

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA  
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : Sciences de L'ingéniorat  
Département : Electronique  
Domaine : Sciences et Techniques  
Filière : Electronique  
Spécialité : Instrumentation

## Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master  
Thème:

Gestion d'un carrefour par des feux tricolores: cas réel d'un carrefour de Annaba

Présenté par : *ALIOUAT Hamza*

Encadrant : Salah BENSAOULA MCA Université Badji Mokhtar-Annaba

### Jury de Soutenance :

Abdelghani REDJATI	MCB	UBM Annaba	Président
Salah BENSAOULA	MCA	UBM Annaba	Encadrant
Allal LARBI	Professeur	UBM Annaba	Examineur

Année Universitaire : 2020/2021

## ملخص

في هذه الأطروحة أجرينا بحثًا بيبليوغرافي حول تنظيم حركة المرور على الطرق. اكتشفنا مشاكل الازدحام المروري عند التقاطعات. كنا مهتمين بمفترق طرق في مدينة عنابة. هذا مفترق الطرق لا يحتوي على إشارات ضوئية. قمنا بتطوير دراسة حول مفترق الطرق هذا ، والتي بدأت بزيارات لمراقبة التدفقات الواردة والصادرة. تم إنتاج كرونوجرام للمراحل ، يصف خطة المرور التي تنظمها إشارات المرور. تم تطوير إدراك عملي وبرنامج قائم على اردوينو لمحاكاة كرونوجرام الطور. لقد اقترحنا أيضًا حلاً لتجنب الازدحام المروري في حارة من هذا التقاطع المؤدي مباشرة إلى تقاطع طرق آخر قريب

## Abstract

In this thesis we did a bibliographic research on the regulation of road traffic. We discovered the problems of traffic congestion at intersections. We were interested in a crossroads in the city of Annaba. This crossroads does not have traffic lights. We developed a study on this crossroads, which began with visits to observe incoming and outgoing flows. A chronogram of phases has been produced, it describes the traffic plan regulated by traffic lights. A practical realization and an arduino-based program have been developed to simulate the phase chronogram. We have also proposed a solution to avoid a traffic jam in a lane from this junction leading directly to another nearby junction.

## **I. Résumé**

Dans ce mémoire nous avons fait une recherche bibliographique sur la régulation de la circulation routière. Nous avons découvert les problèmes de la congestion de la circulation dans les carrefours. Nous nous sommes intéressés à un carrefour de la ville d'Annaba. Ce carrefour ne possède pas de feux tricolores. On a développé une étude sur ce carrefour, qui a débutée par des visites afin d'observer les flux entrants et sortants. Un chronogramme de phases a été produit, il décrit le plan de circulation régulée par des feux tricolores. Une réalisation pratique et un programme à base d'arduino ont été développés pour simuler le chronogramme de phases. Nous avons proposés aussi une solution pour éviter un embouteillage d'une voie de ce carrefour menant directement à un autre carrefour voisin.

## *Remerciements*

Avant tout nous remercions "ALLAH"

Je remercie, en premier lieu, Monsieur Salah BENSAOULA Docteur à l'Université Badji Mokhtar-Annaba, mon encadreur du projet de fin d'étude pour avoir assuré le suivi de ce mémoire de master. Son expérience et son aide scientifique ont été essentielles. Sa disponibilité ainsi que l'attention qu'il a porté à ce travail étaient un atout précieux pour la finalisation de ce projet.

Je remercie également Monsieur Abdelghani REDJATI Docteur à l'Université Badji Mokhtar-Annaba, d'avoir accepté d'être président du jury et d'examiner mon travail.

J'adresse aussi mes vifs remerciements à Monsieur Allal LARBI Professeur à l'Université Badji Mokhtar-Annaba, d'avoir accepté d'être membre du jury, que ces critiques soient une valeur ajoutée à mon mémoire.

## Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail :*

*À MES CHERS PARENTS, POUR TOUS LEURS SACRIFICES, LEUR AMOUR, LEUR SOUTIEN ET LEURS PRIÈRES TOUT AU LONG DE MES ÉTUDES, GRÂCE À EUX QUE JE SUIS ARRIVÉ JUSQUE-LÀ AUJOURD'HUI, J'ESPÈRE QU'UN JOUR JE SERAI CAPABLE DE LEUR DONNER AU MOINS LE MINIMUM CAR QUOI QU'IL ARRIVE ON ARRIVERA JAMAIS À LEUR RENDRE TOUT.*

*À MES AMIS (ES), POUR TOUS LES BONS MOMENTS PASSÉS ET À VENIR INCH 'ALLAH.*

*QUE CE TRAVAIL SOIT L'ACCOMPLISSEMENT DE VOS VŒUX TANT ALLÉGUÉS, ET LE FRUIT DE VOTRE SOUTIEN INFÀILLIBLE,*

*MERCI D'ÊTRE TOUJOURS LÀ POUR MOI.*

## Tableau des figures :

<b>Tab</b>	<b>Titer</b>	<b>Page</b>
Fig1.1	Carrefour : intersection de 4 couloirs	1
Fig1.2	Feux dans un carrefour	2
Fig1.3	Feu tricolore	3
Fig1.4	Ancien modelé de feu rouge	4
Fig1.5.a	R11 : Signal tricolore circulaire	6
Fig1.5.b	R12 : Signal piéton	6
Fig1.5.c	R13 : Signaux tricolores modaux	6
Fig1.5.d	R14 : Signaux tricolores directionnels	7
Fig1.5.e	R15 : Signaux d'anticipation modaux	7
Fig1.5.f	R16 : Signaux d'anticipation directionnels	8
Fig1.5.g	R17 : Signal pour véhicules des services réguliers de transport en commun	8
Fig1.5.h	R18 : Signaux directionnels pour véhicules des services réguliers de transport en commun	9
Fig1.5.i	R19 : Signaux d'autorisation conditionnelle de franchissement pour cycles	9
Fig1.6	Modèle à 3 états	9
Fig 1.7	Modèle à 4 états	10
Fig1.8.a	Cyclistes	11
Fig1.8.b	Piétons	11
Fig1.8.c	Transports en communs	11
Fig1.8.d	Véhicules allant dans une direction précise	11
Fig1.8.e	Il existe également des feux permettant de passer dans une direction donnée ; ou encore de laisser passer certains véhicules avant les autres	11
Fig2.1	Carrefour A : « 4-chemins » (Annaba)	12
Fig2.2	Carrefour B : « m'haffer » (Annaba)	13
Fig2.3	Liaison des carrefours A et B	13
Fig2.4	Configuration du carrefour étudié	15
Fig2.5	Différentes phases du carrefour	16
Fig2.6	Flux compatibles	17
Fig2.7	Chronogramme des feux du carrefour A	18
Fig2.8	Liaison des deux carrefours	19
Fig2.9	Carte arduino UNO	20
Fig2.10	Détecteur à boucles inductives	21
Fig2.11	Détecteur Doppler	21
Fig3.1	Simulation du carrefour A	23
Fig3.2	Gestion du flux entre les carrefours A et B	24

Fig3.3	Organigramme principal	25
Fig3.4	Organigramme de phase	26
Fig3.5	Organigramme de décongestion	27

# *Sommaire*

I.. Résumé

II. Remercîments

III. Dédicaces

IV. Liste de figures

V. Introduction général

## ***Chapitre 1 : régulation de la circulation routière***

I. Introduction .....	1
II. Gestion du trafic routier .....	1
II.1 Les carrefour urbains.....	1
II.2 La régulation du carrefour par les feux de circulation.....	1
III. Terminologie technique.....	2
IV. Les feux de circulation.....	3
IV.1 Historique.....	3
IV.2 Principe de fonctionnement .....	4
IV.3 Modèle de feux de circulation.....	5
V. Conclusion.....	12

## ***Chapitre 2 : Gestion d'un carrefour***

I. Introduction.....	13
II. Analyse du projet.....	13
II.1 Problématique.....	13
II.2 Fonctionnement du système .....	15
II.2.1 Modes de fonctionnement.....	15
II.2.2 Trafic faible.....	15
II.2.3 Trafic normale.....	15



II.3 Carrefour étudié.....	16
II.3.1 Zone de stockage.....	16
II.3.2 Le découpage en phases.....	17
III. Chronogramme de fonctionnement.....	18
IV. Gestion des deux carrefours.....	17
V. Matériels utilisés.....	19
V.1 Carte arduino UNO.....	20
V.2LEDs.....	21
V.3 Les détecteurs.....	21
V.3.1 La boucle électromagnétique .....	21
V.3.2 Les capteurs à ultrason.....	22
V.3.3 Le capteur vidéo .....	22
V.3.4 Capteur infrarouge passif .....	22
VI. Conclusion.....	23
 <b>Chapitre 3 :Réalisation et développement logiciel.....</b>	
I. Introduction.....	24
II. Schéma électrique .....	24
II.1 Carrefour A .....	24
II.2 Gestion des carrefours A et B.....	25
III. Simulation logicielle.....	25
III.1 Gestion du carrefour A.....	26
III.2 Gestion des deux carrefours.....	28
IV. Conclusion.....	29
 Conclusion général	
Bibliographie	

## **V. INTRODUCTION GENERALE**

Le trafic routier urbain est au cœur de nombreuses problématiques et est devenu un aspect essentiel de la vie quotidienne. On assiste à une augmentation sans précédent des besoins en déplacement professionnels ou personnels. Cela s'est traduit par la multiplication du nombre de véhicules de transport, mais également par la diversification des modes de déplacement. Ceci a engendré de nombreux problèmes notamment de santé et de qualité environnementale, que ce soit par l'intermédiaire des embouteillages, des accidents ou encore des infractions.

Le phénomène de congestion du trafic routier est ainsi un problème socio-économique crucial qui nécessite de rechercher des solutions adaptées pouvant être mises en œuvre en pratique. Ces solutions peuvent contribuer à l'amélioration des conditions de circulation, mais toutes nécessitent une régulation du trafic adéquate. C'est dans ce contexte qu'intervient notre projet. On s'intéresse à l'étude de la régulation routière au niveau d'un carrefour de la ville d'Annaba ainsi qu'à son impact sur un carrefour connexe. Notre approche du problème repose sur le séquençage des phases. A chaque phase une seule voie accède au carrefour. Cette méthode consiste à partager dans le temps l'espace du carrefour par un choix des durées des états de feux. Cette méthode garantit une circulation fluide et sûre. Elle permet aussi d'augmenter le nombre de véhicules traversant un carrefour et d'améliorer la sécurité des piétons et des voitures.

