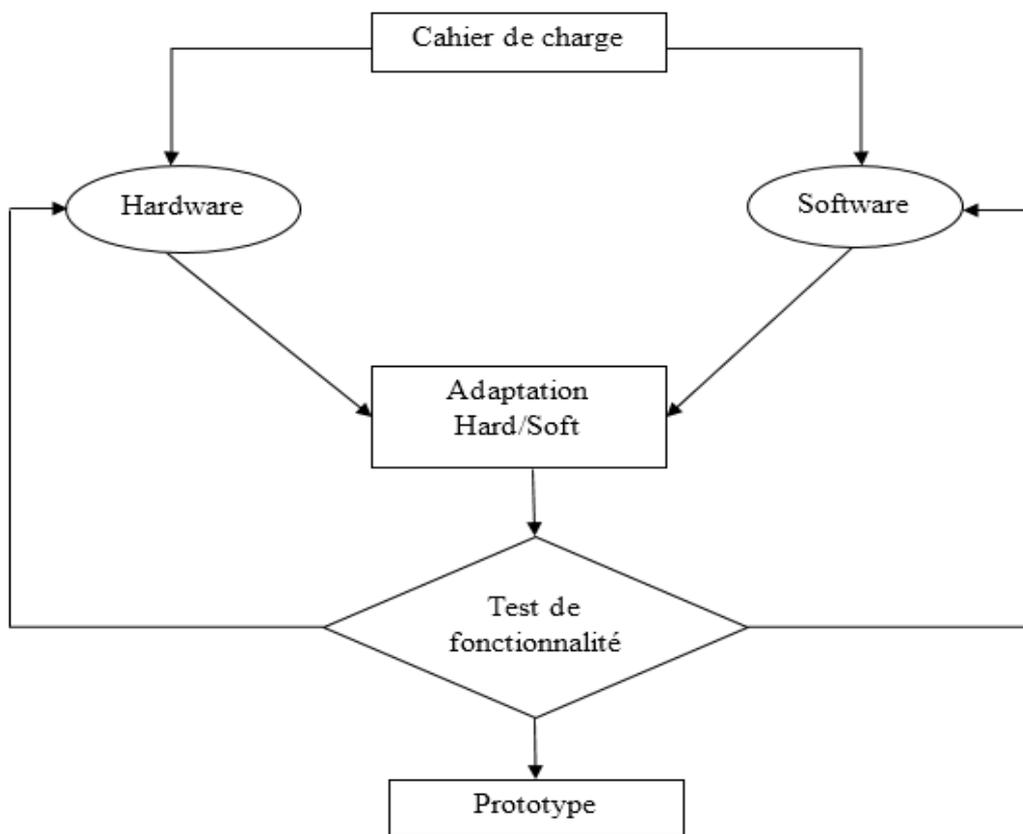


Figure II-21 Organigramme pour conception de notre système.

II.6 Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons présenté les solutions pour transformer les feux tricolores classiques en feux tricolores intelligents en utilisant les cartes Arduino et des capteurs destinés pour ce type de capteur à fin de concurrencé les solutions qui utilisent des capteurs industriels.

CHAPITRE III

III. Chapitre III: Implémentation et Réalisation

III.1 Introduction:

Dans ce chapitre nous allons décrire la conception et la réalisation d'un prototype (système de gestion des feux tricolores intelligents) basé sur l'étude présentée au chapitre 2. Comme ce travail a été effectué durant la période de confinement à cause du covid-19 que connaît notre pays et le monde entier, l'accès aux composants adéquats étaient impossibles ainsi on s'est limité uniquement aux composants disponibles localement.

Pour notre projet de fin d'études, nous avons pris l'exemple du carrefour ACYL (CASTOR Ain Témouchent) (figure III-1). C'est un croisement de deux routes où certains conflits sont possibles. Ce carrefour est géré par un système tricolore classique à temporisation fixe, qui n'est pas une solution optimale. Pour cela on se propose de réaliser une solution pour le rendre intelligent : un trafic plus fluide et moins d'accidents pour le bonheur des usagers.



Figure III-1 Localisation géographique du carrefour Acyl (Rue Mohamed Boudiaf ,Ain Témouchent) But de notre projet à travers Google Maps.

III.2 Carrefour étudié:

Le carrefour se présente sous forme d'une intersection d'une route principale Boulevard Mohamed Boudiaf (voie A) et d'une autre route qui lui est perpendiculaire (voie B), doté d'un système tricolore classique: les temporisations sont fixes tout le temps.

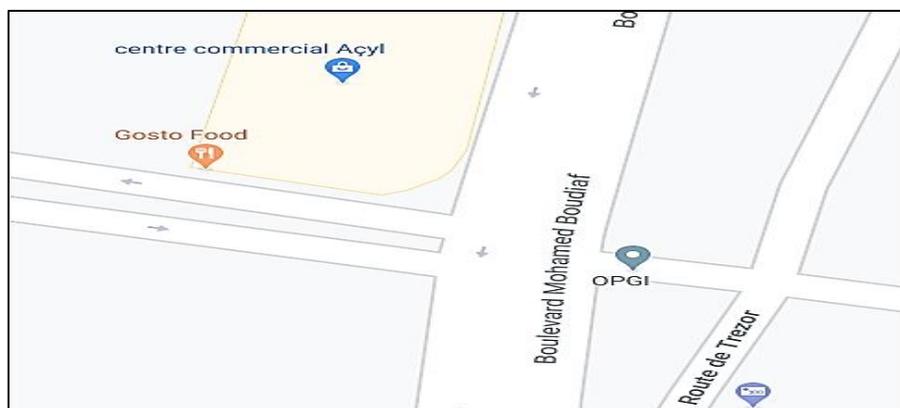


Figure III-2 Présentation du carrefour.

Avec le temps cette solution devient inefficace et provoque un embouteillage lorsque la voie « A » possède un flux important par rapport à la voie « B ».

Comme nous l'avons vu au chapitre précédent, un système tricolore intelligent fait partie des systèmes IOT. Il doit être connecté via un réseau de communication à un Poste de Contrôle (PC) pour échanger des informations avec ce poste.

III.3 Solution proposée:

III.3.1 Feux tricolore classique:

III.3.1.1 Schéma synoptique:

Le schéma synoptique d'un système tricolore classique est représenté par la figure III-3:

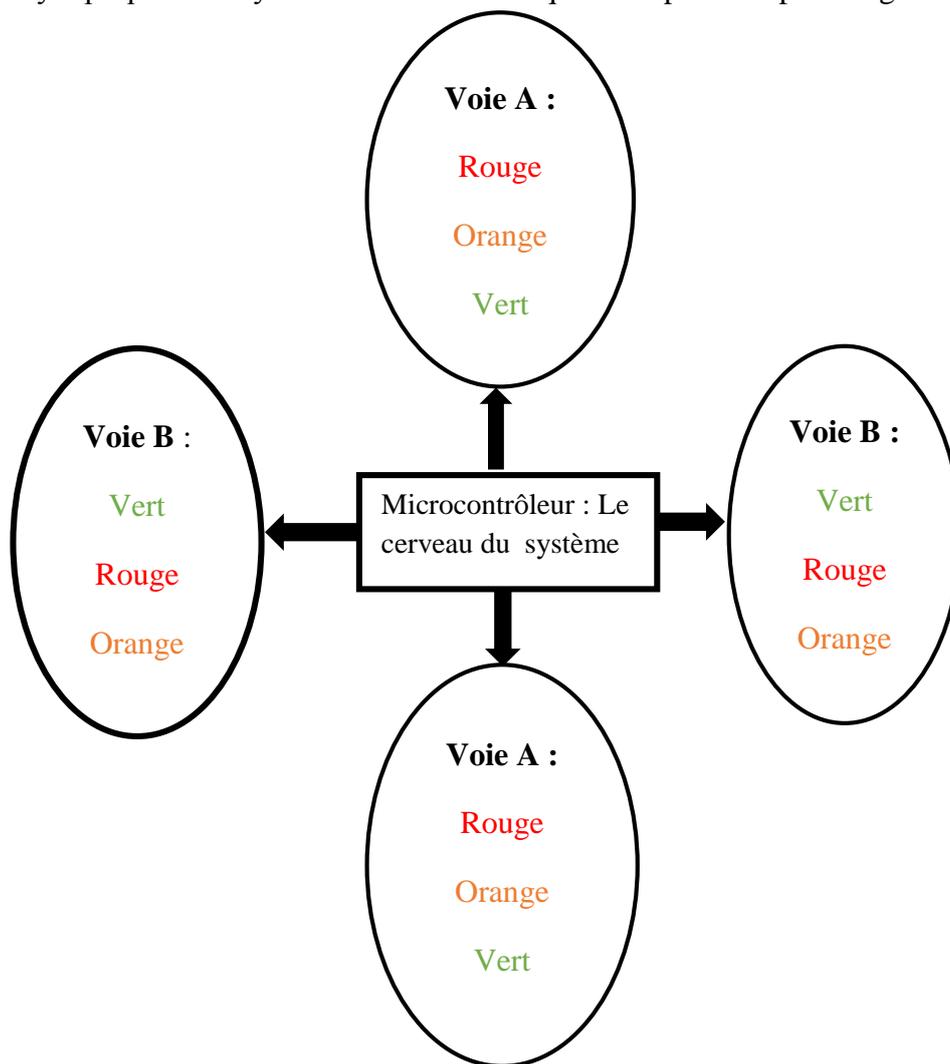


Figure III-3 Schéma synoptique d'un feu tricolore classique.

