

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي و البحث 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 : TELECOMMUNICATION
Spécialité : réseaux et télécommunication

Thème

Conception et réalisation d'un système intelligent de détection des feux de forêts et des incendies « la wilaya d'Ain Témouchent »

Présenté Par :

- 1) SOUSSI Soumia
- 2) MIRNES Hala Imane

Devant les jurys composés de

FEROUANI	Souheila	MCB	C.U.B.B (Ain Temouchent)	Président
BEMMOUSSAT	Chemseddine	MCB	C.U.B.B (Ain Temouchent)	Encadrant
BENOSMAN	Mourad	MCB	C.U.B.B (Ain Temouchnt)	Examineur

Année universitaire 2018/2019

Remerciements

Avant tout développement sur cette expérience, il apparaît opportun de commencer ce projet par des remerciements pour Allah d'abord qui nous a donné la force et le courage de conclure notre travail.

Nous adressons nos meilleurs remerciements à notre encadrant Mr CHEMSEDDINE
BEMMOUSAT

pour la confiance qu'il nous a témoignée en nous proposant ce projet, et non seulement pour Son encadrement actif, mais aussi pour sa grande disponibilité, son écoute et sa générosité avec

La quelle il a su partager ses connaissances et conseils avisés. Ainsi que pour toute l'aide qu'il nous a apporté afin de nous permettre de mieux cerner le travail à réaliser et en retour nous lui
Souhaitons beaucoup de succès et bonheur dans sa vie.

Nos remerciements les plus respectueux s'adressent à Mme FEROUANI souheila , pour avoir
accepté
d'assister et de présider le jury de ce mémoire.

Nous exprimons également notre reconnaissance à Mr BENOSMAN MOURAD, pour avoir
accepté d'examiner et d'évaluer ce mémoire.

Merci de manière générale à toute l'équipe du Labo ELN pour leur chaleureux accueil.

Enfin, que nos parents, nos familles, nos enseignants et collègues à l'Université de Ain Témouchent, et tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à la réussite de ce travail
trouvent

à travers ces quelques lignes l'expression de notre profonde gratitude pour leur soutien et
leurs

encouragements de tous les instants.

On vous en remercie chaleureusement.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mon père « Mirnes Youcef », qui peut être fière et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Ma mère « B. Samia », qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon frère « Iliès » et ma sœur « Maroua » qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Ma chère tante Hassiba , leur époux Khalid et leurs enfants « Touria et Islem » Qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études .

Mes sœurs de cœur : « Soumia et Badra », en souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble.

A toute ma proche famille oncle, tantes, cousins et cousines

A tous ceux qui m'ont enseigné tout le long de ma vie universitaire.

A toutes les personnes que je connais et que je n'ai pas citées.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

Hala.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

Aux êtres qui me sont les plus chers mes parents « Benghaffor Rachida et Soussi Lahcen, » Sources de mes joies, secrets de ma force.

Vous serez toujours le modèle Papa, dans ta détermination, ta force et ton honnêteté,

Maman dans ta bonté, ta patience et ton dévouement pour Nous.

Merci pour tous vos sacrifices pour que vos enfants Grandissent et prospèrent Merci de trimer sans relâche, malgré les péripéties de la vie Au bien être de vos enfants Merci d'être tout simplement mes parents, C'est à vous que je dois cette réussite et je suis fière de vous l'offrir

Je demande à dieu le tout puissant de vous accorder la santé, le bonheur et une longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

Les personnes que j'ai passé le plus de temps durant ma vie et qui sont toujours était là pour moi et que je souhaite tous le bonheur du monde à toi mon cher frère Chakib et a vous mes chères sœurs Fadia et Sarah également leurs enfants qui ont portés de la joie a notre vie « Emir Iqan et Dina » et a tout le reste de ma famille, mes tantes et oncles, cousins et cousines.

A mes chers amis et camarades avec qui j'ai passé de bons moments et particulièrement mon binôme Mirnes Hala Imen et sa généreuse famille.

Ainsi que tous mes enseignants durant tout mon cursus.

Et a toutes les personnes que j'aime et ceux qui m'aiment.

Soumia

Sommaire

SOMMAIRE

Introduction générale

Chapitre I : Les feux de forêts : présentation, problématique et motivation.

I.1 Introduction.....	1
I.2 Définition d'un feu.....	1
I.3 Définition de l'incendie de forêt.....	1
I.4 Les facteurs de prédisposition des incendies.....	2
I.4.1 Les facteurs naturels.....	2
I.4.2 Les facteurs humains.....	2
I.5 Les causes des incendies.....	2
I.5.1 Naturelles.....	2
I.5.2 Accidentelle.....	3
I.5.3 Humaine volontaire.....	3
I.5.4 Humaine et accidentelle.....	3
I.6 Les modes de propagation du feu (Les types des feux).....	4
I.6.1 Les feux de sol.....	4
I.6.2 Les feux de surfaces.....	4
I.6.3 Les feux de crêtes.....	5
I.7 Les incendies au niveau de la wilaya d'Ain Temouchent.....	5
I.8 Les méthodes existantes de détection des feux de forêts.....	8
I.8.1 La détection aérienne.....	8
I.8.2 La détection terrestre.....	9
I.9 Conclusion.....	10

Chapitre II : Conception et réalisation du système.

II.1 Introduction.....	11
II.2 Présentation de la solution.....	12
II.3 Equipement utilisé lors de la solution.....	13

Conception et réalisation d'un système intelligent de détection des feux de forêts et des incendies

Sommaire

II.3.1 Arduino UNO.....	13
II.3.2 Capteur de gaz (fumée/MQ-2).....	15
II.3.3 Capteur de température et d'humidité atmosphérique.....	15
II.3.4 Capteur de flamme –KY026-.....	16
II.3.5 Le module GSM –SIM800L-.....	17
II.3.6 Le module GPS –NEO6MV2-.....	18
II.3.7 Le Buzzer.....	19
II.4 Logiciel utilisés.....	19
II.4.1 Arduino IDE.....	20
II.4.2 Proteus professionnel.....	21
II.5 Les tests des différents équipements de notre système.....	22
II.5.1 Test du capteur de température et d'humidité DHT11.....	23
II.5.2 Test du capteur de flamme –KY026-.....	24
II.5.3 Test du capteur de gaz –MQ2-.....	26
II.5.4 Test du module GPS GY-NEO06MV2.....	27
II.5.5 Test du module GSM –SIM800L-.....	29
II.5.6 Test de l'ensemble des capteurs.....	31
II.6 Fonctionnement du système.....	34
II.7 Autonomie de l'énergie.....	35
II.8 Surveillance et sécurité du système.....	36
II.9 Problème rencontrés.....	37
II.10 Conclusion.....	37

Conclusion générale.

Bibliographie

Sommaire

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : le triangle de feu.....	2
Figure I.2 : les feux de sol.....	4
Figure I.3 : les feux de surface	4
Figure I.4: les feux de cimes.....	5
Figure I.5 : graphe des incendies de forêts par mois au niveau de la wilaya d’Ain Témouchent (juin, juillet, aout et septembre).....	7

Chapitre II

Figure II.1 : l’internet des objets	11
Figure II.2 : schéma de fonctionnement réalisé par ISIS Proteus.....	12
Figure II.3 : Arduino UNO R3.....	13
Figure II.4 : Capteur de gaz/fumée (MQ2).....	15
Figure II.5: capteur DHT11.....	16
Figure II.6: capteur de flamme KY-026.....	17
Figure II.7 : le module GSM SIM800L.....	18
Figure II.8 : Le module GPS GY-NEO6MV2.....	18
Figure II.9 : Buzzer.....	19
Figure II.10 : Interface de la plateforme Arduino.....	20
Figure II.11 : logiciel Proteus 8.....	21
Figure II.12 : l’interface d’ISIS Proteus.....	22
Figure II.13 : montage du DHT11 avec Arduino UNO.....	23
Figure II.14: affichage des résultats de DHT11 sur le moniteur.....	24
Figure II.15 : montage de capteur de flamme avec l’Arduino	25
Figure II.16 : affichage des résultats de capteur de flamme sur le moniteur.....	25
Figure II.17 : montage du capteur de gaz MQ2 avec l’Arduino	26
Figure II.18 : affichage des résultats du capteur de gaz sur le moniteur.....	27

Sommaire

Figure II.19 : montage du module GPS sur le moniteur.....	28
Figure II.20 : affichage des résultats du GPS sur le moniteur.....	28
Figure II.21: localisation sur Google maps.....	29
Figure II.22 : affichage des résultats de GSM SIM800L sur moniteur	30
Figure II.23 : test de l'ensemble des capteur.....	31
Figure II.24: test de la distance du captage.....	32
Figure II.25 : résultat des capteurs sur le moniteur.....	33
Figure II.26: test du système.....	34
Figure II.27: les messages d'alertes par le système.....	35
Figure II.28 : la carte de sécurité.....	36

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau 01 : nombre des incendies de forêts par daïra au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent.....	6
Tableau 02 : le nombre total et les dégâts des incendies de forêts (2016-2018) au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent.....	7

Chapitre II

Tableau 03 : caractéristiques d'Arduino.....	14
Tableau 04 : conclusion des résultats final de la détection.....	37

Introduction générale

Introduction générale

La nécessité de préserver l'environnement est devenue un véritable défi sociétal et économique.

C'est ce qui explique la quantité importante de travaux visant les applications de surveillance avec des objectifs variés tels que la détection rapide de catastrophes comme les feux de forêt. Ces derniers ont toujours causé des dégâts à l'échelle mondiale, en effet chaque année des millions d'hectares de terres boisées sont dévastés par les flammes, faisant dépenser des sommes colossales pour leur extinction et occasionnant d'immenses pertes en bois, biens et espaces de loisir et, dans certains cas, en vies humaines.

La miniaturisation croissante de l'électronique et le progrès des technologies de télécommunication, qui n'ont cessé depuis l'émergence de l'informatique, permettent aujourd'hui de produire à faible coût des capteurs communicants peu consommateurs en énergie. Ces petites entités électroniques, dont l'objectif est de récolter des grandeurs physiques de leur environnement proche et d'effectuer certains calculs et de collaborer pour transmettre les données via des liaisons sans fil à un destinataire principal qui se charge de les recueillir.

En ce sens, notre projet consiste à élaborer un système intelligent à base d'Arduino permettant la détection des incendies dans les forêts le plus rapidement possible et à faible coût c'est une solution technique, précise et efficace que nous avons établie et proposée pour cesser les dégâts et qui fait l'objet de notre projet.

Ce mémoire est organisé de la manière suivante :

Le premier chapitre englobe tout ce qui concerne les incendies.

Les effets causés et les méthodes classiques de lutte contre ce phénomène ainsi que les statistiques des surfaces brûlées des feux de forêts au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent.

Le deuxième chapitre, concernera la conception et la réalisation de notre système en décrivant le développement des composants et l'environnement de travail Arduino, en suite nous présenterons notre solution en précisant la manière avec laquelle nous avons implémenté ainsi que le fonctionnement de tous les composants utilisés.

Conception et réalisation d'un système intelligent de détection des feux de forêts et des incendies.

CHAPITRE I

Feux de forêts

Présentation, problématiques et motivations



I.1. Introduction

Dans un monde globalisé, les citoyens sont informés quotidiennement sur la présence et les effets des phénomènes naturels tels que les séismes, les tsunamis, les éruptions volcaniques, les inondations ou les incendies de forêt.

Les incendies de forêts sont beaucoup moins meurtriers que la plupart des catastrophes naturelles mais, ils n'en restent pas moins coûteux au niveau matériel et environnemental.

La seule mobilisation de plusieurs dizaines de milliers de sapeurs-pompiers avec celle des bombardiers d'eau et d'hélicoptères, se traduit par un coût très important, indépendamment des Face aux dégâts de ces feux, il devient très urgent de revoir les méthodes classique de lutte contre les feux de forêts utilisées jusqu'à ce jour dans le contexte local, et d'introduire les nouvelles technologies de l'information et de communication, comme par exemple la technologie des Réseaux de Capteurs Sans fil. Afin de réduire au minimum les dommages, la détection rapide des feux de forêt devient un enjeu crucial.

I.2. Définition d'un feu

Un feu est défini comme étant une réaction chimique exothermique d'oxydation appelée "combustion".

La combustion d'un corps dégage des flammes, de la chaleur et de la lumière. Ainsi le feu est considéré comme un processus d'oxydation rapide, qui exige un substrat oxydable (combustible), de l'oxygène et une source d'allumage. [1]

I.3. Définition de l'incendie de forêt

Un incendie est « une combustion qui se développe sans contrôle dans l'espace et dans le temps, qui s'alimente de tous les combustibles possibles et qui se propage jusqu'à l'épuisement de ceux-ci. ». On parle d'incendie de forêt lorsque le feu concerne une surface minimale d'un hectare d'un seul tenant détruisant au moins une partie des étages arbustifs et/ou arboré. C'est un phénomène qui échappe au contrôle de l'homme, tant en durée qu'en étendue. Pour qu'il y ait inflammation et combustion, trois facteurs doivent être réunis, chacun en proportion convenable : un combustible, une mise à feu et de l'oxygène nécessaire pour alimenter le feu : cela s'appelle triangle de feu. [2]



Figure I.1:Le triangle de feu.

I.4. Les facteurs de prédisposition des incendies

I.4.1 Les facteurs naturels

Toutes les forêts présentent des risques d'éclosion d'incendies en fonction des caractéristiques de la végétation qui les composent et du climat local (température, vent, période d'été...etc.) L'intensité, la fréquence et l'importance de l'incendie sont en rapport avec le milieu physique et la structure et composition de la végétation (plus elle est sèche plus elle est combustible). La naissance et la propagation des incendies sont dépendantes de la réunion des différentes conditions naturelles et humaine.

I.4.2 Les facteurs humains

La majorité des incendies ont pour origine des activités humaines telles que :

Les loisirs, les défrichements, certaines infrastructures de transport (routes, voies ferrées) qui peuvent être à l'origine de l'éclosion et de la propagation des feux.

L'urbanisation a notamment une influence sur les risques d'incendie de forêt en raison de la mauvaise gestion de l'interface forêt - habitat et de l'absence de zones tampons constituées par les espaces cultivés. Cela est dû à l'abandon des espaces ruraux qui a pour conséquence la constitution de massifs entiers sans coupures pour les incendies et à l'extension des villes et villages jusqu'aux abords des zones boisées. [1]

I.5. Les causes des incendies :

I.5.1 Naturelles :

Foudre, changement climatique, coulées volcaniques. L'unique cause naturelle connue dans le Bassin Méditerranéen est la foudre.

Moins de 10 % des feux connus, mais avec des variations sensibles selon les années.