**Chapitre 1 :**

**Régulation de  
la circulation  
routière**

# Chapitre1 Régulation de la circulation routière

## I. Introduction

L'espace urbain est de plus en plus considéré comme un espace à partager entre les usagers de différents modes de transports : la voiture individuelle, les transports publics, les piétons...etc. Actuellement, la forme des villes ainsi que le nombre d'habitants qu'elles abritent posent un problème de congestion qu'on rencontre quotidiennement dans les milieux urbains et surtout dans les carrefours.

La régulation du trafic urbain nécessite un système ou un moyen capable d'exécuter des actions entre les véhicules et les piétons en assurant leurs sécurités.

## II. Gestion du trafic routier

### II.1 Les carrefours urbains

Un carrefour est un nœud de communication entre les véhicules et les piétons, il est situé à la rencontre de plusieurs rues, déterminant des couloirs d'entrée et de sortie. Un couloir est caractérisé par sa largeur et le nombre de ses voies ; certaines de ces voies (voies spéciales) peuvent être affectées par un flux particulier. Les courants des véhicules sont soit des courants directs, soit des courants de tourne à gauche, soit des courants de tourne à droite (Fig 1.1)



Fig1.1 Carrefour : intersection de 4 couloirs

### II.2 La régulation du carrefour par les feux de circulation [1, 2, 3]

La régulation du trafic routier est un outil essentiel pour la mise en œuvre d'une politique d'organisation des déplacements en milieu urbain. Elle est basée sur un système capable d'exécuter des actions entre les différents usagers tout en gardant la sécurité des véhicules et des piétons sur la voirie.

Parmi les divers moyens de la régulation du trafic urbain, les feux de circulation jouent un rôle très important dans la gestion automatique des carrefours. Ils permettent d'assurer la sécurité en partageant dans le temps l'utilisation d'un même espace entre les flux conflictuels, en choisissant des durées de chaque couleur (vert, rouge) et par la synchronisation des feux entre eux.



**Fig 1.2 Feux dans un carrefour**

Depuis quelques temps, la gestion des feux de la circulation a évolué suite à l'avènement des systèmes de transport intelligent (STI). Ces systèmes permettent de détecter à l'aide de détecteur, la présence de véhicules à un carrefour et de recueillir en temps réel des informations sur la circulation routière : la vitesse des véhicules, la distance inter-vehicule, etc. Les modèles de gestion des feux de circulation les plus récents font appel aux STI afin d'optimiser le contrôle des feux de circulation en temps réel. Autrement dit les feux de circulation à un carrefour s'adaptent à la demande au fur et à mesure que celle-ci varie dans le temps.

Les systèmes automatisés conventionnels fonctionnent de façon à ce que chaque flux dans un carrefour se voit accorder un temps de vert, de rouge et de jaune prédéterminé.

Le caractère conventionnel de la signalisation lumineuse concerne les couleurs à utiliser mais également leur ordre de succession d'apparition. En effet, l'allumage des feux est séquentiel, c'est-à-dire astreint à une procédure ordonnée, en l'occurrence la séquence vert-jaune-rouge.

### **III. Terminologie technique**

- **un état** : correspond à l'allumage d'une couleur sur le feu : il y a donc trois états possibles : vert, jaune et rouge ;
- **une phase** : la durée pendant laquelle un feu passe par les trois états (vert, orange, rouge) c'est-à-dire effectue une séquence d'allumage;
- **un cycle** : la période pendant laquelle l'ensemble des feux d'un carrefour effectuent leur phase permettant successivement l'admission de tous les courants de véhicules dans ce carrefour ;

- **un plan de feux** : la durée et l'ordre de déroulement de l'allumage des trois états, pendant un cycle, de l'ensemble des groupes de feux ; un même carrefour peut suivre alternativement plusieurs plans de feux.

#### **IV. Les feux de circulation [4]**

Un feu de circulation routière, aussi appelé feu tricolore est un dispositif permettant la régulation du trafic routier entre les usagers de la route, véhicules et piétons.

Les feux destinés aux véhicules sont généralement de type tricolore choisis pour leur remarquabilité – ou conspécuité – auxquels peuvent s'ajouter des flèches directionnelles. Les feux destinés aux piétons sont bicolores et se distinguent souvent par la reproduction d'une silhouette de piéton. Les feux tricolores pour cyclistes se distinguent par la reproduction d'une bicyclette. En Europe, la convention européenne sur la signalisation routière (convention de Vienne sur la signalisation routière) de 1968, contient des dispositions qui fixent les catégories, formes et couleurs des signaux routiers, dont les signaux lumineux.



**Fig 1.3 Feu tricolore**

Un carrefour à feux tricolores est commandé par un contrôleur de feux, appareil électronique de contrôle/commande. Les feux sont généralement déclinés à partir de deux couleurs de base : le rouge pour fermer, le vert (ou encore le bleu plus rarement) pour ouvrir. Le jaune-orangé est également utilisé et sert à signaler le passage du feu vert au feu rouge (et aussi, dans certains pays, du feu rouge au feu vert).

##### **IV.1 Historique [5]**

Le principe d'utiliser des disques rouges pour arrêter les trains est ancien et existait déjà en 1881. Bien qu'il existe très peu de sources historiques sur les signaux routiers, il semblerait que ce soit à Londres, au coin de Bridge Street et de Palace Yard, le 10 décembre 1868, qu'un feu de signalisation pour les trains, mis au point par l'ingénieur spécialiste de la signalisation ferroviaire J. P. Knight, ait été utilisé pour la première fois. Ce feu était sous la forme d'une lanterne à gaz pivotante aux couleurs complémentaires rouge et verte nécessitant la présence d'un agent de police pour le manœuvrer.



**Fig 1.4 Ancien modelé de feu rouge**

Aux États-Unis, les premiers feux — bicolores — de signalisation électrique seront installés à Cleveland à l'intersection de la 105e rue et de l'avenue Euclide, le 5 août 1913, au début de la Première Guerre mondiale.

Ce n'est que bien plus tard, en 1920, à Détroit au Michigan, que les feux, après leur généralisation, sont devenus tricolores par l'adjonction d'une phase intermédiaire marquée par la couleur jaune-orangé. Le choix de ces couleurs, loin d'être de simples convenances arbitraires, repose sur la connaissance du pouvoir suggestif que la couleur exerce sur l'émotivité et l'attention (rouge-orange pour les signaux de danger et d'interdiction, vert pour la couleur complémentaire).

En France, l'inventeur du feu de circulation est Léon Foenquinos, lequel le décrit ainsi dès 1920 : « on installera, aux angles des croisements de rues, des poteaux ayant trois mètres de hauteur, sur lesquels seront fixés des signaux électriques lumineux et sonores (...) ». C'est le 5 mai 1923, au croisement des boulevards Saint-Denis et Sébastopol, à Paris, qu'a été posé un feu de signalisation. Il est rouge et accompagné d'une sonnerie. C'est le premier en France. Il faudra attendre dix ans avant que n'apparaissent les feux vert et jaune. En 1933, des systèmes à disque bicolores (vert/rouge) continuent à être installés.

À partir des années 2000, on peut voir des feux tricolores dont les ampoules sont remplacées par des diodes électroluminescentes et qui affichent le décompte des secondes restantes avant le prochain changement d'état.

## **IV.2 Principe de fonctionnement [2]**

Aux intersections, un feu tricolore de couleur rouge indique que tous les usagers de cet axe doivent s'arrêter à proximité immédiate du feu. En général sur une ligne, tracée au sol et à défaut à l'aplomb du feu de signalisation pour les automobilistes et les cyclistes ou matérialisée par un trottoir pour les piétons. Ceci laisse le temps à différents usagers de passer en évitant de bloquer certaines voies de circulation.

Comme on vient de le voir, le feu est un outil servant à envoyer un signal à un destinataire. Ces signaux sont activés par des contrôleurs électroniques

### **1. Contrôleur de feux**

C'est un équipement permettant de veiller au bon fonctionnement des feux de circulation. Il applique une stratégie de signalisation en enclenchant séquentiellement les feux. Il est traditionnellement rattaché à un seul carrefour mais peut, dans certains cas, en gérer plusieurs. Typiquement, un contrôleur possède les éléments principaux suivants :

- Une unité d'énergie.
- Une unité de contrôle, donnant l'ordre d'enclenchement des feux.
- Une unité d'avertissement rapide, réagissant en cas d'erreur critique (p. ex., en mettant un feu orange clignotant sur l'ensemble des feux).
- Une unité de gestion des conflits, qui est programmée avec les combinaisons de feux verts autorisés et qui vérifie les données envoyées par l'unité de contrôle. Elle utilise généralement une matrice de conflits afin de savoir quels mouvements peuvent se dérouler simultanément. Différents types de conflits existent et peuvent être triés en fonction de leur gravité.
- Une unité d'administration, pour prendre le contrôle du carrefour (p. ex., par la police, ingénieurs).
  - Dans certains cas, une unité de détection, connectée à des détecteurs de véhicules.

## 2. Paramètres nécessaires au calcul de la durée des feux [6]

Ces paramètres sont très utiles pour la mise en œuvre des stratégies de commande. Leur évolution est considérée comme un facteur déterminant pour l'efficacité de telles stratégies. Cependant, quelle que soit la méthode de commande appliquée à l'intersection, les indications des feux (vert, orange et rouge) doivent se succéder à l'intérieur d'un cycle défini comme étant la durée fixe ou variable, séparant deux passages successifs de l'ensemble des signaux par le même état

On donne la définition de quelques paramètres les plus pertinents :

- **Vert effectif** : le temps de vert effectif est la somme du temps de vert réel et du temps de l'orange qui est souvent de 3 ou 5 secondes selon la vitesse d'approche dans le cas d'un carrefour ordinaire ;
- **Vert utile** : le temps de vert utile est la différence entre le temps de vert effectif et celui du temps perdu ;
- **Temps perdu** : la somme du temps perdu au début du vert et celui en fin de phase
- **Rouge utile** : obtenu en retranchant, de la durée du cycle, le temps du vert utile.
- **Rouge intégral** : la durée pendant laquelle aucun véhicule n'est admis dans le carrefour, c'est-à-dire lorsque l'état est rouge sur chaque feu.

## IV.3 Modèle de feux de circulation [7]

Les feux de circulation sont verts, jaunes ou rouges, sauf ceux spécifiquement réservés aux véhicules des services réguliers de transport en commun, qui sont blancs. Ils peuvent être groupés en signaux tricolores, bicolores ou unicolores. Ils sont généralement circulaires et, pour les feux destinés aux véhicules des services réguliers de transport en commun, peuvent comporter un pictogramme ou des signes spécifiques.