C'est le microcontrôleur qui gère les séquençements de signalisation **Vert**, **Orange**, **Rouge**, **Vert**...etc. avec une temporisation fixe. Le tableau III-1 illustre les différentes séquences de signalisation.

Phase	La durée(en Seconde)	Voie 'A'	La durée(en Seconde)	Voie 'B'
01	25 s	Vert	50 s	Rouge
02	3 s	Orange		Rouge
03	35 s	Rouge	15 s	Vert
04	25 s	Vert	3 s	Orange

Tableau III-1 La séquence de signalisation réelle de croisement Acyl à Ain Témouchent

La séquence de fonctionnement d'un système de signalisation présentée par le tableau ci-dessus peut être décrite par un organigramme donné par la figure suivante:

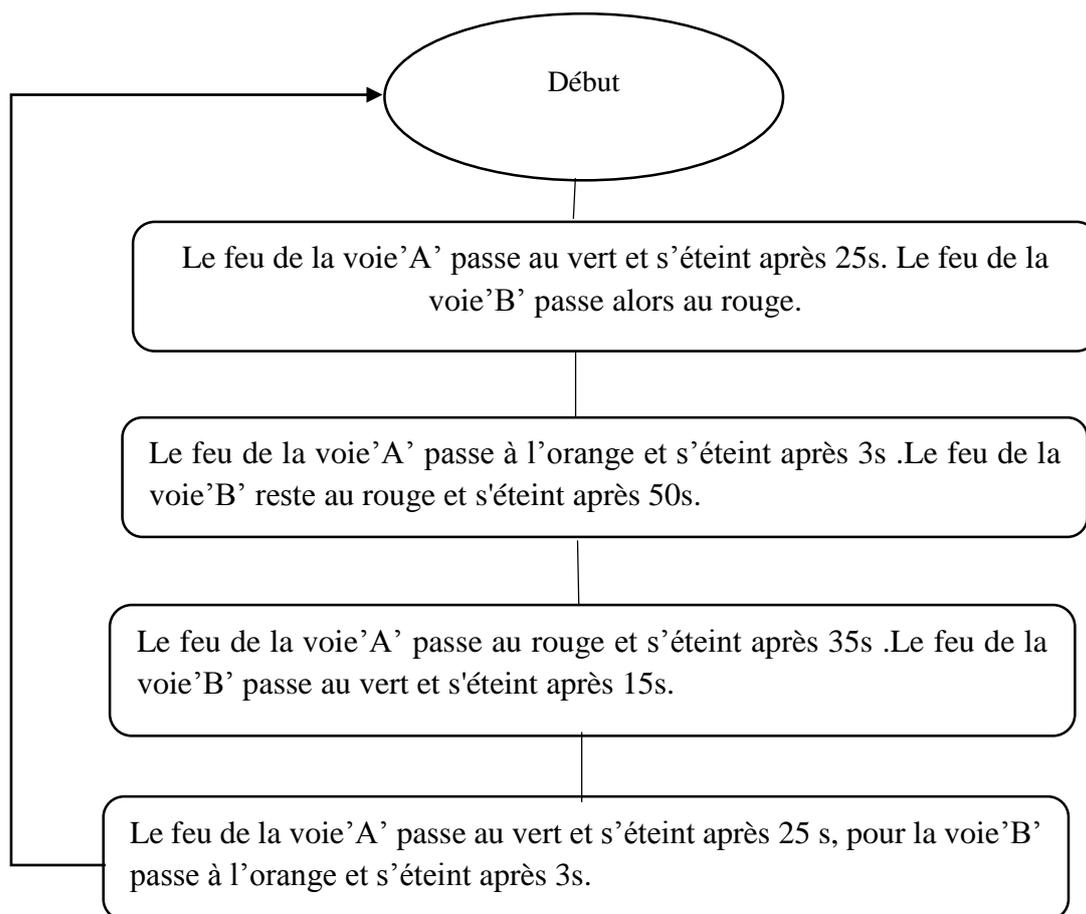


Figure III-4 Organigramme d'un feu tricolore classique.

Les lampes de signalisation reçoivent leurs commandes du microcontrôleur. Il est à noter qu'il existe une interface de puissance entre le microcontrôleur et les lampes ou les matrices d'affichage Leds.

Bien qu'il existe plusieurs types de solutions, nous avons opté pour une solution basée sur la carte Arduino Uno. Cette dernière dispose d'un environnement de développement basé sur un langage évolué ce qui permet une mise au point facile.

Le microcontrôleur de la carte Arduino permet la communication avec le monde extérieur à travers des interfaces d'entrées et de sorties configurables. La commande des feux de signalisation est effectuée par une simple instruction.

La capacité de sa mémoire EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) est de 1KB permet plusieurs de configuration des paramètres sans avoir recours à une mémoire externe.

Les composants électroniques utilisés pour réaliser la version classique figurent dans le tableau III-2:

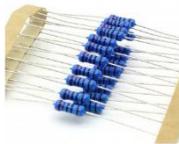
<u>Matériel</u>	<u>Photo</u>
Une carte Arduino UNO et son câble USB (01)	
Une platine de prototype (01)	
Des Résistances de 220 ohm (12)	
12 DEL (04 rouges, 04 oranges et 04 vertes)	

Tableau III-2 Matériels utilisé pour la réalisation d'un feu tricolore classique

III.3.1.2 Schéma Electrique d'un feu tricolore classique:

La figure III-5 illustre l'implémentation du prototype d'un feu tricolore classique obtenu par le logiciel ISIS. On y voit que l'ensemble est connecté et géré par un PIC16F84.

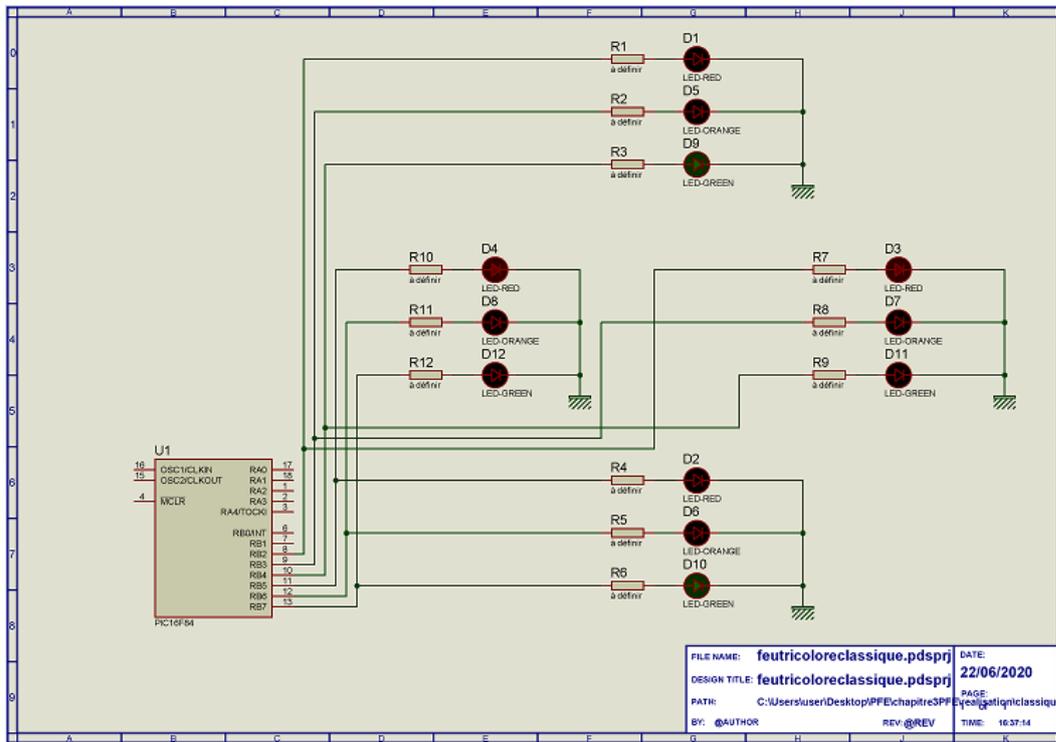


Figure III-5 Le feu tricolore sur ISIS à base de microcontrôleur PIC16F84.

Nous avons utilisé des Leds à la place d'un afficheur matriciel Led ou des ampoules puissantes. Il est à noter que l'usage de ces afficheurs est possible en leur ajoutant des drivers de puissance.

Dans notre réalisation du système tricolore classique nous avons utilisé 12 diodes électroluminescentes (04 rouges, 04 oranges, 04 verts) ,12 résistances et nous avons remplacé le PIC16F84 par une carte Arduino Uno.

L'ensemble est alimenté avec une tension de 5 Volts.

La configuration des Leds est définie dans le tableau III-3:

Pin numéro	mode	Fonction	Pin numéro	Mode	fonction
1	Output	LEDR1	5	Output	LEDR2
4	Output	LEDV1	7	Output	LEDV2
3	Output	LEDO1	6	Output	LEDO2

Tableau III-3 Configuration des Leds

Une diode électroluminescente en anglais ‘Light Emitting Diode’ « Led », est un composant électronique qui s’allume lorsqu’ on lui applique une tension entre ses bornes. Ces diodes sont souvent alimentées avec une tension comprise entre 3,3volts et 5 Volts. Au-delà de cette tension la diode risque de se griller, c’est pour quoi on a ajouté des résistances en série avec chaque Led. Le rôle de ces résistances est de limiter le courant pour protéger les diodes Leds contre toute surintensité.