I.5.2 Accidentelle :

- Lignes électriques (par vent fort, des arcs électriques peuvent apparaître entre lignes agitées et mettre le feu à la végétation.)
- Circulation en forêt ou en périphérie (la projection d'étincelles lors du passage d'un train le long de la voie ferrée, ou par le pot d'échappement d'un véhicule),
- Dépôts d'ordures (l'envol de papiers enflammés ou combustion interne par fermentation),
- Débris de verre.

10 % environ des feux connus à causes des accidents précédents.

I.5.3 Humaine et volontaire :

C'est quand la forêt devient un enjeu politique ou économique :

- Conflit : conflits pour occupation du sol, conflits de chasse, conflit avec l'Administration, conflits relatifs à la propriété de la forêt ; conflits relatifs à la politique forestière, feux provoqués pour des raisons politiques.
- Intérêts et profits : intérêts pour l'occupation du sol, intérêts de chasse, pastoralisme (renouvellement des pâturages), chercheur de miel (récolte de miel avec enfumoir), feux allumés dans le but d'éloigner des animaux nuisibles, feux provoqués pour susciter les investissements publics, brûlage des décharges.

30 à 40 % des feux connus à cause de ces actes volontaires

I.5.4. Humaine et involontaire :

Les imprudences : Elles résultent de négligence par rapport aux risques d'incendie

- Négligences liées aux travaux forestiers : machines, brûlages des rémanents.
- Négligences liées aux travaux agricoles : machines, brûlages après nettoyage, défrichements pour labours en périphérie : feu pastoral, incinération de végétaux.
- Négligences liées aux particuliers : emploi d'un réchaud, Jeux d'enfant, touristes, jets de mégots promeneurs, jets de mégots véhicule, départ des feux des décharges sauvage.

40 à 50 % des feux connus pour des causes involontaires et humaines [3]

I.6. Les modes de propagations du feu (les types des feux)

Après l'éclosion, le feu peut prendre différentes formes en fonction des conditions climatique et des caractéristiques de la végétation

On distingue alors ces différents types de feu en fonctions des strates ou ils se propagent :

I.6.1 Les feux de sol : brûlent la matière organique contenue dans la litière



Figure I.2 : les feux de sol

I.6.2 Les feux de surface : brûlent les strates basses de la végétation, la partie supérieure de la litière, la strate herbacée et les arbustes. La propagation du feu peut être rapide lorsqu'il se développe librement, et si les conditions sont favorables (vent, relief).



Figure I.3 : les feux de surface

I.6.3 les feux de cimes : brûlent la partie supérieure des arbres (ligneux hauts). La vitesse de propagation est très élevée.

Ces trois types de feu peuvent se produire simultanément sur une même zone.[4].



Figure I.4: Les feux de cimes.

I.7 Les incendies au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent

La superficie forestière de la wilaya d'Ain Témouchent est de 30097 Ha représente 13% de la superficie de la wilaya qui est de 2 376,89 km².

La superficie forestière plantée de la wilaya d'Ain Témouchent est de 11874 Ha et représente 38% de la superficie global et elle se situe principalement au niveau des communes suivantes : Bouzedjar, OuledBoudjamaa, Tamazougha, beniSaf, Oulhassa et ouadibarkach .

Les forêts de la wilaya d'Ain Témouchent se compose de plusieurs catégories d'arbres parmi elle le Calyptus et le saule, la majorité de ces arbres sont les Pin d'Alpe qui représente environ 94.15% de la superficie plantée.[5]

Chapitre I - Les feux de forêts : présentation, problématiques et motivations

Le tableau suivant représente le nombre des incendies de forêts ainsi les dégâts par daïra au niveau de la wilaya durant la période de 01 juin à 31 octobre 2018.

Nous avons ramenés ces statistiques à la direction de la protection civile d'AinTémouchent.

Daïra	Nombres D'incendie	Nombre des arbres brûlés	La superficie des maquis brûlés
Ain Témouchent	6	8 arbres pins d'alpe	16Ha et 1140m ² maquis
Beni saf	8	01 Ha pin d'alpe 180 arbres pin d'alpe	07Ha et 5000m ² maquis
Hammam bouhadjar	8	09 arbres pin d'alpe	11Ha et 6000m ² maquis
Ain el-kihel	5	02 Ha pin d'alpe 62 arbres pin d'alpe	05Ha maquis
El-ammria	18	08 Ha et 7000m ² Pin d'alpe	14 Ha maquis
El-maleh	2	650m ² pin d'alpe 14 arbres pin d'alpe	150m ² maquis
Ain alrbaa	6	24 arbres pin d'alpe	02Ha et 5000m ² maquis
Ouelhaça	0	/	/
Total	53	11Ha et 7650m ² pin d'alpe 324arbres pin d'alpe	57Ha et 3290m ² maquis

Tableau 1 : nombre des incendies forêts par daïra au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent.[5]

Le graphe suivant représente le nombre des incendies de forêts au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent durant les mois de la saison d'été en 2018 :

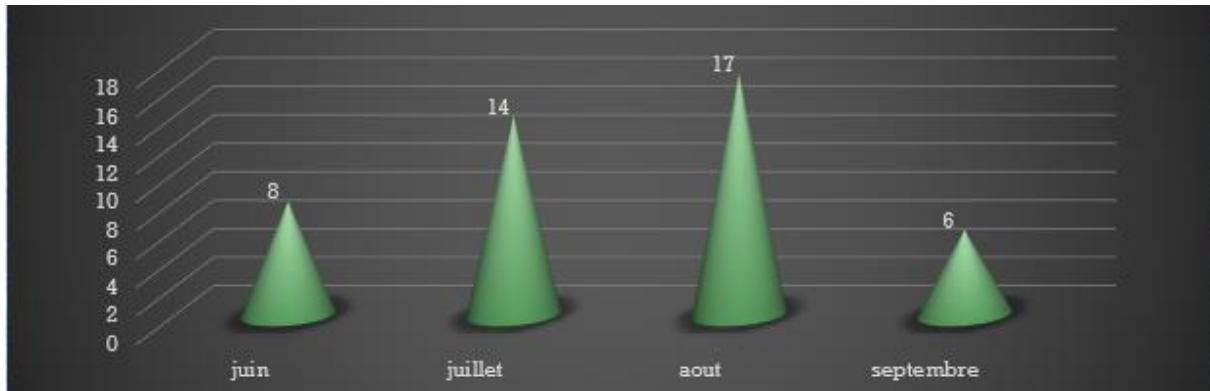


Figure I.5 : graphe des incendies de forêts par mois au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent (juin, juillet, août et septembre). [5]

Le tableau qui suit présente le nombre des incendies des forêts ainsi que les dégâts durant les années 2016, 2017 et 2018.

Année	Nombre d'incendie	Superficie brulée
2016	37	- 14Ha et 4072m ² maquis - 16Ha et 1400m ² pin d'alpe
2017	62	- 07Ha et 8039m ² pin d'alpe. - 18Ha et 7230m ² maquis
2018	53	- 11Ha et 1670m ² pin d'alpe. - 50Ha et 8540m ² maquis

Tableau 2 : le nombre total et les dégâts des feux de forêts (2016-2018) au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent. [5]

Suite au Tableau précédent, nous constatant que plus les années passent, plus nous avons des dégâts de feu de forêts, bien que selon nos sources, des budgets et une mobilisation énorme est en place chaque année. C'est à cause de cette anomalie, nous avons décidé de creuser nos neurones pour essayer de proposer une solution, technique, précise et efficace pour cesser les dégâts.

I.8. Les méthodes existantes de détection des feux de forêts :

Les systèmes utilisés pour la détection des incendies de forêt peuvent être divisés en trois groupes: terrestres, aériens, ou hybride. [6]

I.8.1. La détection aérienne

La détection aérienne est divisée en deux grandes catégories : les systèmes de satellites et véhicules aériens autonomes.

a. Les systèmes satellites

Les satellites sont utilisés avec une station de base qui collecte les données envoyées par les satellites et effectue l'analyse. L'imagerie satellitaire est utilisée par plusieurs agences pour la détection et le suivi des incendies ; tel que le Système canadien d'information sur les incendies de forêt du Service canadien des incendies. L'utilisation des satellites pour la détection et la surveillance des incendies forestiers reste une option dominante. Pourtant, ce système souffre d'un ensemble d'inconvénients :

- Il y a une taille minimale détectable de feu, généralement 0,1 ha. Cela signifie qu'il y a un certain retard à détecter l'incendie, qui est au moins égale à la durée nécessaire pour le feu d'aller au-delà de 0,1 ha.
- La précision du système est à 1 km de l'emplacement réel de l'incendie.
- Généralement fournir des images satellites de la zone suivie tous les 1 à 2 jours. Par conséquent, le feu pourrait passer inaperçue pendant une longue période. [6]

b. Véhicules aériens autonomes :

Les hélicoptères munis de caméras infrarouges et visuelles peuvent être utilisés dans la détection des feux. Ils sont appelés "Véhicules aériens autonomes". Une station de base est nécessaire où les données recueillies sont analysées. La détection d'incendie est lancée dans les missions où une flotte de drones s'embarque pour patrouiller la forêt en question.

Ce système souffre de certains inconvénients tels que :

- l'utilisation d'un plus grand nombre de véhicules ou d'un plus long temps de vol par véhicule pour couvrir une grande surface de forêt, ce qui signifie plus de consommation de carburant et donc un coût de fonctionnement plus élevé.

- La surveillance d'une forêt est très difficile lorsque les conditions météorologiques sont défavorables.
- La visibilité est limitée lorsque la fumée est présente.
- Le vol des véhicules aériens sans pilote tout au long de la journée donnera lieu une augmentation de coût.
- La communication radio peut être entravée dans les régions montagneuses. [6]

I.8.2. La détection terrestre

Plusieurs systèmes terrestres ont été utilisés. Un des moyens les plus simples était les tours de garde d'incendie où sont installés des personnes dont la charge est de chercher des incendies au moyen des outils spéciaux comme les jumelles cette dernière est la méthode utilisée au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent. Vu le manque de fiabilité des observations humaines d'autres méthodes se sont développées, tel que les systèmes de vidéosurveillance automatique, réseau de capteurs à Fibre Optique, réseau de capteurs sans fil.

a. Les systèmes de vidéosurveillance automatique.

Dans ce système, les capteurs sont montés sur des appareils photos au niveau des tours de communication, localisés sur un emplacement avec vue sur une grande partie de la forêt.

Cette technique est très efficace et fiable et il est estimé que, sur le plan de l'exactitude, il surpasse toute autre technique de détection d'incendie. Pourtant, il a encore plusieurs inconvénients et difficultés techniques qui sont :

- La stratégie de déploiement de ce système est essentielle pour les performances. Cela est dû au fait que les échos dans les données recueillies sont causés par l'encombrement au sol.
- Il est signalé que la zone de numérisation est d'être limitée à une certaine hauteur qui est juste au-dessus des arbres. [6]

b. Réseau de capteurs à fibre optique

Le système utilise un réseau de capteurs à fibre optique basé sur les dispositifs "Fiber Bragg Grating" (FBG), des capteurs, des analyseurs de gaz et de l'unité de pilotage optoélectronique pour la grille de capteurs à fibre optique.

L'avantage de ce système est que l'effet de la variation de température sur la longueur d'onde de la fibre optique peut être exploité pour générer des capteurs de température ultra-stables. Ce système présente deux inconvénients principaux :

- Les câbles à fibres optiques doivent être installés dans toute la forêt sur un type particulier de route ou de chemin.
- les feux prennent plus de temps à être détecté, en fonction de la hauteur des arbres, puisque les câbles sont posés au niveau du sol. [6]

c. Réseaux de capteurs sans fil

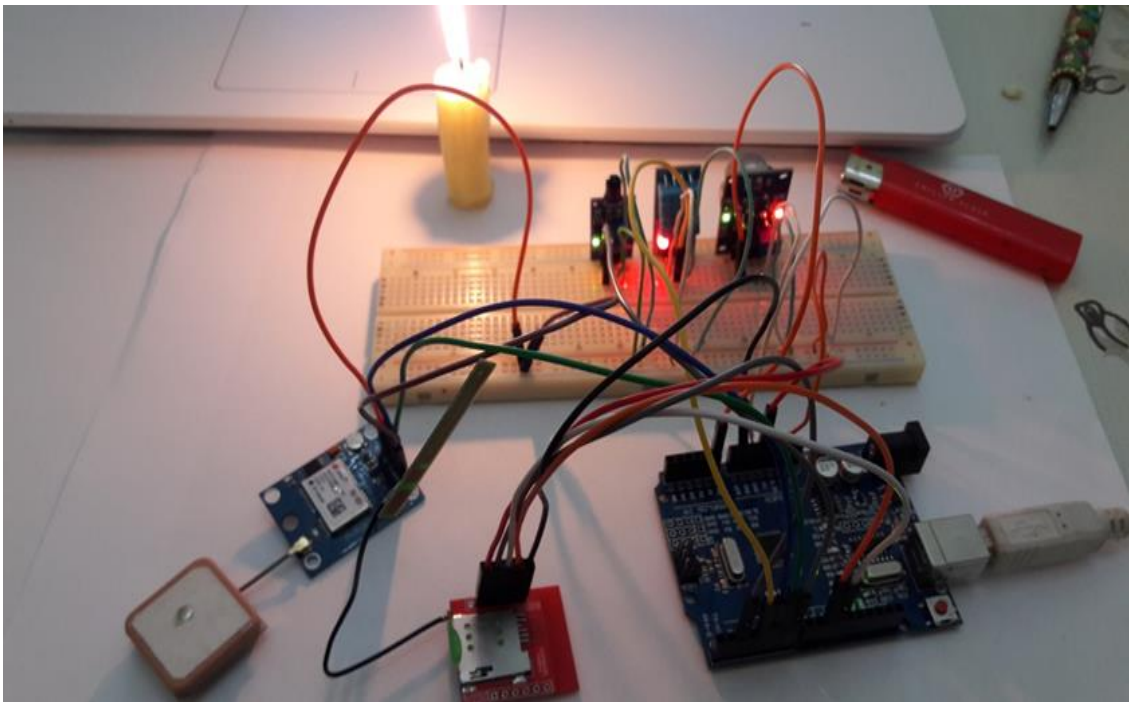
Une technologie de détection de feu de forêt, prometteuse a émergé ces dernières années. Elle est basée sur les réseaux de capteurs sans fil. Des capteurs qui peuvent être placés directement sur les arbres. Ils ont pour rôle de surveiller la température ambiante, d'effectuer certains calculs et de collaborer pour transmettre les données via des liaisons sans fil a un destinataire principal qui se charge de les recueillir. Nous nous somme intéresser à ce type de technologie dans le cadre de ce travail. [6]

I.9 Conclusion

Ce chapitre englobe tout ce qui concerne les incendies. Les effets causées et moyens de lutte sont brièvement exposés particulièrement ceux qui font appel aux réseaux de capteurs. Il est alors important de trouver une approche électronique à faible coût pour détecter le déclenchement du feu. Une solution que nous avons établie et proposée et qui fait l'objet du chapitre suivant.