Les feux jaunes, rouges et le disque des feux pour véhicules des services réguliers de transport en commun peuvent être clignotants (c'est-à-dire alternativement allumés ou éteints chaque seconde, pendant des durées sensiblement égales). Les signaux lumineux d'intersection comprennent neuf grands types de signaux, R11 à R19



**R11 : Signal tricolore circulaire :** Il est normalement composé de trois feux circulaires vert, jaune, rouge (R11v) : voir figure 1. Exceptionnellement, et sous réserve d'une étude le justifiant, le vert peut être remplacé par du jaune clignotant



Figure 5.1.a

**R12 : Signal piéton :** Il est constitué de deux feux vert et rouge, normalement disposés dans cet ordre de droite à gauche ; éventuellement ils peuvent être disposés l'un au-dessus de l'autre, le vert en bas.



Figure 5.1.b

**R13 : Signaux tricolores modaux :** Ils sont composés de trois feux vert, jaune, rouge, dans cet ordre de bas en haut, munis chacun d'un même pictogramme. Le feu vert peut être remplacé par un feu jaune clignotant, les signaux se dénommant alors respectivement : R13cj et R13bj.



Figure 5.1.c

**R14 : Signaux tricolores directionnels :** Ils sont destinés chacun à l'ensemble des véhicules qui ont pour destination la direction indiquée par la flèche, ou l'une des directions indiquées. En aucun cas le feu vert ne peut être remplacé par un feu jaune clignotant.

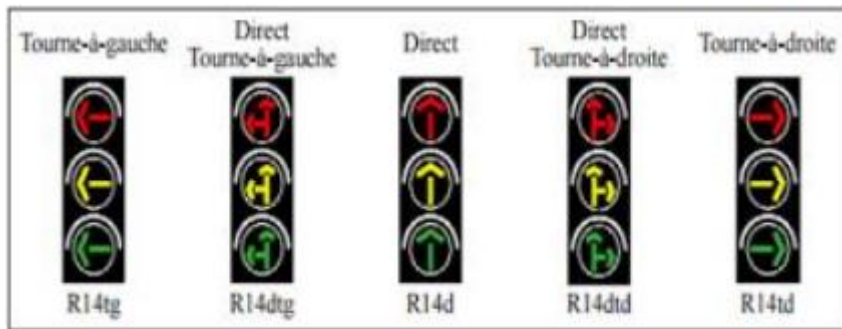


Figure 5.1.d

**R15 : Signaux d'anticipation modaux** : En forme de cycle Avec mention BUS  
 Ils sont composés d'un feu jaune clignotant et sont obligatoirement associés à un ensemble de feux tricolores circulaires du type R11v (vert sur le feu du bas). Ils sont munis d'un pictogramme.

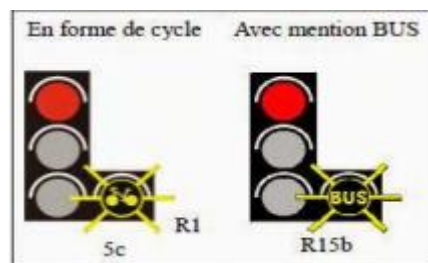


Figure 5.1.e

**R16 : Signaux d'anticipation directionnels** : Ils sont composés d'un feu jaune clignotant et sont obligatoirement associés à un ensemble de feux tricolores circulaires R11v (vert sur le feu du bas). Il est recommandé de les associer aux signaux R11 comme indiqué figure 6. Ils sont munis d'un pictogramme en forme d'une ou deux flèches :

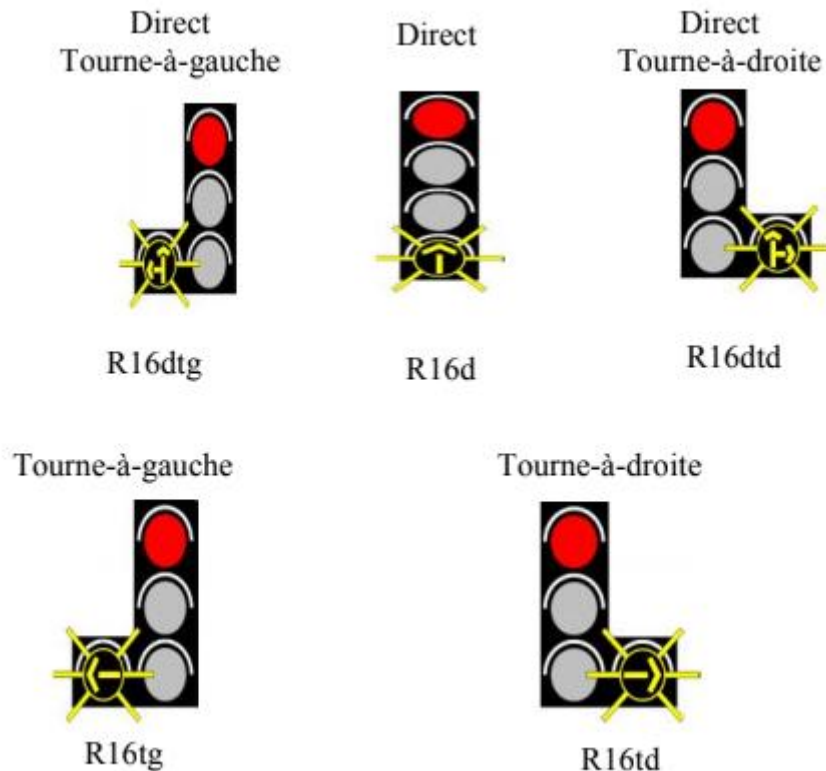


Figure 5.1.f

**R17 : Signal pour véhicules des services réguliers de transport en commun :**

Il est composé de trois feux blancs présentant. De bas en haut, une barre verticale, un disque et une barre horizontale, sur fond noir circulaire. Le feu central comportant le disque peut être clignotant.



R17

Figure 5.1.g

**R18 : Signaux directionnels pour véhicules des services réguliers de transport en commun :**

Ils sont composés comme le signal R17, à l'exception de la barre du feu inférieur qui est inclinée à gauche ou à droite. Ils s'adressent exclusivement aux véhicules des services réguliers de transport en commun qui ont pour destination la direction indiquée par la barre du feu inférieur.

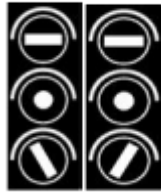


Figure 5.1.h

**R19 : Signaux d'autorisation conditionnelle de franchissement pour cycles :**  
 Ils sont composés d'un feu jaune clignotant munis de deux pictogrammes et sont obligatoirement associés à un ensemble de feux tricolores circulaires dont le feu du bas est vert. Ils autorisent les cycles à ne pas marquer l'arrêt au feu pour s'engager dans la direction indiquée.



Figure 5.1.I

### 1. Feux de signalisation à trois états

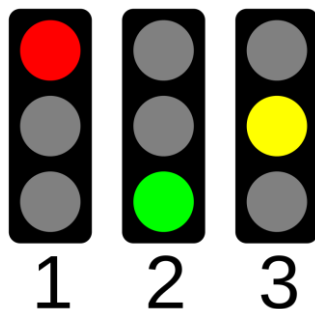


Fig 1.6 Modèle à 3 états

**Rouge** « Tout conducteur doit marquer l'arrêt absolu devant un feu de signalisation rouge, fixe ou clignotant. »

**Vert** « Les feux de signalisation verts autorisent le passage des véhicules. »

**Jaune** « Tout conducteur doit marquer l'arrêt devant un feu de signalisation jaune fixe, sauf dans le cas où, lors de l'allumage dudit feu, le conducteur ne peut plus arrêter son véhicule dans des conditions de sécurité suffisantes. »

## 2. Feux de signalisation à quatre états

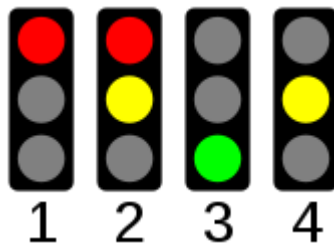


Fig 7 Modèle à 4 états

Le deuxième état, jaune bref sans extinction du rouge, permet aux conducteurs de se préparer à démarrer mais n'autorise pas le passage.

**En Italie** le jaune clignote avec le vert pour prévenir du passage au rouge.

**Au Canada** une flèche verte peut être présente en plus des trois feux de couleur, indiquant la priorité pour un virage (généralement à gauche). La priorité de virage à gauche est souvent indiquée simplement par le clignotement du feu vert, d'une durée limitée, lors du passage du feu rouge au feu vert (la circulation à contre-sens est alors maintenue au feu rouge).

## 3. Feux de signalisation à cinq états

L'état supplémentaire, vert clignotant entre les états du vert et du jaune, prévient la fin de l'état vert.

## 4. Feux spécialisés

Des feux spécialisés peuvent être utilisés pour réguler soit une catégorie précise d'usagers, soit une partie précise du trafic.

- Cyclistes (Figure 8.a)
- Piétons (Figure 8.b)
- Transports en communs (tramway, bus...) (Figure 8.c)
- Véhicules allant dans une direction précise (Figure 8.d)

Il existe également des feux permettant de passer dans une direction donnée ; ou encore de laisser passer certains véhicules avant les autres. (Figure 8.e)

Le feu rond est généralement remplacé par un symbole lumineux tel que des flèches directionnelles, la silhouette d'un piéton, d'une bicyclette, etc. Pour un tramway, il est remplacé par des barres verticales (correspondant au vert), obliques (même signification mais indique en outre un changement de direction) ou horizontales (correspondant au rouge). Ces feux peuvent être simplifiés (séquence à deux états) voire codés différemment (transports en communs). Ils peuvent aussi être utilisés pour indiquer l'état d'un aiguillage au chauffeur d'un tramway,

### Exemple :

- Point d'exclamation : prévient d'un changement d'état à venir de la ligne (passages d'ouverture à fermeture, ainsi que de fermeture à ouverture).

