



الجمهورية الديمقراطية الجزائرية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique

جامعة 20 أوت 1955 – سكيكدة
Université 20 Août 1955 – SKIKDA

Faculté de Technologie
Département de Pétrochimie

Mémoire

En vue d'obtention du diplôme de master

Filière : Industries Pétrochimiques

Spécialité : Automatisation et contrôle industriel

THÈME :

***La conception et le développement d'un système de
détection de l'incendie basée sur l'internet des objets pour la
surveillance du parc animalier de BRABTIA ELKALA***

Réalisé par : M^{elle} Mebirouk ilham

M^{elle} Nadour yousra

Soutenu devant le jury :

Président

Rapporteur CHETTAH Chouaib MCA Université 20 Août 1955-
Skikda

Examineur

Année universitaire 2022/2023

REMERCIEMENTS

Nous remercions Allah de nous a donné la force et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Toute notre gratitude et nos sincères remerciements vont à notre encadrant Dr Chattah Chouaib pour nous a encadrée et aidée à mener cette étude à terme, pour l'ensemble de ses qualités professionnelles ainsi que ses qualités humaines, son extrême patience et ses orientations qui m'ont permis de surmonter les obstacles rencontrés.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à l'ensemble de l'équipe pédagogique, qui nous a suivis durant notre cursus universitaire et qui nous a transmis toutes les connaissances nécessaires à notre apprentissage.

Enfin, nos remerciements vont aux membres de jury et à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce travail.

Merci 

DÉDICACE

C'est grâce à dieu que tout a commencé, et c'est à lui que je rends grâce .le reste n'est que dédicace.

Je dédié ce modeste travail, à ma chère mère, la personne que j'ai de plus précieuse et de plus chère .que ce projet soit une occasion pour t'adresse remerciements et pour exprimer ma reconnaissance pour tes nombreuses années de sacrifices, ton éternel amour et ta grande tendresse.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur à mon amour papa.

A mes chères et adorables frères : MOUAD, YAAKOUB, KHALIL, SEIF EL ISLAM et ma chère sœur AMAT ELRAHMAN, en témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance.

A mon grand-père : « l'amour ne meurt jamais, quand la mort emporte ceux qui nous sent chers », à ma grande mère, je suis là grâce à vos prières.

A mes chère oncles, tantes, mes chères cousins et cousines, veuillez trouvez dans ce travail l'expression de mon respect le plus profonde et mon affection la plus sincère,

A mes chère amis de toujours, qui m'ont assisté dans les moments difficiles et m'ont pris doucement par la main pour traverser ensemble les épreuves pénibles, spécialement, IMAN, ILHAM, IKRAM YOUSRA, HADJER, MANEL, MERIEM, MOUNIA, L'exceptionnel SOUHA, BOUTHEINA, NADIA, HALA et MALAK.

DEDICACES

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...
Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude l'amour, le respect, la
reconnaissance...*

Aussi, c'est tout simplement que

Je dédie ce travail à mes chers parents, HOCINE et WAFFA pour tous leurs sacrifices, leur soutien et leurs prières depuis mon enfance, j'espère qu'il soit l'exaucement de vos vœux,

Puisse Allah vous procurer bonne santé, longue vie, faire en sorte que jamais je ne vous déçoive et que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Mes dédicaces vont :

A mes tantes ATIKA, NACIRA, FATIHA, AICHA sans eux, je ne serais pas arrivé ici.

A ma chère sœur BASMA, et A mon adorable frère RAHIM.

A ma grand-mère MASSOUDA et ma grand père ABL EL KADAR, Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

A toute ma famille.

A ma chère binôme, ILHAM.

A mes chères meilleures amies TISSA, THANINA, WISSAL, je vous souhaite du bonheur et de la réussite qu'Allah vous garde pour moi.

A toutes mes.

NADOUR YOUSRA

Sommaire :

Chapitre I	III
Présentation des phénomènes et des dangers de feu	III
I.1. Introduction	2
I.2. Un feu et un incendie de forêts	2
I.3. Les incendies des forêts en Algérie	3
I.4. Les causes de départ de feu	4
I.5. Les modes de propagation du feu	5
I.5.2. La conduction thermique :	6
I.5.3. La convection :	6
I.5.4. La projection :	6
I.6. Les phases de déroulement d'un incendie :	6
I.6.1. Phase d'initiation :	7
I.6.2. Phase de croissance :	7
I.6.3. Phase d'inflammation généralisée :	7
I.6.4. La phase de feu pleinement développé:	7
I.6.5. La phase de décroissance :	7
I.7. Les facteurs favorisant le risque de feux de forêt :	8
I.7.1. La structure et la composition de la végétation :	8
I.7.2. Les conditions météorologiques et le relief :	8
I.7.3. Les facteurs humains :	9
I.8. Les conséquences d'un incendie :	9
I.9. Les moyens de prévention :	10
I.10. Systèmes de détection et d'informations :	10
I.11. Conclusion :	12
Chapitre II	2
Internet des objets	2
II.1. Définition et historique	13
II.2. Définition :	13
II.3. L'architecture IOT :	13
II.4. Les différentes couches de L'IOT :	14
II.5. Les composants de L'IOT :	15

II .6.Standards et normalisations :	17
II .7.Les plateformes de développement d’IoT :	18
II .9.1.La domotique :	22
II .9.2.La maison intelligente :	22
II .9.3.La santé :	22
II .9.4.L'agriculture :	23
II .9.5.L'industrie :	23
II .9.6.Les transports :	24
II .9.7.IOT dans le domaine de la sécurité :	24
II .10.Les problèmes rencontrés dans L’IOT :	24
II .11.La sécurité dans L’IOT:	25
II .12. Les réseaux de capteurs sans fil :	26
II .13. Conclusion :	27
Chapitre III	13
Conception et réalisation	13
III.1. Introduction :	28
III .2.Objectifs et principe de la solution proposée :	28
III .3.Les objectifs	28
III .3.1.Que permet le système :	28
III .3.2.Pour surveiller où et quand on veut	29
III .3.3.Pour gagner beaucoup de temps	29
III .3.4.Pour limiter les risques, notamment humains	29
III .3.5.Pour tirer les enseignements du passé	29
III .4.Principe de fonctionnement	29
III .5.Description générale du système	30
III .6.Installation de la station de base	33
III .7. Les éléments de la conception	34
III .8. Logiciel Arduino	35
III .9.Cloud Storage « ThingSpeak »	37
III .9.1.Collecte des données :	37
III .9.2 Analyse de données avec MATLAB	38
III .9.3. Agrégation de données pour déclencher une réaction	38
III .6.4. Les étapes pour utiliser ThingSpeak	39

III .7.Présentation générale sur Proteus Professional	42
III .7.1.Simulation du système :.....	43
III .8.Les capteurs	43
III .8.1. Définition d'un capteur	43
III .8.2.Caractéristiques des capteurs.....	44
III .8.3.Les capteurs utilisés	44
III .9.Microcontrôleur ESP32.....	48
III .10.Les cartes d'essai	50
III .11.Système d'alarme (buzzer et LED)	50
III .12.Actionneurs	51
III .13. Brochage des capteurs.....	51
III .14.Data Storage Cloud: Le ThinkSpeak.com	51
III .15.Teste capteurs ensemble.....	54
III .16.Résultat obtenu	54
III .17.Développement et présentation de l'application	56
III .17.1. Vue générale de la structure du projet	56
III .17.2.La définition d'Android	56
III .17.3.App Inventor	57
III .17.4.Les avantages d'App Inventor sont nombreux.....	57
III .17.5.Le concept d'App Inventor :	58
III .17.6.Creation de l'application.....	58
III .18.Conclusion :	64
Conclusion générale	65
Bibliographie.....	67

Liste de figures:

Figure1.1: triangle de feu classique
feu.....Error! Bookmark not defined.2

Figure 1.2 : triangle de

Figure 1.3 : Image satellite de la NASA du 11 août 2021 montrant les panaches de
fumées provoqués par ces incendies..... 4

Figure 1.4: Les causes de démarrage de feu..... 5

Figure1.5 : Schéma présente la propagation de feu 6

FIGURE 1.6 : Les phases de développement d'un incendie	8
Figure 1.7 : Alarme d'incendie	11
Figure 1.8 : détecteur d'incendie.....	11
Figure II.1: Architecture de l'IOT [14].....	14
Figure II .2 : Système d'Internet des Objets	15
Figure II .3 : Plateforme IoT	19
Figure II. 4 : Protocole CoAP	20
Figure II .5 : MQTT dans un réseau IoT	20
Figure II .6 : Fonctionnement du protocole AMQP	21
Figure II .7 : Domaines d'application d'IOT	22
Figure II.8 : Architecture de communication d'un réseau de capteur sans fil	26
III.1. Introduction :	28
Figure III .1 : Principe général de détection d'un feu de forêt.....	30
Figure III .2. : Découpage en groupe et envoi des alertes.....	32
Figure III .3 : Déploiement des chefs de groupe.....	33
Figure III .4 : Présentation de l'EDI.....	36
Figure III .5 : Le Terminal Série	36
Figure III .6: plateforme ThingSpeak.....	37
Figure III .7 : Création de compte ThingSpeak	40
Figure III .8: Création un nouveau canal	40
41Figure III .10: Obtenir L'API Thingspeak.....	41
Figure III .10 : simulation du système de détection	43
Figure III .11 : Schéma fonctionnel d'un capteur [24]	44
Figure III .12 : Capteur Température & humidité (DHT11)	45
Figure III .13 : Capteur de Gaz (MQ-2).....	46
Figure III .14 Capteur d'humidité du sol	47
Figure III .15 : capteur de flamme (phototransistor infrarouge)	48
Figure III .16 : la carte ESP32	49
Figure III .16 Breadboard400.....	50
Figure III .17 : composant de système d'alarme (Buzzer + Led)	51
Figure III .18 le brochage des capteurs (prototype)	51
Figure III .19 : le test capteurs ensemble	51
Figure III .20 : Les résultats affichés sur ThingSpeak de température et l'humidité.....	52
Figure III .21 : Les résultats affichés sur ThingSpeak de soil value	55

Figure III .22 : Les résultats affichés sur ThingSpeak du gaz sensor	55
Figure III .23: Les résultats affichés sur ThingSpeak du fire status	55
Figure III .24 : Vue générale de la structure du projet	56
Figure III .25: Différentes fenêtres d'APP INVENTOR	58
Figure III .26 : L'interface de la création du site App Inventor.....	59
Figure III .27 : Le bouton « Blocks » pour déterminer le comportement de l'application	60
Figure III .28 : Le menu des « Blocks »	61
Figure III .29 . L'interface de l'application pour entrer le mot de passe contenant le logo de l'application.....	62
Figure III .30. L'assemblage des blocks pour entrer le mot de passe	62
Figure III .31 : l'interface de l'application pour surveiller les paramètres.....	64
Figure III .32 : L'assemblage des blocks pour le système détection.....	64

Liste des tableaux :	
Tableau III .1 : caractéristiques du capteur de température	45
Tableau III.2 : les caractéristiques du capteur de gaz	46
Tableau III. 1 : Caractéristiques techniques de l'ESP32	49
Tableau III .4: L'explication de chaque partie de l'interface de création du site App Inventor	60

Listes d'abréviation :

BDIFF : la Base de données française sur les feux de forêt

DGF : la direction générale des forêts

R.I.A : Robinets d'Incendie Armés

IoT : Internet of Objects ou IoT

L'UIT : Union internationale des télécommunications

RFID : Radio Fréquence Identification

RF : radiofréquence

WSN: Wireless Sensors Network

M2M: Machine-to-Machine

NFC: Near Field Communication

RPL: Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks

ETSI: European Telecommunications Standards Institute

CoAP: Constrained Application Protocol

MQTT: Message Queuing Telemetry Transport

AMQP: Advanced Message Queuing Protocol

MOM: Message-Oriented Middleware

IP: Internet Protocol.

TCP: Transmission Control Protocol.

RCSFs: Les réseaux de capteurs sans fil

WIMAX: Acronyme pour Worldwide Interoperability for Microwave Access

WLAN: Wireless Local Area Network

OWASP: Open Web Application Security Project

GPS: Global Positioning System

Résumé :

Les incendies de forêt sont l'une des catastrophes naturelles les plus dévastatrices, pouvant avoir un impact significatif sur l'environnement, l'économie et les vies humaines. La détection précoce et une réponse rapide sont essentielles pour minimiser les dommages causés par les incendies de forêt. Ces dernières années, les réseaux de capteurs sans fil (WSN) et les technologies de l'Internet des objets (IoT) se sont révélés être des solutions prometteuses pour la détection des incendies de forêt en raison de leur faible coût et de leurs capacités de surveillance efficaces. Cet article propose un système de détection des incendies de forêt à faible coût basé sur les WSN et l'IoT. Le système utilise un réseau de nœuds capteurs placés stratégiquement dans la forêt pour surveiller les conditions environnementales telles que la température, l'humidité et la fumée. Les données des capteurs sont transmises à un serveur central où des algorithmes avancés sont utilisés pour détecter et prédire l'apparition des incendies de forêt. Le système envoie des alertes en temps réel aux autorités forestières et aux utilisateurs via une application mobile qui affiche les cartes des incendies et les mises à jour actuelles. Le système proposé a été évalué à l'aide d'expériences et les résultats montrent qu'il peut détecter efficacement les incendies de forêt avec une grande précision, un faible taux de fausses alarmes et à faible coût. Ce système a le potentiel de fournir une solution efficace et rentable pour la détection des incendies de forêt et peut jouer un rôle essentiel dans la protection de l'environnement et la sauvegarde des vies.