Chapitre II

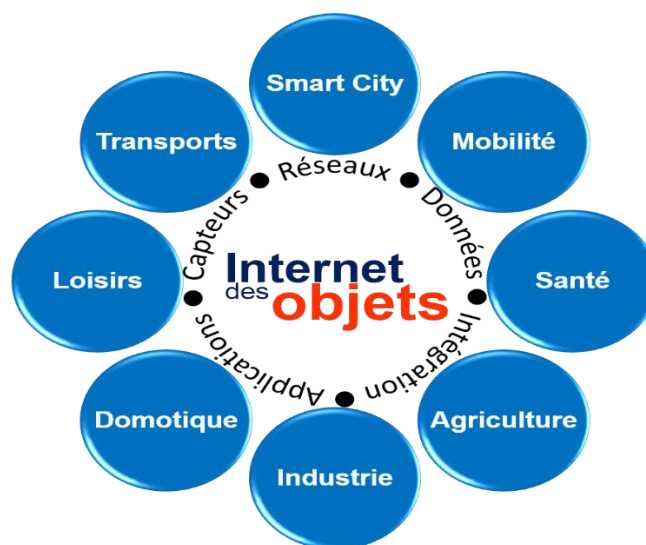
Conception et réalisation du système



II.1.Introduction

Dans notre travail nous allons développer un projet qui rentre dans le cadre de l'internet des objets, cette expression a été inventée par le britannique Kevin Ashton en 1999.« L'Internet des objets est un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification Électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels, les données S'y rattachant. »

L'internet des objets a pour but de faire collecter des milliards d'objets connecté afin d'avoir un monde miniaturisé pour un futur plus proche. [7]



FigureII.1:l'internet des objets

II.2.Présentation de la Solution

Les feux de forêt représentent la perturbation naturelle la plus importante avec un risque majeur pour de nombreux pays dans le monde qui en plus des pertes en vies humaines, engendrent des dégâts environnementaux et économiques importants, les feux sont la cause de déforestations et désertifications et polluent l'air par des émissions de dioxyde de carbone et de métaux lourds et radionucléides. Ces dernières années, le feu a engendré de nombreuses catastrophes dans le monde entier où on dénombre des incendies dévastateurs.

Chapitre II – Conception et réalisation du système

Pour contribuer à solutionner ce problème pour notre pays, nous avons proposé un système intelligent qui a pour but de prévenir et de détecter des feux et des incendies en temps réel afin de minimiser les dégâts, de combattre rapidement et efficacement tout début d'incendie pour éviter sa propagation et d'assurer la sécurité de la population.

Le schéma suivant représente le fonctionnement du système de manière simple réalisé sous ISIS Proteus que nous allons détailler dans la section II.4.2 et montre les différentes relations entre les composants et équipements utilisés :

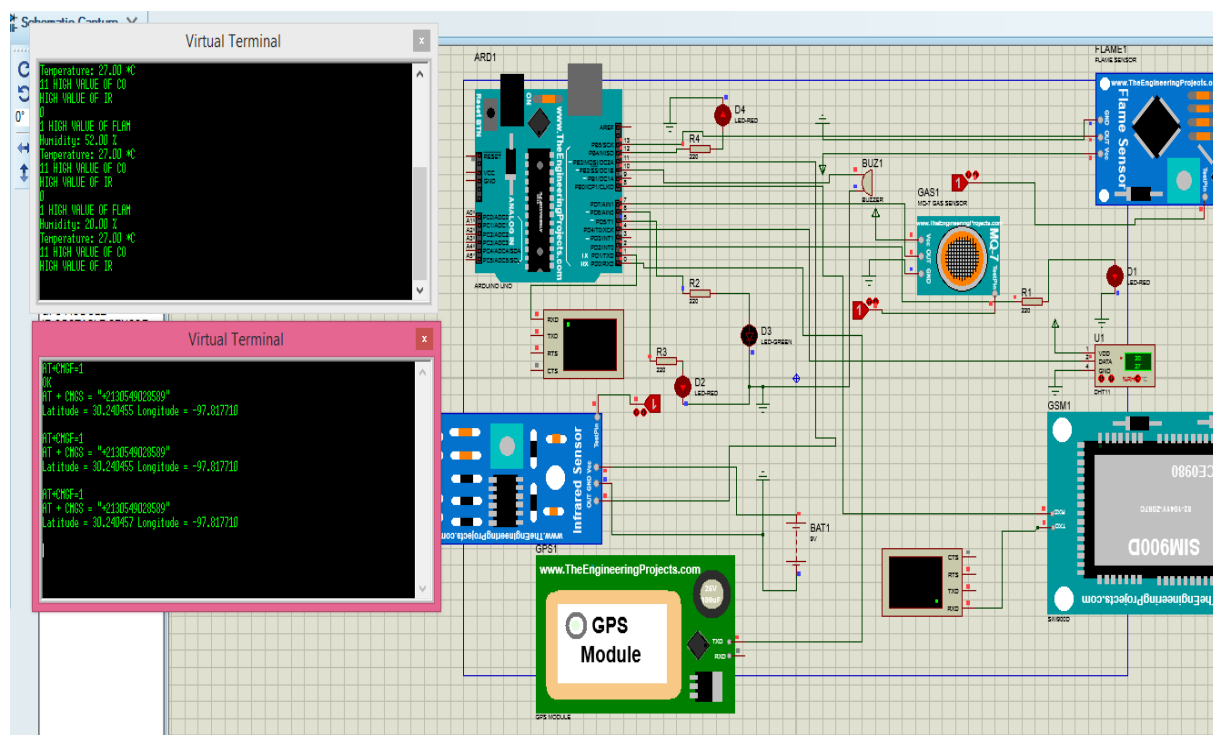


Figure II.2 : schéma de fonctionnement réalisé par ISIS Proteus.

II.3.Equipement utilisé lors de la solution

II.3.1 ARDUINO UNO

Qu'est-ce qu'un Arduino ?

Le projet Arduino a été lancé en Italie pour développer du matériel à faible coût pour la conception d'interaction fondé par **Massimo Banzi** et **David Cuartielles** en 2005. L'Arduino est une plate-forme électronique open-source basée sur du matériel et des logiciels faciles à utiliser. Les cartes Arduino peuvent lire les entrées (lumière sur un capteur, doigt sur un bouton ou message Twitter) et en faire une sortie: activer un moteur, allumer une LED, publier quelque chose en ligne.

Vous pouvez dire à votre forum quoi faire en envoyant un ensemble d'instructions au microcontrôleur du tableau. Pour ce faire, vous utilisez le langage de programmation Arduino (basé sur le câblage) et le logiciel Arduino (IDE), basé sur le traitement donc le système Arduino nous donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique [8]

Le modèle UNO de la société ARDUINO est une carte électronique dont le cœur est un microcontrôleur ATMEL de référence ATmega328. Ce dernier est de la famille AVR dont la programmation est réalisée en langage C, la carte indispensable pour débiter demeure la carte Arduino UNO dont le prix est très abordable. Cette carte sera utilisée comme un microcontrôleur de base pour notre réalisation. [9]

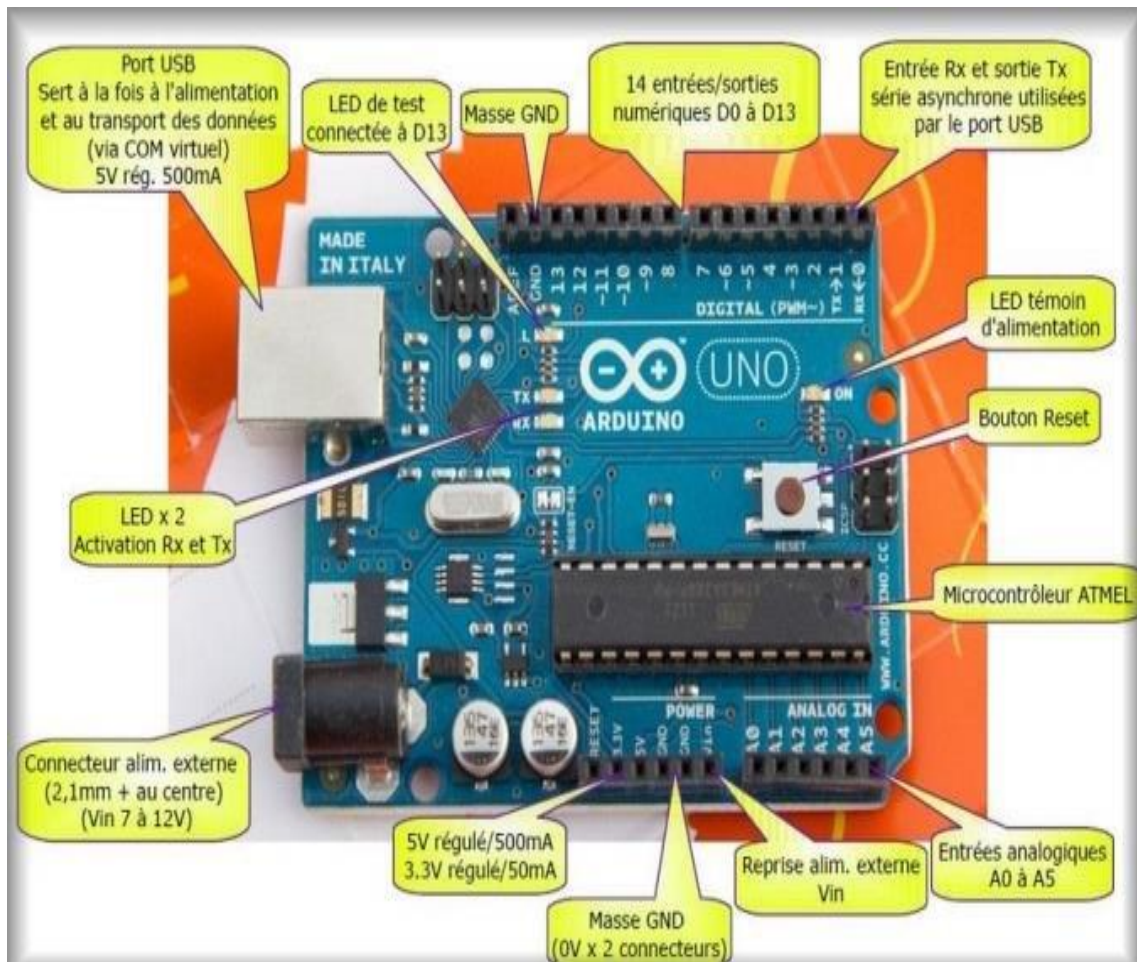


Figure II.3: Arduino UNO R3

Chapitre II – Conception et réalisation du système

Le tableau suivant, nous résume les caractéristiques de la carte Arduino utilisée.

Categorie	Valeur
Microcontrôleur	Atmega328
Fréquence d'horloge	16 MHz
Tension de service	5 V
Tension d'entrée (recommandée)	7-12 V
Tension d'entrée (limites)	6-20 V
Ports numériques	14 entrées et sorties (6sortie commutables en MLI)
Ports analogiques	6 entrées analogiques
Courant maxi, par broche d'E/S (c.c)	40 Ma
Courant maxi, par broche 3.3 V	50 Ma
Mémoire	32 ko Flash , 2 ko SRAM , 1ko EEPROM
Chargeur d'amorçage	0.5 ko (en mémoire flash)
Interface	USB
Dimensions	6.86 cm × 5.3 cm
Prix (approximatifs)	2200 da

Tableau 3:Caractéristiques d'Arduino[9]

II.3.2. Capteur de gaz/fumée (MQ-2)

Le détecteur de fumée et de gaz inflammable MQ-2 détecte la concentration du gaz CO ainsi que la fumée dans l'air et renvoie sa valeur sous la forme d'une tension analogique. Il possède une sonde qui peut mesurer des concentrations du gaz inflammable de 300 à 10.000 p.p.m. . Le détecteur fonctionne à une température entre -20 et 50° C et consomme presque 150 mA à une tension de 5 V.

Caractéristiques

- Alimentation : 5 V
- Sortie analogique
- Sortie digital.
- Temps de réponse rapide avec une haute sensibilité
- Dimensions : 42 x 24 x 34 mm[10]



Figure II.4: Capteur de gaz/fumée (MQ-2)

II.3.3. Capteur de température et d'humidité atmosphérique – DHT11-

Ce capteur est très répandu dans le contrôle de climatisation, il est constitué d'un capteur de température à base de NTC (Négative Température Coefficient) et d'un capteur d'humidité résistif, un microcontrôleur s'occupe de faire les mesures, les convertir et de les transmettre.

Ce capteur est calibré en usine et ses paramètres de calibration sont stockés dans la mémoire OTP interne. Il s'interface grâce à un protocole semblable au one wire sur un seul fil de données pour la communication et la synchronisation entre le capteur MCU et DHT11, Une transmission des données complète est sur 40 bits, donc un processus de communication dure

Chapitre II – Conception et réalisation du système

environ 4ms. Le capteur possède 3 broches, les 3 broches sont utiles comme suit : VCC, GND et Data.

Ci-dessous les caractéristiques du DHT 11

- Alimentation +5V (3.5 - 5.5V) ;
- Température : de 0 à 50°C, précision : +/- 2°C.
- Humidité : de 20 à 96% RH, précision +/- 5% RH.
- Dimension : 15.5 x 12 x 5.5 mm[11]



Figure II.5: Capteur DHT11.

II.3.4 Capteur de flamme - KY-026 -

Le module de capteur de flamme KY-026 pour Arduino détecte la lumière infrarouge émise par le feu. Le module possède des sorties numériques et analogiques et un potentiomètre pour ajuster la sensibilité. Couramment utilisé dans les systèmes de détection d'incendie.

Caractéristiques

Le KY-026 comprend un récepteur infrarouge de 5 mm, un comparateur double différentiel LM393, un potentiomètre d'ajustement 3296W, six résistances et deux voyants lumineux. La carte dispose d'une sortie analogique et numérique.