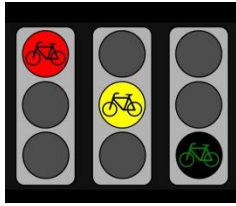


Figure 8.a



figure8.b

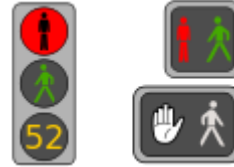


figure 8.c

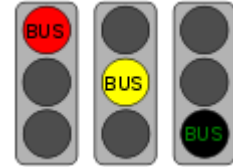


figure 8.d

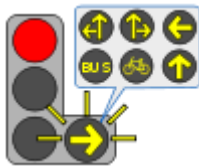
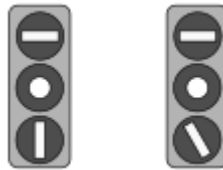


Figure 8.e



figures 8.f

## 5. Technologies utilisées [8]

Au début, on utilise des lampes à gaz, puis sont venues les lumières régulières et les lampes halogènes. Mais en raison de l'éclairage faible et de la possibilité que les signaux cessent complètement de fonctionner, un tableau de LED est maintenant utilisé qui consomme moins d'énergie, produit une lumière plus élevée et dure plus longtemps. Ainsi si l'un d'entre eux tombe en panne le feu n'est pas complètement hors service et la panne peut être réparée ultérieurement. Mais la faible consommation d'énergie des LED est devenue un point négatif dans les endroits froids, car les lumières régulières produisent plus de chaleur, ce qui leur permet de faire fondre la glace formée sur elles, et les lumières LED accumulent de la glace dessus et deviennent moins visible pour les automobilistes.

## 6. Dysfonctionnement des feux de circulation

Bien que les signaux lumineux sauvent des vies humaines chaque année, ils peuvent causer beaucoup de confusion s'ils s'arrêtent (pannes, défaut, etc). Dans ces cas, les intersections deviennent des intersections régulières avec un trafic prioritaire pour les voitures sur la droite. Certains pays éteignent les feux de circulation pendant la nuit, de sorte que le feu orange clignote seul (prudence), mais si le feu rouge clignote, cela signifie qu'il est nécessaire de s'arrêter complètement avant de traverser l'intersection.

## 7. Condition d'installation des feux [9]

L'installation d'un signal lumineux de circulation dans un carrefour doit être implanté et orienté afin d'être vu des usagers auxquels il est destiné et, dans la mesure du possible, ne pas être vu des usagers auxquels il n'est pas destiné. La face arrière des signaux doit être occultée pour ne laisser passer aucune lumière.

## **V. Conclusion**

La régulation du trafic est un domaine vaste dans lequel plusieurs techniques et formes de signalisation sont utilisés pour faciliter la circulation des véhicules, augmenter la sécurité des usagers, réduire toute sorte de nuisances et rationaliser l'exploitation des infrastructures routières. Parmi les sujets les plus importants de la régulation du trafic, la gestion des carrefours à feux est un thème essentiel. Ces derniers constituent un terrain sensible pour les conflits de trafic et représentent un espace de convergence de différents acteurs du transport.

**Chapitre2 :**

**Gestion  
d'un  
carrefour**



## Chapitre2 Gestion d'un carrefour

### I. Introduction

Dans notre étude on s'intéresse à un carrefour (on l'appellera A) dans la ville de Annaba, par lequel transite un important trafic de voitures. C'est l'intersection de deux grandes artères, dont l'une d'elles mène vers l'hôpital IBN ROCHD. La circulation au niveau de ce carrefour n'est pas régulée par des feux. Notre objectif est la proposition d'une gestion de la circulation par des feux de signalisation.

Le carrefour A n'est pas isolé, mais il partage un flux de véhicules avec une autre intersection (on l'appellera B) par la voie V2. On doit proposer une solution pour le déstockage de l'artère V2: car si le feu de cette voie de liaison passe au rouge au niveau de A, il y a risque que les véhicules arrivant de B forment une file qui en s'allongeant va créer une congestion au niveau de B. Cette situation se produit notamment pendant les heures de pointe et durant la saison estivale.

### II. Analyse du projet

#### II.1 Problématique

Les voies du carrefour A dit « les 4-chemins » laissent passer difficilement deux voitures simultanément. A longueur d'année des embouteillages se forment et provoquent des conflits entre les flux de voitures. C'est pour y remédier à cette situation et permettre une meilleure fluidité du trafic, et une sécurité accrue des conducteurs et piétons, que nous proposons une régulation par des feux tricolores.



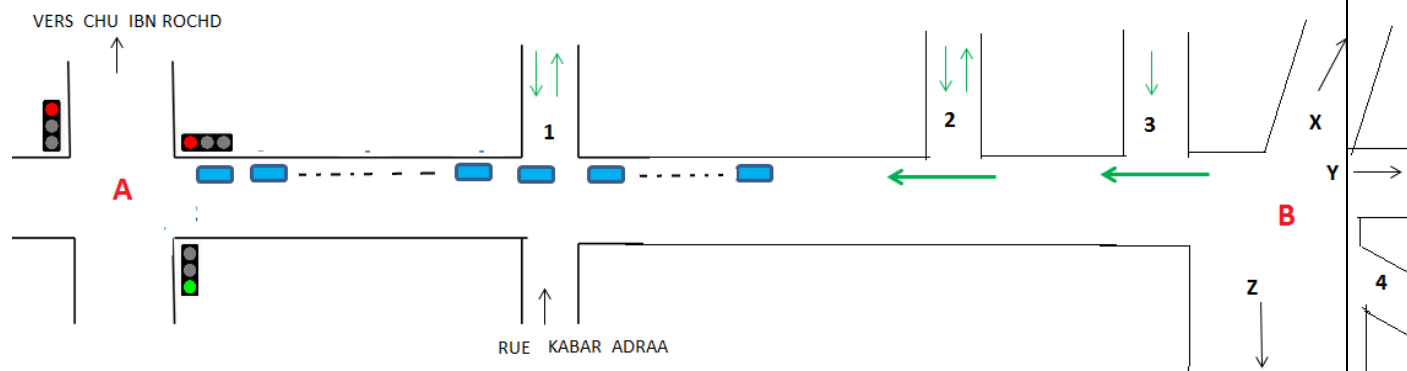
Fig.2.1 Carrefour A : « 4-chemins » (Annaba)

Au carrefour B dit « carrefour m’haffeur » des feux tricolores sont installés, mais ils sont le plus souvent en panne. Par conséquent la régulation du trafic est gérée par le code de la route ou bien les agents de la circulation.



**Fig. 2.2 Carrefour B : «m’haffer » (Annaba)**

En l’absence de feux de signalisation dans B, la synchronisation de la régulation entre les deux carrefours ne peut être réalisée. Néanmoins on doit éviter la remontée de file d’attente du carrefour A sur le carrefour B en régulant le débit du trafic à l’intersection A.



**Fig 2.3 Liaison des carrefours A et B**

Désignation :

1, 2, 3, 4 : routes secondaires

X : vers quartier m’haffeur

Y : direction les plages

Z : vers le centre-ville

Sur la figure 2.3 on remarque que lorsque le feu est au rouge la file de voitures empêche l'accès aux routes secondaires 1 et 2 et provoque une congestion dans le carrefour B.

## **II.2 Fonctionnement du système**

Afin de bien comprendre le principe de fonctionnement d'un carrefour, on doit faire une étude et une analyse générale sur la circulation des différents usagers (voitures et piétons) dans les carrefours à développer, pour pouvoir faire une bonne gestion qui pourra résoudre les différents problèmes de congestion. Cette gestion se présente sous diverses méthodes différentes : graphe d'état (Rdp), grafcet, le phasage...etc.

Dans notre cas, nous avons optés pour la méthode du découpage en phase. Il s'agit de la mise en place d'un plan de feux pré-déterminé pour réguler le flux de véhicules entrants et sortants dans le carrefour A. On ne s'occupe que de la mise en place des feux tricolores pour les véhicules. La signalisation pour les piétons peut être déduite facilement par la suite.

### **II.2.1 Modes de fonctionnement**

Le trafic routier au carrefour A a été observé sur une période de quelques jours et à différents moments de la journée. Suite à ces observations on a retenu un fonctionnement selon deux tranches d'horaires. La première tranche de 7h du matin jusqu'à 19h (trafic normale), alors que la deuxième tranche s'étend de 19h à 7h du matin (trafic faible). Ces tranches d'horaires programmables peuvent changées en fonction des saisons.

#### **II.2.2 Trafic faible**

Durant cette période le débit de véhicules diminue considérablement. Le système de priorité n'est plus indispensable et tous les feux passent à l'orange clignotant. Les conducteurs doivent observer une prudence et respecter le code de la route.

#### **II.2.3 Trafic normale**

La gestion de la circulation est commandée par un contrôleur électronique qui exécute le plan de feux programmé. Dans les systèmes de gestion centralisés ce contrôleur communique par une liaison filaire (ou hertzienne) avec une salle de supervision en vue de la remontée d'informations sur le trafic routier ou bien pour modifier le plan de feux éventuellement.

## II.3 Carrefour étudié

### Configuration du carrefour

Le carrefour A étudié dit « 4-chemins » est l'intersection de deux principaux axes routiers.

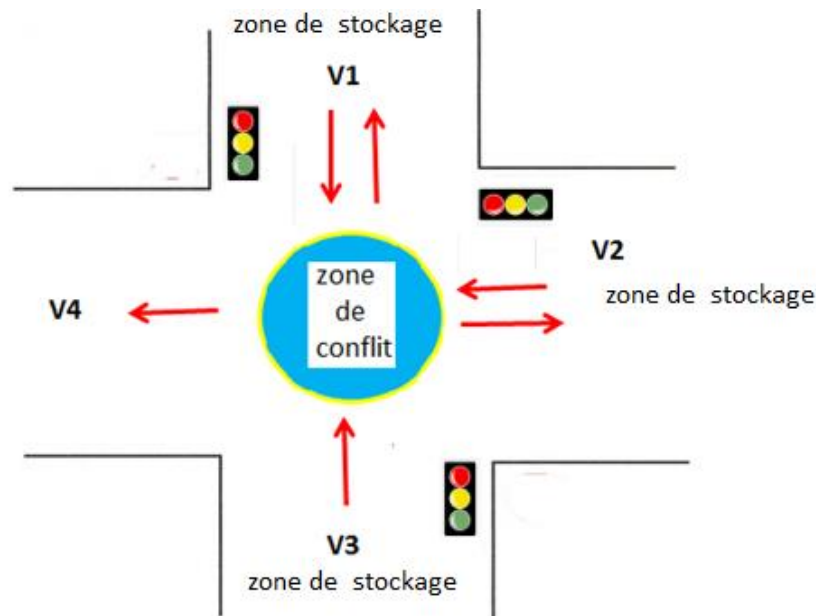


Fig. 2.4 Configuration du carrefour étudié

**V1** : route à double sens vers CHU IBN ROCHD

**V2** : route à double sens vers le carrefour B (m'hafeur)

**V3** : route de BEN BADIS à sens unique entrante au carrefour

**V4** : route à sens unique sortante du carrefour

Dans cette intersection on identifie deux zones fonctionnelles :

- une zone de stockage, placée en amont de la zone de conflit, constitue l'entrée empruntée par les véhicules ;
- une zone de conflit, relative à l'espace de croisement des routes, c'est l'espace critique partagée par tous les véhicules qui traversent l'intersection ;

Dans la zone de conflit la rencontre de mouvements antagonistes de voitures, génère un embouteillage dont les conséquences sont un manque de fluidité du trafic et des retards aux conducteurs. Pour résoudre ce problème on utilise la stratégie de régulation cyclique appelée aussi plan de feux prédéterminée basée sur le découpage en phases, ou phasage. Le rôle principal des plans de feux fixes est de mettre en marche cycliquement une série de phases pendant des durées données.