INTRODUCTION :

Tout au long de l'année 2021 et de l'été 2022, la planète a connu un nombre important d'incendies de forêt dévastateurs qui se sont propagés dans différentes régions et ont causé d'importants dommages à l'environnement. Ces incendies ont provoqué l'intrusion sur des milliers de kilomètres et ont émis des gaz à effet de serre. Par exemple, les incendies de forêt de juillet 2021 ont entraîné l'émission de 350 millions de tonnes de CO₂, atteignant ainsi le niveau le plus élevé jamais enregistré, tandis que des centaines de forêts en Sibérie ont également dégagé des quantités record de CO₂. Dans le même ordre d'idées, l'Algérie a connu une série d'incendies dans le nord du pays en juillet et août 2021, causant de graves destructions. Ces incendies de forêt ont détruit plus de 89 000 hectares de terres dans 35 wilayas du pays, notamment des régions telles que Tizi Ouzou, Bejaia, Bouira, Sétif, Blida, Médéa, El-Tarf, Khenchela, Guelma, Tébessa, Tiaret et Skikda, où les autorités locales et le ministère de la Défense ont enregistré un total de 1 186 incendies qui ont fait au moins 90 morts, dont 33 soldats. Les incendies ont également ravagé le secteur agro-pastoral, anéantissant la végétation et les ressources animales. L'ampleur des dommages causés par les incendies varie d'une année à l'autre, et les pertes annuelles liées à la valeur commerciale du bois et du liège sont estimées entre 1 et 1,5 milliard de DA, selon le ministère de l'Agriculture.

Les systèmes de surveillance par satellite sont utilisés pour détecter les incendies de forêt, mais ils ne sont capables de détecter les incendies que lorsqu'ils se sont déjà étendus sur une vaste région. Par conséquent, ces méthodes ne sont pas très efficaces, et environ 80 % des pertes sont dues à une détection tardive des incendies, selon une enquête. Pour remédier à ce problème, les réseaux de capteurs sans fil (WSN) et les technologies de l'Internet des objets (IoT) sont utilisés.

Dans un système basé sur l'IoT pour détecter les incendies de forêt, divers capteurs sont déployés dans la zone forestière. Chaque nœud surveille la zone environnante de la forêt et collecte des informations telles que la température, l'humidité et les niveaux de gaz. Les données collectées sont ensuite transmises à des têtes de cluster centralisées, et ce processus se poursuit jusqu'à ce que les informations parviennent au routeur. Chaque tête de cluster supervise sa région désignée et sert d'intermédiaire pour l'échange de données entre les voisins et le routeur. Le routeur collecte toutes les données recueillies dans le cadre du Cadre de sécurité de la communauté rurale (RCSF) et les transfère au récepteur ou à la station de base via le cloud.

Ce travail vise à proposer un système de détection des incendies de forêt à faible coût utilisant les réseaux de capteurs sans fil (WSN) et les technologies de l'Internet des objets (IoT). Le

Le système utilise un réseau de nœuds capteurs stratégiquement placés dans la forêt pour surveiller les conditions environnementales et détecter l'apparition des incendies de forêt. Les données sont transmises à un serveur central, où des algorithmes avancés sont utilisés pour prédire et détecter les incendies de forêt. Le système proposé vise à fournir des alertes en temps réel aux autorités forestières et aux utilisateurs via une application mobile qui affiche les cartes des incendies et les mises à jour actuelles.

Ce travail est réparti en trois chapitres que nous détaillerons par suite :

- **Chapitre 1** : Ce chapitre décrit l'origine et la progression de l'incendie, les risques et les mesures de prévention et d'atténuation des effets d'un incendie.
- **Chapitre 2** : est consacré à définir l'Internet des objets, citer ses fonctionnalités, ses architectures et ses différents domaines d'applications, expliquer ses acteurs.
- **Chapitre 3** : est dédié à la conception et la réalisation d'un système de détection des incendies à l'aide des matériels et logiciels. Et enfin on termine par une conclusion générale qui clôturera notre mémoire et revient sur les résultats obtenus.

Chapitre I

Présentation des phénomènes et des dangers de feu

Chapitre I : présentation des phénomènes et des dangers de feu

I.1. Introduction :

Le feu est un phénomène très ancien. Autrefois il c'était un outil pour acquérir des terres dans la forêt. Depuis c'est aussi un phénomène incontrôlable L'homme, à la fois dans la durée et dans l'étendue. Pour toute Chaque année, des incendies brûlent plusieurs km² de forêt, Surtout par temps très chaud. Les incendies de forêt ont un impact négatif sur les personnes, Animaux et sols avec ou sans dégâts ce que vous pouvez donner. Tirer le feu 'c'est Il est important de combiner 3 ingrédients : carburant, Comburant, source de chaleur. En cas d'incendie Les forêts et la végétation remplacent le carburant et l'oxygène agit comme un oxydant, une étincelle minimale suffit Fournit une énergie d'activité suffisante. Et à cette occasion, nous sommes obligés d'assurer divers domaines par l'Internet nouvelle génération Des objets qui m'amènent à révolutionner le monde. Sous ces découvertes des systèmes de détection feu.

Ce chapitre décrit les bases du risque d'incendie. Nous allons vous expliquer l'origine et la progression de l'incendie. Afin de comprendre les mesures pouvant être utilisées pour protéger les bâtiments, leurs occupants et leur environnement, certaines des mesures de prévention et d'atténuation des effets d'un incendie sont présentées.

I.2. Un feu et un incendie de forêts :

Un feu est un phénomène consistant en un dégagement de chaleur et de lumière produit par la combustion vive d'un corps. [1]

Le « triangle du feu » est un symbole souvent utilisé pour afficher les liens, nécessaires au feu, entre le combustible, l'oxydant, et la chaleur.

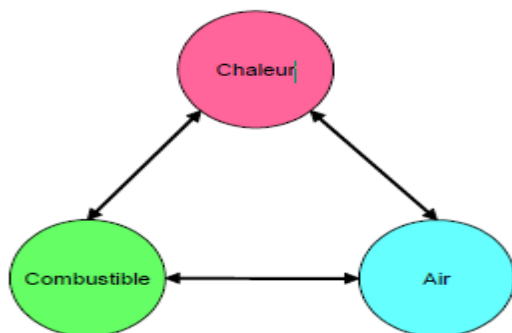


Figure1.1: triangle de feu classique

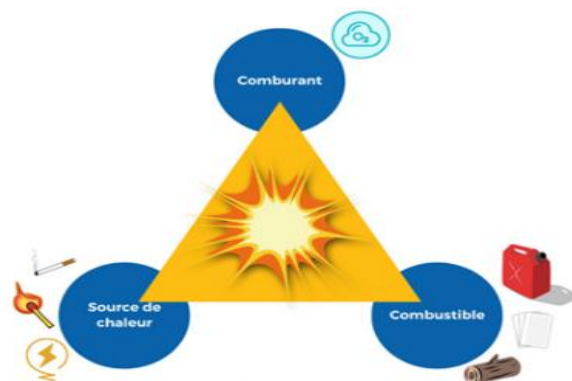


Figure 1.2 : triangle de feu

Ce schéma vise à rappeler que le feu fonctionne si :

Chapitre I : présentation des phénomènes et des dangers de feu

- Combustible et air sont présents et se rencontrent. L'arc entre « air » et « chaleur » comme celui entre « combustible » et « chaleur » rappellent ces conditions nécessaires au feu.
- De la chaleur est produite ; une partie de la chaleur est retournée à un combustible condensé pour le transformer en gaz (pyrolyse et/ou vaporisation) réagissant avec l'oxygène dans une flamme (c'est la flèche : « chaleur » vers « combustible »).

Un incendie ou feu de forêt est un incendie qui se déclare et/ou se propage dans une forêt ou un sous-bois. Comme il n'y a pas de définition légale de ces termes, ils se réfèrent à la nature physique du terrain en question et non à sa classification administrative (comme un cadastre). En ce qui concerne les définitions techniques, les différences sont estompées par la volonté d'harmonie internationale.

Par exemple, la Base de données française sur les feux de forêt (BDIFF) définit les feux de forêt comme étant soit des forêts (plus de 10 % de couvert arboré), soit d'autres terres boisées (5 % à 10 % de couvert ou couvert arboré). Affectant plus de 10% des autres végétaux ligneux), si ces deux types de strates ont une superficie minimale de 0,5 hectare et s'étalent sur une largeur plus large distante de 20 mètres [2].

I.3. Les incendies des forêts en Algérie :

L'Algérie fait partie des pays méditerranéens où les incendies de forêt sont un problème. Pose pointue. En termes absolus, la superficie brûlée reste relative faible par rapport aux autres pays méditerranéens, manque de forêts et ces incendies sont particulièrement dévastateurs à cause de la désertification.

On sait que l'Algérie ne compte que 4,1 millions d'hectares de forêt. Taux de boisement inférieur à 2%.

Malgré la mise en place de stratégies de prévention et de lutte contre les incendies de forêt, Cela devrait nous permettre d'éviter le pire et de protéger ces écosystèmes. Tous les jours des milliers d'hectares de forêt sont brûlés chaque année. [3]

Selon la direction générale des forêts (DGF) : Les feux de forêt algériens de 2021 étaient une série d'incendies dans le nord de l'Algérie, principalement dans la région de Cabiria, en juillet et août 2021 qui ont tué au moins 90 personnes, dont 33 militaires. L'incendie a brûlé 89 000 hectares au 35 Wilaya. Les 10 wilayas ayant enregistré le plus grand nombre de foyers d'incendie sont Tizi Ouzou (241 foyers), Jijel (164 foyers), Skikda (125 foyers), Bejaia (112 foyers), Tipasa (97 foyers), Bouira (86 foyers), El Tarf (82 foyers), Médéa (66 foyers), Boumerdes (63 foyers) et Oum Bouaghi (56 foyers) [4].

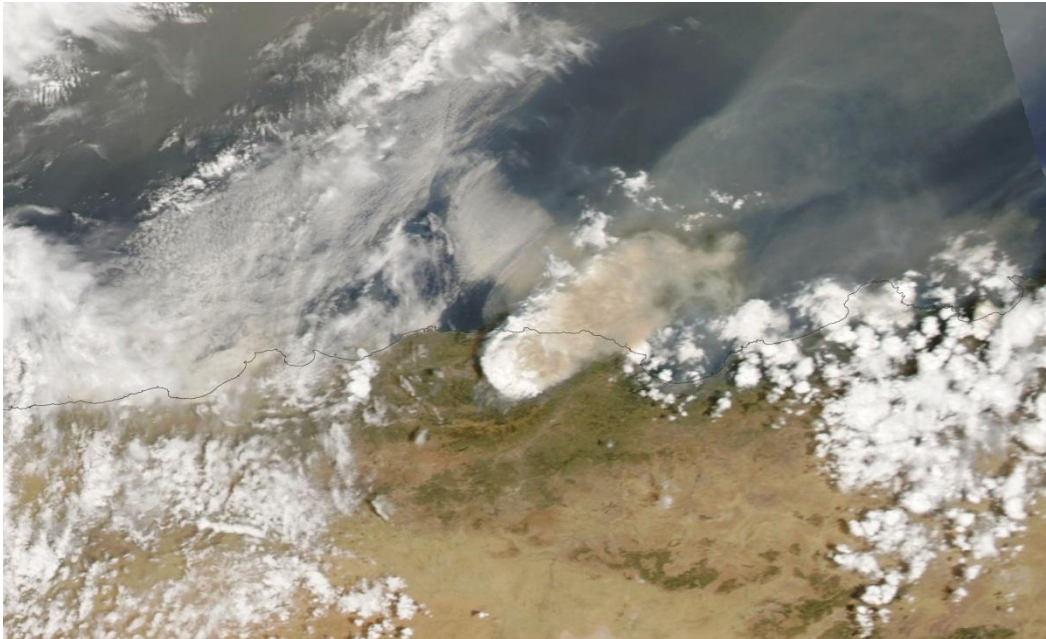


Figure 1.3 : Image satellite de la NASA du 11 août 2021 montrant les panaches de fumées provoqués par ces incendies

I. 4. Les causes de départ de feu :

Les incendies peuvent survenir pour de nombreuses raisons. Beaucoup plus ce sont de défauts de type court-circuit. Les sources d'inflammation sont de nature variée :

- Chaleur (surfaces chaudes, appareils de chauffage, flammes nues, travail à chaud, etc.) Les flammes nues sont des sources actives d'inflammation Les travaux par points chauds (soudage à la flamme, coupage à la flamme, etc.) sont une source majeure de dommages dans l'industrie. cuisine.
- Électricité (étincelles, radiateurs, etc.). Le vieillissement, une mauvaise installation ou une surcharge électrique peuvent entraîner une surchauffe et provoquer de nombreux incendies.
- Électricité statique (déchargée par des étincelles, etc.). L'électricité statique est une cause indirecte d'incendie. En fait, cela peut provoquer des étincelles qui agissent comme une entrée d'énergie d'activation.
- Mécanique (étincelles, chauffage, etc.). La surchauffe et les étincelles d'origine mécanique causées par les frottements, les chocs, l'usure ou les pannes (roulements, roulements, etc.) peuvent être très chaudes.
- Climat (foudre, soleil...). Un coup de foudre peut être une source d'inflammation directe ou à distance en induisant des surtensions ou une surchauffe des équipements.