Ci-dessous les caractéristiques du capteur de flamme :

- Tension de fonctionnement 3,3V à 5,5V
- Détection de longueur d'onde infrarouge 760 nm à 1100 nm
- Angle de détection du capteur 60°
- Dimensions du conseil 1,5 cm x 3,6 cm [12]



Figure II.6: capteur KY-026

II.3.5 Le module GSM –SIM800L

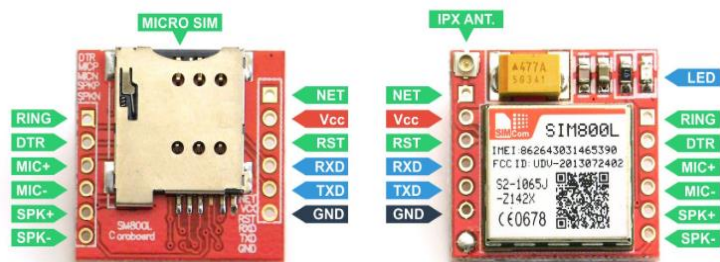
Le module GSM SIM800L est l'un des plus petits modules GSM du monde avec une taille de 2.2 cm x 1.8 cm. C'est un module puissant qui démarre automatiquement et recherche automatiquement le réseau. Il inclut notamment le Bluetooth 3.0+EDR et la radio FM (récepteur uniquement). Il vous permettra d'échanger des SMS, de passer des appels mais aussi, et c'est nouveau, de récupérer de la data en GPRS 2G+.

Caractéristiques

- Puce : SIM800L
- Tension : 3.7-4.2V
- Courant de crête : 2A
- Quadri-bande 850/900/1800 / 1900MHz
- Le module d'alimentation démarre automatiquement, réseau de référencement
- Emettre et recevoir des appels vocaux à l'aide d'un casque ou un haut-parleur 8Ω externe et microphone électret
- Envoyer et recevoir des messages SMS
- Envoyer et recevoir des données GPRS (TCP / IP, http, etc.)

Chapitre II – Conception et réalisation du système

- Les feux de signalisation à bord sont complètement allumés. Il clignote lentement lorsqu'il y a un signal, il clignote rapidement lorsqu'il n'y a pas de signal
- Dimensions : 25 x 23mm. [13]



FigureII.7:Le module GSM SIM800L.

II .3.6Le module GPS GY-NEO6MV2

Ce récepteur GPS puissant et peu coûteux est basé sur le célèbre et haut module GPS u-Blox NEO6M. Il est livré avec une petite batterie pour le démarrage à chaud, et il y a également une mémoire EEPROM intégrée. Pour offrir une meilleure réception du signal, il y a une antenne externe en céramique qui se connecte à la carte via un connecteur U.FL. La figure 3.5 présente ce module.

Caractéristiques

- Gamme d'alimentation : 3 V à 5 V
- Modèle : GY-GPS6MV2
- Antenne en céramique
- EEPROM pour sauvegarder les données de configuration à la mise hors tension
- Batterie de réserve.[14]



FigureII.8:Le module GPS GY-NEO6MV2.

II .3.7Le Buzzer

Le buzzer ici pour simuler l'effet d'une sirène, un buzzer est utilisé à sa place pour générer une alarme sonore. Un buzzer ou un bipper est un dispositif de signalisation audio, qui peut être mécanique, électromécanique ou piézoélectrique.

Le buzzer est une structure intégrée de transducteurs électroniques, d'alimentation en courant continu, largement utilisée dans les ordinateurs, les imprimantes, les copieurs, les alarmes, les jouets électroniques, les équipements électroniques automobiles, les téléphones, les minuteries et autres produits électroniques pour appareils sonores. Buzzer actif 5V. L'alimentation nominale peut être directement connectée à un son continu, ce module dédié à l'extension de capteur et à la carte en combinaison peut compléter une conception de circuit simple [15]



FigureII.9:Buzzer

II.4.Logiciels utilisés

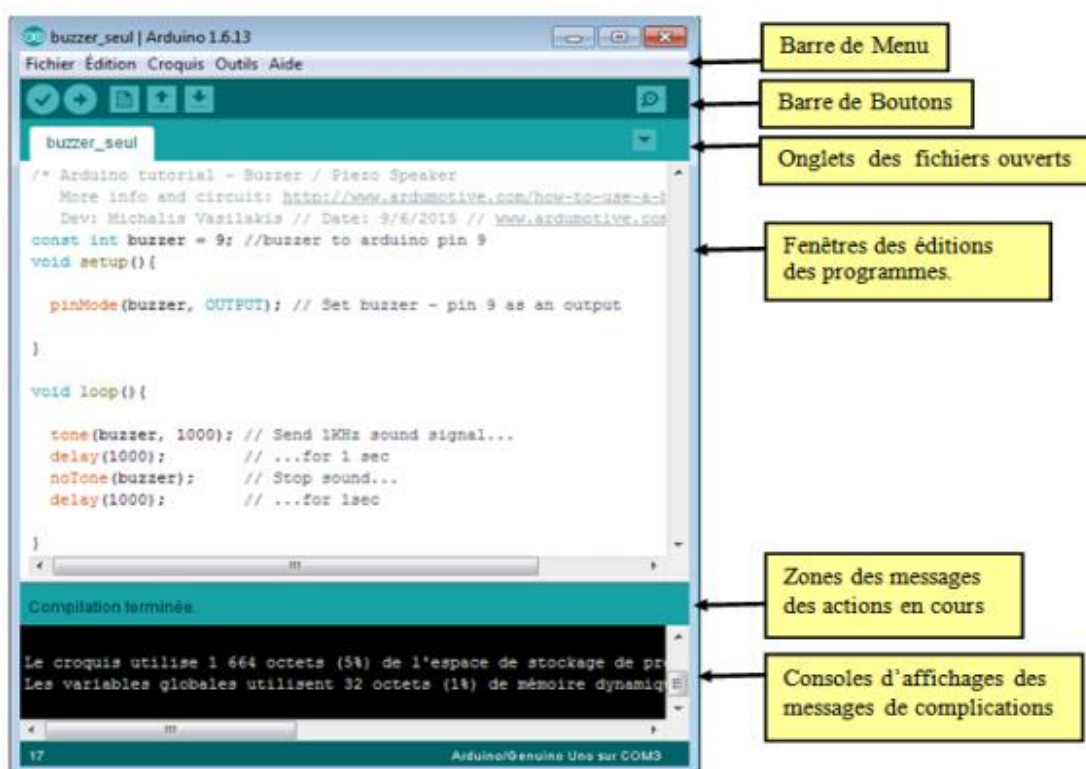
Lors de notre réalisation, nous nous sommes basés sur deux logiciels, Arduino IDE et Proteus, le premier nous a servi à programmer et configurer notre carte Arduino pour le bon fonctionnement de notre solution. Le deuxième logiciel nous a servi à une plateforme d'essais et de tests avant l'entame sur la plateforme réelle.

II.4.1.Arduino IDE

IDE signifie “ Integrated DevelopmentEnvironment” : c’est un logiciel officiel introduit parArduino.cc, principalement utilisé pour l’édition, la compilation et le téléchargement du code dans le périphérique Arduino.

Presque tous les modules Arduino sont compatibles avec ce logiciel open source facilement accessible.

IDE c’est un environnement de développement intégré fonctionnant sur divers systèmes d’exploitation (Windows, Mac OS, Gnu/Linux) qui permet d’éditer le programme sur un ordinateur et de le transférer via le port USB.[16]



FigureII.10:Interface de la plateforme Arduino.

II.4.2. Proteus professionnel 8

Proteus Professional est une suite logicielle destinée à l'électronique. Développé par la société Labcenter Electronics, les logiciels inclus dans Proteus Professional permettent la CAO (Construction Assistée par Ordinateur) dans le domaine électronique. Deux logiciels principaux composent cette suite logicielle : (ISIS, ARES, PROSPICE) et VSM.

Cette suite logicielle est très connue dans le domaine de l'électronique, Proteus Professional possède d'autres avantages :

- Pack contenant des logiciels facile et rapide 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.[17]

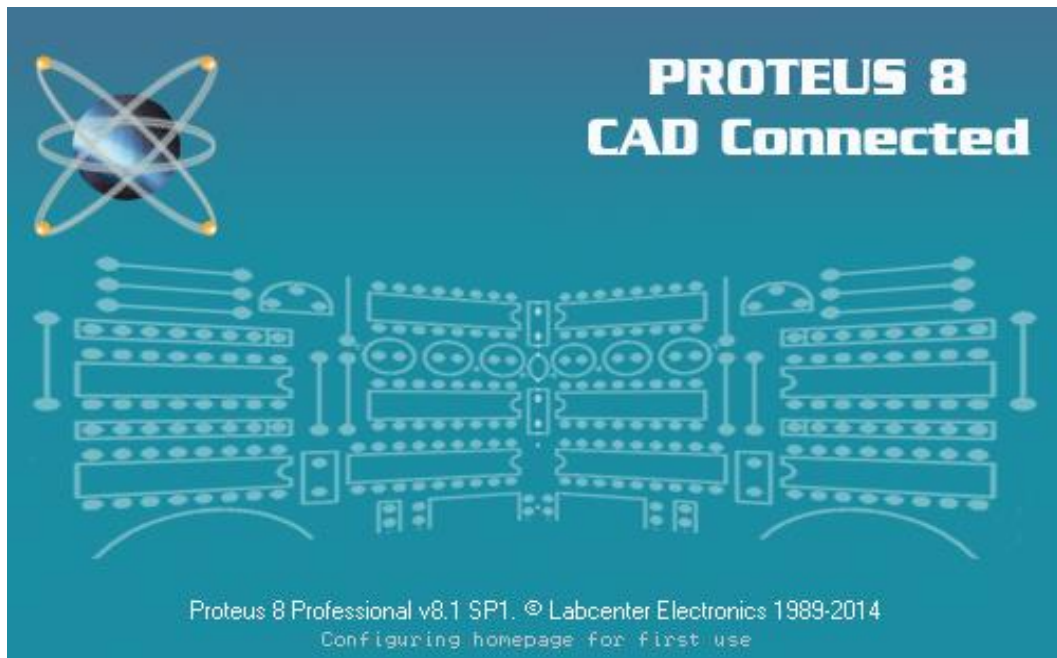
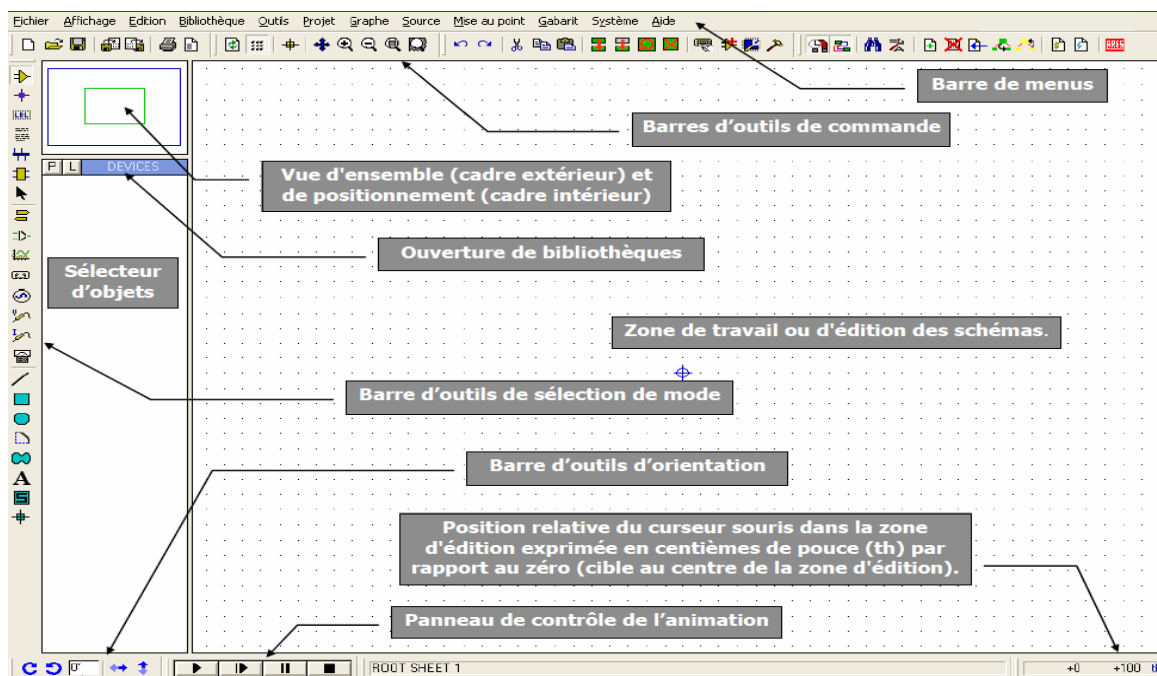


Figure II.11: Logiciel Proteus 8

Chapitre II – Conception et réalisation du système

Nous avons utilisé le CAO il s'agit d'ISIS PROTEUS pour schématiser notre solution et la simuler virtuellement.

Le logiciel ISIS de Proteus Professional est principalement connu pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui permet de déceler certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits.[17]



FigureII.12:l'interface d'ISIS PROTEUS.

II.5 Les tests des différents équipements de notre système

Pour assurer le bon fonctionnement du système il faut procéder à des vérifications on testant chaque capteur relié directement à l'Arduino.

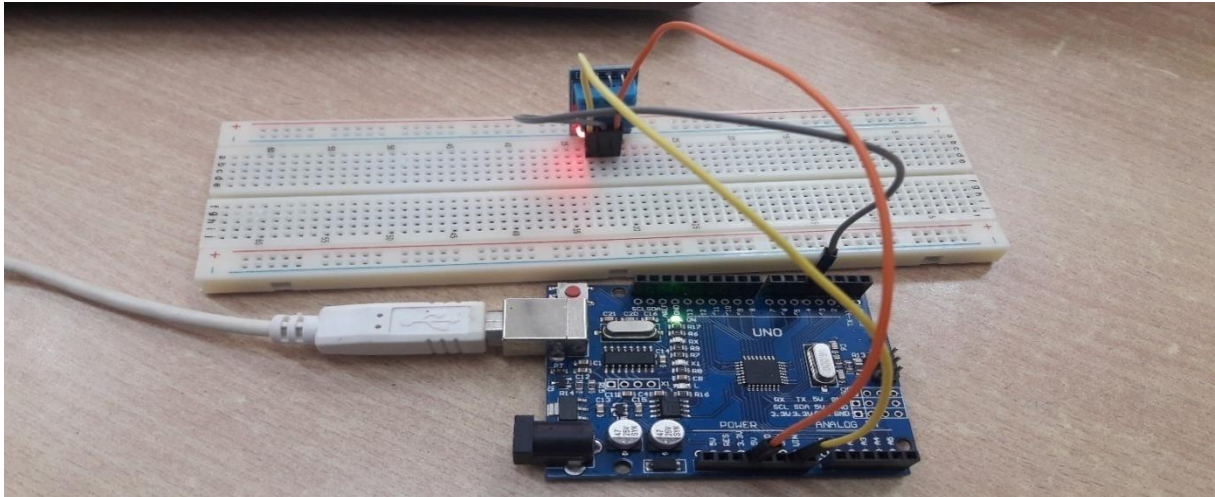
Et pour réaliser ce montage il va nous falloir :

- Une carte Arduino Uno et son câble USB
- Les capteurs (DHT11, flamme, mq2)
- Des modules (GPS GY-NEO6MV2, GSM sim800l)
- Une plaque d'essai et des fils pour câbler notre montage.