### II.3.1 Zone de stockage

Lorsqu'un feu de signalisation passe au rouge, des voitures sont à l'arrêt sur la voie correspondante : c'est la zone de stockage. Les voies V1 et V3 ont des zones de stockage dont la capacité n'influence pas la circulation en amont. Par contre la capacité de la zone de stockage de la voie V2 est limitée, car cette voie V2 assure une liaison avec le carrefour B (m'hafer). Il est nécessaire de réguler la file d'attente dans la voie V2 afin qu'elle ne perturbe pas le débit de voitures sortant de B.

### II.3.2 Le découpage en phases [3,9, 10]

Le découpage en phases, ou phasage, conditionne le bon fonctionnement d'un carrefour. Il doit être optimisé en fonction des différents mouvements, et faire apparaître toutes les phases du trafic, en particulier tourner à gauche. Nous proposons ci-après les différentes phases du carrefour A.

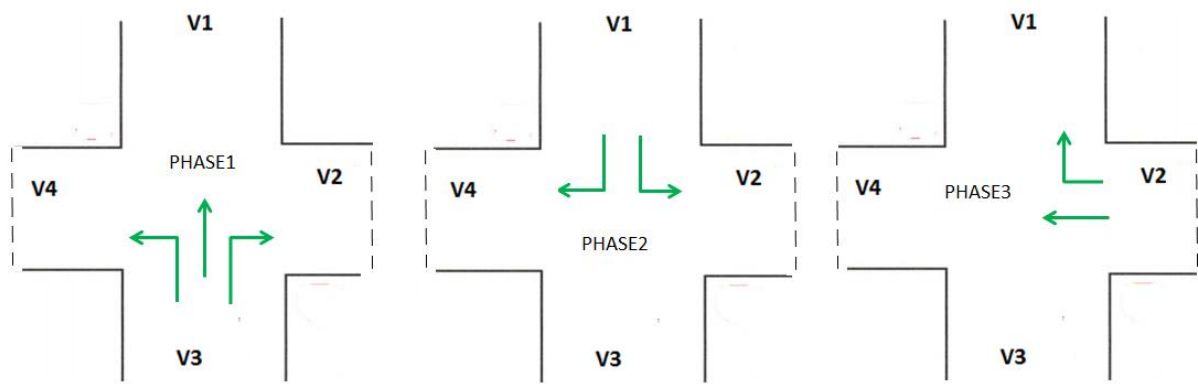
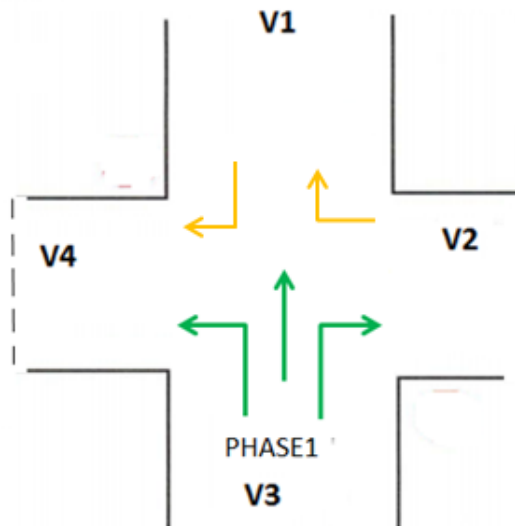


Fig 2.5 Différentes phases du carrefour

La zone de conflit est accessible exclusivement à une seule voie. Nous avons évités de programmer des séquences de phases où les mouvements de flux de voitures ne se croisent pas (fig. 2.5). Ce type de flux appelé conflit compatible ne convient pas pour l'infrastructure de l'intersection A. Celle-ci possède des voies étroites qui ne permettent pas à deux véhicules de tourner simultanément. Les voitures en stationnement sur la bordure de la route gênent aussi la circulation.



**Fig 2.6 Flux compatibles**

Le flux V2-V1 est compatible avec la phase 1

Le flux V1-V4 est compatible avec la phase 1

### **III. Chronogramme de fonctionnement**

L'activation des 3 phases du carrefour A est représentée par un chronogramme des phases. Ce chronogramme explique le séquençage temporel des phases. Il n'y a pas de règle à respecter concernant les durées d'allumage des 3 feux (R, V, O). La programmation de ces durées est entre les mains des gestionnaires de la voirie et dépend de la densité du trafic dans le carrefour. Dans notre étude nous avons choisi les durées programmables suivantes :

VERT =15 seconde

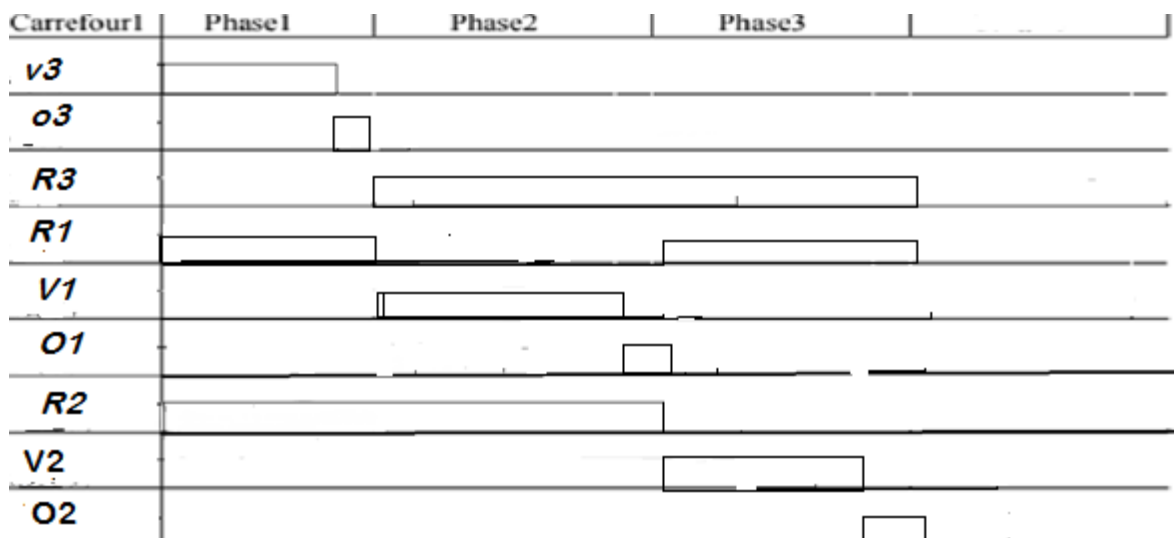
Rouge =21 seconde

Orange =5 seconde

(V1 , O1, R1) exprime les feux de la voix V1

(V2 , O2, R2) exprime les feux de la voix V2

(V3, O3, R3) exprime les feux de la voix V3



**Fig 2.7 Chronogramme des feux du carrefour A**

Ce chronogramme explique le fonctionnement des feux de signalisation avec deux niveaux, le niveau haut (« 1 » logique) : feu allumé, et le niveau bas (« 0 » logique) : feu éteint.

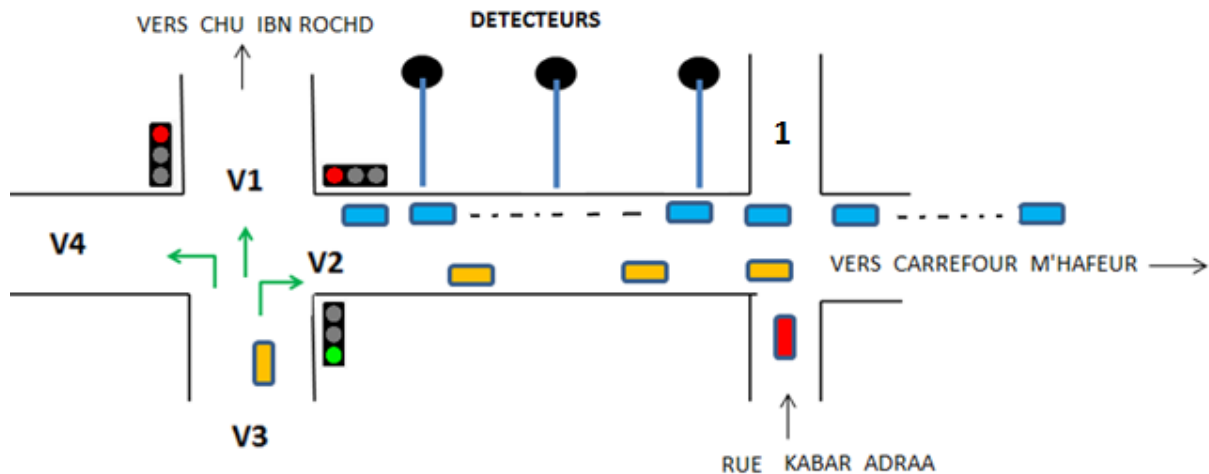
Il traduit aussi le programme de fonctionnement du carrefour A. Au début tous les feux sont désactivés. Au lancement du programme, c'est la phase 1 qui est active, ensuite il y a un séquençage des autres phases. Ce fonctionnement correspond au mode normale. Pour le mode trafic faible c'est le gestionnaire qui décide à quel moment le basculement vers ce mode est exécuté. Nous avons prévu dans notre simulation un commutateur pour basculer entre les deux modes. Ce séquençement peut être interrompu lorsque la voie V2 est au rouge et une file de véhicules risquant de créer une congestion dans le carrefour B. Nous exposerons ce problème dans le paragraphe suivant.

### **Remarque**

Un feu rouge d'une voie ne passe pas immédiatement au vert, mais il est maintenu encore un certain délai (1s dans notre cas) afin de permettre aux éventuels véhicules qui sont encore dans le carrefour de libérer la zone de conflit.