Chapitre I : présentation des phénomènes et des dangers de feu

L'AEAI (Association suisse des sociétés cantonales d'assurance incendie) a constaté que le sinistre des années 40 était dû à un coup de foudre.

- Chimie (réactions exothermiques, auto-échauffement, emballement réactionnel...).
- Bactériologique. La fermentation bactérienne chauffe le milieu et le conditionne pour initier un auto-échauffement.
- La cigarette. Le bout d'une cigarette allumée atteint des températures supérieures à 700 degrés [5]

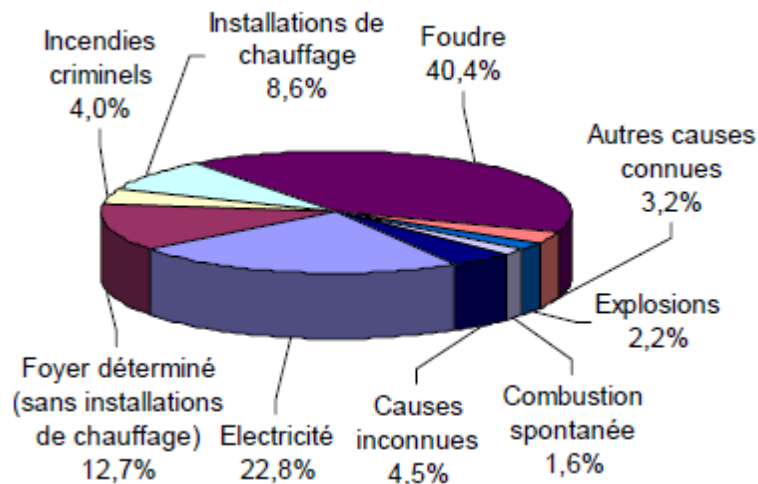


Figure 1.4: Les causes de démarrage de feu

I.5. Les modes de propagation du feu :

La propagation du feu est caractérisée par la présence de transfert de chaleur entre les matériaux. La propagation est le phénomène de transmission du feu d'un point à un autre. Les oxydants, le combustible et les sources de chaleur sont essentiels pour qu'un incendie se déclare et se propage. Ces trois éléments forment un "triangle de feu".

On distingue 4 modes de propagation du feu, permettant à celui-ci de s'étendre :

I.5.1. Le rayonnement thermique : il désigne une chaleur transmise à distance et absorbée par un corps/matériau récepteur. Une fois chauffé par les rayonnements (infrarouges), il prendra feu à son tour. Ce mode de propagation ne nécessite pas de contact matériel avec le feu. Par exemple : une feuille à papier très proche d'une bougie (sans la toucher) pourra s'enflammer au bout d'un certain temps, une fois que sa température aura dépassé sa température d'auto inflammation atteint une chaleur très élevée.

Chapitre I : présentation des phénomènes et des dangers de feu

I.5.2.La conduction thermique : désigne la transmission de chaleur par la matière. C'est la chaleur que vous utilisez sans même y penser lorsque vous cuisinez à l'aide d'une casserole métallique pour chauffer vos aliments. On retrouve également ces métaux dans un certain nombre d'installations et équipements. Ils ont une conductivité particulièrement élevée. Lors d'un incendie, il arrive donc que l'incendie se propage grâce aux câbles et tuyaux présents dans une habitation qui sont plus conducteurs que les autres éléments.

I.5.3.La convection : la propagation par convection est une chaleur qui se produit par l'intermédiaire du mouvement des fluides en particulier des gaz chauds. C'est le cas lorsque vous faites chauffer un feu de cheminée ou que vous préparez un barbecue. Plus légers que l'air, ces gaz chauds se déplacent très facilement vers le haut. Ces derniers comportent des fumées toxiques et sont hautement inflammables.

I.5.4.La projection : il s'agit d'un phénomène important dans la propagation des incendies de forêt. Les matières incandescentes sont transportées par le vent ou par les courants de convection générés par le feu lui-même, et sont susceptibles de générer de nouveaux foyers d'incendie. La vitesse d'embrassement des matériaux touchés dépendra ensuite de leur nature.

[6]

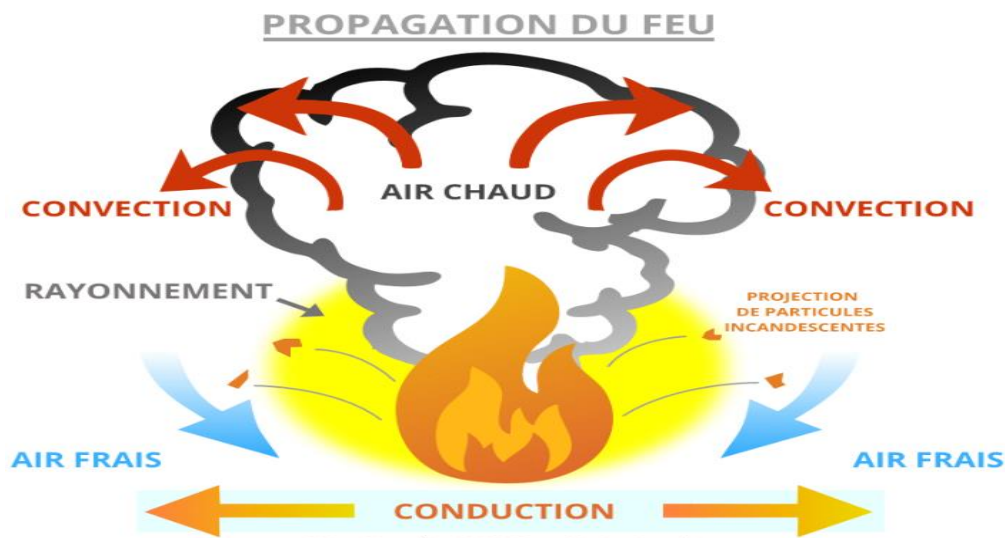


Figure1.5 : Schéma présente la propagation de feu

I.6. Les phases de déroulement d'un incendie :

Dans le déroulement d'un incendie sur lequel on n'entreprendrait aucune action volontaire visant à en réduire les effets, on peut distinguer cinq phases successives, caractérisées par l'élévation de la température en fonction du temps.

Chapitre I : présentation des phénomènes et des dangers de feu

I.6.1. Phase d'initiation : étape de démarrage

La combustion est initiée par l'action de diverses sources de chaleur (cigarettes, étincelles, chauffage électrique ou mécanique, etc.). Pas encore de flammes, mais il peut y avoir de la fumée. L'élévation de température est quasi nulle. La durée de cette phase est très variable. Une fraction de seconde, des minutes, des heures ou même des jours (comme une balle de foin).

I.6.2. Phase de croissance :

La première flamme bénéficie généralement d'une quantité suffisante d'oxygène pour se développer régulièrement. Si la masse de combustible est suffisante, la combustion s'étend. Si le feu se développe dans un local fermé, il pourra s'éteindre de lui-même par manque d'air.

I.6.3. Phase d'inflammation généralisée :

L'inflammation généralisée se produit après une abondante émission de gaz de distillation qui, en mélange avec l'air ambiant s'enflamment sous l'effet de la chaleur, la température moyenne des gaz près du plafond étant de 600 °C. Un embrasement est susceptible de se produire dès que le flux thermique sur toutes les surfaces combustibles atteint environ 20 kW/m². Cette phase intermédiaire est généralement d'une durée très courte, de l'ordre de quelques minutes, mais c'est la plus importante car le développement de l'incendie est alors inéluctable.

I.6.4. La phase de feu pleinement développé:

La durée de cette phase et son intensité varient, bien entendu, en fonction du potentiel calorifique du local et de l'arrivée d'air frais par les issues. La température s'élève très rapidement, atteignant 1 000 à 1 200 °C, suivant l'importance de la charge calorifique. L'importance de la masse totale de produits combustibles fait que l'incendie sera principalement influencée soit par la ventilation, soit par le combustible.

I.6.5. La phase de décroissance : Lorsque le combustible s'épuise, l'incendie perd de son ampleur, les flammes régressent laissant la place aux braises. La température commence à décroître lentement, de façon linéaire, de 7 à 10 °C par minute, suivant la durée de combustion vive. En règle générale, plus la phase active d'un incendie a été longue, plus longue sera sa phase de décroissance. Toutefois, on peut encore souvent constater pendant cette période la naissance de nouveaux foyers générés par les phénomènes de conduction ou de rayonnement des braises, ainsi que la destruction de structures entamée lors de la phase précédente. [7]

Chapitre I : présentation des phénomènes et des dangers de feu

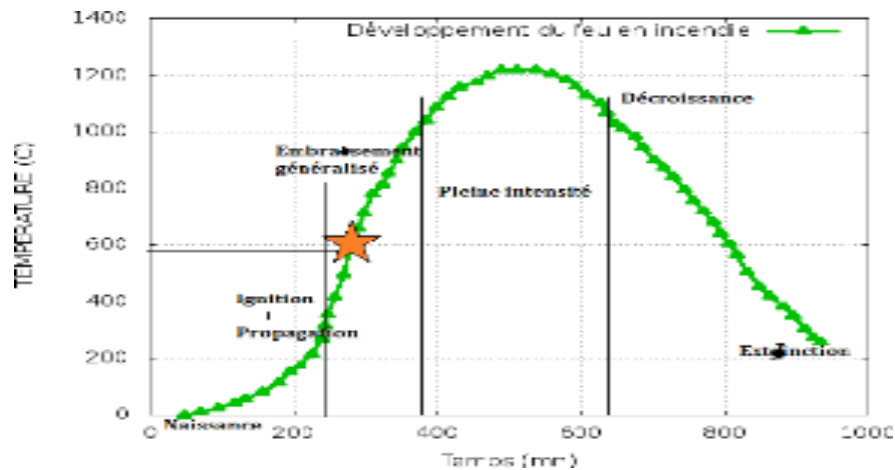


FIGURE 1.6 : Les phases de développement d'un incendie

I.7. Les facteurs favorisant le risque de feux de forêt :

La structure et la composition de la végétation, les conditions météorologiques et le relief, les activités humaines enfin peuvent plus ou moins favoriser l'éclosion et la propagation des feux de forêt.

I.7.1. La structure et la composition de la végétation :

Certaines formations végétales sont plus sensibles au feu que d'autres ; leur vulnérabilité ou leur résistance dépend de nombreux facteurs, tels que la structure du peuplement forestier (qui évolue avec l'âge), son aptitude à couvrir le sol (très variable selon les essences forestières), les vitesses de croissance des espèces constitutives, leur inflammabilité, leur résistance au passage du feu, leur aptitude de reconquête après incendie. Ces rapports sont très complexes et à même d'engendrer un certain nombre d'idées fausses, d'où l'importance des observations de terrain et des mesures de laboratoire.

Ainsi, la structure du peuplement est aussi importante, si ce n'est davantage, que le type de végétation. Enfin, c'est la continuité du couvert végétal, horizontale et verticale, qui va majoritairement jouer sur la sensibilité au feu du peuplement, en favorisant ou non la propagation de l'incendie.

I.7.2. Les conditions météorologiques et le relief :

Chapitre I : présentation des phénomènes et des dangers de feu

Les conditions météorologiques telles que la température, le degré d'humidité de l'air, l'historique des précipitations et le vent influencent fortement la sensibilité de la végétation au feu. En effet, des températures élevées, des vents violents et un déficit hydrique de la végétation constituent un terrain extrêmement favorable à l'éclosion et à la propagation des feux de forêt. Certaines régions se trouvent de ce fait prédisposées à ce risque, comme le pourtour méditerranéen.

Les conditions stationnelles telles que la topographie (pente, cuvette...), l'orientation des versants (ubac/adret) doivent également être prises en compte dans l'appréciation de l'aléa.

I .7.3.Les facteurs humains :

L'évolution de l'occupation du sol, qui conduit, depuis plusieurs décennies, à l'augmentation de l'interface habitat/forêt, accroît considérablement le risque d'incendies de forêt. En effet, les zones de contact entre nature et société sont plus nombreuses du fait de l'extension de l'urbanisation, de l'interpénétration des espaces végétalisés et urbanisés (phénomène de mitage urbain) et souvent du manque d'entretien des coupures naturelles de combustibles (déprise agricole).

Les nombreuses activités humaines telles que les travaux agricoles ou forestiers, les transports, les loisirs, en contact avec ces espaces naturels, contribuent au déclenchement des incendies de forêt.

Ainsi, les interfaces habitat/forêt peuvent être perçues à la fois comme vulnérables au feu et comme sources d'aléa. [8]

I .8.Les conséquences d'un incendie :

L'incendie a des impacts, directs et indirects, sur l'homme, l'entreprise et l'environnement.