II.5.1 Test du capteur de température et d'humidité DHT11

Nous avons câblé les deux broches d'alimentation et une broche de communication (data) du capteur (broche VCC et broche GND et broche numérique) respectivement aux broches 5v et GND et sortie 4de la carte Arduino.

Et ce branchement sera le même pour tout le reste des modules en changeant seulement le numéro de port de communication.

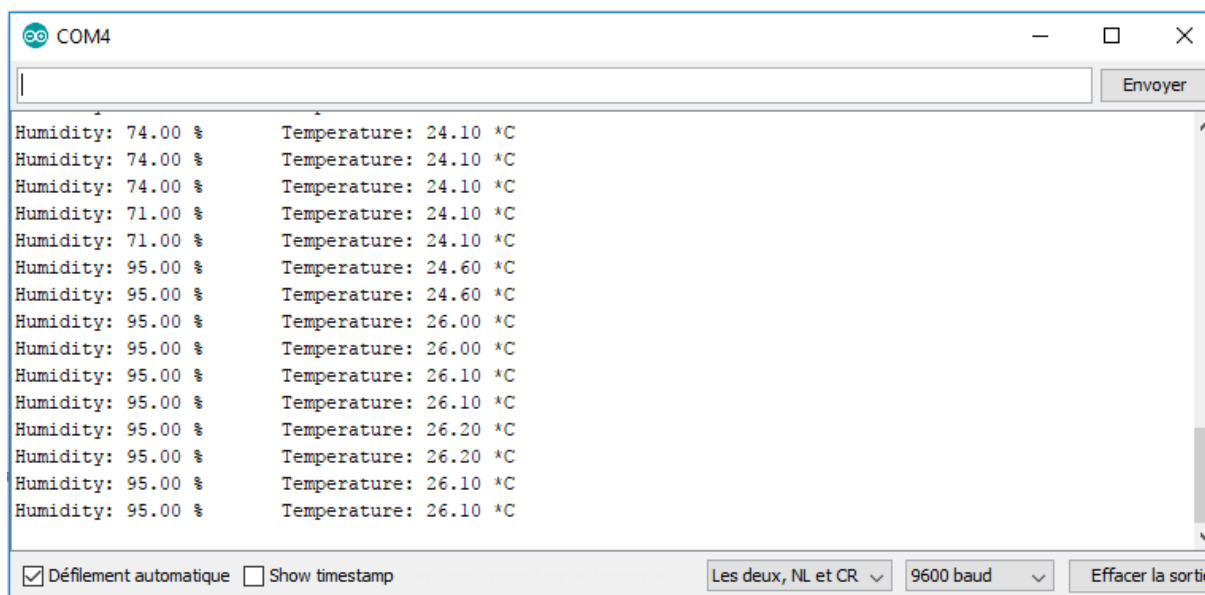


FigureII.13:montage du DHT11 avec Arduino UNO.

Après avoir effectué les différentes connexions illustrées dans le montage, une fois le capteur est alimenté par un courant la LED rouge s'allume ensuite on doit charger l'esquisse dans la mémoire Arduino. Le programme utilise la bibliothèque DHT11 qui simplifie la gestion du programme.

Chapitre II – Conception et réalisation du système

Le test effectué par soufflement sur le capteur DHT11 donne une variation de valeurs d'humidité et de température, Le programme affichera dans la fenêtre du moniteur série les données d'humidité et de température selon la figure suivante :



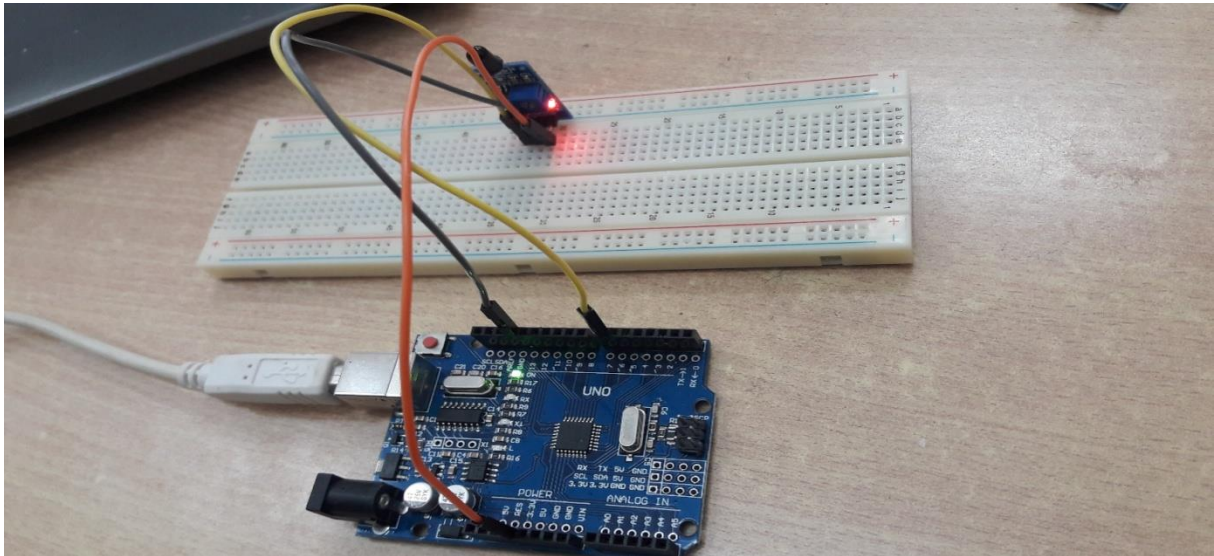
FigureII.14:affichage les résultats de DHT11 sur le moniteur.

- ✓ Les trois premières données ont été détecté avant le test sont des températures et humidités de l'air d'environnement.
- ✓ Après le soufflement auprès du capteur la température et l'humidité ont augmenté de 24.10° -74% à 26°-95%

II.5.2 Test du capteur de flamme KY-026

Le même branchement que le dht11 se fait avec le capteur de flamme en changeant seulement la sortie numérique qui est dans notre cas le port 7 du data ensuite on utilise le programme qui va nous permettre de gérer ce dernier, ramenant ensuite un briquet ou une bougie pour interagir avec le module de détection de flamme.

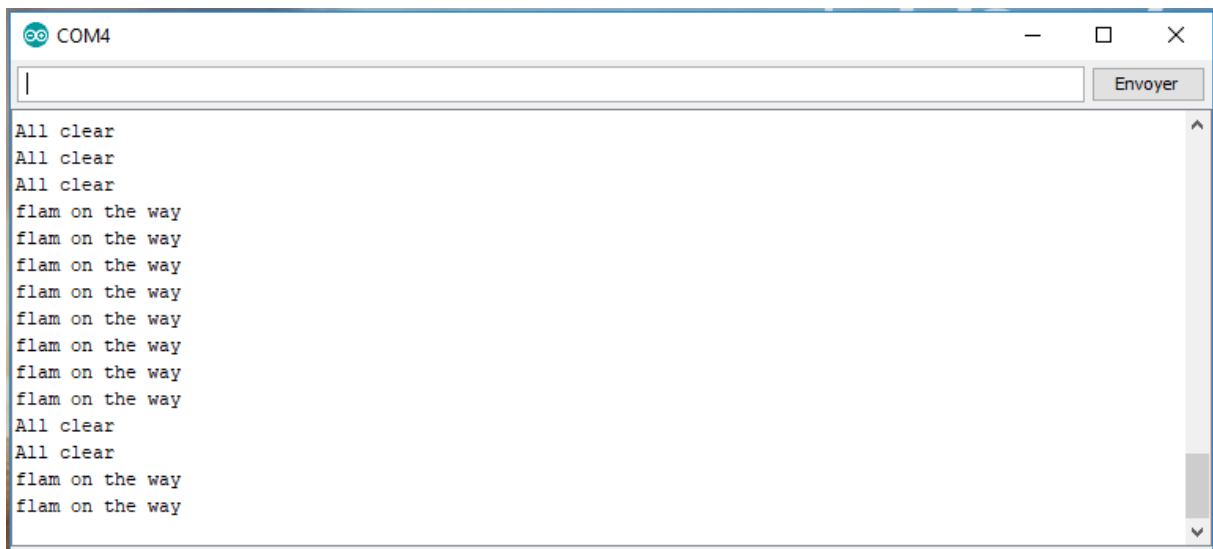
Remarque : la distance déterminée de la détection est environ du 18 à 20 cm par la flamme d'une bougie.



FigureII.15:montage du capteur de flamme avec Arduino UNO.

Le programme affichera dans la fenêtre du moniteur série des données de 0 et 1 lorsque le capteur la présence d'une flamme suivi par une écriture « flam on the way » quand la valeur est 1 et « all clear » quand c'est 0 et qui seront rapportées dans la fenêtre du moniteur série.

La figure ci-dessous montre les résultats :

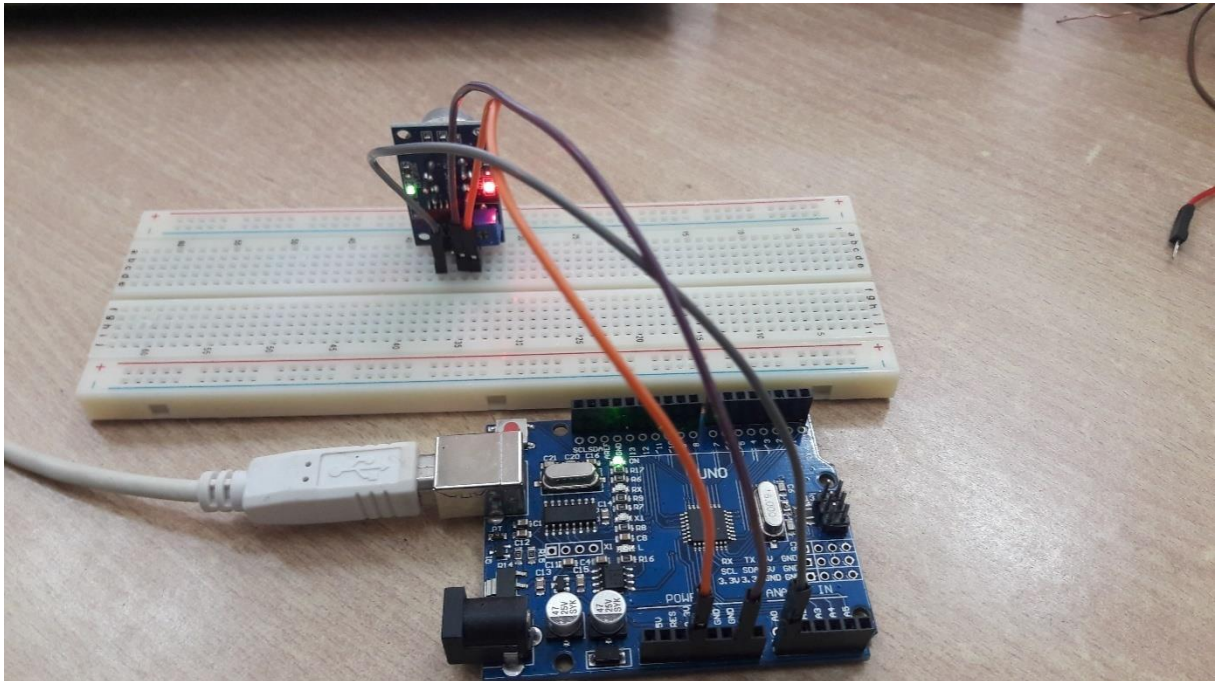


FigureII.16:affichage des résultats du capteur de flamme sur le moniteur.

II.5.3 Test du capteur de gaz MQ2

Pour ce capteur le branchement du data sera sur la sortie analogique A0 ce qui va nous permettre d'avoir les valeurs du Co et la fumé en ppm présent lors d'une combustion suivi par un clignotement d'une LED verte, et l'autre en rouge qui indiquera le fonctionnement de ce capteur.

Remarque : la distance déterminée de la détection du gaz d'un briquet est environ du 18 à 20 cm



FigureII.17:montage du capteur de gaz MQ2 avec Arduino UNO

Chapitre II – Conception et réalisation du système

Le programme affichera dans la fenêtre du moniteur série la variation des valeurs de Co et de fumé détecté selon la quantité de ces derniers qui seront rapportées dans la fenêtre du moniteur série. On observe les résultats dans la figure suivante :

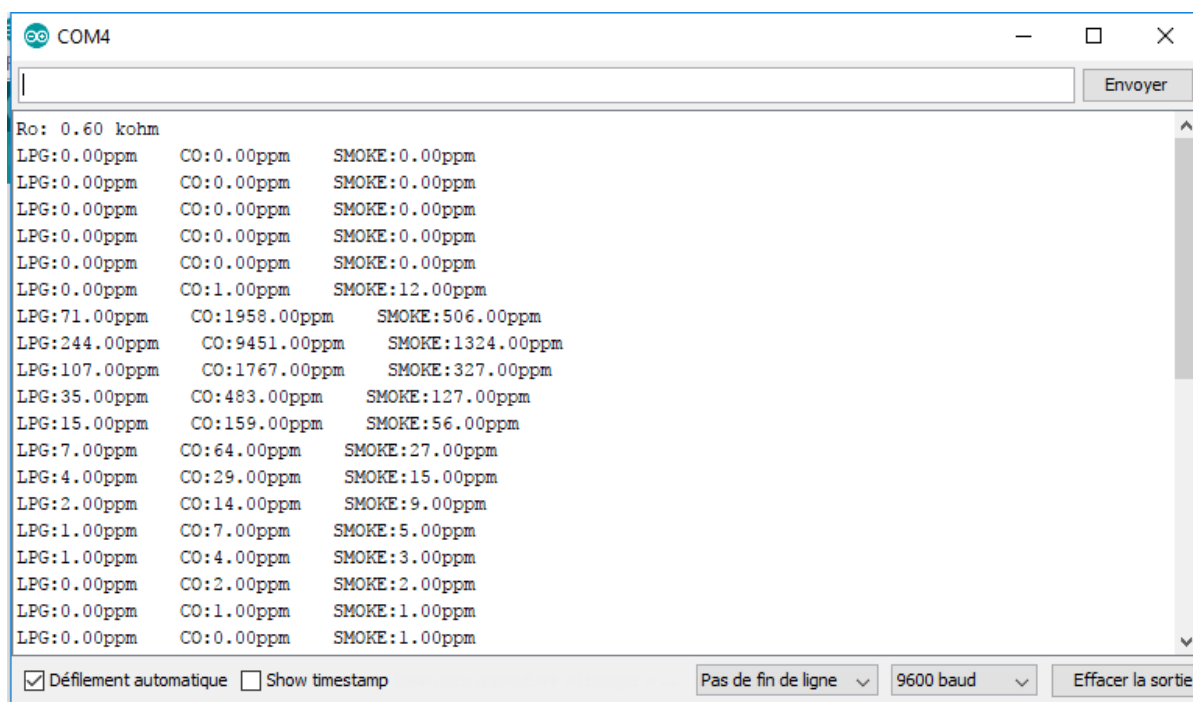


Figure II.18: affichage des résultats du capteur de gaz sur le moniteur.