## **IV. Gestion des deux carrefours**

Comme nous l'avons signalé auparavant, les voitures arrivant du carrefour B vers le carrefour A pourrait causer un encombrement de B si le feu de V2 est au rouge. Sur la figure 2.7 nous montrons la file d'attente sur la voie V2 entre les intersections A et B quand le feu de V2 est au rouge.



**Fig 2.8 Liaison des deux carrefours**

Nous proposons une solution consistant à surveiller l'évolution de la file de voitures à l'aide de détecteurs de véhicules. Afin de s'assurer qu'il y a effectivement une file continue de véhicule à l'arrêt nous plaçons sur ce tronçon trois détecteurs. Dès que la file atteint la route secondaire 1, on déclenche l'alarme vers le poste de commande et le feu passe au vert selon une procédure programmée dans le contrôleur du carrefour A. Ainsi les routes secondaires deviennent accessibles et on évite aussi une congestion dans le carrefour B.

## V. Matériels utilisés

### V.1 Carte arduino UNO

Il s'agit d'une carte électronique basée autour d'un microcontrôleur Atmega du fabricant Atmel. Ses principales caractéristiques sont :

Microcontrôleur : ATmega328.

Fréquence horloge : 16 MHz.

Tension d'alimentation interne : 5Vcc.

Tension d'alimentation externe recommandée : 7Vcc à 12Vcc.

Courant max sur la sortie 3,3V généré par le régulateur interne : 50mA.

Entrées/sorties binaires : 14 broches.

Courant MAX par broches en sortie : 40 mA. (85 mA en court-circuit)

Courant MAX cumulé par les broches en sorties : 200 mA. (Soit 14 mA en moyenne)

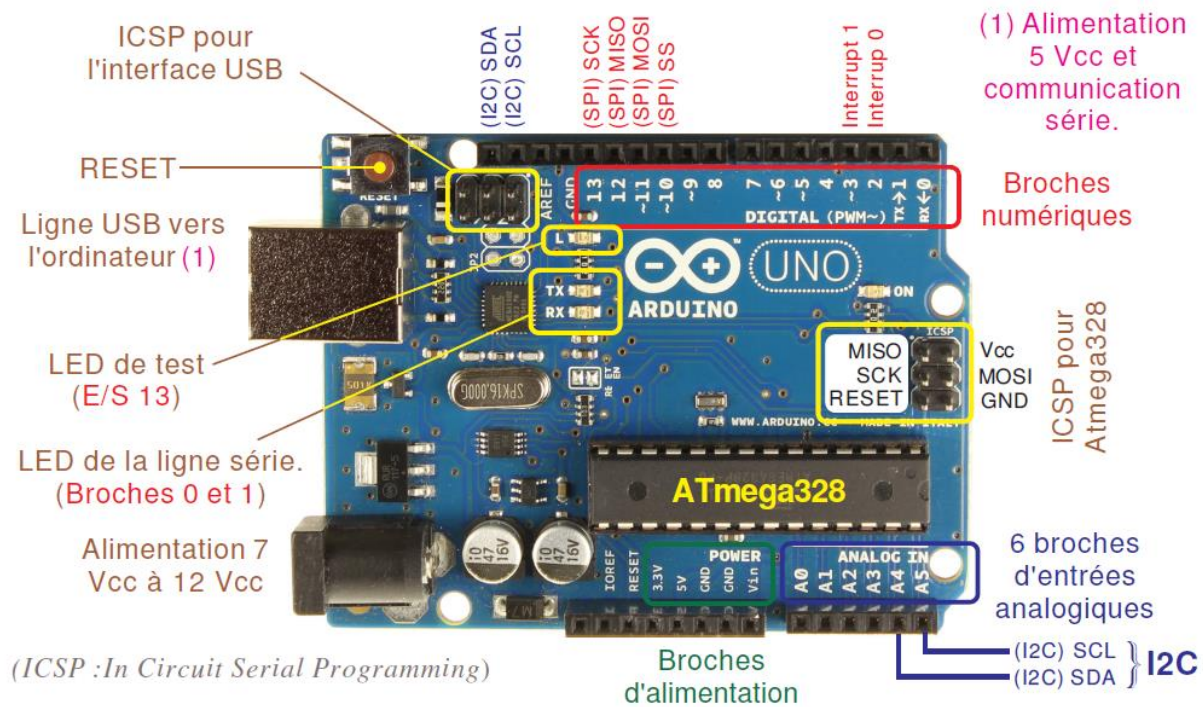
Mémoire Flash 32 KB dont 0.5 KB utilisée par le Bootloader.

Mémoire SRAM 2 KB. Mémoire EEPROM 1 KB.

La carte s'interface au PC par l'intermédiaire de sa prise USB.

La carte s'alimente par le jack d'alimentation. (Utilisation autonome)





**Fig 2.9 Carte arduino UNO**

## V.2 LEDs

Des diodes sont utilisées pour simuler les 3 feux de signalisation (V, R, O).

## V.3 Les détecteurs

L'utilisation des capteurs est la base de la collecte des informations sur le trafic routier. On peut distinguer plusieurs catégories, les capteurs intrusifs qui sont implantés directement dans la chaussée, et les capteurs non-intrusifs qui sont placés en bord de chaussée. Dans la version de base, les capteurs utilisés permettent de détecter la présence d'un véhicule à un point donné de l'infrastructure. Parmi les catégories de capteurs, on peut recenser de nombreuses technologies; boucle électromagnétique, capteur piézo-électrique, tube pneumatique, fibre optique, ultrason, laser, infrarouge, caméra vidéo. On peut retenir trois principaux capteurs qui sont utilisés en majorité dans l'observation et la régulation du trafic (la boucle électromagnétique, le capteur à ultrason, le capteur vidéo).

### V.3.1 La boucle électromagnétique [11]

La boucle électromagnétique est le système le plus utilisé dans le monde pour la détection des entités mobiles. Elle permet de mesurer plusieurs variables globales sur un espace défini d'une route. Le capteur est directement placé sous la surface de la route, de manière à détecter le passage de chaque véhicule. Son fonctionnement est basé sur la génération d'un champ magnétique, qui subit des perturbations lors du passage des parties métalliques. Ces perturbations sont converties en tension. Le signal fourni est de type "tout ou rien" et est directement lié à la présence du véhicule. Une seule boucle électromagnétique permet un

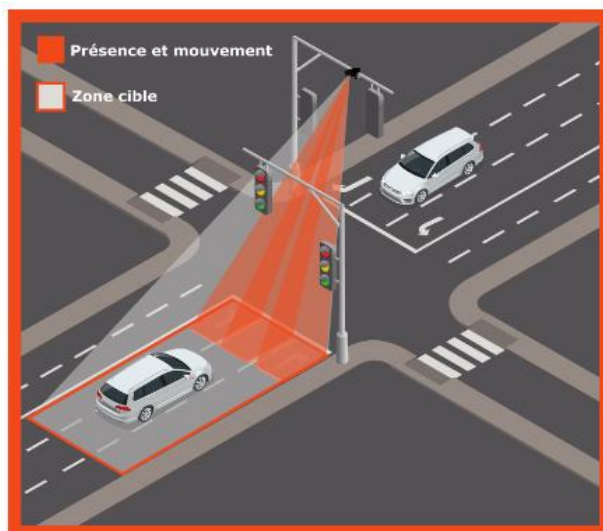
comptage simple. Lorsque nous disposons de deux boucles voisines, le traitement des données émanant de la paire de boucles est capable de fournir plusieurs informations comme la longueur du véhicule ou encore sa vitesse. La collecte des données permet ensuite d'effectuer des statistiques sur un flux de véhicules, au cours d'une période de temps définie.



**Fig 2.10 Détecteur à boucles inductives**

### **V.3.2 Les capteurs à ultrason**

Le capteur à ultrason ou à effet Doppler est basé sur la mesure des perturbations des ondes projetées dans l'axe de la chaussée depuis un portique. La réflexion des ondes sur un obstacle mobile ou fixe permet de déterminer sa présence grâce à l'analyse du temps de parcours de celles-ci entre l'émission et la réception. Il est également possible de déterminer la longueur du véhicule ainsi que sa vitesse en utilisant un échantillonnage.



**Fig 2.11 Détecteur Doppler**

### **V.3.3 Le capteur vidéo**

Le capteur vidéo est principalement utilisé pour la surveillance, en particulier sur les autoroutes, dans le but d'observer le niveau de congestion et les incidents. La plupart du temps, cette observation nécessite un opérateur qui regarde en permanence des écrans. Depuis récemment, grâce notamment à l'amélioration de la qualité vidéo, de nombreuses méthodes d'analyse et de surveillance ont été développées. L'analyse en temps-réel de l'image est principalement utilisée dans la détection automatique des congestions et dans la détection des incidents. Un des avantages du capteur optique est sa simplicité d'installation sur un portique par rapport aux boucles électromagnétiques qui nécessitent des travaux au niveau de la chaussée

### **V.3.4 Capteur infrarouge passif [12]**

Le détecteur à infrarouges IR fonctionne selon le principe qu'un objet émet un rayonnement thermique différent par rapport au milieu ambiant dans lequel il évolue. Le terme passif signifie que le détecteur ne fait que recevoir un rayonnement infrarouge qui existe déjà à l'état naturel. Le détecteur perçoit optiquement des rayons infrarouges et les évalue. Lorsqu'un seuil est dépassé, en raison d'un changement de température provoqué par des objets (véhicules, cyclistes, ...), le détecteur transmet un signal de présence au [contrôleur de trafic](#). La distance de détection est comprise entre 2 m et 40 m, à compter de l'endroit de montage du détecteur.

Ces différents détecteurs possèdent chacun des avantages et des inconvénients ainsi que des limites de mesure. C'est pourquoi on préfère souvent monter une combinaison de ces détecteurs. Dans notre projet pour simuler le détecteur de véhicule comme indiqué sur la figure 2.8 nous avons utilisés un détecteur à IR.

## **VI. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons développé notre contribution pour la gestion de la circulation routière du carrefour dit : « 4 chemins ». Nous avons aussi prévu une solution afin d'éviter une congestion du carrefour connexe dit « mhafer ». Les différentes phases de fonctionnement du contrôleur électronique ont été expliquées. Le matériel nécessaire à la réalisation de cette gestion a été passé en revue. Dans le chapitre suivant nous présentons la simulation matérielle et logiciel de notre étude.