Après avoir effectué notre code sous l’environnement IDE Arduino, et après l’avoir chargé sur la carte Arduino, nous avons constaté que notre système fonctionne correctement conformément aux prévisions théoriques. Toutes les séquences de signalisation ont été respectées comme le montre la figure III-6.

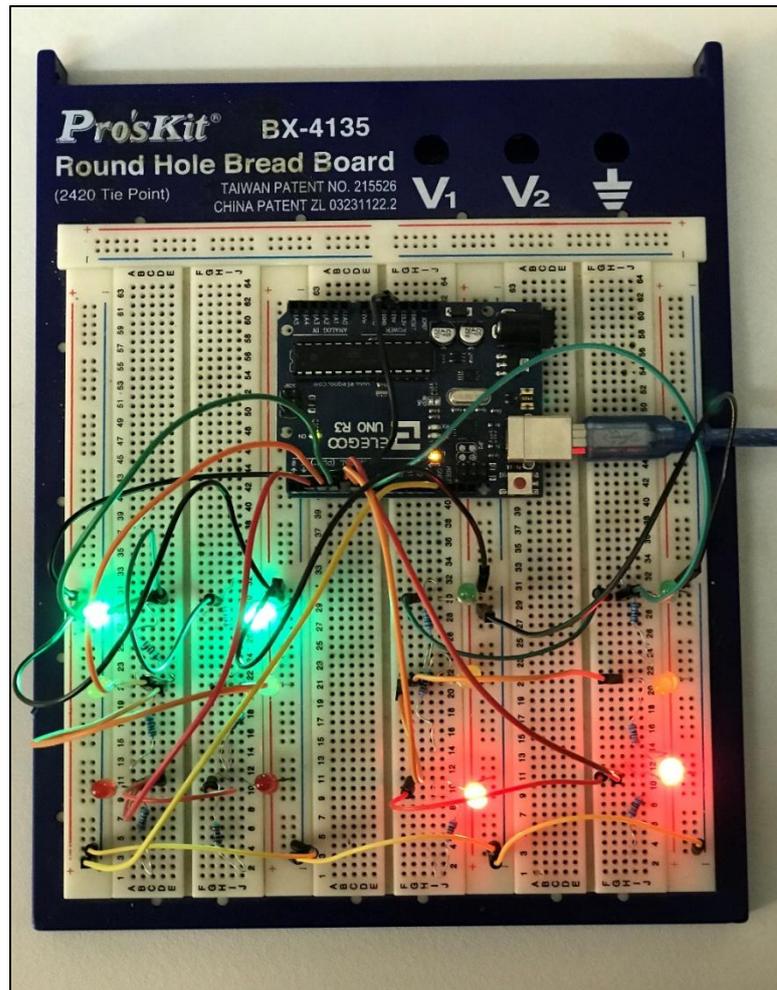


Figure III-6 Photo de notre montage d’un feu tricolore classique.

Par la suite nous allons décrire des modifications à apporter au système de feux tricolores classiques pour obtenir un système de feux tricolores intelligents.

III.3.2 Feux Tricolores intelligents:

Parmi les systèmes tricolores intelligents on trouve le système caractérisé par des temporisations variables au court du temps en fonction de la densité du trafic routier de chaque voie. Il partage une durée T , entre les feux rouges et les feux verts, selon

$T = Tr(t) + Tv(t)$ où $Tr(t)$ et $Tv(t)$ sont respectivement les intervalles de temps alloués aux feux rouges et aux feux verts. La durée T représente le cycle du système tricolore. Lorsque le trafic est dense, on prend $Tv(t)$ supérieur à $Tr(t)$ afin d'assurer une circulation fluide, ainsi on favorise la voie prioritaire. Il est à noter que les intervalles $Tv(t)$ et $Tr(t)$ varient au cours du temps, en fonction de la densité du trafic de chaque voie.

Ces intervalles $Tv(t)$ et $Tr(t)$ sont déterminées à partir d'une estimation de la densité du trafic routier. Cette estimation peut être obtenue en utilisant des capteurs spécifiques du trafic routier (boucle magnétique, capteur IR, caméra,...). En général, une opération de comptage de véhicules est nécessaire pour déterminer les paramètres $Tv(t)$ et $Tr(t)$.

Bien qu'il existe plusieurs types de capteurs adéquats à cette problématique, on s'est limité dans notre travail uniquement au capteur KY-032 d'évitement d'obstacle qui est disponible localement.

En plus de ces capteurs, un système tricolore intelligent est doté d'une interface réseau permettant une connexion à distance à un Poste de Contrôle (PC) pour échanger des informations avec ce poste.

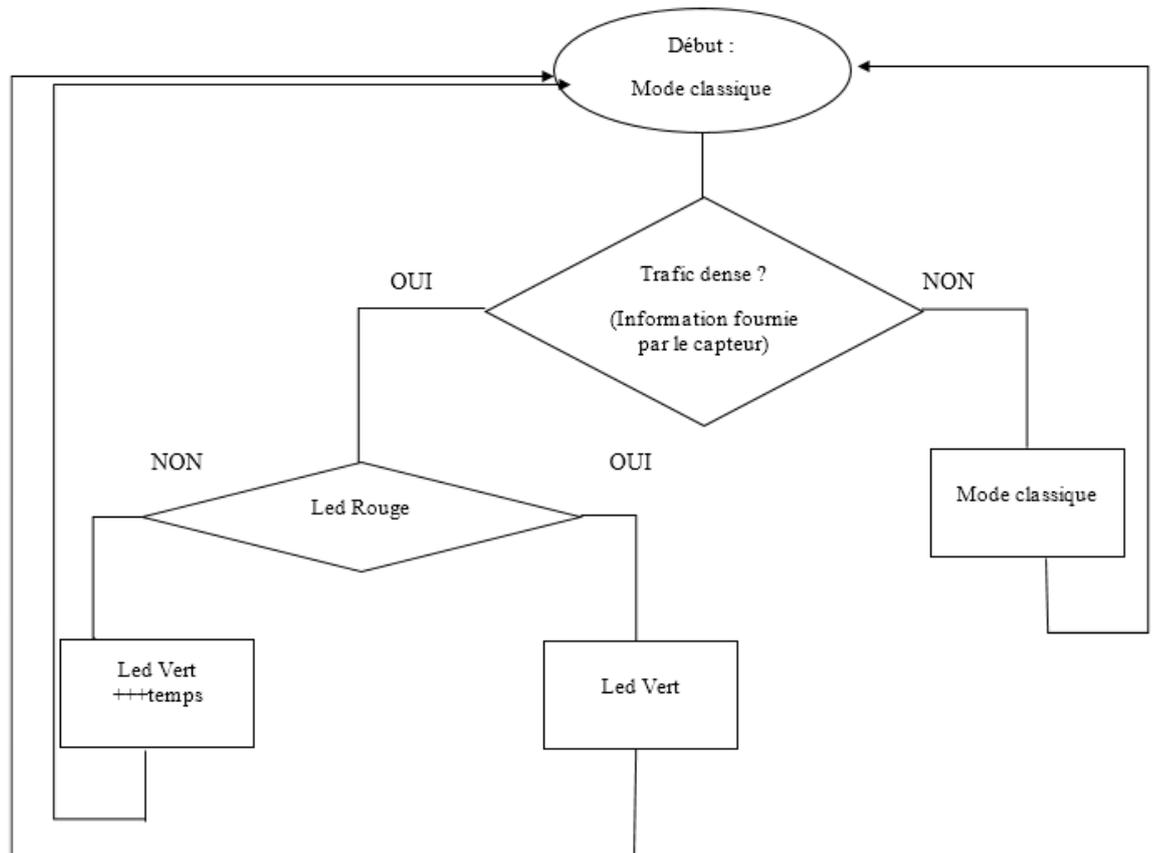


Figure III-7 Organigramme d'un système tricolore intelligent.

On suppose que le système commence son fonctionnement en mode classique avec des intervalles $Tr(t)$ et $Tv(t)$ fixes.

Dans le cas d'un trafic congestionné sur une voie, le capteur émet un signal indiquant que le trafic est dense ce qui permet de fixer les intervalles $Tr(t)$ et $Tv(t)$ de telle manière que

$Tv(t) > Tr(t)$. Dans le cas où le feu est au rouge il va basculer au vert sinon son état (vert) va être prolongé.