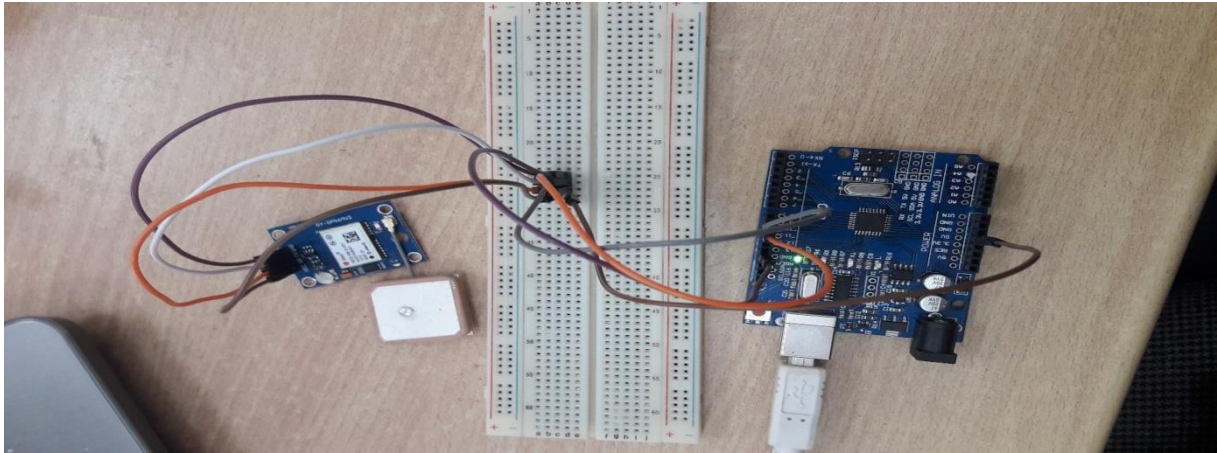
- ✓ Les cinq premières données ont été détecté avant le test les valeurs du Co et smoke = 0
- ✓ Après le test avec le gaz du briquet et la fumée d'une cigarette les valeurs du Co et smoke commencent à augmenter graduellement de (Co=1ppm et smoke= 12ppm) jusqu'à (Co=19451ppm et smoke= 1324ppm).
- ✓ Après l'extinction du gaz et de la fumée les valeurs diminuent en descendant de (Co=19451ppm et smoke= 1324ppm) jusqu'à (Co=0ppm et smoke= 1ppm).

II.5.4 Test du module GPS GY-NEO6MV2

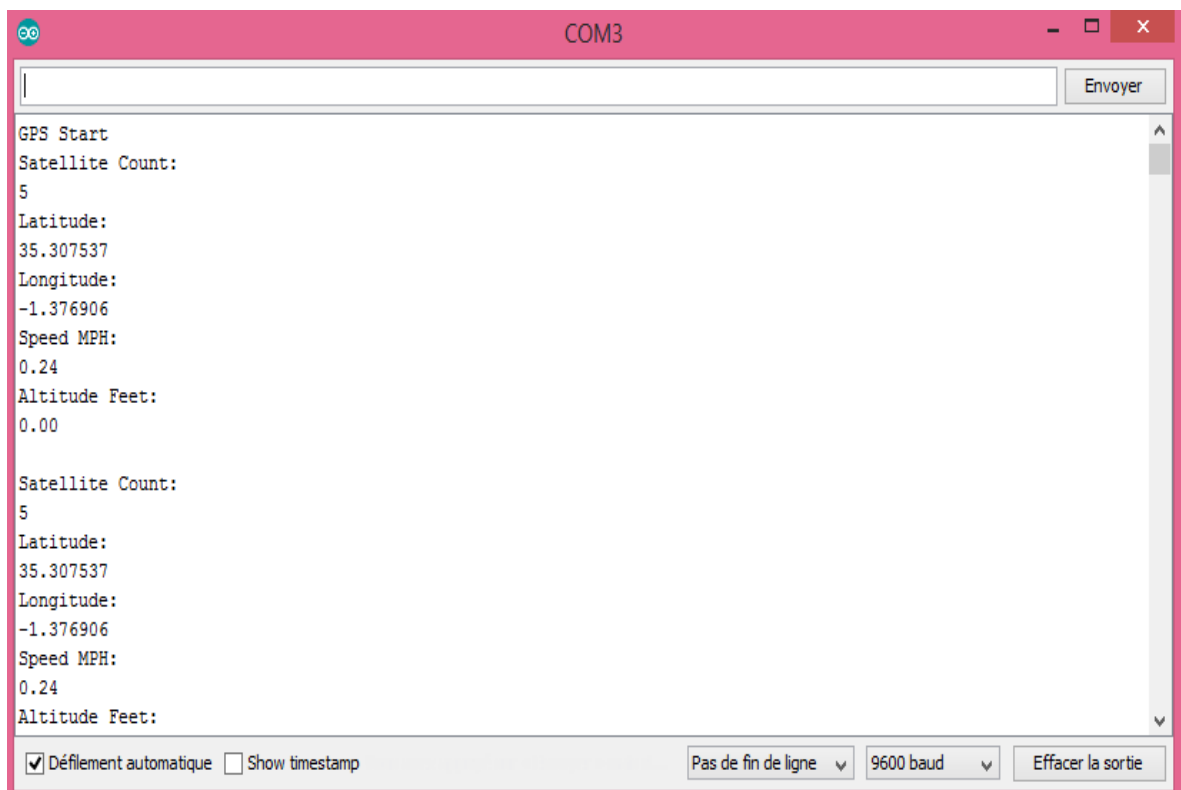
Le GPS utilise 4 pins, VCC, GND et ensuite TX et RX. Ces deux dernières sont respectivement un signal de transmission et de réception. Pour que votre Arduino puisse recevoir les données, vous devez brancher le TX sur du RX d'une Arduino sinon dans notre cas on a branché le TX au port 5 et RX au port 6 d'une Arduino,

Chapitre II – Conception et réalisation du système

(Comme sur la photo ci-dessous) ; et après le téléversement du programme GPS on a obtenu les résultats sur le moniteur.



FigureII.19:montage du module GPS avec Arduino UNO.



FigureII.20:affichage des résultats du GPS sur le moniteur.

Chapitre II – Conception et réalisation du système

Pour la vérification du bon fonctionnement de notre GPS, on a introduit la latitude et la longitude détecté par le GPS dans l'application Google maps, ce dernier a localisé notre position exacte cela prouve le bon fonctionnement du code.

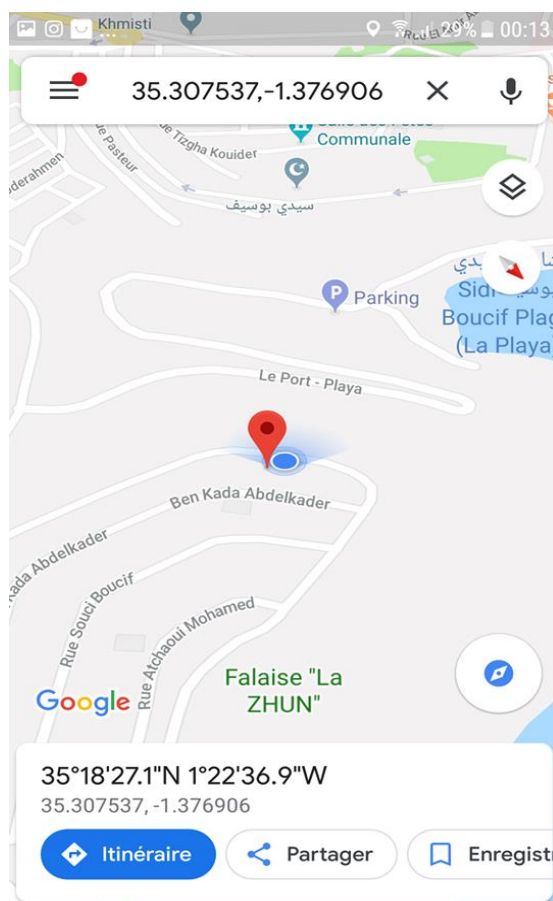


Figure II.21: localisation sur Google maps.

III.5.5 Test du module GSM Sim800L

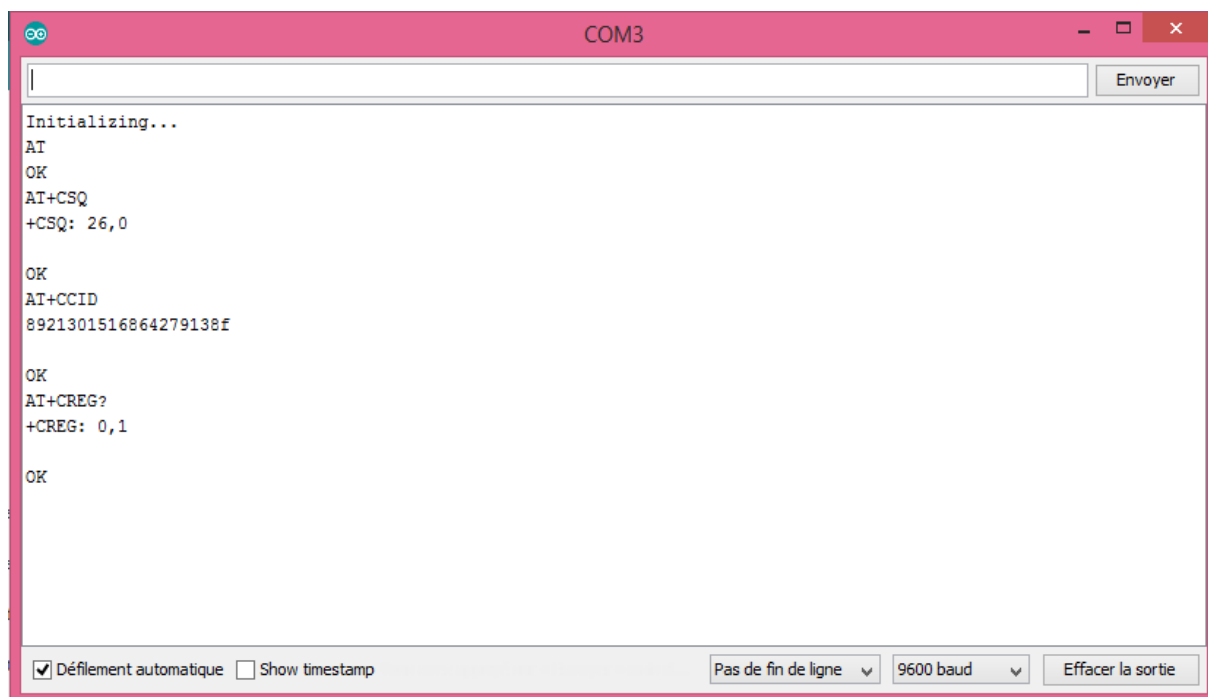
Le module SIM800L a un total de 12 broches qui l'interfacent avec le monde extérieur mais pour réaliser ce montage on aura besoin que de 5 broches. Les connexions sont les suivantes: l'alimentation et la masse seront reliés à 5V et GND de l'Arduino ensuite la broche NET qui est une broche sur laquelle vous pouvez souder l'antenne hélicoïdale fournie avec le module mais dans notre cas on a utilisé une antenne imprimée fixée au petit connecteur uFL situé dans le coin supérieur gauche du module puis les broches qui restent RST RX TX sont reliées respectivement aux ports 2, 11 et 10 d'un Arduino.

Une fois que tout est connecté la LED du module clignotera à différents taux pour indiquer l'état de notre réseau cellulaire.

Chapitre II – Conception et réalisation du système

- **Cligner des yeux tous les 1** : Le module fonctionne mais n'a pas encore établi de connexion au réseau cellulaire.
- **Cligner des yeux tous les 2** : La connexion de données GPRS que vous avez demandée est active.
- **Cligner des yeux toutes les 3** : secondes : Le module a établi un contact avec le réseau cellulaire et peut envoyer / recevoir des messages vocaux et des SMS.

Ensuite on charge l'esquisse dans la mémoire Arduino pour faire la communication entre le module et ce dernier et le résultat sera affiché sur le moniteur



The screenshot shows a serial monitor window titled 'COM3'. The text displayed is as follows:

```
Initializing...
AT
OK
AT+CSQ
+CSQ: 26,0

OK
AT+CCID
8921301516864279138f

OK
AT+CREG?
+CREG: 0,1

OK
```

At the bottom of the window, there are several controls: a checked box for 'Défilement automatique', an unchecked box for 'Show timestamp', a dropdown menu for 'Pas de fin de ligne', a dropdown menu for '9600 baud', and a button for 'Effacer la sortie'.

FigureII.22:affichage les résultats du GSM SIM8001 sur le moniteur.

Enfin le résultat affiché sur le moniteur est expliqué par la signification de ces commandes

- AT - C'est la commande AT la plus élémentaire. Il initialise également Auto-Baud'er. Si cela fonctionne, vous devriez voir l'écho des caractères AT, puis OK, vous dire que c'est OK et que vous avez bien compris ! Vous pouvez ensuite envoyer des commandes pour interroger le module et obtenir des informations à ce sujet, telles que
- AT + CSQ - Vérifiez la "force du signal" - le premier # est la force en dB, elle devrait être supérieure à environ 5. Plus la valeur est haute, mieux c'est.
- AT + CCID - récupère le numéro de carte SIM - ceci vérifie que la carte SIM a été trouvée comme correcte

Chapitre II – Conception et réalisation du système

- AT + CREG? Vérifiez que vous êtes inscrit sur le réseau. Le deuxième numéro doit être 1 ou 5. 1 indique que vous êtes inscrit sur le réseau domestique et 5, un réseau itinérant. Autres que ces deux numéros indiquent que vous n'êtes inscrit à aucun réseau.