# **Chapitre3 :**

## **Réalisation et développement logiciel**

## Chapitre3 Réalisation et développement logiciel

### I. Introduction

Ce chapitre est consacré à la réalisation matérielle et logiciel du projet. Nous commençons par la présentation de la circuiterie ensuite on détaille la partie programmation. Dans ce genre de projet la programmation tient une part prépondérante dans la phase de développement. Pour la réalisation de notre projet, plusieurs outils de développement sont disponibles et vu les contraintes matérielles et logicielles on a opté pour la carte "ARDUINO UNO" avec le logiciel de simulation PROTEUS.

### II. Schéma électrique

#### II.1 Carrefour A

Nous présentons en premier lieu le circuit électrique de simulation du carrefour A. Nous avons utilisé PROTEUS pour la simulation hardware, la figure 3.1 représente le schéma de simulation.

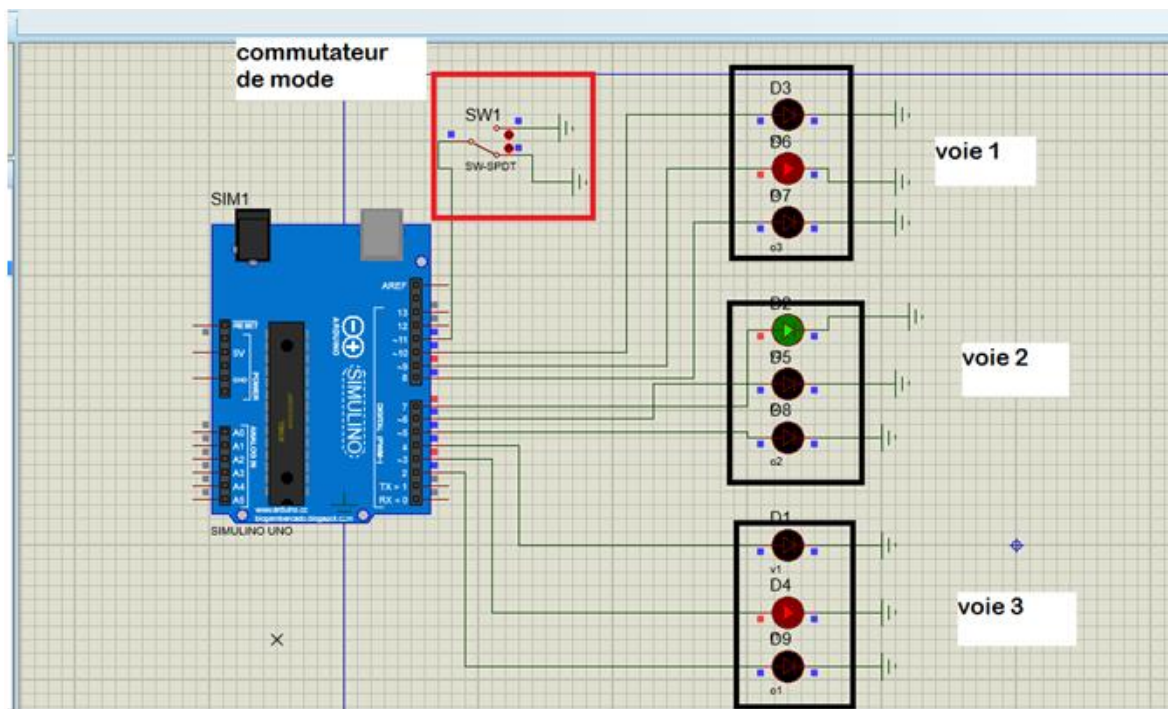


Fig 3.1 Simulation du carrefour A

A chaque voie on a affecté trois leds (feux : V, O, R). La commande des feux s'effectue à travers des lignes de port.

Un commutateur de modes permet de faire basculer le contrôleur électronique d'une régulation à trafic faible vers une régulation à trafic normale et vice-versa.

## II.2 Gestion des carrefours A et B

Cette fois-ci on présente le circuit pour la gestion du flux de voitures arrivant du carrefour B vers le carrefour A. Afin de mettre en œuvre notre solution proposée au chapitre 2, nous avons simulé la détection de la file de véhicules marquant l'arrêt au feu rouge de la voie V2 par un détecteur I.R. On déclenche la détection par une broche spéciale (pin test) du détecteur, la sortie du détecteur passe alors à l'état actif haut.

En fonctionnement réel sur site, on installe une série de détecteurs le long de la voie. L'information délivrée par l'ensemble des détecteurs nous renseigne sur la longueur de la file de véhicules.

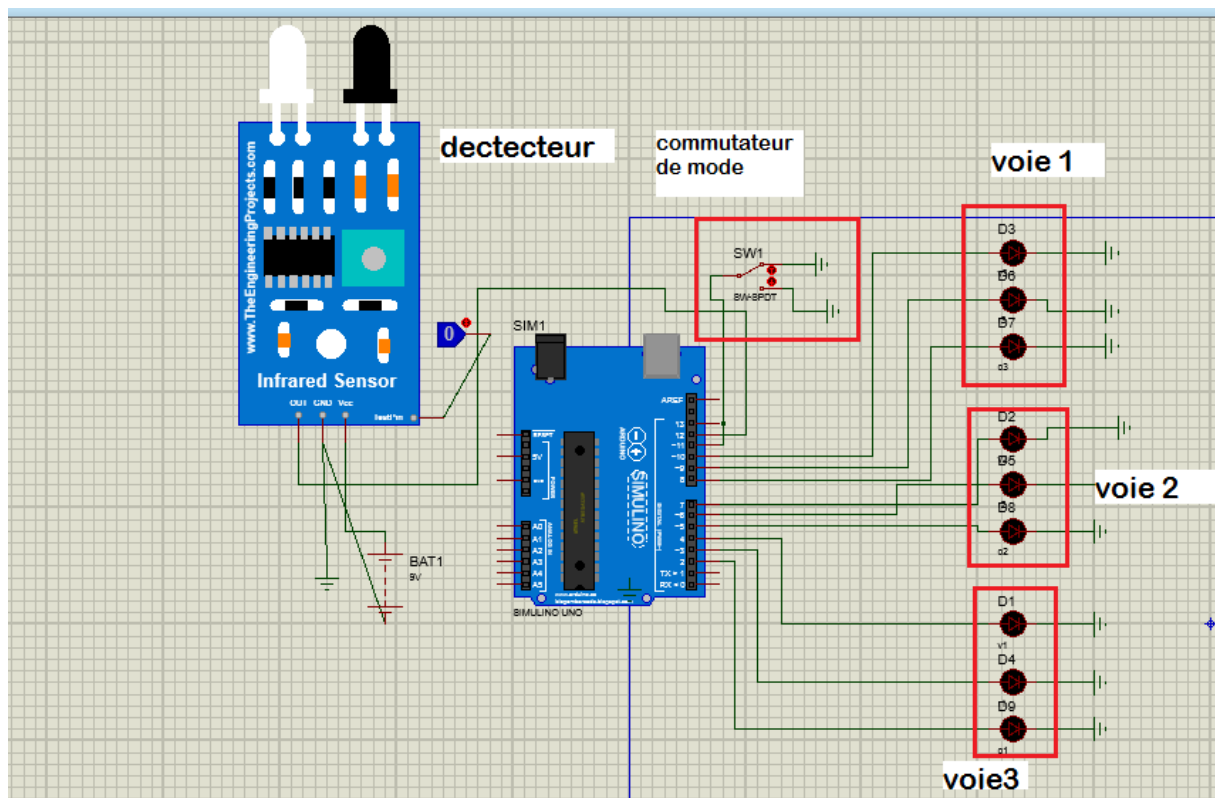


Fig 3.2 Gestion du flux entre les carrefours A et B

## III. Simulation logicielle

On partage cette simulation en deux parties. La première partie est consacrée à la simulation de la régulation routière au carrefour A, alors que la deuxième partie traite de la simulation de la gestion du flux entre les deux carrefours.



## **Procédure**

La simulation consiste à développer le programme arduino, ensuite le fichier exécutable est implémenté sur le circuit développé avec PROTEUS. On observe donc l'exécution sous le logiciel PROTEUS. Une fois le programme testé fonctionne correctement, on implémente le fichier exécutable sur la carte matérielle arduino où le fonctionnement devient complètement autonome. On obtient ainsi un contrôleur électronique du trafic routier.

### **III.1 Gestion du carrefour A**

La simulation de la gestion de la circulation routière au carrefour A, consiste à la mise en œuvre du chronogramme de phases proposé au chapitre 2. Nous proposons tout d'abord un organigramme principal pour la description générale du programme du contrôleur électronique.

Dans l'organigramme principal on active successivement les phases de 1 à 3. Le programme d'activation d'une phase consiste à allumer les leds (feux des 3 voies : V R R) durant le temps programmé pour cette phase.

#### **Exemple**

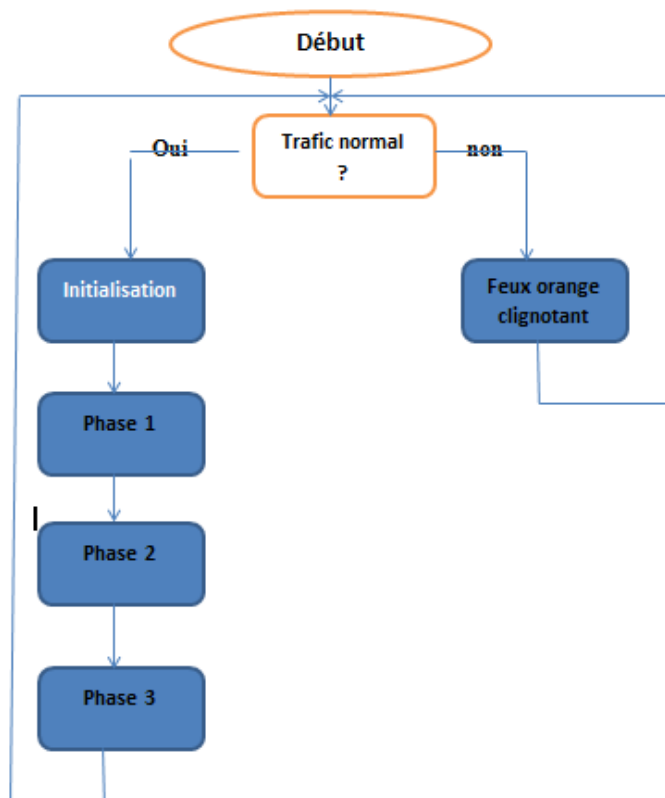
**Phase 3:** V2 (**V**: 20s, O: 5s) V1(**R**: 26s) V3(**R**: 26s)

**Phase 1:** V3 (**V**: 10s, O: 5s) V1 (**R**: 16s) V2 (**R**: 16s)

**Phase 2:** V1 (**V**: 10s, O: 5s) V2 (**R**: 16s) V3 (**R**: 16s)

La voie V2 reliant les deux carrefours a une faible capacité de stockage avec un grand flux de véhicule. Elle possède la plus longue durée (V + O) d'accès au carrefour.