La perte humaine pour les victimes et leurs proches est importante. Intoxication par la fumée et les gaz, suffocation, brûlures (la température de la flamme varie de 600 à 1200 °C), blessures par effondrement de bâtiment, peur et stress liés à la fermeture de l'entreprise (incertitude sur l'avenir), invalidité et décès. . .

De plus, les incendies ont un impact économique sur les employés susceptibles de perdre leur emploi et les propriétaires d'entreprise. Cette dernière assume la quasi-totalité des conséquences économiques (indemnisation des victimes, remplacement des équipements, reconstruction des installations, arrêt de la production, etc.). . [9]

Chapitre I : présentation des phénomènes et des dangers de feu

I.9. Les moyens de prévention :

Les incendies peuvent toujours se déclarer, même avec toutes les précautions prises. Aucun risque.

En cas d'incendie, son impact doit être limité pour assurer la sécurité des résidents et sauver un maximum de biens. La protection incendie ne s'improvise pas. Une action rapide et une alerte précoce sont essentielles pour minimiser les dommages et éteindre un incendie. Trois actions majeures se déroulent simultanément.

- Intervention rapide et appropriée de la part des résidents pour contenir l'incendie en attendant l'arrivée de l'aide extérieure.
- Alarme de secours externe.
- Suivez les instructions et les procédures et commencez à évacuer rapidement et calmement.

Dans ce cas, l'intervention des secours extérieurs (pompiers) doit être facilitée. Commencer par une présentation sur les systèmes de détection et d'information. . [10]

I.10. Systèmes de détection et d'informations :

❖ La détection incendie :

La détection d'incendie est la phase qui précède toutes les actions, qu'elles soient manuelles ou automatiques, évacuation ou intervention. Par conséquent, pour éviter les fausses alarmes, nous devons les reconnaître et les signaler en cas d'incendie, dès que possible. L'objectif de la détection d'incendie est de réduire le temps de détection d'incendie. Extinction et évacuation des incendies. Une fois l'emplacement de l'incendie identifié, nous pouvons le faire Scellez le pare-feu et déclenchez l'alarme avant l'activation de l'arroseur.

Les systèmes d'alarme incendie automatiques comprennent au moins un détecteur Un tableau de signalisation qui reçoit des interrupteurs automatiques et des signaux électriques. Détecteur est utilisé

Capturer et transformer les caractéristiques du volume de feu dans des zones spécifiques aux signaux électriques. Lorsque ce signal dépasse le seuil, le panneau de signalisation affiche

Chapitre I : présentation des phénomènes et des dangers de feu

alarmes sonore et optiques. Il ne faut pas oublier que l'humain est le premier moyen de détection. Donc un déclencheur manuel peut être attaché.



Figure 1.7 : Alarme d'incendie

Figure 1.8 : détecteur d'incendie

❖ L'alarmes :

Sont des avertissements de la Société au personnel (et dans certains cas au public) via des signaux sonores et/ou visuels dans une installation qui communiquent des dangers généralement invisibles et inodores sur nos sites. Tous les participants doivent quitter l'établissement rapidement et calmement.

❖ Les alertes :

Sont transmises aux services publics d'urgence. Il est généralement envoyé sur un téléphone municipal, mais peut également être envoyé via une ligne directe, une alarme privée ou une personne extérieure. Si une alarme est déclenchée, les services d'urgence doivent être organisés à l'entrée de l'établissement.

❖ Evacuation :

Chapitre I : présentation des phénomènes et des dangers de feu

Le danger imminent est protégé en dirigeant le personnel et les civils vers des zones sûres, souvent à l'extérieur. L'évacuation est un objectif essentiel pour la sécurité des personnes. Ceci est facilité par l'installation de panneaux d'évacuation. [10]

I .11.Conclusion :

De ce qui précède, on peut conclure que l'objectif de la sécurité incendie est de réduire les pertes humaines, matérielles et économiques en cas d'incendie dans ou autour d'un bâtiment. Par conséquent, ces mesures créatives, techniques et organisationnelles de protection contre les incendies sont nécessaires et doivent être prises par les propriétaires de bâtiments, les autorités de protection contre les incendies et les propriétaires de bâtiments. Divers concepts de prévention des incendies, ainsi que des concepts de conception, de surveillance et d'extinction des incendies, sont essentiels pour éviter les dommages potentiels.

Chapitre II

Internet des objets

II .1.Définition et historique :

Depuis la fin des années 1980, l'Internet a évolué de manière extraordinaire. La dernière étape est l'utilisation de ce réseau mondial pour la communication avec des objets ou entre objets, évolution nommée Internet des Objets ou Internet of Things (IoT). En 1990, le premier objet de connexion a été reformulé. Ce sont des grille-pain, Machine à café ou autres objets du quotidien. En 2000, le fabricant coréen LG a lancé un industriel qui parle sérieusement d'électroménager connecté à Internet et La même année verra les premières expérimentations d'appareils connectés à Internet pour rechercher automatiquement des informations. L'évolution de l'IoT est ainsi rapide : depuis 2014, le nombre d'objets connectés est supérieur au nombre d'humains connectés et il est prévu que plus de 50 milliards d'objets seront connectés à partir de l'année 2020. [11]

L'Internet des objets ouvre la voie vers une multitude de scénarios basés sur l'interconnexion entre le monde physique et le monde virtuel [12], par exemple l'intégration de cette technologie dans l'éducation a un impact important sur le domaine de l'éducation et améliore la qualité de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique.

II.2.Définition :

Internet of Objects ou IoT est l'abréviation anglaise de "Internet of Things". Le terme IoT est apparu pour la première fois dans une conférence de 1999 de l'ingénieur britannique Kevin Ashton. Il était utilisé pour décrire des systèmes dans lesquels des objets physiques étaient connectés à Internet ou à des réseaux locaux. C'est aussi un système qui peut créer et transmettre des données qui ajoutent de la valeur aux utilisateurs à travers divers services (agrégation, analyse, etc.). [13]

Selon l'UIT (Union internationale des télécommunications), l'Internet des objets est défini comme « un ensemble d'informations qui permet des services avancés via des informations d'objets (physiques ou virtuels) et une connectivité d'objets grâce à des technologies interopérables existantes ou en développement ».

II .3.L'architecture IOT :

L'architecture des systèmes IoT se compose de plusieurs couches qui communiquent entre elles pour connecter le monde physique des objets et le monde virtuel des réseaux et des clouds. Tous les projets n'ont pas formellement la même architecture, mais il est possible de schématiser le flux de données

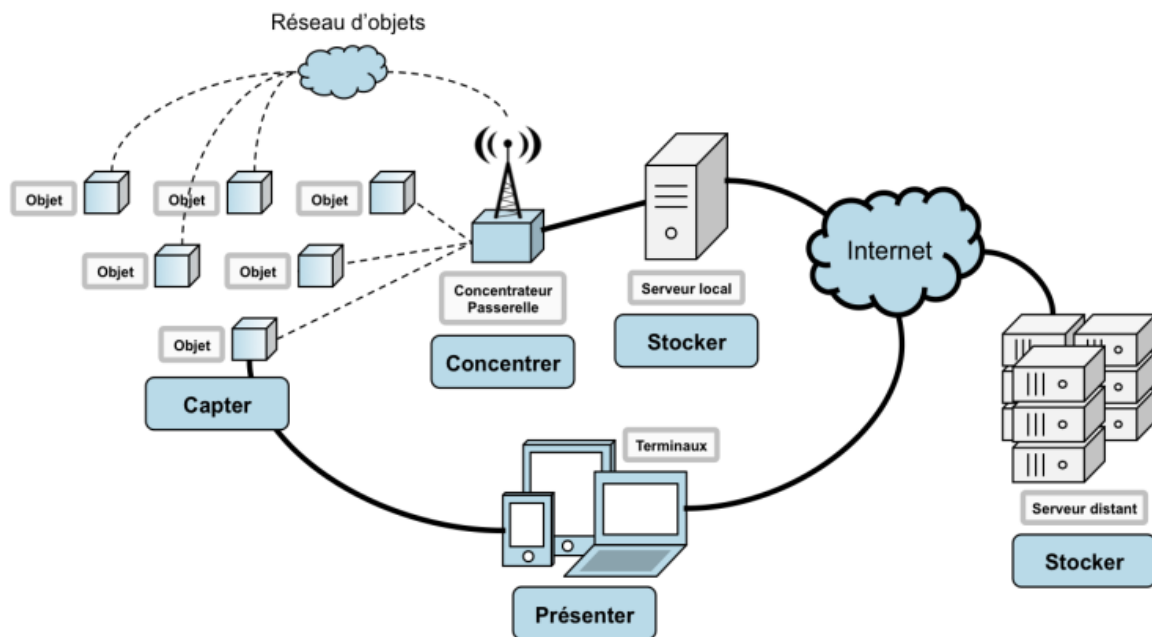


Figure II.1: Architecture de l'IOT [14]

II .4.Les différentes couches de L'IOT :

1. **La couche de perception :** La tâche principale de la couche sensorielle est de détecter des caractéristiques physiques telles que la température, l'humidité, le niveau de lumière et la vitesse à travers divers dispositifs de détection et de convertir ces informations en signaux numériques. Les objets de cette couche peuvent avoir des capacités de détection ou d'actionnement. (Les actionneurs sont des dispositifs qui peuvent recevoir des commandes programmées et effectuer des tâches à des moments précis.)
2. **La couche réseau :** La couche réseau est la couche responsable du transfert des données reçues de la couche de reconnaissance vers une base de données, un serveur ou un centre de traitement. Les principales technologies utilisées pour fabriquer cette couche sont :
 technologie cellulaire
 Couche Perception, Couche Réseau, Couche Application 2G/3G/LTE, Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee ou Ethernet, ces différentes technologies pourront à l'avenir gérer plusieurs objets connectés. L'Internet des objets sera un immense réseau qui non seulement connecte un grand nombre d'objets, mais contient également des réseaux hétérogènes.

3. La couche d'application : La couche application analyse les informations reçues de la couche réseau. Cette couche fournit des applications pour toutes sortes de défis techniques. Cette couche jouera un rôle clé dans l'adoption de l'IoT, car ces applications faciliteront l'Internet des objets. . [14]

II .5. Les composants de L'IOT :

Un système IoT rassemble de nombreux acteurs et composants techniques. Il se compose d'objets connectés, de réseaux de communication sans fil, de plateformes de collecte, d'hébergement et de traitement de données.

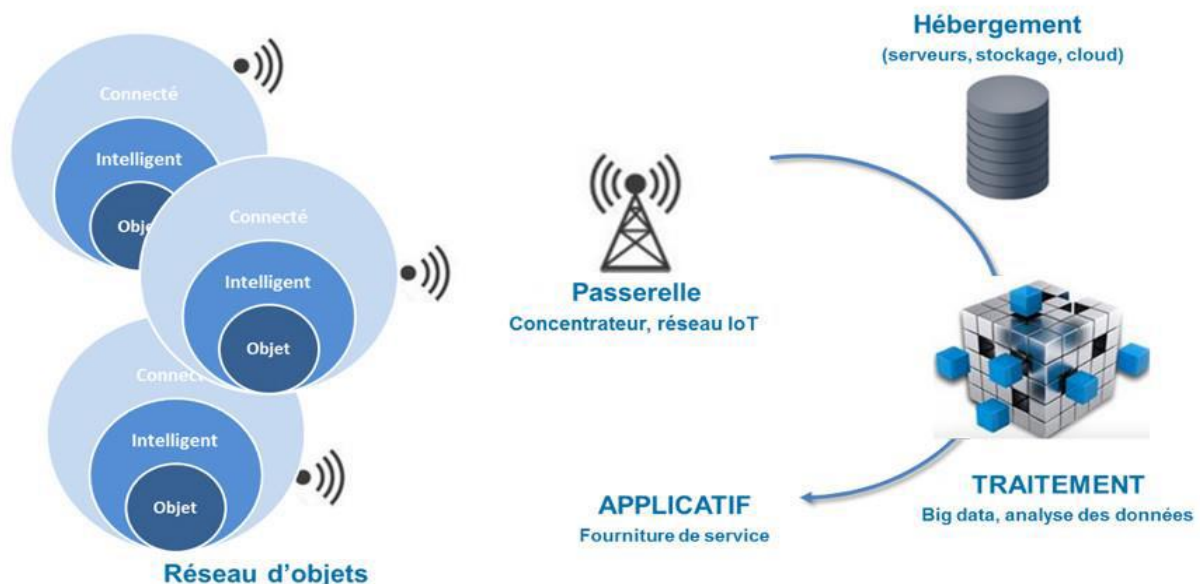


Figure II .2 : Système d'Internet des Objets

Un objet connecté est avant tout un objet ayant ses propres fonctions mécaniques et/ou électriques, qui peuvent être conçus pour être directement « connectable » ou déjà existant et dont la connectivité peut être retraitée. [15]

Les objets connectés ont la capacité de collecter des données à partir de capteurs, de traiter ces données, de communiquer via des fonctionnalités de connectivité et de recevoir des instructions pour effectuer des actions sur des actionneurs. En général, la fonctionnalité des objets connectés nécessite de la puissance, notamment lorsque les données sont prétraitées avec puissance. Pour assurer le fonctionnement d'un objet connecté nous avons besoin des composants suivants :

a) Les capteurs

Un capteur est un appareil capable de convertir une grandeur physique observée (température, luminosité, mouvement, etc.) en une grandeur numérique exploitable par un logiciel. [15] Il existe une grande variété de capteurs de toutes sortes, et les objets en réseau ont souvent la capacité d'enregistrer ces grandeurs physiques à leur emplacement. Il existe trois types de capteurs, classifié selon leurs sorties :

- Numérique dont la sortie est une valeur binaire.
- Logique (Tout ou rien) dont la sortie n'a que deux états électriques, soit Haut (1) soit Bas (0), qui est un cas spécial du type numérique.
- Analogique dont la sortie est un signal continu et proportionnel à la valeur mesurée.

b) Réseaux de capteurs

Pour répondre aux besoins de communication entre capteurs, les capteurs sont équipés de dispositifs radio pour envoyer et recevoir des données. Mais cela ne suffit pas pour rendre différents capteurs accessibles, ou du moins interopérables, transparents et simples. Le capteur lui-même doit également être organisé. Un réseau de capteurs se caractérise par le fait que ses éléments sont de très petits appareils avec possibilité de transmission radio.

c) Les sources d'énergie :

Les sources d'énergie sont de quatre types : [15]

- Alimentation filaire pour les objets ayant accès à une prise de courant.
- Piles ou batteries pour ceux qui n'y ont pas accès ou de manière occasionnelle (recharge).
- Capteurs d'énergie (photovoltaïque, thermoélectrique, ...) comme les panneaux solaires pour rallonger la durée de vie des objets à très faible consommation.
- Objets passifs sans piles qui sont alimentés par les ondes électromagnétiques des lecteurs (RFID NFC...)

d) Le module de connectivité :

La connectivité d'un objet est assurée par une petite antenne radiofréquence, permettant à l'objet de communiquer avec un ou plusieurs réseaux.