Le schéma bloc d'un tel système est représenté par figure III-8:

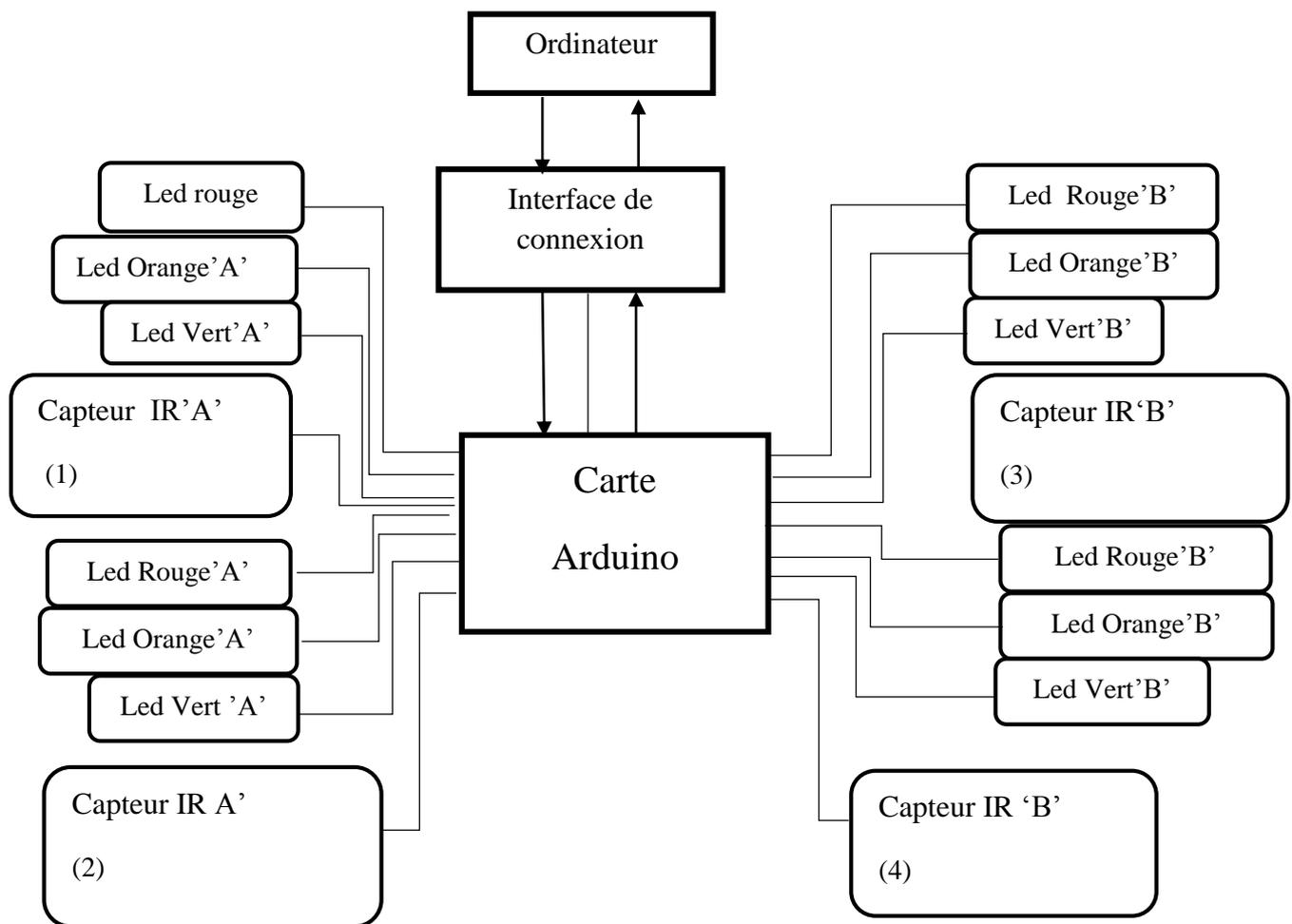


Figure III-8 Schéma bloc d'un système de feux tricolores intelligents.

Pour rendre un système intelligent on doit utiliser le capteur KY-032 qui est disponible localement ce qui nous permet de simuler le fonctionnement d'un système tricolores intelligent.

La solution proposée pour le système intelligent consiste à associer à un système classique des capteurs de type KY032. Avant d'intégrer ce type de capteur à la solution classique on a effectué un montage de test pour valider son fonctionnement.

Le montage de test est réalisé selon les indications fournis par le constructeur (figure III-9).

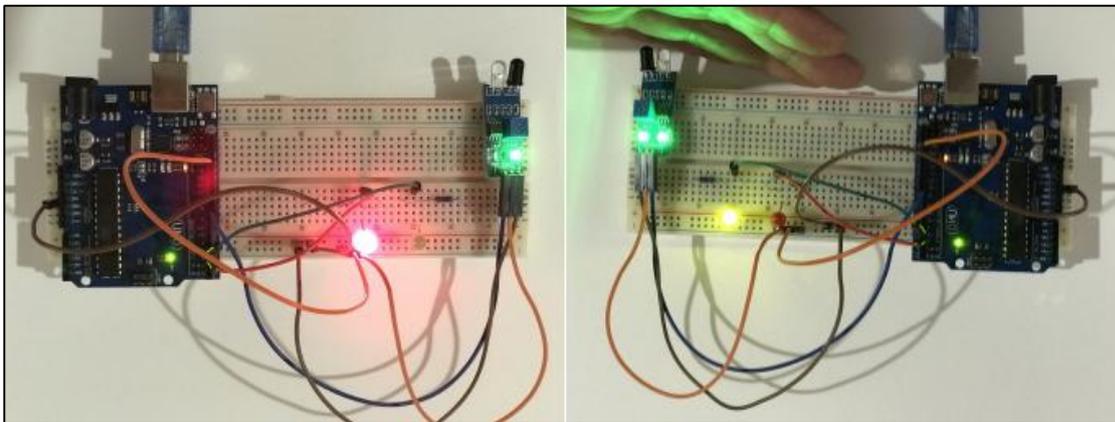


Figure III-9 Montage du test de capteur

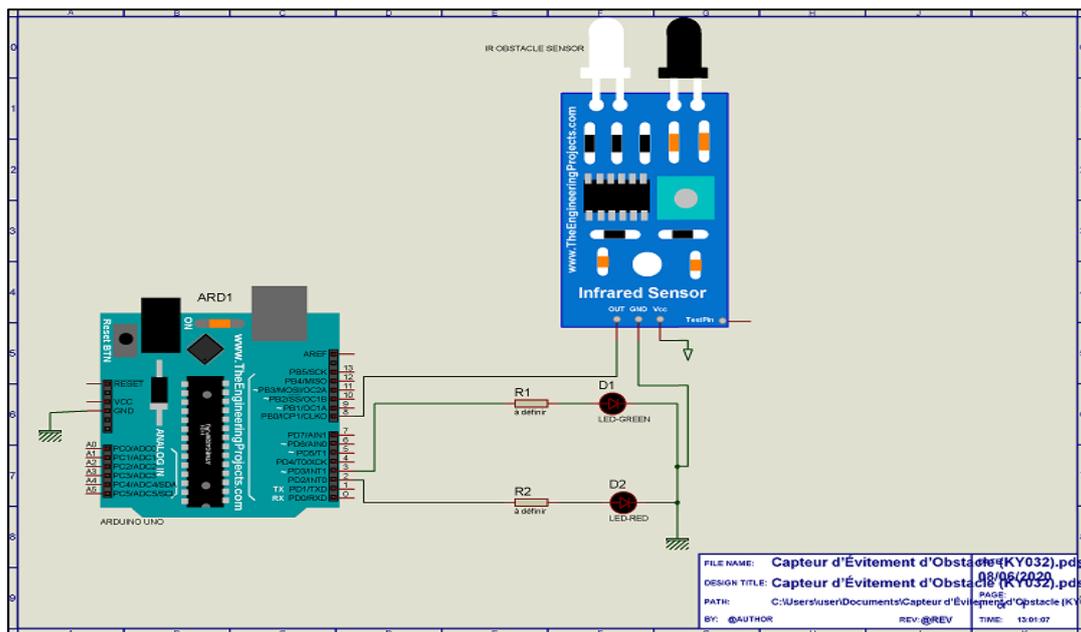


Figure III-10 Simulation du capteur KY032 sur ISIS

Ce capteur se branche à travers trois pins : alimentation (Vcc), masse (GND) et la sortie de signal de détection. Nous avons utilisé une Led verte pour indiquer la présence d'un obstacle et une Led rouge qui indique l'absence d'un obstacle.

Nous avons vérifié son fonctionnement en simulant un obstacle, les résultats obtenus sont cohérents avec nos prévisions.

Notre système intelligent se compose du système classique auquel on a ajouté des capteurs KY-032 comme le montre la figure III-11:

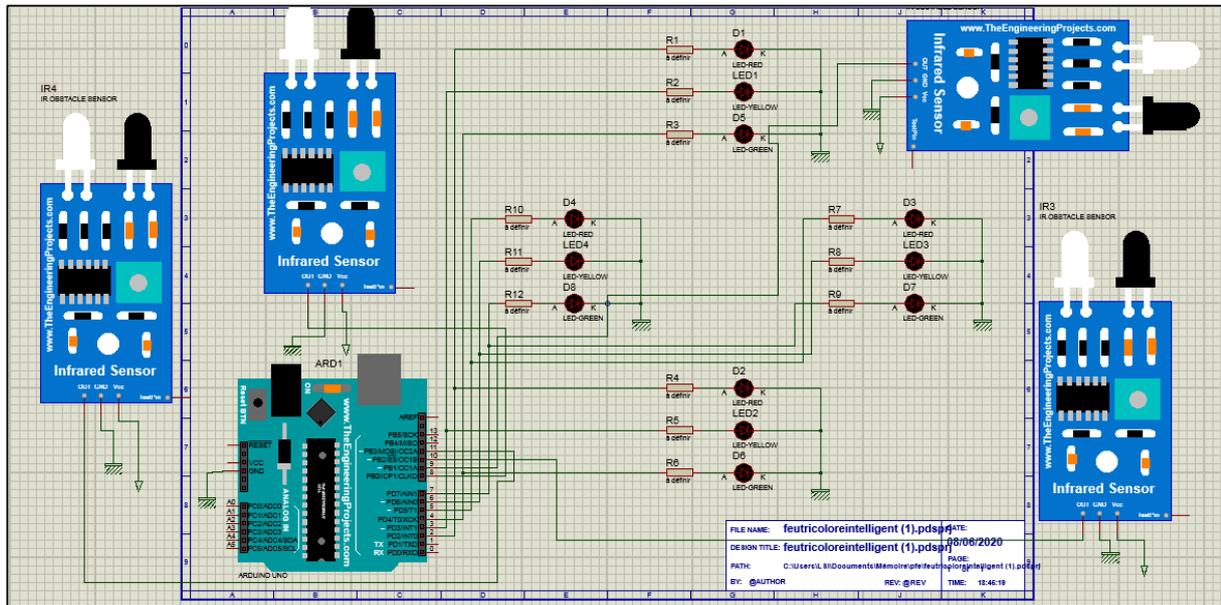


Figure III-11 Schéma d'implémentation d'un système tricolore intelligent sur ISIS

Les capteurs des différentes voies sont disposés de telle manière à détecter sept voitures.