Toutes ces durées temporels sont programmables et peuvent donc être modifiées par l'administrateur du réseau routier en fonction des saisons et des heures de pointe.

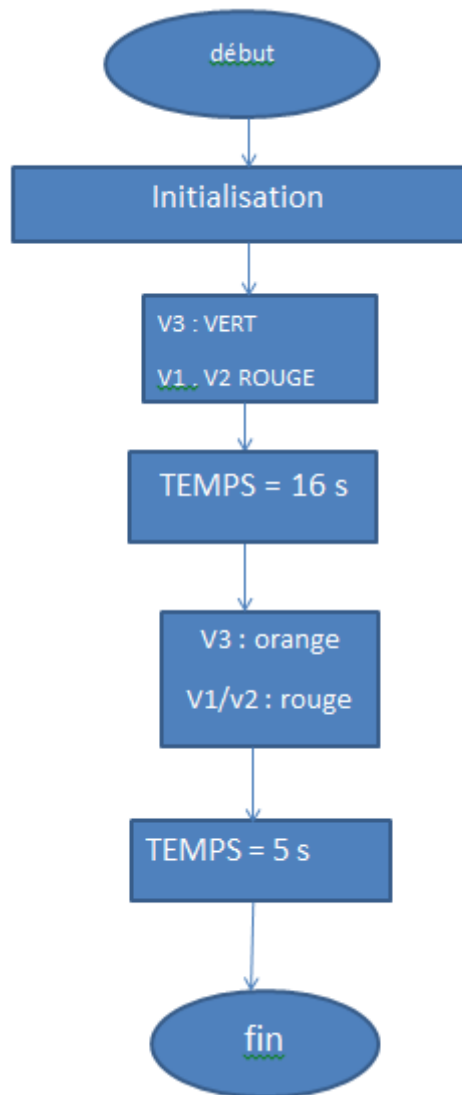


**Fig 3.3 Organigramme principal**

L'organigramme principal décrit le fonctionnement selon le mode normale et le mode trafic faible. Un commutateur permet de choisir entre les deux modes. Comme nous l'avons expliqués au chapitre 2, ce basculement n'est pas automatique, mais il est sous la commande du gestionnaire de la voirie.

L'organigramme de déroulement d'une phase est décrit à la figure 3.4. Il consiste à activer les feux (V R R), on tempore, ensuite le feu vert passe à l'orange (O R R) et on tempore. A la fin du feu orange le programme lance la phase suivante.





**Fig 3.4 Exemple : organigramme phase1**

### III.2 Gestion des deux carrefours

Afin de surveiller la voie V2 et éviter un embouteillage au carrefour « mhafer », notre programme réalise des lectures du détecteur I.F quand le feu de la voie V2 est au rouge. Si le détecteur est actif, donc la file de véhicules marquant l'arrêt au feu rouge atteint le seuil limite. Il est impératif de faire passer le feu au vert pour le déstockage de la voie V2. A ce moment on passe en phase 3, et à la fin de cette phase le programme reprend son cycle normal de fonctionnement. L'organigramme de la figure 3.5 décrit ce fonctionnement.

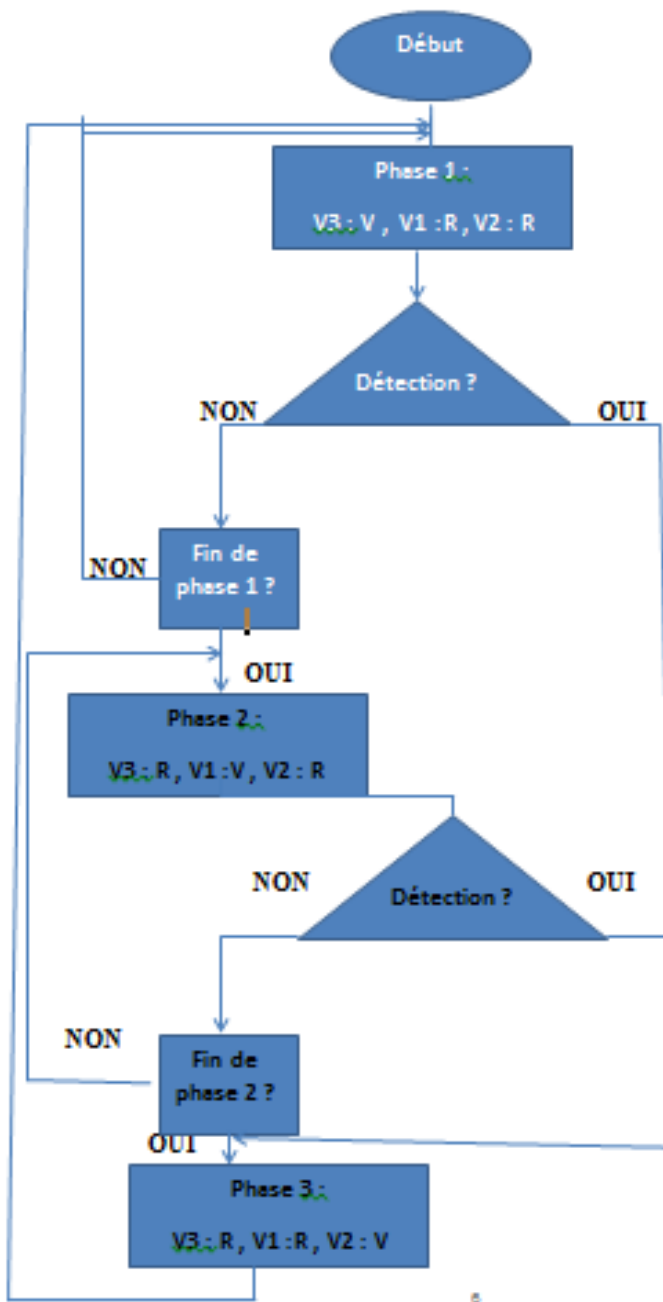


Fig 3.5 Organigramme de décongestion

## VI. Conclusion

Les réalisations dans ce chapitre nous ont permis d'approfondir nos connaissances dans le développement logiciel et la pratique électronique. Les différentes étapes de test des circuits et des programmes ont été bénéfiques pour compléter notre formation. Notre programme a fonctionné conformément à l'organigramme principal. Ce résultat a été atteint après plusieurs tests et essais.



## **Conclusion général**

Dans ce mémoire nous avons développés une gestion d'un carrefour de notre ville Annaba. Une solution a été présentée afin d'éviter une congestion du carrefour voisin. Dans ce travail nous avons présenté quelques généralités sur le trafic urbain et les feux de circulation. Un bref historique des feux de signalisation a été présenté ainsi que le principe de la gestion routière. Pour parvenir à réaliser ce projet il nous a fallu étudier le fonctionnement des feux de circulation, ainsi que des sorties de terrain pour observer le flux de voitures accédant au carrefour. Ceci est particulièrement important afin de déterminer les priorités d'accès au carrefour. Cela se traduit par le choix des durées de feux des différentes voies. Ces sorties nous ont permis aussi de remarquer le problème de la congestion du carrefour voisin que pourrait causée la file de véhicules à l'arrêt au feu rouge du carrefour A.

La réalisation matérielle du contrôleur électronique est à base de la carte Arduino. Un programme a été implémenté sur la carte. Deux modes de fonctionnement ont été prévus, l'un pour un trafic faible et l'autre pour un trafic normal. Le basculement de l'un à l'autre est géré par le gestion de la voirie. La simulation avec PROTEUS a fonctionnée correctement après plusieurs essais. Le résultat de ce projet a une incidence directe sur la vie quotidienne des usagers, conducteurs et piétons. Il permet de régler les différents problèmes de circulation, de congestion mais aussi de minimiser les accidents et les problèmes qui sont souvent lié à la mauvaise gestion des feux.

Pour perspectives de ce projet, nous proposons une étude d'installation de feux au carrefour « mhafeur », ainsi il devient possible de synchroniser la gestion des deux carrefours par un seul contrôleur électronique

## Références bibliographiques

- [1] GE5S-2011-MEUNIER-memoire-pdf.
- [2] S.FAYE, « Contrôle et gestion du trafic routier urbain par un réseau de capteurs sans fil », these ParisTech (France), 2014
- [3] B.SAMMOUD, «Contribution à la modélisation et à la commande des feux de signalisation par réseaux de Pétri hybride », these Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, 2015
- [4] gabriel simeon «sciences et vie» 24 décembre 2018
- [5] brame edouard «étude sur les signaux» . 1818-1888
- [6] C. Tolba, «Contribution à l'utilisation des réseaux de Petri pour la modélisation et la régulation du trafic urbain et interurbain», thèse Besancon (France) 2004
- [7][http://www.equipementsdelaroute.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/IISR\\_6ePARTIE\\_vc20130321\\_cle51fc37.pdf](http://www.equipementsdelaroute.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/IISR_6ePARTIE_vc20130321_cle51fc37.pdf) ,« relatif à l'approbation de modifications de l'instruction interministérielle sur la signalisation routière» ,Feux de circulation permanents. (Journal officiel du 1er août 1991)
- [8] Bendaoud khaled , » Etude et Réalisation d'un système d'éclairages public par arduino » , master 2020 université badji mokhtar annaba >
- [9] F.HADRI et T. BOURNNANE, « La gestion urbaine des feux de circulation de deux carrefours », mémoire master université Tizi-Ouzou, 2018
- [10] BABGAI RAPHAEL GUIDEKE et MBALLA ONANA MARIE REINE VALERIE « étude et simulation des feux de circulation : cas du carrefour poste centrale de Yaoundé », rapport technique, université Yaoundé1, ENSP ,2018/2019
- [11] Florent PERRONNET « Régulation coopérative des intersections : protocoles et politiques », thèse université de technologie de Belfort-Montbéliard (France), mai 2015.
- [12] , <https://www.verisure.fr/guide-securite/systeme-d-alarme/composants-alarme/detecteur-de-mouvement/fonctionnement-capteur-infrarouge>