II.5.6 Test de l'ensemble des capteurs

Afin de s'assurer du bon fonctionnement du système, on a créé un environnement qui vérifie toutes les conditions exigées (flamme, gaz CO, température, fumée..), Nous avons ramené un petit seau et nous l'avons rempli avec du bois et le foin et un peu d'essence pour que le feu tiens bien et nous avons allumé le tout par un morceau de papier et un briquet ensuite à l'aide d'un éventail nous avons induit un courant d'air dans le but de faire augmenter ou développer le feu puis nous avons mis notre système à une distance de 20 cm comme le montre la figure ci-dessous.

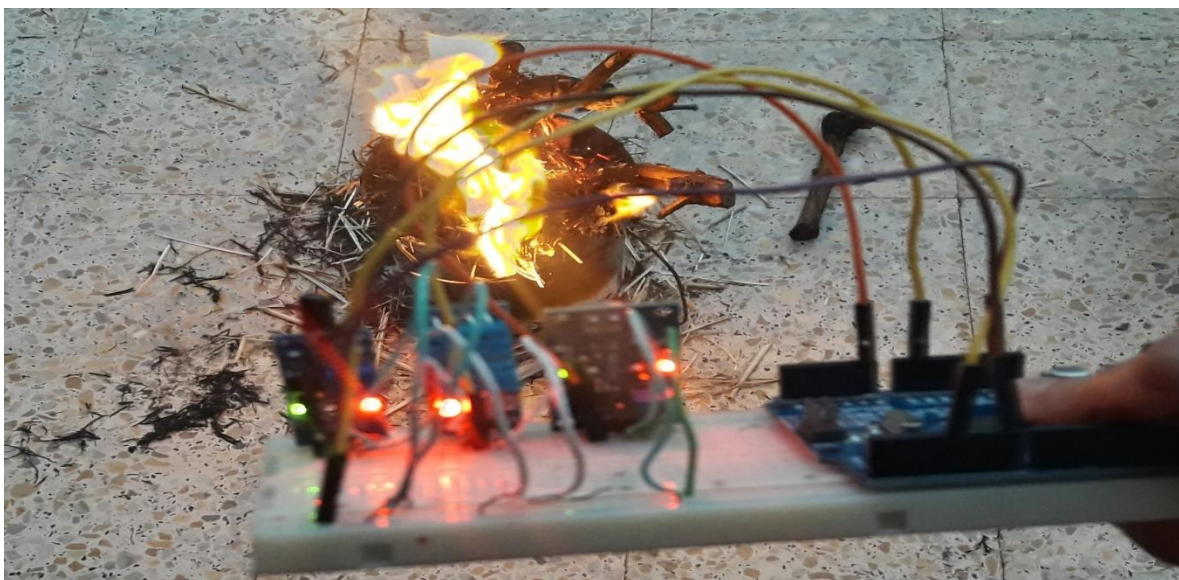
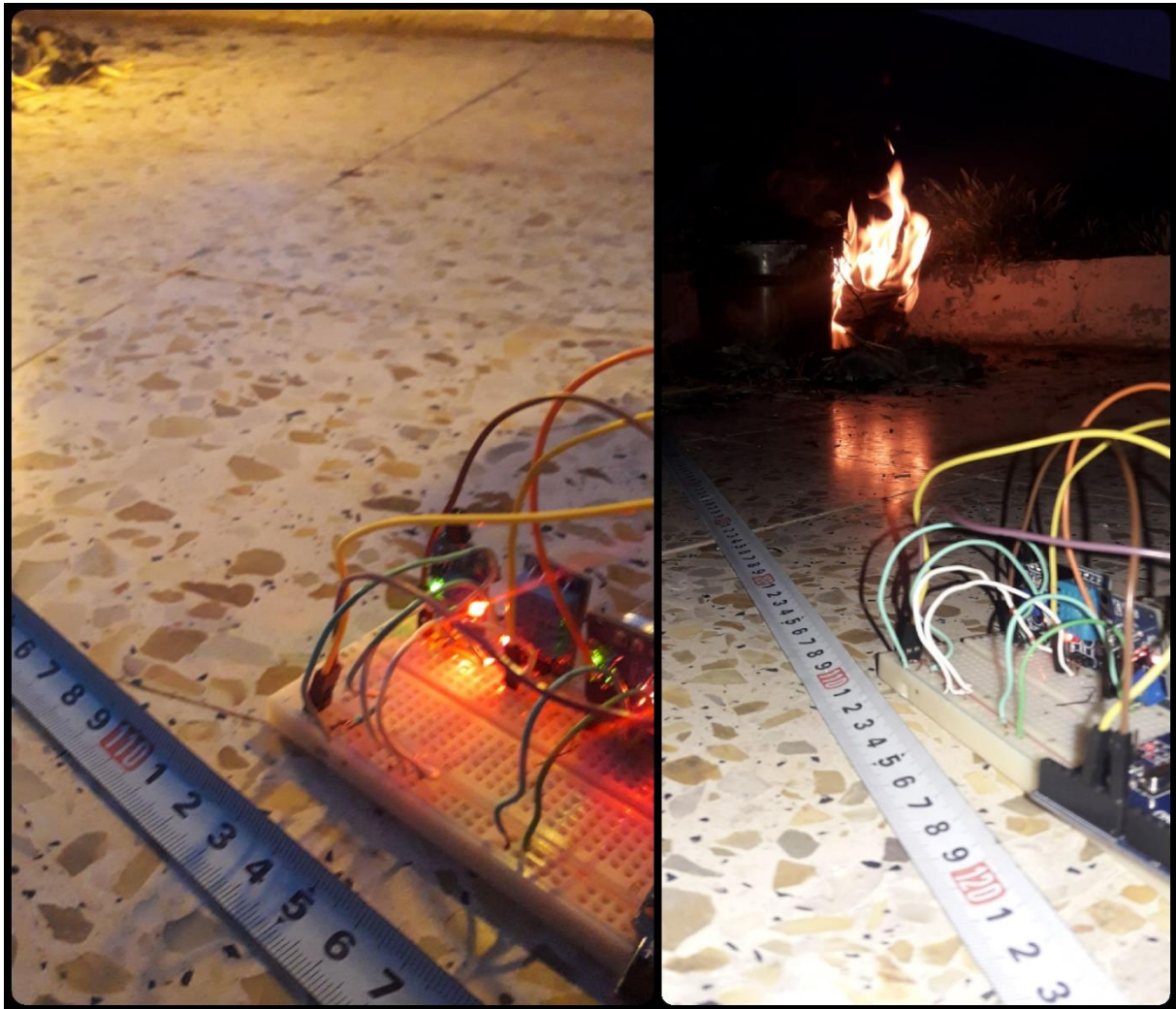


Figure II.23: test de l'ensemble des capteurs.

Chapitre II – Conception et réalisation du système

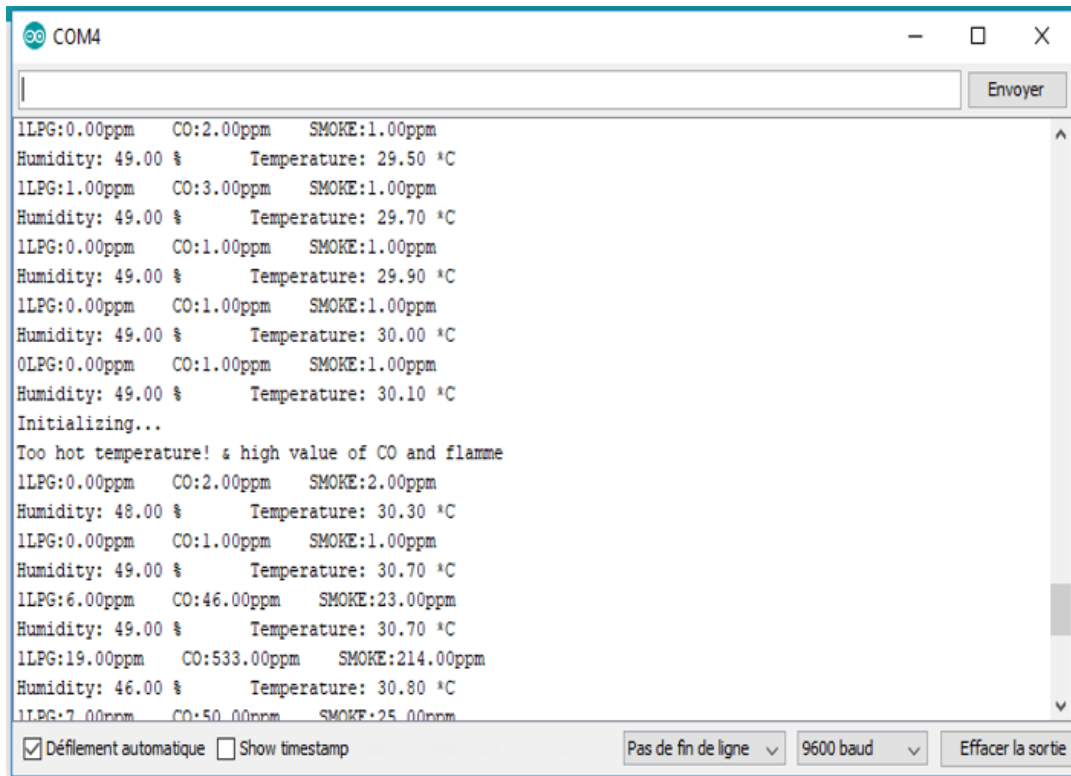
La photo ci-dessus montre les LED rouges des trois capteurs sont allumés cela veut dire le système est alimenté et les LED verts allumés indiquent que le système détecte.



FigureII.24 :test de la distance du captage.

Remarque : le système est capable de détecter le feu à baisse d'énergie à une distance du 110 à 120 cm et à différent emplacement soit une superficie de 5m².

La figure suivante affiche les résultats obtenus sur le moniteur lors de la détection de feu.



FigureII.25 :résultat des capteurs sur le moniteur.

- ✓ Premièrement : au début du feu le système détecte le changement des valeurs de Co=2ppm et smoke=1ppm sans flamme et détecte aussi une basse humidité =49% et haute température =29.50ppm, cela démontre que le système détecte le déclenchement de l'incendie avant la propagation du feu.
- ✓ Deuxièmement : lorsque le système détecte les variations des valeurs du Co, smoke , basse humidité et haute température plus la présence de la flamme le programme affichera dans le moniteur un message d'alerte qu'un incendie a été déclenché « too hot temperature !&high value of Co and dlam »
- ✓ Troisièmement : dès que la flamme s'éteint, le vent ravivât d'un seul coups le feu et la fumée s'intensifie cela justifie l'augmentation du Co et smoke de (Co=1ppm et smoke= 1ppm) jusqu'à (Co=533ppm et smoke= 214ppm)

II.6 Fonctionnement du système.

Pour tester le bon fonctionnement du système réalisé, on a rassemblé tous les modules (Capteurs, GPS et GSM) avec l'Arduino et ces tests ont été réalisés à l'aide d'une bougie pour la flamme et la température ainsi qu'un briquet pour tester le gaz.

Lorsque les conditions se réunissent :

- Température élevée ou humidité faible (prenons en compte les conditions climatiques de laboratoire $T \geq 26^\circ$ ou $H \leq 60\%$) on reçoit un SMS d'alerte de prévention avec une géo localisation.
- Présence de flamme et valeur du $Co \geq 100\text{ppm}$ et (température $\geq 26^\circ$ ou humidité $\leq 60\%$) on reçoit un SMS de détection d'incendie

Remarque : les valeurs ci-dessus ont été obtenues à l'aide d'une bougie et d'un briquet

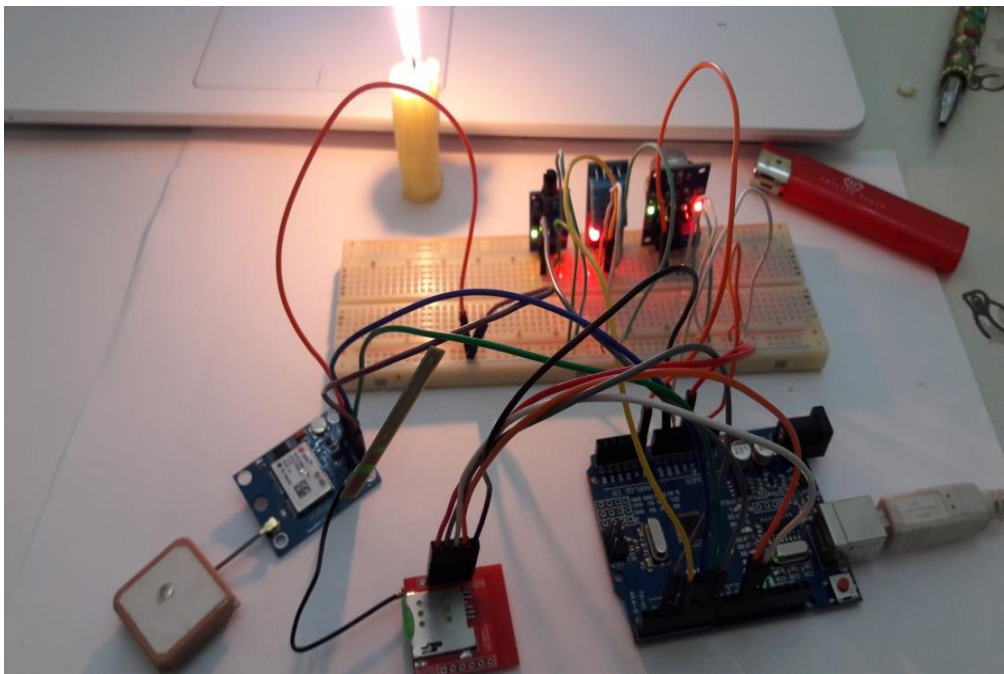
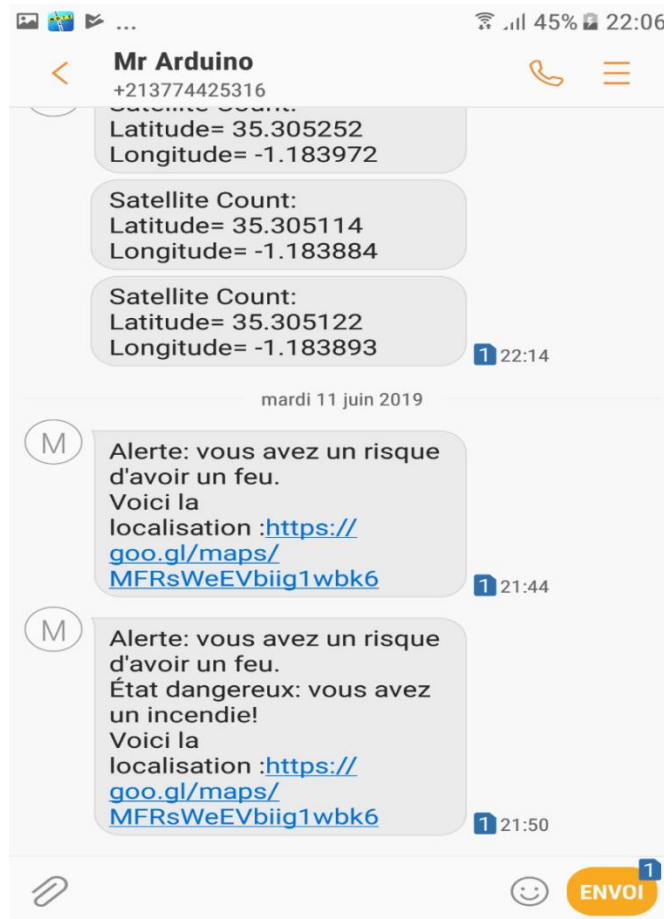


Figure II.26: Test du système.