D'une part, les objets pourront suivre des informations telles que leur identité, leur état et les données des capteurs, et d'autre part, ils pourront recevoir des informations telles que des instructions et des données comportementales.

.Quelques exemples de modules de connectivité :

e) Les actionneurs :

Un actionneur est un dispositif qui convertit des données numériques en phénomènes physiques pour produire un mouvement. C'est en quelque sorte le contraire d'un capteur. Voici des exemples d'acteurs :

Moteurs, haut-parleurs, écrans, interrupteurs, lampes, pompes, serrures, vannes, ventilateurs, actionneurs . [15]

II .6.Standards et normalisations :

L'une des pierres angulaires de l'IoT repose sur la capacité des objets à communiquer entre eux, quel que soit le type, l'origine ou l'emplacement de l'objet. Interopérabilité et ouverture sont deux mots clés de l'Internet des objets. Certains pensent que l'utilisation du seul protocole IP est suffisante pour atteindre cet objectif. Le problème est infiniment plus complexe en pratique et pose d'énormes problèmes de normalisation.

Les principales organisations qui se préoccupent de l'IoT, elles sont nombreuses et certaines (ETSI, IEEE, IETF).

Il existe plusieurs normes de l'internet des objets dans cette partie nous mettons l'accent seulement sur quelques-unes :

- **WiFi** : (correspondant à la famille des standards IEEE 802.11) qui équipe aujourd'hui tous les nouveaux Smartphones, et est utilisée principalement par les réseaux locaux sans fil. Le Wifi permet l'accès à Internet avec des vitesses de transfert atteignant facilement des dizaines de méga bits par seconde. Il est caractérisé par une consommation relativement importante, et donc une autonomie faible pour les équipements qui l'embarquent [6].
- **Bluetooth** : Il est également installé dans la plupart des appareils intelligents. De nombreux objets de communication l'adopteront également. Ceci est défini par le groupe d'intérêt sur les réseaux personnels sans fil Bluetooth. Dans sa version de base, le Bluetooth offre une communication à courte portée et un débit beaucoup plus faible

que le WiFi, qui est de l'ordre de centaines de kilobits par seconde. Se concentrant sur la communication d'objets, la dernière version 4.2 est 2,5 fois plus rapide. Mieux que ce que promettaient les versions précédentes et en même temps consomme très peu d'énergie. Les montres connectées et plus avec cette dernière version pourront communiquer directement avec votre routeur sans smartphone et accéder à internet via le protocole 6LowPan d'IPv6. [16].

- **Zigbee :** Il est également installé dans la plupart des appareils intelligents. De nombreux objets de communication l'adopteront également. Ceci est défini par le groupe d'intérêt sur les réseaux personnels sans fil Bluetooth. Dans sa version de base, le Bluetooth offre une communication à courte portée et un débit beaucoup plus faible que le WiFi, qui est de l'ordre de centaines de kilobits par seconde. Se concentrant sur la communication d'objets, la dernière version 4.2 est 2,5 fois plus rapide. Mieux que ce que promettaient les versions précédentes et en même temps consomme très peu d'énergie. Les montres connectées et plus avec cette dernière version pourront communiquer directement avec votre routeur sans smartphone et accéder à internet via le protocole 6LowPan d'IPv6.

II .7.Les plateformes de développement d'IoT :

Une plateforme IoT est une plateforme technologique qui collecte des données et surveille et surveille les objets connectés. Les plates-formes logicielles IoT disposent d'une intelligence intégrée qui offre un large éventail de possibilités. Les mesures peuvent être enregistrées dans le but de créer un historique qui permet des prédictions. La plateforme IoT communique avec diverses plateformes de services qui fournissent des services numériques aux utilisateurs finaux, récupèrent des données collectées à partir d'objets, permettent des actions de gestion et fournissent une couche d'information (alertes, conseils, etc.). [17]

Il fait partie intégrante du vaste IoT qui prend en charge et connecte tous les composants que le système touche (Figure 1-3). Une plateforme IoT est une technologie qui facilite le déploiement, la gestion et l'automatisation des appareils connectés dans le monde de l'Internet des objets. Il s'appuie principalement sur des options de connectivité robustes, des mécanismes de sécurité d'entreprise et des capacités de traitement de données à grande échelle pour connecter un matériel aussi disparate au cloud.

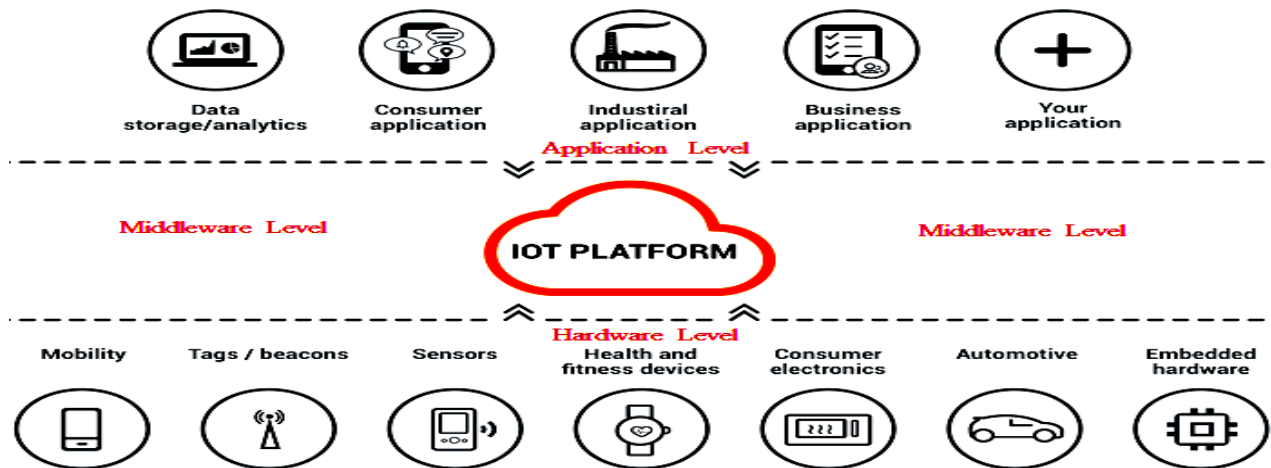


Figure II .3 : Plateforme IoT

Parmi ces plateformes d'IoT, nous citons :

a) Google Cloud Plateforme :

Google Cloud Platform est une plate-forme de "cloud computing" fournie par Google qui fournit un hébergement sur la même infrastructure que Google utilise en interne pour des produits tels que son moteur de recherche. Produits pour créer des programmes allant de simples sites Web à des applications complexes [18]

b) Cisco IoT Plateforme : La plate-forme Cisco IoT fournit une solution IoT simple et sécurisée avec connectivité réseau, analyse de données, activation, gestion et automatisation des applications. Nous promettons une plate-forme sécurisée pour connecter efficacement des millions d'appareils dans différentes régions. Il peut prendre en charge l'automatisation industrielle, la gestion de l'énergie, les villes intelligentes et les systèmes de transport [18]

c) Samsung ARTIK Plateforme : Samsung a récemment lancé une solution de développement d'applications Internet des objets. Nous proposons une large gamme de modules pour connecter les produits IoT, des simples capteurs aux hubs complexes [18]. La petite solution pour diverses applications est l'une des principales caractéristiques des modules ARTIK.

II .8.Les Protocoles de communication :

Plusieurs protocoles de communication peuvent être utilisés pour le développement des systèmes d'IoT, tels que :

➤ Le Protocole CoAP :

CoAP (Constrained Application Protocol) est un protocole de transmission Web optimisé pour les appareils et les réseaux contraints utilisés dans les réseaux de capteurs sans fil pour construire l'Internet des objets. Il permet de manipuler des objets de communication et des ressources capteurs identifiés par des URI à travers un modèle d'interaction client/serveur, s'appuyant sur des échanges requête/réponse et des méthodes similaires au protocole http.

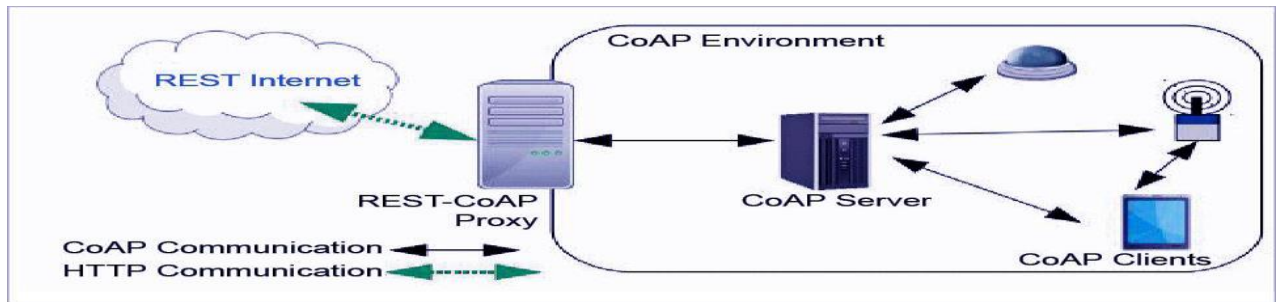


Figure II. 4 : Protocole CoAP

➤ Le Protocole MQTT :

MQTT signifie "Message Queuing Telemetry Transport". Il a été créé en 1999 par les employés d'IBM Andrew Stanford-Clark et Arlen Nipper. MQTT joue un rôle important dans l'Internet des objets, un protocole standardisé basé sur TCP/IP qui permet aux clients de publier et/ou de s'abonner à des informations. Ces clients communiquent avec un serveur "courtier". Il s'agit d'un programme qui reçoit les informations publiées et les transmet aux clients abonnés. Le processus MQTT est divisé en quatre étapes distinctes : Connectez-vous, authentifiez-vous, communiquez, terminez. Il est conçu pour être léger et nécessite très peu de bande passante réseau. L'une de ses fonctionnalités est le cryptage TLS/SSL. Il simplifie la gestion des déconnexions et reconnexions, ce qui est utile lorsque la connexion est instable. La taille maximale de la charge utile des messages est de 256 Mo

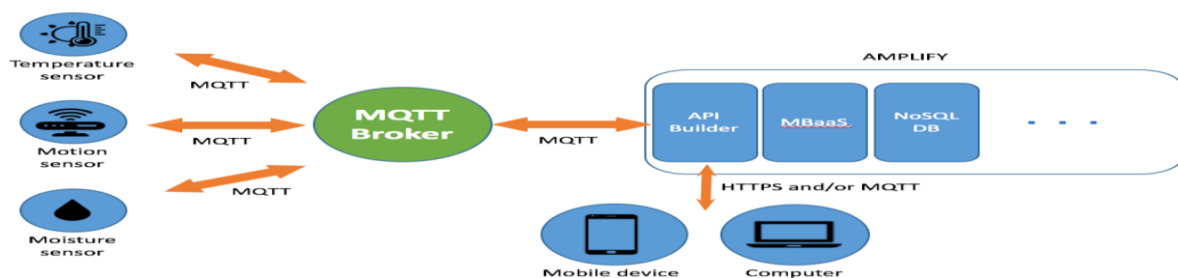


Figure II .5 : MQTT dans un réseau IoT

➤ **Le Protocole AMQP :**

AMQP signifie "Advanced Message Queuing Protocol" et est un protocole de messagerie qui fournit une solution alternative aux produits payants MOM (Message-Oriented Middleware) qui ont été une rupture majeure dans le monde de l'IoT. La fonctionnalité du protocole AMQP repose sur les mêmes principes que celle de MQTT, mais remplace le terme client/serveur (publish/subscribe) par le terme producteur/consommateur (producer/consumer). De plus, grâce à un mécanisme interne appelé "Exchange", AMQP permet de router les messages d'un producteur vers plusieurs sujets. Les critères de routage peuvent être mis en œuvre de différentes manières. Validation du contenu, des en-têtes, des clés de routage, etc. Cela signifie que le même message peut être consommé par différents consommateurs sur plusieurs sujets. [19]