Nous avons câblé notre système sur une plaque d'essai comme la montre les figures suivantes. Elles illustrent le bon fonctionnement de notre système. On constate que le système démarre en mode classique (figure III-12):

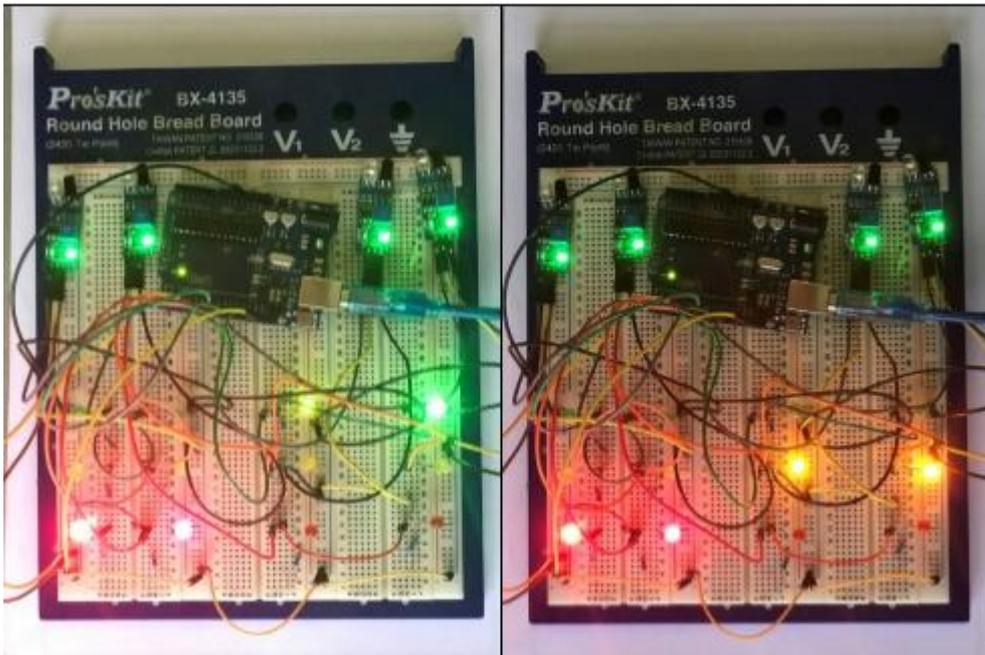


Figure III-12 Photo de notre montage d'un feu tricolore intelligent

Et dès qu'il détecte un obstacle il passe en mode intelligent (figure III-13) et (figure III-14):

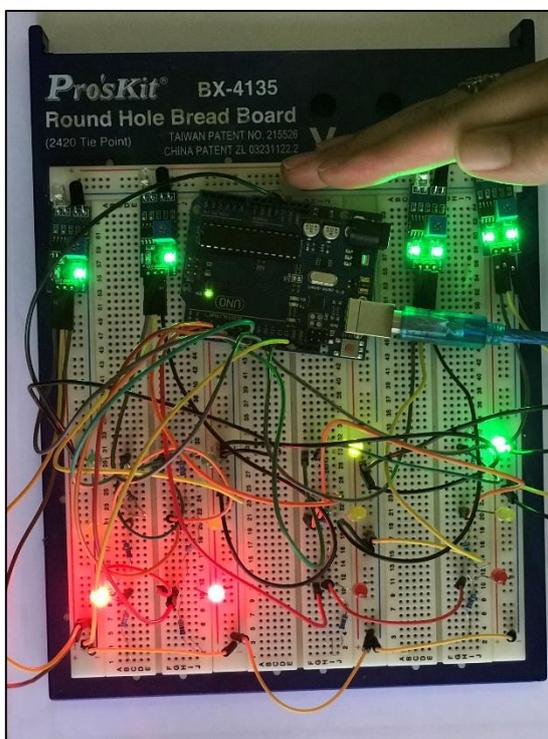


Figure III-13 Photo du premier détecteur

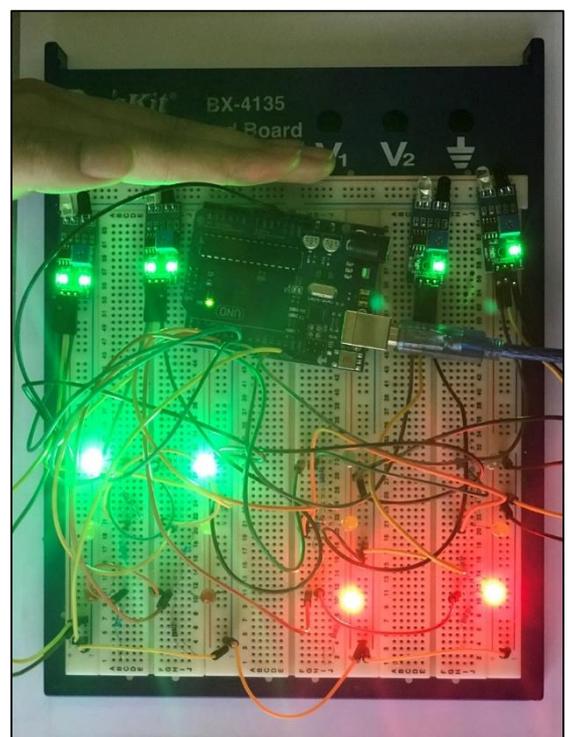


Figure III-14 Photo du deuxième détecteur

Le Circuit imprimé correspondant au schéma électrique présenté précédemment est illustré par figure III-15:

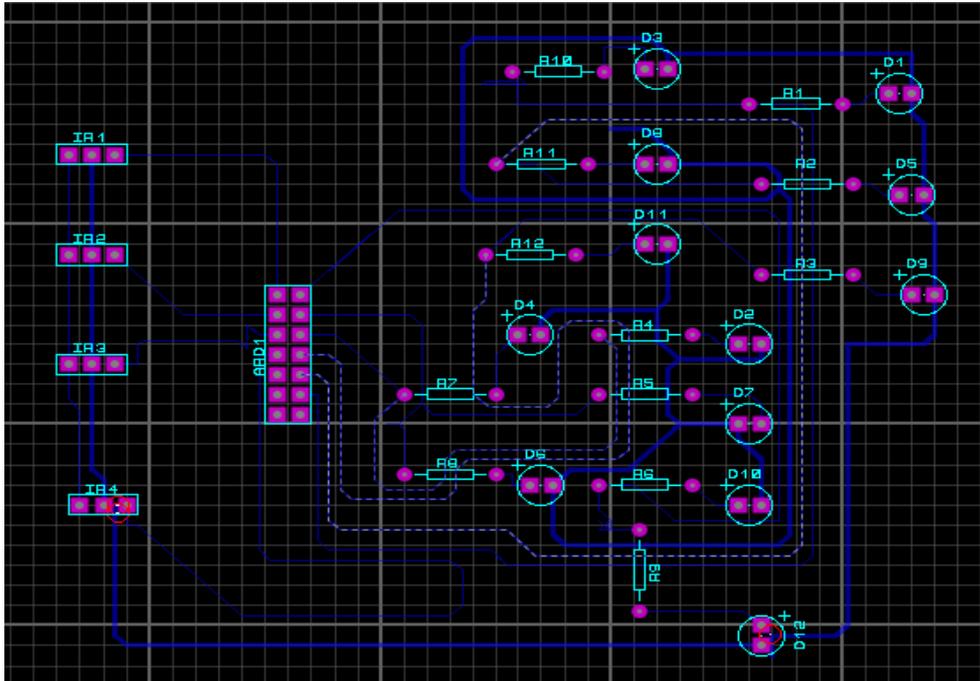


Figure III-15 PCB du système intelligent sur ARES

La photo réelle de notre circuit imprimé réalisé est montrée par figure III-16:

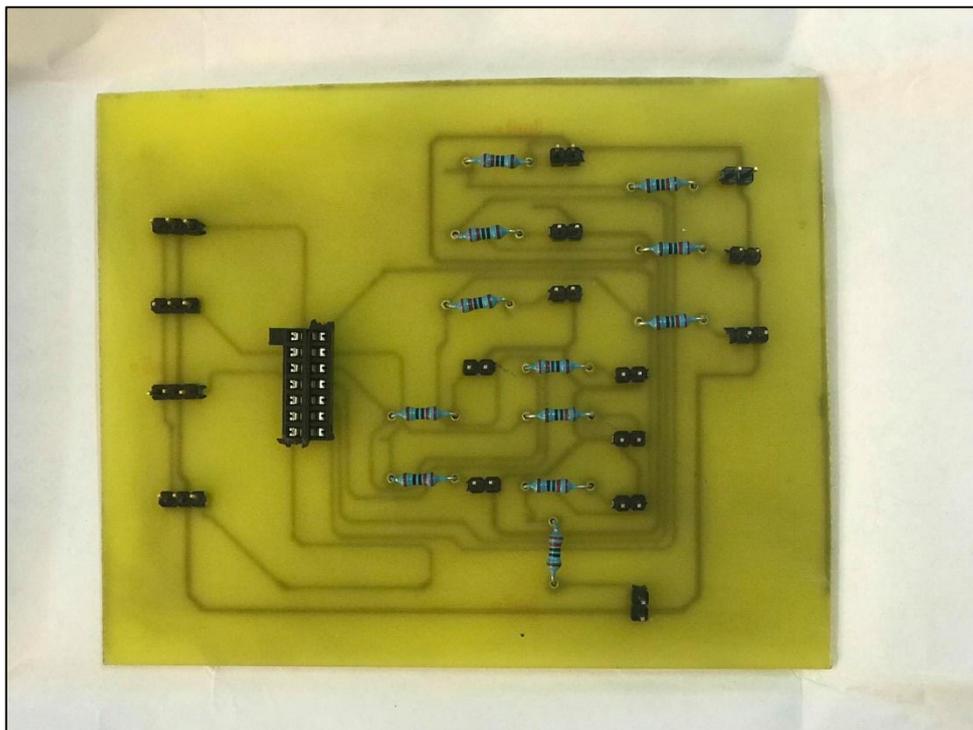


Figure III-16 Circuit imprimé du système intelligent

III.4 Réalisation de notre maquette proposée pour le feu tricolore intelligent:

Nous avons concrétisé notre travail par la réalisation d'une maquette qui est une projection réelle de l'intersection Acyl (figure III-17) afin d'insérer notre solution intelligente (l'Arduino et les différents capteurs) et vérifier le fonctionnement de l'ensemble.

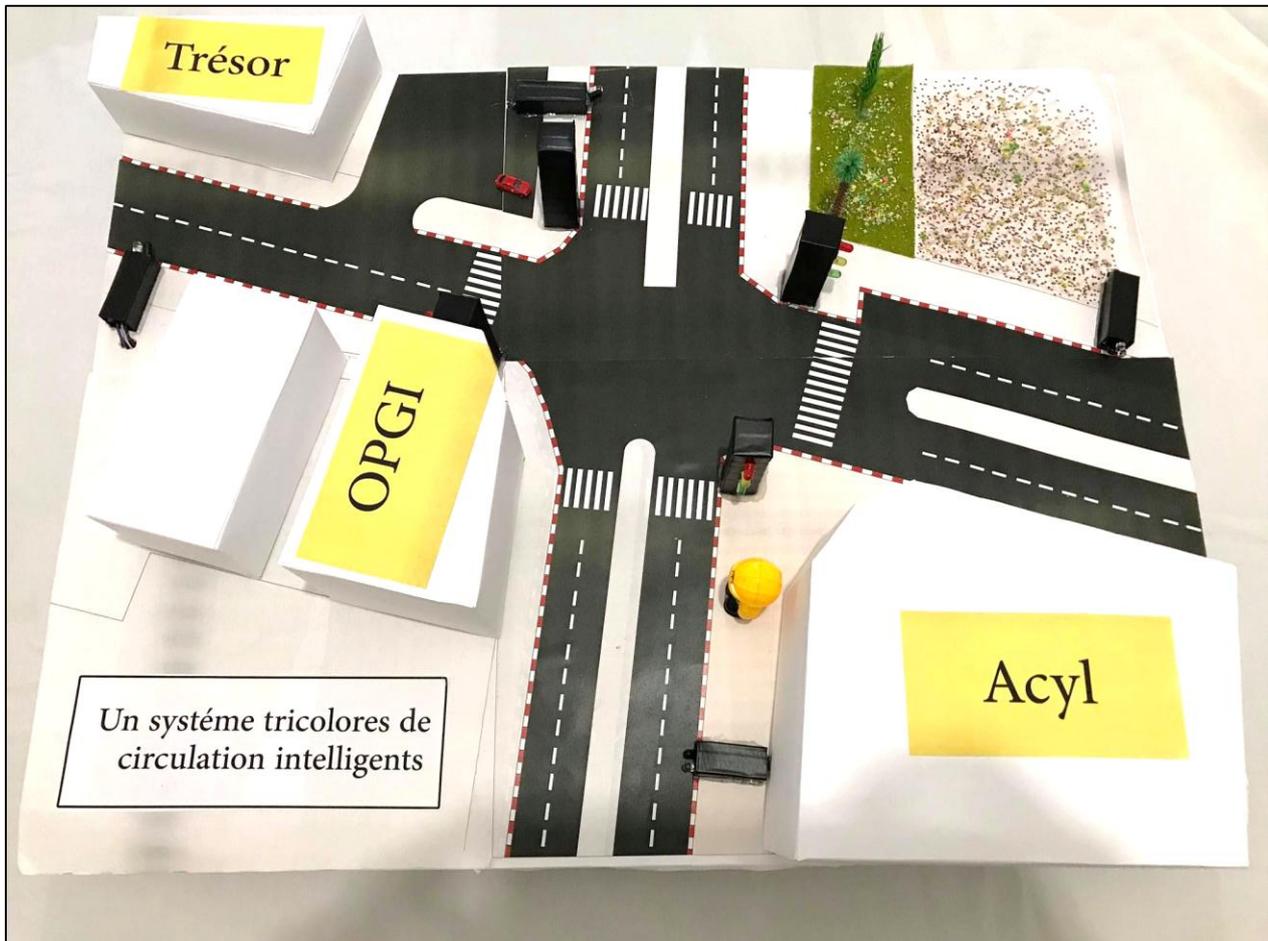


Figure III-17 Réalisation d'une maquette de système tricolore de circulations intelligentes

Le système commence à fonctionner en mode classique avec des durées déterminées de chaque feu : rouge vert orange (figure III-18).

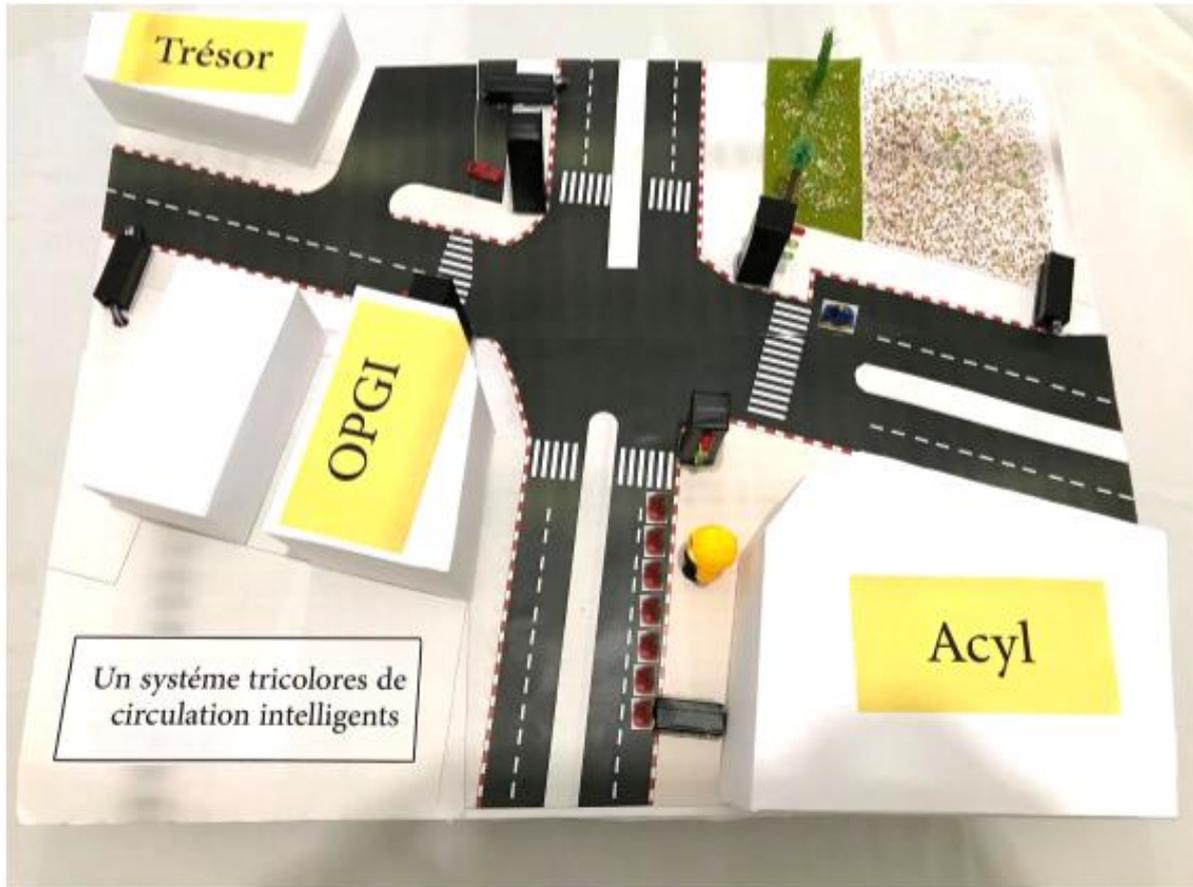


Figure III-18 photo réelle d'un flux de véhicule dans la voie A

Nous remarquons maintenant que dans la voie A contient un nombre important de voiture (atteint un seuil par exemple 7 voiture) et la voie B ne présente aucune ou une seule voiture, à la dernière voiture va actionner le capteur IR (KY-032) et ce dernier va donner l'ordre pour basculer au système intelligent.