La photo ci-dessous montre les messages d’alerte envoyés par le GSM lors de la détection.



FigureII.27:les messages d’alertes envoyés par le système.

II.7 Autonomie de l’énergie

Pour alimenter le système en énergie au début on l’a relié à l’ordinateur, mais pour passer de l’essai à la réalisation on avait besoin de l’alimenter par un autre moyen énergie comme des batteries dont le but est d’étendre la durée de vie du système et sa robustesse.

Dans ce cas-là, il faut assurer une consommation répartie de l’énergie. Cette énergie est consommée par les diverses fonctionnalités de système Tel que la détection et la transmission...etc. et pour cela on a utilisé une série de batteries de 9V mais leurs autonomies d’énergie ne servent que quelques heures (selon la variations du nombre de batteries). Pour solutionner le problème d’une longue durée d’énergie, on propose alimentation d’énergie adéquate comme des batteries de 3000mAh pour une durée plus long ou par des

technologies d'énergie renouvelable par exemple des panneaux photovoltaïques et économiser l'énergie par la mise en veille du système et diminuer son taux de transmission.

II.8 Surveillance et sécurité du système

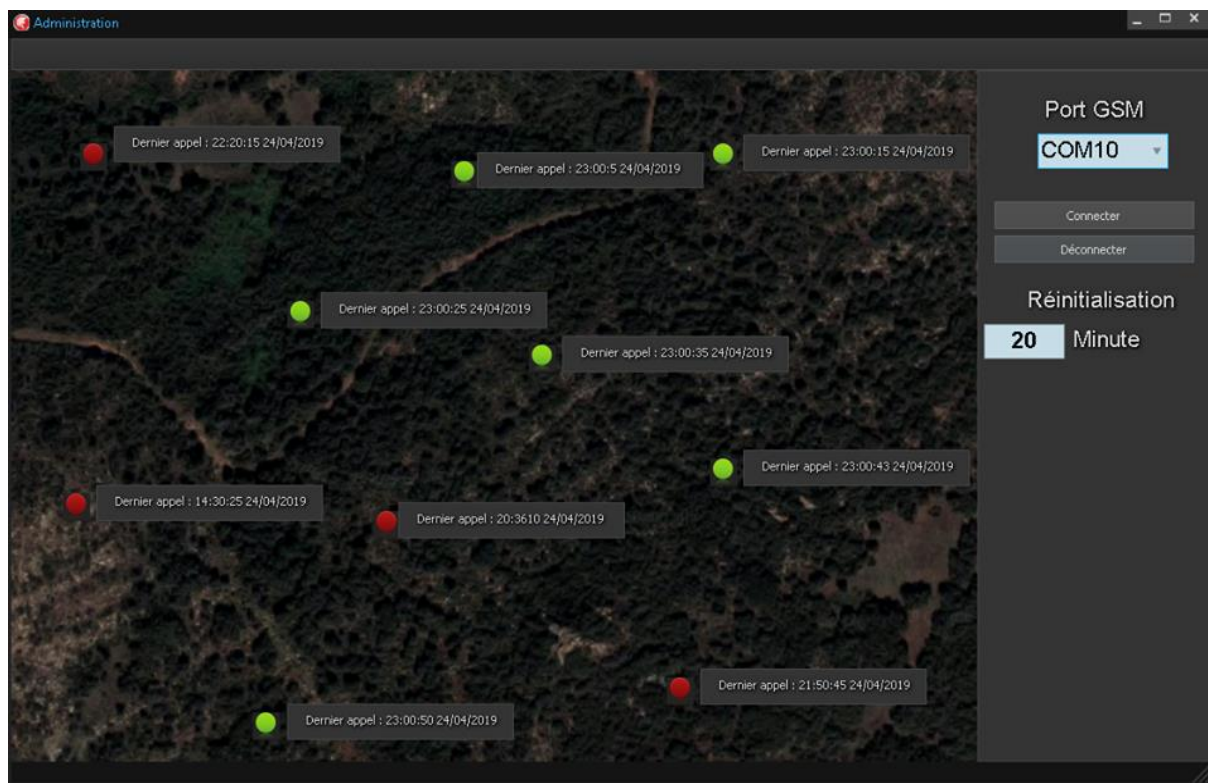


Figure II.28: la carte de la sécurité

Afin de protéger la forêt nous avons proposé un moyen de surveillance qui est basé sur le module GSM.

D'après les tests réalisés par le module GSM ces derniers ont prouvé que notre système peut passer des appels une fois les conditions vérifiées, nous sommes passés au-delà de cette épreuve de surveillance consistant à représenter nos systèmes déployés en forêt sur une carte géographique à l'aide d'un logiciel qui consiste à recevoir des appels afin de marquer la présence des systèmes, ces derniers doivent passer un appel chaque les 20 minutes selon une condition prédéfinie montrant que si les capteurs sont en marche, le GSM émet un appel. Une fois l'appel reçu, le logiciel illumine les systèmes en vert avec la date et l'heure de l'appel émis, et la localise comme le démontre la figure présentée ci-dessus.

Dans le cas contraire, les voyants s'illuminent en rouge dans les 2 cas suivants :

Chapitre II – Conception et réalisation du système

- **Le système a un dysfonctionnement** : soit un des capteurs ou le système global est grillé ou il y a un problème d'alimentation et qui nécessite une vérification externe. Pour cela, il y a une nécessité de déplacement d'un ouvrier qualifié pour localiser la panne et la réparer.
- **La ligne mobile est hors service** : le système émet des appels mais le numéro de téléphone est injoignable. Dans ce cas, soit la ligne téléphonique est occupée soit il y a un faible réseau.

Nous avons débuté le développement de ce logiciel sous un système d'exploitation Windows, qui sera ensuite développé pour une application mobile...

II.9 Problèmes rencontrés

Durant la réalisation du système, des difficultés ont entravés notre travail à noter l'indisponibilité de matériel au niveau centre universitaire qui nous a poussé à acheter tous les composants électroniques.

Lors de la réalisation pratique de la programmation on s'est aperçu que quelques composants sont de mauvaise qualité et malgré tous ces difficultés on peut dire que nos études ont pu nous aider à réaliser de ce projet.

II.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons démontré les procédures pour la réalisation du système avec des composants de faible performance. Les résultats obtenus des tests réalisés confirment la fiabilité de notre système.

	Co	Fumée	Température	Humidité	Flamme
Petite flamme	1-100 ppm	1-50ppm	30°C	49%	Présence de flamme
Flamme moyenne	100- 1000ppm	50-500ppm	35-45°C	30-40%	Présence de flamme
Flamme forte	>1000ppm	>500ppm	45-55°C	<25%	Présence de flamme

Tableau 04 : conclusion des résultats final de la détection.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les travaux menés dans ce mémoire concernent la conception et la réalisation d'un système intelligent de détection des incendies. L'objectif atteint consiste une contribution et un développement d'un système permettant la prévention et la détection des incendies le plus rapidement possible à faible coût.

Pour cerner le contexte de notre travail, nous avons présenté dans le premier chapitre les feux de forêts, leurs causes et les méthodes classiques de lutte contre les incendie ainsi que les statistiques des surfaces brûlées au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent qui nous ont motivé pour concrétiser ce projet.

Ensuite le deuxième chapitre, a concerné la conception et la réalisation de notre système, nous avons expliqué comment nos capteurs et les modules GSM / GPS sont implémentés avec la carte Arduino on utilisant deux types de communication, la première est une communication filaire entre l'Arduino et les capteurs et l'autre est une communication sans fil en utilisant un module GSM qui permet de visualiser les résultat de la détection sur le téléphone mobile sous forme d'un SMS , pour établir la partie soft la programmations des composants utilisés exige une connaissance en langage « C » et la maitrise des outils « IDE ». Notre solution reste une solution relativement pas chère .

Perspectives

Les travaux présentés tout au long de ce mémoire ont traité la conception et la réalisation de notre système, plusieurs perspectives peuvent être envisagées sur la base de ces travaux.

Nous les présentons comme suit :

- ✚ Induire des technologies d'énergie renouvelable par exemple des panneaux photovoltaïques pour une autonomie d'énergie des capteurs.
- ✚ Rajout d'autres composants électroniques dédiés à la surveillance tel que des caméras, des capteurs performant...etc.
- ✚ Réalisation d'un circuit imprimé dans une boite camouflé pour sa protection de l'oxydation et le vol.

Glossaries.

- CAO** : Conception assisté par ordinateur.
- E/S** : Entrée/sortie.
- GSM** : Gobal system for mobile.
- GPRS** : General packet radio service.
- GPS** : Global positioning system.
- IDE** : Integrated develoement environment.
- IOD** : Internet des objets.
- NTC** : Négative Température Coefficient
- MCU** : Microcontrôleur unit
- OTP** : One time programmable
- Ppm** : Partie par million.
- SIM** : Subscriber identity module.
- SMS** : Short message service.
- USB** : Universal serial bus.

Glossaries

Bibliographie

Bibliographie

[1] **ROUMANE Hakim** : « Analyse du bilan des incendies de forêts Au niveau de la wilaya de Bejaia Pour la période 2000-2013 » Université A.MIRA-BEJAIA pour obtenir un diplôme de master 2014.

[2] **BENYAHIA Abdelghani et TADJINE/Hanane** : « Analyse de la recolonisation après incendie par le pin d'Alep (Pinus halepensis Mill) au Parc Nationale de Gouraya. » Université Abderrahmane MIR-Bejaia - pour obtenir un diplôme de master 2017.

[3] **Ouahiba Meddour-Sahar, Rachid Meddour, Vittorio Leone et Arezki Derridj** : «Motifs des incendies de forêt en Algérie : analyse comparée des dires d'experts de la Protection Civile et des Forestiers par la méthode Delphi » Université du Québec à Montréal et Éditions en environnement VertigO.2014.

[4] Coordination : **Pierre-Yves Colin, Marielle jappiot, Anne Mariel**. Rédaction : **Pierre-Yves Colin, Marielle jappiot, Anne Mariel, Corine cabaret, Stéphanie Veillon, Fabien Brocchiero** : « protection des forêts contre l'incendie. »

[5] **Direction de la protection civile de la wilaya d'Ain temouchent .**

[6] **BERRAZEG Khaled & BELAIDI Yamina** : «Détection des feux de forêt par réseau de capteurs ». Université AboubakrBelkaïd – Tlemcen pour obtenir un diplôme de master 2016/2017

[7] **Nassredine Bouhai et Imad Salah** : Internet des objets: Evolutions et innovations ISTE Edition 2017

[8] le site officielle d'Arduino : <https://www.arduino.cc>

[9] **Erik Bartmann** : le grand livre d'Arduino 3^{ème} édition collection Serial makers.

Bibliographie

[10] **TeroKarvinen& KimmoKarvinen&VilleValtokari** : « Les capteurs pour Arduino et Raspberry Pi: Tutoriels et projets. » EditionDunod, 2014..

[11]**KAMBOUCHE Sofiane & ATTOU Ismail** : «Conception et réalisation d'un système d'agriculture intelligent. » Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent

Projet de fin d'études Pour l'obtention du diplôme de Master.

[12]**TeroKarvinen& KimmoKarvinen&VilleValtokari** : « Les capteurs pour Arduino et Raspberry Pi: Tutoriels et projets. » Edition Dunod, 2014.

[13] **DEGHICHE Nouredine & BOUHARRAG Ismail** : « Réalisation d'un rucher connecté » UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA pour l'obtention Du diplôme de Master Académique2018.

[14]**Baouch Touhami &Belkhiter Saad Eddine** : « surveillance à distance d'un malade d'Alzheimer via un système IOT » université Aboubakr Belkaid-Tlmcen-Faculté de technologie

[15] **BOUDJEDIR Imen** : « UN SYSTEME EMBARQUE POUR LA DETECTION DES GAZ DANGEREUX » UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI D'OUM EL BOUAGUI pour l'obtention Du diplôme de Master Académique.2017.

[16] **DJEDOUI Nacéra& BOUKERN Dounya** : «Étude et réalisation d'un RADAR de détection. » Université AboubakrBelkaïd– Tlemcen.

[17] **KOUFI Djamila & AMROUNI Norimen** : « Contribution a l'étude d'une commande d'un actionneur dans un module d'une plateforme micro-fluidique. » Université M'hamed Bougara Boumerdes.

Résumé

Les incendies ont toujours constitué une menace pour nos forêts et plus particulièrement en été, ces derniers causent de nombreux dégâts, La détection rapide d'un départ de feu est primordiale pour pouvoir le circonscrire avant qu'il ne prenne trop d'ampleur.

L'objectif de ce projet est de réaliser un système intelligent à base d'Arduino qui permet la prévention et la détection des feux de forêts, ce dernier exige des outils Arduino combinés avec des capteurs et des modules émetteurs récepteurs radio fréquence.

Les alertes récoltées sont envoyées avec la localisation en exploitant un des réseaux mobiles disponibles.

Abstract

Every year, we face the threat of fire forests, especially in summer, they cause lot of damages. The fast detection of a fire departure, is extremely important , to be able to stop it before it takes too much scale. The purpose of this project is to create an Arduino-based intelligent system. That allows the prevention and detection of drill fires. It requires Arduino tools that are combined with sensors and radio frequency transceiver modules. The harvested alerts are sent with the location by exploiting one of the available mobile networks.

ملخص

الحرائق كانت ولا زالت تشكل دائمًا تهديدًا لغاباتنا كل سنة، خاصة في فصل الصيف، فهي تسبب الكثير من الأضرار ، والاكتشاف المبكر للحريق ضروري للتمكن من الحد منه قبل انتشاره على نطاق أوسع. الهدف من هذا المشروع هو إنشاء نظام ذكي قائم على اردوينو يسمح بالوقاية من الحرائق عن طريق الكشف المبكر لها ويتطلب هذا الأخير تركيب وبرمجة جهاز اردوينو مع أجهزة استشعار ووحدات الإرسال اللاسلكي بحيث يتم إرسال التنبيهات التي تم حصادها من الموقع عن طريق استغلال إحدى شبكات الجوال المتاحة.