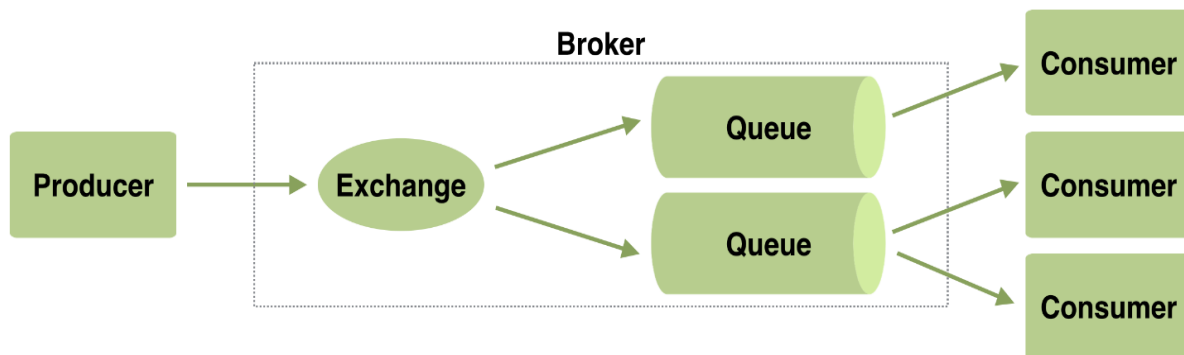


Figure II .6 : Fonctionnement du protocole AMQP

II .9.Domains d'application de l'Internet des objets :

On n'en entendait à peine parler il y a quelques années, et ils sont maintenant partout. Les objets connectés ont envahi notre quotidien sans même que nous y prêtions attention. De la télé intelligente à la voiture connectée, nos loisirs, nos déplacements sont facilités par ces nouveaux outils qui augmentent grandement notre confort.



Figure II .7 : Domaines d’application d’IOT

L'utilisation de l'IOT permettra le développement de plusieurs applications intelligentes qui toucheront essentiellement ceux qu'on citera dans ce qui suit, nous citons brièvement des exemples d'applications de l'IOT :

II .9.1.La domotique :

L'un des domaines d'application IoT les plus passionnants est la mise en réseau de l'électronique grand public. Cela permet un contrôle global des différents appareils technologiques de la maison depuis la même interface (tablette, téléphone, etc.) tout en offrant la possibilité de contrôler à distance ces appareils via une mise en page API sur le web.

II .9.2.La maison intelligente :

Le terme « maison intelligente » désigne le paradigme positionné comme le successeur de la domotique, bénéficiant des avancées de l'informatique ubiquitaire, également appelée informatique ambiante, et intégrant notamment l'Internet des objets. Outre les principaux aspects de l'informatique, la maison intelligente représentée dans les années 2010 doit également être plus orientée vers l'utilisateur. Le principe fonctionnel des maisons intelligentes est la centralisation de la gestion et du contrôle. Contrairement aux installations électriques conventionnelles, les circuits de commande et de puissance sont séparés. Cela permet d'établir une connexion entre le dispositif de commande et le récepteur d'ordres, qui appartiennent normalement à des sous-systèmes distincts

II .9.3.La santé :

L'Internet des objets transformera les soins de santé en rassemblant les principales tendances technologiques et commerciales liées à la mobilité, à l'automatisation et à l'analyse des données pour améliorer les soins aux patients, en donnant aux hôpitaux, aux cliniques et aux autres

établissements de santé les moyens d'agir, et utiliser les données. L'IoT est l'interconnexion d'objets physiques tels que des capteurs intégrés, des actionneurs et d'autres dispositifs qui collectent et transmettent des informations d'activité en temps réel sur des réseaux. Les données collectées à partir de ces appareils peuvent être analysées par des organisations aux fins suivantes:

- Améliorer les soins aux patients en offrant des soins et des services nouveaux ou améliorés afin que les établissements gestionnaires de données puissent se différencier de leurs concurrents.
- Développer de nouveaux services et solutions qui optimisent les processus, augmentent l'efficacité et réduisent les coûts d'exploitation. Découvrez les besoins et les préférences des patients pour permettre aux prestataires de soins de fournir de meilleurs soins et une expérience de soins personnalisée.
- Rendre les réseaux hospitaliers plus intelligents en surveillant de manière proactive l'infrastructure critique et en automatisant le déploiement et la gestion de l'infrastructure informatique.

II .9.4.L'agriculture :

L'agriculture intelligente vise à renforcer la capacité des systèmes agricoles et à contribuer à la sécurité alimentaire en intégrant les besoins d'adaptation et le potentiel d'atténuation dans les stratégies de développement agricole durable.

Cet objectif a finalement été atteint grâce à l'utilisation de nouvelles technologies telles que l'imagerie satellitaire et les ordinateurs, les systèmes de positionnement par satellite tels que le GPS et les capteurs chargés de recueillir des informations utiles sur l'état du sol, l'humidité et la salinité minérale. Nous transmettons ensuite ces informations à nos agriculteurs afin qu'ils prennent les mesures nécessaires pour assurer une bonne production.

II .9.5.L'industrie :

L'utilisation de l'IoT dans l'industrie soutiendra certainement le développement de l'économie et du secteur des services. L'IOT permettra une surveillance complète des produits, de la production à la distribution, grâce à une gestion automatisée, une surveillance à distance et une comptabilité améliorée. L'objectif de cette initiative est de développer davantage la technologie de production et de renforcer les capacités de gestion des entreprises. La technologie IoT permet donc aux usines d'améliorer l'efficacité opérationnelle, de rationaliser la production et, plus important encore, d'améliorer la sécurité des employés.

II .9.6.Les transports :

Depuis l'introduction de l'IoT en 1999, le nombre de véhicules intelligents a augmenté. Presque tous les véhicules vendus aujourd'hui dans le monde sont déjà équipés de capteurs et de moyens de communication pour gérer les embouteillages, la sécurité, la pollution, le transport efficace des marchandises, etc.

L'objectif est de permettre aux voitures de communiquer de manière autonome avec d'autres véhicules et des stations de surveillance centrales pour prévenir les accidents et réduire les coûts d'assurance. Les applications pour smartphones (telles que Waze) sont déjà largement utilisées dans le monde, alertant en temps réel les utilisateurs d'applications de la présence de radars mobiles, d'accidents et d'embouteillages sur les autoroutes, et utilisant Google Maps pour proposer des itinéraires plus rapides. Certains véhicules sont également équipés d'une fonction d'appel SOS.

II .9.7.IOT dans le domaine de la sécurité :

Pour les firmes de stratégie, ces entreprises s'imposeront bientôt comme des alliées des personnes qui habitent chez elles. En fournissant des données sur la consommation d'énergie des ménages, ces groupes plaident contre le facteur EDF des fournisseurs d'énergie, mais comme le facteur énergétique diminue, les clients peuvent être contraints de suivre, il sera difficile de maintenir la précision. [20]

II .10.Les problèmes rencontrés dans L'IOT :

L'IoT gère nos données personnelles, en effet, les objets connectés produisent de grandes quantités d'information et le traitement de cette masse de données implique de nouvelle préoccupation notamment autour de la confidentialité et de la sécurité.

Le logiciel n'est pas sûr :

Dans le passé, il y a eu des attaques DDoS contre les appareils IoT, des attaques par déni de service qui empêchent le serveur de fonctionner après avoir reçu un grand nombre de demandes d'accès. En effet, la plupart des utilisateurs ont le même nom d'utilisateur et le même mot de passe, ce qui permet aux amis d'autres personnes de mener ce type d'attaque de gang. Vous pouvez également les désactiver tous en même temps. Par conséquent, nous vous recommandons de changer votre nom d'utilisateur et votre mot de passe lors de la première utilisation.

Les informations ne sont pas cryptées :

Un autre inconvénient de la technologie Internet des objets est que les informations ne sont à aucun moment cryptées, en particulier sur les appareils les moins chers du marché. Cela permet aux amis d'autres personnes d'accéder à ces informations. En ce qui concerne les caméras de surveillance, nous pouvons considérer notre vie privée comme gravement violée, surtout lorsque ces images circulent sur Internet.

Incompatibilité:

Puisqu'il n'y avait pas de protocole unique à suivre depuis le début, chaque fabricant a adapté le premier protocole qu'il a trouvé, seulement pour se tromper, et bientôt de nombreux appareils plus anciens étaient incompatibles les uns avec les autres. Heureusement, Google, Apple et Amazon se sont engagés à utiliser le protocole Zigbee, l'un des protocoles les plus largement utilisés, de sorte qu'à l'avenir, il deviendra la norme de l'industrie pour les appareils intelligents, et les problèmes de compatibilité seront finalement résolus. [21].

II .11.La sécurité dans L'IOT:

Les problèmes de sécurité IOT nécessitent une sécurité pour les systèmes IOT. Par conséquent, en examinant les paramètres traditionnels des besoins de sécurité

• crédibilité:

Les informations reçues par le lecteur doivent être affichées qu'elles proviennent ou non d'une étiquette électronique authentifiée.

- Confidentialité: N'utilisez pas d'étiquettes RFID électroniques pour divulguer des informations sensibles à des lecteurs non autorisés.

• Majesté:

Lors de l'envoi d'informations à l'IOT, l'intégrité des données garantit l'originalité de l'information. Il faut s'assurer que les informations envoyées n'ont pas été falsifiées, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas été altérées, copiées ou remplacées par un attaquant.

- Confidentialité: La confidentialité, telle que l'identité des utilisateurs individuels et les intérêts commerciaux, doit être protégée par un système IOT sécurisé.

• Disponibilité:

Les utilisateurs autorisés peuvent utiliser divers services fournis par l'IoT et empêcher les attaques DOS pour garantir la disponibilité du service. Les attaques DOS sont l'une des principales causes de compromis de disponibilité.

II .12. Les réseaux de capteurs sans fil :

Les RCSFs se composent généralement d'un grand nombre de nœuds capteurs minuscules, stationnaires ou mobiles, souvent déployés aléatoirement dans un champ de captage. Ce dernier est généralement un milieu hostile, isolé ou difficile à contrôler, ou la mission d'un nœud capteur consiste à chaque fois, de récolter, d'une façon autonome, des informations précises depuis l'environnement de déploiement. Suivant le type du nœud capteur, la donnée captée peut être la température, l'humidité, la pression, la lumière ou autres. Les nœuds capteurs dans un RCSF communiquent entre eux via des liens radio pour l'acheminement des données collectées à un nœud considéré comme "point de collecte", appelé station de base ou puits. Cette dernière peut être connectée à une machine puissante, appelée gestionnaire des tâches, via Internet ou par satellite. En outre, le réseau peut être configuré de telle sorte que l'utilisateur puisse adresser ses requêtes aux capteurs en précisant l'information requise, et en ciblant les nœuds capteurs qui devraient s'y intéresser

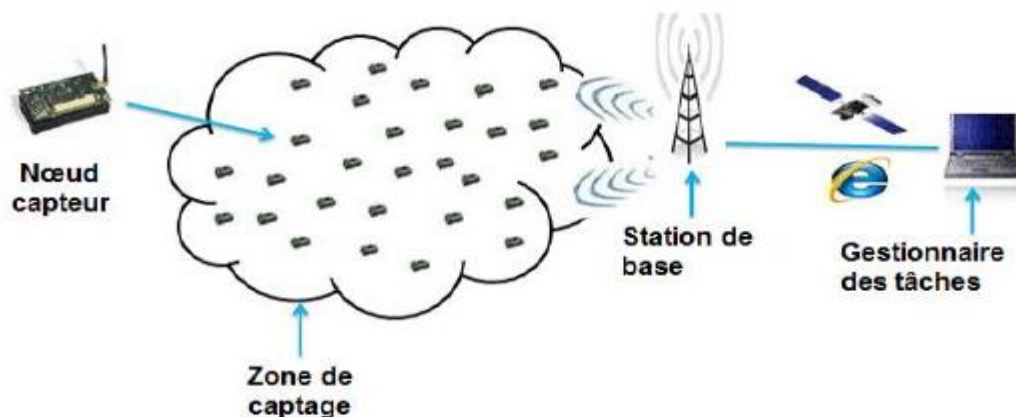


Figure II.8 : Architecture de communication d'un réseau de capteur sans fil

Les RCSFs jouent un rôle très intéressant dans l'Internet des objets. En effet, les capteurs permettent la représentation des caractéristiques dynamiques (température, humidité, pression, mouvements, ...) des objets et des endroits du monde réel dans le monde virtuel représenté par le réseau Internet global. Ainsi, avec l'incorporation des réseaux de capteurs dans l'Internet, Les capteurs deviennent des serveurs (fournisseurs de services) dans ce que l'on désigne par le web des objets (dit WoT pour Web of Things) Ainsi, les services (applications) des RCSFs se rajoutent à l'ensemble des services et applications de l'Internet de futur qui réunira une variété de réseaux fortement hétérogènes (que ça soit sur le plan matériel ou logiciel), soumis à des

contraintes différentes et qui sont déployés pour diverses applications, afin d'en avoir un monde réel très sophistiqué. En plus de ces deux technologies principales (RFID et RCSFs), on trouve également d'autres technologies qui contribuent à la concrétisation du principe de l'Internet des objets.