III.5 Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons commencé par réaliser le système classique de temporisation fixe du carrefour Acyl pour mieux comprendre le principe de fonctionnement et faire sortir les insuffisances de ce système à cause de l'inégalité de flux de véhicule dans les deux voies appelé A et B. Nous terminons avec une réalisation du système intelligent basé sur capteur KY032 pour détecter le flux de véhicules. Les résultats de validation obtenus sont satisfaisants.

**CONCLUSION
GENERALE ET
PERSPECTIVES**

Conclusion générale et perspectives:

Le travail de notre projet de fin d'étude concerne l'étude et la réalisation d'un système de feux de tricolores intelligent utilisable dans un carrefour. Nous avons choisi le carrefour Acyl (Rue Mohamed Boudiaf Aïn Témouchent) qui est l'intersection de deux routes.

Nous avons commencé par l'étude de la réalisation d'un système de feux de tricolores classique dont les temporisations sont fixes. Nous avons utilisé le microcontrôleur d'Arduino comme cerveau de gestion des feux de signalisation.

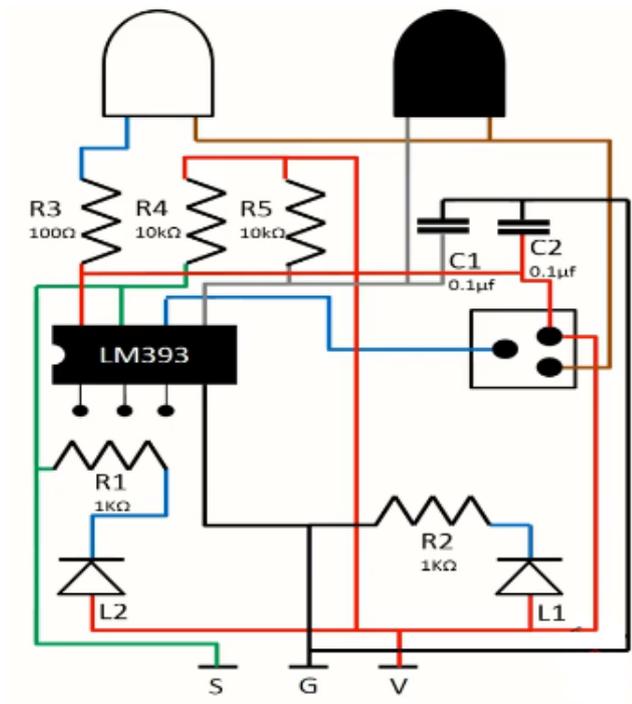
Pour doter le système précédent d'une intelligence, nous avons besoin sur chaque voie de capteurs professionnels qui nous permettent d'effectuer un comptage de véhicules. Ce comptage nous permet de définir des temporisations variables en fonction du nombre de véhicules. Malheureusement, les capteurs adéquats ne sont pas disponibles et on s'est limité à des capteurs d'évitement d'obstacles pour valider notre étude. Les résultats obtenus sont satisfaisants.

Nous espérons que notre projet trouve sa place réellement dans ce carrefour.

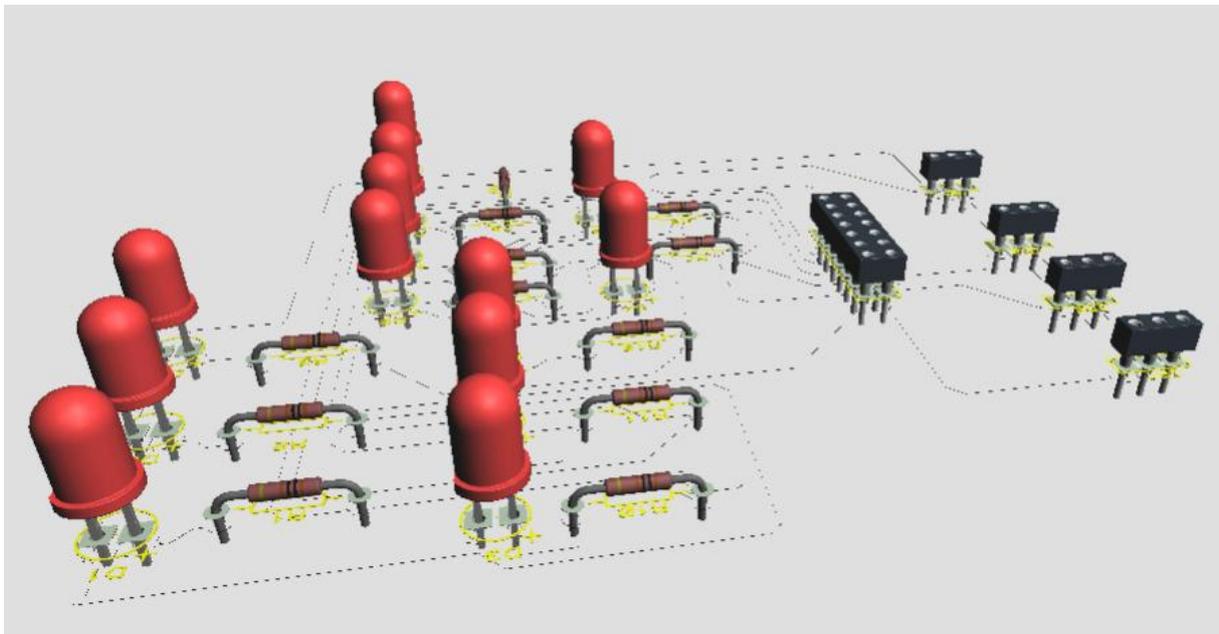
Comme perspective, nous proposons, d'autre type de capteur tels que les caméras de surveillance, et des modules de connexion comme WIFI ...etc,pour rendre un feu tricolore intelligent connecté.

Annexe

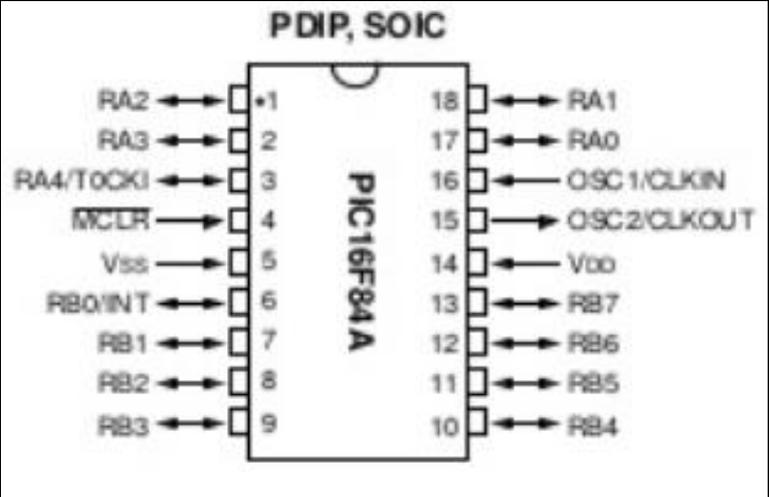
-Datasheet du capteur KY-032 :



-Visualisation de notre circuit imprimé en 3D :



-Pin diagramme du microcontrôleur PIC16F84A



BIBLIOGRAPHIE

Webographie:

- [1] : <http://bib.univ-oeb.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/6921/1/m%C3%A9moire%20final%20valid%20hadjadj.pdf?fbclid=IwAR2HXY8eqZH7s5bJeWRAXnXhyH96utR872ABQ7Mu0kiIvOY7IJTakQw95Sg>.
- [2] : https://www.researchgate.net/publication/320865835_Vers_une_architecture_generique_orientee_microservices_dans_un_ecosysteme_cloud_pour_l_analytique_Big-Data_Etude_preliminaire.
- [3] : <https://www.definitions-marketing.com/definition/iot/>.
- [4] : <https://www.lemagit.fr/definition/Internet-des-objets-IoT>.
- [5] : <https://www.talsom.com/insights/definition-internet-des-objets/>.
- [6] : <https://www.digora.com/fr/blog/definition-iot-et-strategie-iot>.
- [7] : <https://www.objetconnecte.com/iot-definition-chiffres-usages-marches/>.
- [8] : <https://www.telesatellite.com/actu/53624-24-millions-de-connexions-iot-via-satellite-en-2024.html>.
- [9] : https://www.researchgate.net/publication/281896657_Publishsubscribe-enabled_software_defined_networking_for_efficient_and_scalable_IoT_communications.
- [10] : https://fr.wikipedia.org/wiki/5G_pour_1%27Internet_des_objets.
- [11] : <https://gladiacteur.com/objets-connectes-iot>.
- [12] : <https://s3.eu-west-1.amazonaws.com/expopolis-4instance/magazines/MagazineN5-a3.pdf>.
- [13] : <https://www.supinfo.com/articles/single/1880-internet-of-thing>.
- [14] : <https://www.synox.io/internet-des-objets-iot-qu-est-ce-que-cest> .
- [15] : <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8211551> .
- [16] : <https://gladiacteur.com/objets-connectes-iot>.
- [18] : <https://www.scnsoft.com/blog/iot-for-smart-city-use-cases-approaches-outcomes>.