II .13. Conclusion :

Il est évident que les applications des IoT deviennent de plus en plus prépondérantes. Nous avons fixé l'objectif de développer des applications sécurisées dans cette technologie, nous allons commencer par une étude des IoT. Tout au long de ce chapitre, nous avons délibérément choisi des définitions simples concernant l'internet des objets dans le but d'enlever l'ambiguïté et de démystifier certaines confusions. Ce premier chapitre nous a permis de comprendre certaines généralités sur la technologie "IOT", de lui donner une définition d'un point de vue globale, une meilleure vision sur ce réseau et il nous permet de visionner son domaine d'utilisation, ainsi son mode de fonctionnement ont été présentés, son architecture et enfin les exigences que peut représenter un tel réseau. Tous cela nous donne un aperçu général sur la technologie IOT, et nous permet d'avancer au chapitre suivant et nous essayer d'expliquer comment connecté les objets à internet.

Chapitre III

Conception et réalisation

III.1. Introduction :

Dans ce chapitre, notre objectif est de présenter les outils matériels et logiciels utilisés pour la réalisation de notre travail. Le travail que nous décrivons dans ce mémoire est divisé en deux grandes parties. La première partie vise à réaliser un prototype qui utilise un ensemble de capteurs et de microcontrôleurs pour s'autogérer. La deuxième partie consiste à développer une application Android qui utilise l'IoT (Internet des objets) pour contrôler notre système à distance.

Nous utilisons dans ce projet des outils matériels tels que le microcontrôleur Arduino, ainsi qu'un ensemble de capteurs et de composants. Pour le développement de notre application, nous introduisons la notion de "Cloud Storage" utilisée pour sauvegarder les données de l'application sur le Cloud. Nous avons également utilisé le programme MIT App Inventor, qui permet aux débutants d'apprendre et de développer des applications Android. L'objectif principal est de montrer comment l'application est complétée et développée, tout en étant compatible avec Android, ce qui permet un apprentissage rapide. La programmation implique plusieurs étapes de conception, que nous expliquerons dans leur contexte approprié.

III .2.Objectifs et principe de la solution proposée :

Le gouvernement algérien a mis en place une politique de défense contre les incendies depuis plusieurs années. Cependant, le nombre d'incendies continue d'augmenter. Reste à savoir si toutes les techniques disponibles sont appliquées et si la politique de prévention est menée jusqu'au bout. L'analyse des bilans des campagnes de prévention et de lutte contre les incendies de forêts, atteste des manques sur le plan organisationnel, réglementaire et législatif, dans ce sens, nous avons proposés une nouvelle méthode de lutte contre les incendies de forêt qui consiste à utiliser les réseaux de capteurs sans fil à la détection des incendies de forêts, le rôle de ces applications est de fournir des données exactes et réelles sur la propagation des incendies dans les forêts.

III .3.Les objectifs**III .3.1.Que permet le système :**

La détection précoce et systématique des incendies.

La localisation précise des départs de feux.

La transmission instantanée des informations permettant aux professionnels de qualifier le départ de feu.

III .3.2.Pour surveiller où et quand on veut

De jour comme de nuit.

Toute l'année ou uniquement en période de risques.

Tout ou partie du territoire.

III .3.3.Pour gagner beaucoup de temps

Un système vigilant en permanence.

Une alerte transmise instantanément.

Une localisation extrêmement précise.

Une visualisation instantanée et en temps réel du sinistre avant même que le 1er véhicule n'ait été envoyé.

III .3.4.Pour limiter les risques, notamment humains

Plus d'homme isolé sur des tours de vigies.

Plus d'agent exposé aux sources d'ondes de télécommunication (mêmes points hauts que les antennes).

III .3.5.Pour tirer les enseignements du passé

Les images permettent, a posteriori, d'étudier l'évènement et le déroulement de la lutte .La base de données alimentée à chaque évènement permet de fiabiliser les statistiques nécessaires à l'amélioration continue de la prévention et de la lutte.

Le suivi du feu sur grand écran au poste central pendant toute l'intervention (des différentes unités, canadiens...) permet de tirer les enseignements de chaque action.

III .4.Principe de fonctionnement

Des capteurs sont déployés dans les zones que les pompiers veulent protéger, généralement à une hauteur d'un mètre et 50 mètres de distance, formation d'une clôture électronique virtuelle de faible puissance. Ces capteurs ont détecté la présence du feu un par un au fur et à mesure de sa propagation. Lorsque le capteur détecte un incendie, il envoie ces informations à la

passerelle, qui renverra les données vers le cloud. Et puis la plateforme alerte les autorités locales lorsqu'elle détecte un potentiel incendie.

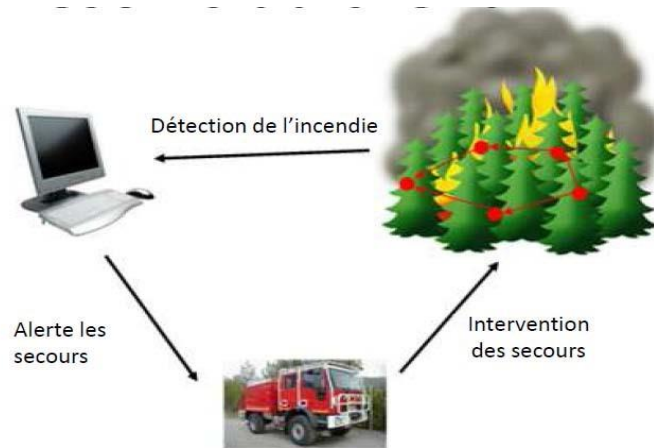


Figure III .1 : Principe général de détection d'un feu de forêt

III .5.Description générale du système

Pour mettre en place un système de détection des feux de forêt sans fil, il est nécessaire d'utiliser un ensemble de capteurs sans fil qui couvrent la région surveillée. Ces capteurs doivent être capables de mesurer la température ambiante et de transmettre ces mesures sans fil vers la station des gardes forestiers via un système de transport dédié développé spécifiquement pour ce projet. Les capteurs sont dispersés dans la région surveillée par les gardes forestiers et doivent respecter l'architecture sous-jacente de notre système, qui est basée sur le principe du clustering. Dans le cadre de notre projet, les tests sont effectués sur une région limitée en raison du nombre limité de capteurs disponibles.

Le système de détection de feu de forêt développé dans notre projet est composé de trois sous-systèmes qui gèrent :

✓ **La détection du feu :**

La détection des feux de forêt s'effectue en surveillant les changements de température, d'humidité et de gaz. Lorsqu'une variation anormale est détectée, telle qu'une augmentation significative de la température, les capteurs envoient des alertes aux gardes forestiers. Ces alertes sont déclenchées lorsque les valeurs mesurées dépassent les seuils prédéfinis fixés par les gardes forestiers. Cela permet d'alerter rapidement les autorités compétentes en cas de risque d'incendie et de prendre les mesures nécessaires pour limiter les dommages

✓ La localisation du feu :

ce service est implémenté par notre système et vise à localiser la région du feu en utilisant les coordonnées GPS, pour cela et puisque la plupart des capteurs ne disposent pas des récepteur GPS on a développé un système de localisation dédiée.

✓ Envoi des alertes à la station de base :

ce service consiste à faire transporter les alertes contenant la valeur de la température et les coordonnées de la région d'incendie saut par saut jusqu'à la station de base en utilisant un protocole dédié.

✓ Architecture du système :

Comme il a été évoqué précédemment le système est composé de trois sous-systèmes qui sont la détection, la localisation du feu et le transport des alertes vers la station de base.

✓ Sous-système de détection du feu :

Ce sous-système sert à mesurer périodiquement la température, humidité, le gaz ambiantes de la forêt et observe si ces paramètres dépassent une valeur fixée par les gardes forestiers. Cette valeur est les valeurs minimales pour laquelle un feu est présumé dans la région.

Le programme développé pour cela fait deux tâches principales :

- Mesurer après chaque période de dix secondes la température ambiante
- Envoyer une alerte si cette valeur dépasse la valeur fixée par les gardes forestiers

✓ Sous-système de localisation

Due au manque des capteurs disposants d'un récepteur GPS et leurs couts élevés, nous avons implémenté un système de localisation dédié permettant la localisation de la région du feu. Dans laquelle seule un capteur, désigné comme repère (ancree), a besoin des coordonnées GPS, le reste des capteurs voisins se localisent par rapport à ce repère, en prenant en considération la distance entre chaque capteur et le repère dans chaque région.

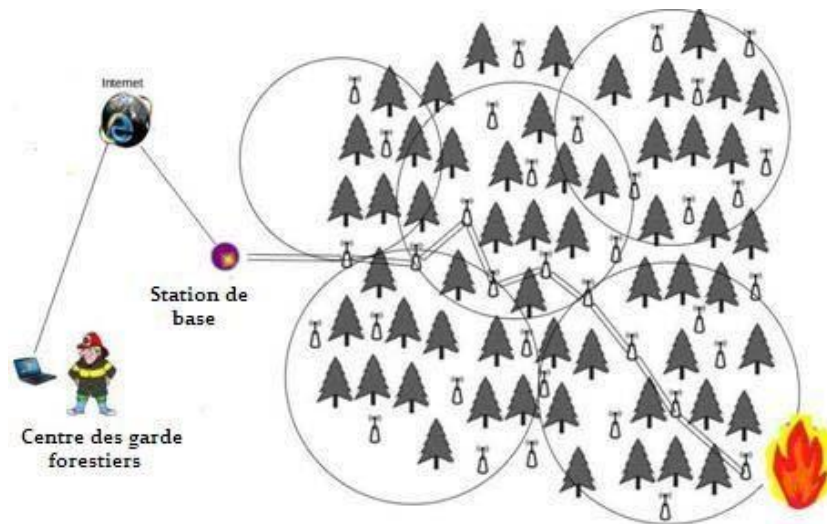


Figure III .2. : Découpage en groupe et envoi des alertes

Cette solution est basée sur le clustering qui consiste à découper la région contrôlée en un ensemble de plus petites régions faciles à localiser et à manipuler (Figure III .2.). Pour faciliter la communication et la localisation des régions ; on désigne pour chaque région ou groupe de capteur un chef. Ce chef est le seul capteur ayant besoin des coordonnées GPS, ces coordonnées sont diffusées au reste des membres de groupe pour leur permettre de se localiser dans la forêt par rapport au chef de groupe. Ce sous-système implémente des protocoles de routage robuste. En plus du routage et l'acheminement de l'information, des protocoles de sécurité par des systèmes de détection d'intrusion ont été implémenté sur les capteurs.

✓ Déploiement du système

La mise en place de notre système s'articule autour de deux parties : entre l'installation des membres de groupe normaux qui s'effectue dans les bureaux des gardes forestiers et l'installation des chefs de groupe qui se fait dans la forêt.

✓ Déploiement des membres de groupe

Ce déploiement se fait en deux parties la première partie est l'installation du programme dédié, présenté précédemment à savoir le système de détection des incendies, de transport, et de localisation dans les capteurs qui se fait dans les bureaux des garde forestiers.

La deuxième partie de déploiement se fait dans la forêt et cela en plaçant des capteurs à des distances égales du chef de groupe. Cette distance ne doit pas dépassée la portée maximale de l'antenne des capteurs et cela pour permettre la communication avec le reste des capteurs dans la forêt.

✓ Le déploiement des chefs de groupe

Les chefs de groupe sont déployés au centre d'un ensemble de capteurs (membres du groupe) comme il a été évoqué précédemment. Contraire au membre du groupe, le chef de groupe a besoin d'une configuration supplémentaire qui consiste à lui affecter des coordonnées GPS et cela en utilisant un appareil disposant d'un récepteur GPS tel qu'un téléphone portable.

Donc la première partie du travail consiste à obtenir les coordonnées GPS de l'emplacement où on va déployer le chef de groupe ensuite configurer tout ça à l'aide d'un PC portable (Figure 3.3).



Figure III .3 : Déploiement des chefs de groupe

III .6.Installation de la station de base

La station de base est un ordinateur de bureau qui est connecté via un port USB à un capteur sans fil. Cette connexion permet à la station de base de recevoir les messages d'alerte diffusés par les capteurs situés dans la forêt. Une fois reçues, ces alertes sont transmises via une connexion Internet au centre des gardes forestiers, afin de leur permettre d'intervenir rapidement pour éteindre le feu.

La station de base assure également la visualisation des messages envoyés par notre système. Ces messages contiennent des informations essentielles, telles que les coordonnées GPS de l'incendie (les coordonnées de l'emplacement où le feu s'est déclaré), ainsi que les mesures de température, de gaz et d'humidité relevées dans cette région. De plus, chaque message contient l'identificateur du capteur ayant déclenché l'alerte.

Grâce à ces données, les gardes forestiers disposent d'informations précieuses pour évaluer la situation et prendre des mesures appropriées pour lutter contre l'incendie. La transmission en

temps réel de ces informations leur permet d'intervenir rapidement et efficacement pour minimiser les dommages causés par le feu.