- [19]: <https://www.ontario.ca/fr/document/guide-officiel-de-lautomobiliste/feux-de-circulation>, consulté le 27/02/2020.
- [20]: <https://enterpriseiotinsights.com/20180212/channels/fundamentals/three-smart-traffic-initiatives-north-america-tag23-tag99> .
- [21]: <https://www.cbc.ca/news/canada/toronto/smart-traffic-signals-1.4417573> .
- [22]: <https://miami.curbed.com/2017/7/12/15960158/miami-smart-traffic-lights>.
- [23]: <https://portugalsnews.com/city-of-vienna-will-introduce-smart-traffic-lights-on-the-roads-computers/>.
- [24]: <https://www.smartcitylab.com/blog/mobility/vienna-will-install-smart-traffic-lights-that-will-recognise-when-pedestrians-want-to-cross-the-street/> .
- [25]: <https://dailygeekshow.com/feux-tricolores-intelligents-france/> .
- [26]: <https://www.caradisiac.com/voici-le-feu-pedagogique-113670.htm>.
- [27] : <https://www.letemps-dz.com/regulation-du-traffic-routier-alger-25-carrefours-intelligents-operationnels-fin-fevrier/>.
- [28]: https://wiki.mdl29.net/lib/exe/fetch.php?media=robotsarduino:presentation_arduino.pdf.
- [29]: <https://www.locoduino.org/spip.php?article8>.
- [30]: <http://scienceetudiant.blogspot.com/2015/04/arduino.html> .
- [31]: <https://www.robot-maker.com/ouvrages/tuto-arduino/choisir-carte-arduino-adaptee/>.
- [32]: <https://www.editionseni.fr/open/mediabook.aspx?idR=8457f073dc836b48a324c65a97bdc71b>.
- [33]: <https://www.editionseni.fr/open/mediabook.aspx?idR=bf76cb088a2a51eabb543791cea5f592>.
- [34]: <https://www.editionseni.fr/open/mediabook.aspx?idR=f5aced58fc8abfbb33241cfa82273c4f>.
- [35]: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Arduino>.
- [36]: https://www.facebook.com/Arduino.TLm/?epa=SEARCH_BOX.
- [37]: http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki_reference_arduino/pmwiki.php?n=Main.MaterielMega2560.

[38]:https://www.sgbotic.com/products/datasheets/sensors/IR_line_obstacle_detection.pdf.

[39]: <https://www.amazon.fr/d%C3%A9tecteur-dobstacles-capteur-d%C3%A9vitement-infrarouge/dp/B07GJNK7G9>.

[40]:<https://disciplines.actoulouse.fr/sii/sites/sii/files/ressources/didacticiels/programmation/arduino/ardublock/didacticiel-evitement-obstacle-ir.pdf>.

[41]: <https://arduino.blaisepascal.fr/presentation/logiciel-ide-arduino/>.

[42]: http://arduino.education/wp-content/uploads/2018/01/Arduino_cours.pdf.

[43]: https://zestedesavoir.com/tutoriels/686/arduino-premiers-pas-en-informatique-embarquee/742_decouverte-de-larduino/3416_le-logiciel/.

[44]:https://disciplines.actoulouse.fr/sii/sites/sii/files/specialite_si/ressources_pedagogiques_reforme_2019/niveau_premiere_reforme_2019/sequence5a/4-tp_algorithmique.pdf.

[45]: http://www.magoie.net/coursUniv/coursUniv_146_pdf.pdf .

[46]: <https://www.addax-electronique.com/etapes-fabrication-carte-electronique.html>.

[47]: [file:///C:/Users/user/Downloads/538ca5246bef4%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/538ca5246bef4%20(1).pdf).

[48]: <http://mapage.noos.fr/leoheleba1/technologie/gravures/circuitimprim.htm> .

[49]:<http://www.info-electro.com/materiel.php> .

[50]: http://www.ac-grenoble.fr/apisp/fabmat/capt_opto2.htm.

[51] : https://www.ebay.com/itm/Mini-Perceuse-de-Precision-avec-Stand-Perceuse-A-Colonne-pour-Circuit-Imprime-/233433348028?_ul=BO

https://www.ebay.com/itm/Mini-Perceuse-de-Precision-avec-Stand-Perceuse-A-Colonne-pour-Circuit-Imprime-/233433348028?_ul=BO.

[52]: <https://www.jumia.com.tn/arduino-carte-arduino-uno-r3-avec-cable-usb-197512.html>.

[53]: <https://www.ecomposant.com/fr/metal-12w/2037-20x-resistance-metal-220ohm-12w-05w-1-royal-ohm-173res389-3701177915216.html>.

[54]: <https://www.lextronic.fr/led-verte-diffusante-5mm-3561.html>.

[55]: <https://www.lextronic.fr/led-rouge-diffusante-5mm-3562.html>.

[56]: <https://fr.rs-online.com/web/p/led/2622955/>.

[57]: <http://www.supercondensateur.com/breadboard-et-simulateurs-de-circuits-electroniques>

[58]: <http://metramoto.pagesperso-orange.fr/>.

LIVRE:

[17]: Internet of things: architectures, protocols and standards. éditeur WILEY BLACKWELL 16 novembre2018 .

RESUME

Durant les deux dernières décennies, le parc de voitures et les accidents de la circulation n'ont cessé d'augmenter, ce sont des problèmes fréquents notamment dans les grandes villes, dans le monde en général et en Algérie en particulier. Chaque année le nombre des usagers de la route augmente et dépasse la capacité de certaines routes provoque des embouteillages et des files d'attente longues.

Pour régler ces problèmes les spécialistes ont proposé des solutions : feux de signalisation, les villes connectéesetc.

Dans notre mémoire nous avons proposé une solution moins couteuse à base d'une carte Arduino et d'un capteur infrarouge au niveau des feux de signalisations pour rendre les feux tricolores intelligents change en fonction de flux de voiture.

Mots clé :

Arduino, Feux tricolores intelligents, Feu de signalisation, Capteur infrarouge, IOT, feu de circulation, circuit imprimé.

ABSTRACT

Over the past two decades, road traffic and traffic accidents have continued to increase, and these are common problems, especially in major cities, in the world in general and in Algeria in particular. Every year the number of road users increases and exceeds the capacity of some roads causes traffic jams and long queues.

To address these problems Specialists have proposed solutions: Traffic lights, connected citiesetc.

In our brief we proposed a less expensive solution based on an Arduino card and an infrared sensor at the traffic lights to make the tricolor lights intelligent changes according to car's flow.

Keywords:

Arduino, Smart Tricolor Lights, Traffic Light, Infrared Sensor, IOT, Traffic Light, Circuit Board.

ملخص

وعلى مدى العقدين الماضيين، استمرت حوادث السيارات والحوادث المرورية في الزيادة، وهذه مشاكل شائعة، لا سيما في المدن الكبرى، في العالم بشكل عام وفي الجزائر بشكل خاص. كل عام يزيد عدد مستخدمي الطرق ويتجاوزها طاقة بعض الطرق التي تسبب اختناقات مرورية وطوابير طويلة

لمعالجة هذه المشاكل اقترح المتخصصون حلاً: إشارات المرور، المدن المتصلة الخ

في موجزنا اقترحنا حل أقل تكلفة على أساس بطاقة اردوينو وجهاز استشعار الأشعة تحت الحمراء في إشارات المرور لجعل أضواء ثلاثية الألوان التغييرات الذكية وفقاً لتدفق السيارة



**Formulaire de déclaration sur l'honneur
Relatif à l'engagement pour respecter les règles d'authenticité
scientifique dans l'élaboration d'un travail de recherche**

(Annexe de l'arrêté n° 933 du 28 juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat)

Je soussigné, l'étudiant (e),

.....OUAMRI SARRA.....

Détenteur d'une carte d'étudiant N°10357-FIS délivrée le 13/11/2015

Inscrit à l'Institut de Technologie au niveau du département Génie Electrique.

Et chargé de préparer un mémoire de fin d'étude en Master 2.

Intitulé : Un système : Feux Tricolores
Intelligents de gestion de la
circulation

Déclare sur l'honneur, m'engager à respecter les règles scientifiques, méthodologiques, et les usages de déontologie professionnelle et de l'authenticité académique requise dans l'élaboration du projet de recherche suscité.

à Ain Temouchent le 26/06/2020

Signature de l'étudiant :



Formulaire de déclaration sur l'honneur Relatif à l'engagement pour respecter les règles d'authenticité scientifique dans l'élaboration d'un travail de recherche

(Annexe de l'arrêté n°933 du 28 juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat)

Je soussigne, l'étudiant (e),

..... LABSI MAJDA YASMINE

Détenteur d'une carte CNI N° A.16.12775854 délivrée le 11.10.2016.

Inscrit à l'institut de Technologie au niveau du département Génie Electrique.

Et chargé de préparer un mémoire de fin d'étude en Master 2.

Intitulé : Un système - deux tricoPore intelligent
..... de gestion de la circulation

Déclare sur l'honneur, m'engager à respecter les règles scientifiques, méthodologiques, et les normes de déontologie professionnelle et de l'authenticité académique requise dans l'élaboration du projet de recherche suscité.

à Ain Temouchent, le 24/06/2020.

Signature de l'étudiant :