III .7. Les éléments de la conception

Pour réaliser ce prototype on a utilisé un cahier de charge qui contient des outils hardwares et software nécessaire.

- **Outils logiciels<<Software<<**

1. une plateforme de configuration (Arduino).
2. une plateforme d'internet des objets (Thingspeak IOT).
3. proteuse.
4. la plateforme APP inventor.

- **Composants <<Hardware<<**

Le montage est composé de :

1. capteur de gaz (KQ2).
2. capteur de température.
3. capteur d'humidité (DHT11).
4. capteur de flamme (phototransistor infrarouge).
5. une alarme.
6. ESP 32.
6. Des résistances.
7. Des câbles.
8. une alimentation pour le système.

9. la carte d'essai.

III .8. Logiciel Arduino

Le logiciel Arduino a les principales fonctionnalités suivantes :

- Permettre l'écriture et la compilation de programmes pour la carte Arduino.
- Se connecter à la carte Arduino afin de transférer les programmes.
- Assurer la communication avec la carte Arduino.

Cet environnement de développement intégré (EDI), dédié au langage Arduino et à la programmation des cartes Arduino, comprend les éléments suivants :

- Une barre de menus, similaire à celle que l'on trouve dans tout logiciel à interface graphique (GUI).
- Une barre de boutons offrant un accès direct aux fonctions essentielles du logiciel, ce qui facilite grandement son utilisation.
- Un éditeur (avec coloration syntaxique) permettant d'écrire le code du programme, avec des onglets de navigation.
- Une zone de messages qui affiche l'état des actions en cours.
- Une console texte qui affiche les messages relatifs au résultat de la compilation du programme.

La figure suivante illustre l'interface graphique de ce logiciel EDI.

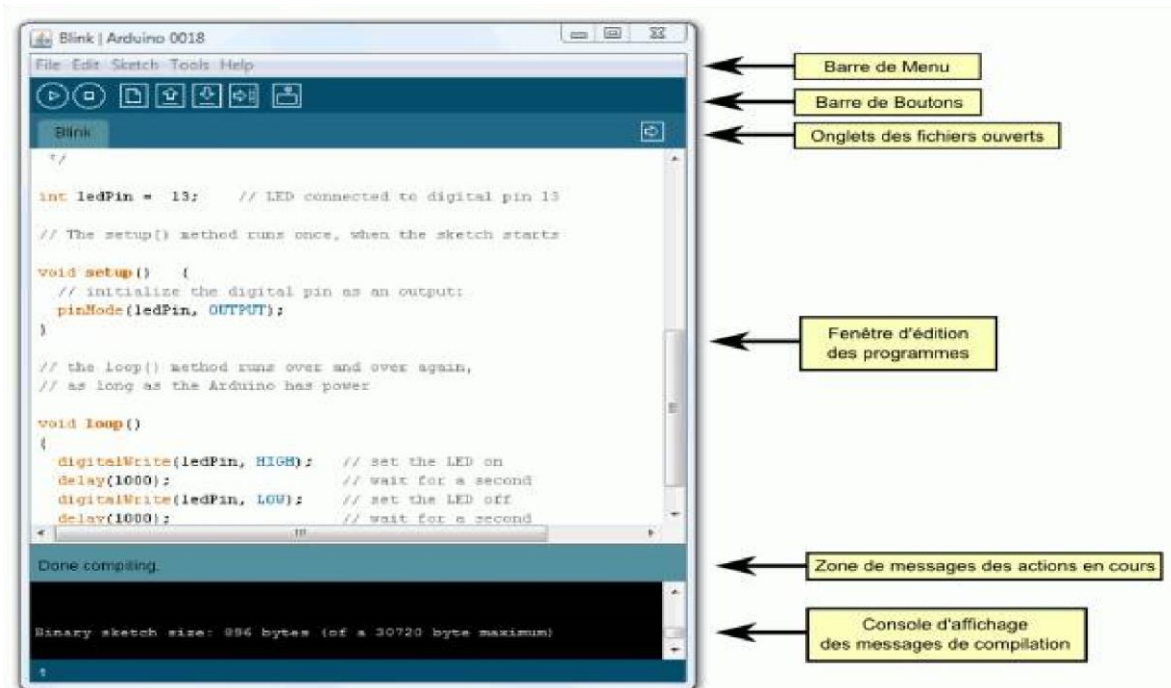


Figure III .4 : Présentation de l'EDI

Le logiciel Arduino intègre également :

Un terminal série (fenêtre séparée) qui permet d'afficher des messages textuels reçus de la carte Arduino et d'envoyer des caractères à la carte Arduino. Cette fonctionnalité facilite le débogage des programmes, en permettant d'afficher sur l'ordinateur l'état des variables, les résultats de calculs ou les conversions analogique-numérique. C'est un élément essentiel pour améliorer, tester et corriger les programmes.

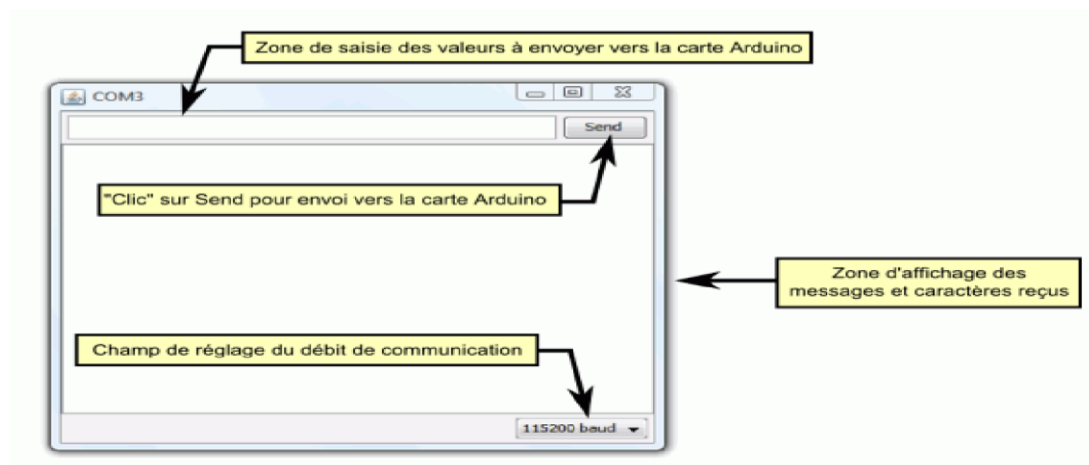


Figure III .5 : Le Terminal Série

III .9.Cloud Storage « ThingSpeak »

« ThingSpeak » est un service de plate-forme d'analyse de l'IdO qui nous permet d'agrégier, de visualiser et d'analyser des flux de données en direct dans le Cloud. ThingSpeak fournit des visualisations instantanées des données postées par vos appareils. Avec la possibilité d'exécuter des codes MATLAB dans ThingSpeak, on peut effectuer une analyse et un traitement en ligne des données au fur et à mesure de leur arrivée. ThingSpeak est souvent utilisé pour le prototypage et la preuve de concept des systèmes d'IdO qui nécessitent des opérations d'analyse [22]

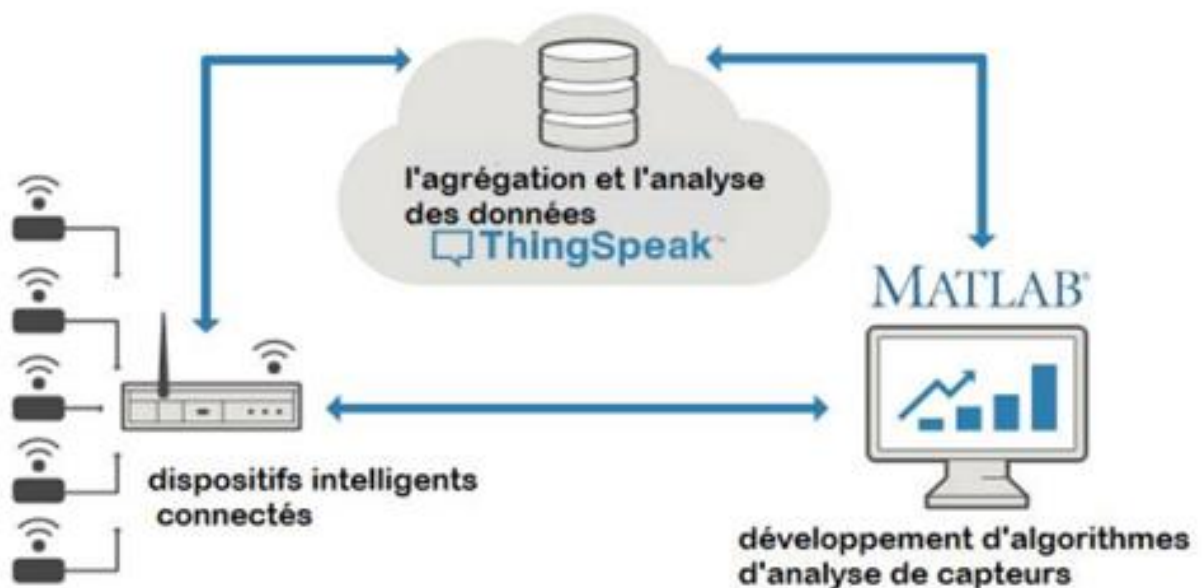


Figure III .6: plateforme ThingSpeak [22]

III .9.1.Collecte des données :

Les données provenant des capteurs sont transmises par le biais des ondes électromagnétiques. Les capteurs sont présents partout, que ce soit dans nos maisons, nos smartphones, nos voitures, notre infrastructure urbaine ou notre équipement industriel. Ils détectent et mesurent des informations telles que la température, l'humidité et la pression. Ces données sont ensuite

communiquées sous forme de valeurs numériques ou de signaux électriques exploitables [22]. Les capteurs, ou "choses", détectent les données et agissent généralement de manière locale.

ThingSpeak offre la possibilité aux capteurs, aux appareils et aux sites Web d'envoyer leurs données vers un canal où elles sont stockées, qu'il soit privé ou public. Par défaut, ThingSpeak stocke les données dans des canaux privés, mais il est également possible d'utiliser des canaux publics pour partager des données avec d'autres utilisateurs. Une fois que les données sont dans un canal, ThingSpeak nous permet de les analyser, de les visualiser, de calculer de nouvelles données et d'interagir avec les médias sociaux, les services Web et d'autres appareils [22].

III .9.2 Analyse de données avec MATLAB

Le stockage des données dans un canal privé facilite l'accès à vos données. Grâce à des outils d'analyse en ligne, il est possible d'explorer et de visualiser les données, ainsi que de découvrir des relations, des modèles et des tendances au sein de celles-ci. De plus, il est possible de calculer de nouvelles données à partir des données existantes. La visualisation des données peut être réalisée sous forme de graphiques, de diagrammes et de jauges [22].

ThingSpeak offre l'accès à MATLAB, ce qui nous aide à mieux comprendre les données. Avec cette fonctionnalité, nous pouvons effectuer les opérations suivantes :

Convertir, combiner et calculer de nouvelles données.

Planifier des calculs à exécuter à des moments spécifiques.

Comprendre visuellement les relations entre les données grâce aux fonctions de traçage intégrées.

Combiner les données provenant de plusieurs canaux pour construire une analyse plus sophistiquée.

Ces fonctionnalités permettent d'obtenir des informations approfondies à partir des données stockées dans ThingSpeak.

III .9.3. Agrégation de données pour déclencher une réaction

Il est en effet très facile d'agir sur les données lorsque certaines conditions sont remplies. Par exemple, si la température mesurée dépasse 70°C, il est possible de mettre en place une action, telle que l'activation d'un moteur. De manière plus complexe, on peut également mettre en marche un moteur lorsque le niveau d'eau dans un réservoir descend en dessous d'une limite

spécifique. De plus, grâce à l'application "Talk Back", il est possible de commander à distance des dispositifs tels que des serrures de portières à piles [22].

ThingSpeak met à disposition des outils qui facilitent la communication entre les appareils pour toutes ces actions et bien plus encore. Ainsi, il est possible de réagir aux données dès qu'elles arrivent sur un canal, que ce soit des données brutes ou de nouvelles données que nous avons calculées. Cette capacité à réagir aux données ouvre de nombreuses possibilités d'automatisation et de contrôle à distance.

Certaines fonctionnalités clés de ThingSpeak incluent la capacité de faire :

- Configurer facilement les périphériques pour envoyer des données à ThingSpeak en utilisant les protocoles IdO courants.
- Visualiser les données de vos capteurs en temps réel.
- Données agrégées à la demande provenant de sources tierces.
- Utiliser la puissance de MATLAB pour donner un sens à vos données IdO.
- Exécuter vos analyses d'IdO automatiquement en fonction de programmes ou d'événements.
- Prototyper et construire des systèmes d'IdO sans installer de serveurs ni développer de logiciels Web.
- Agisser automatiquement sur vos données et communiquer en utilisant des services tiers comme « Twilio » ou « Twitter »

III .6.4. Les étapes pour utiliser ThingSpeak

Etape 1 : Créez compte

Pour pouvoir télécharger les données sur ThingSpeak à des fins d'analyse et de traitement, vous devez créer votre compte.

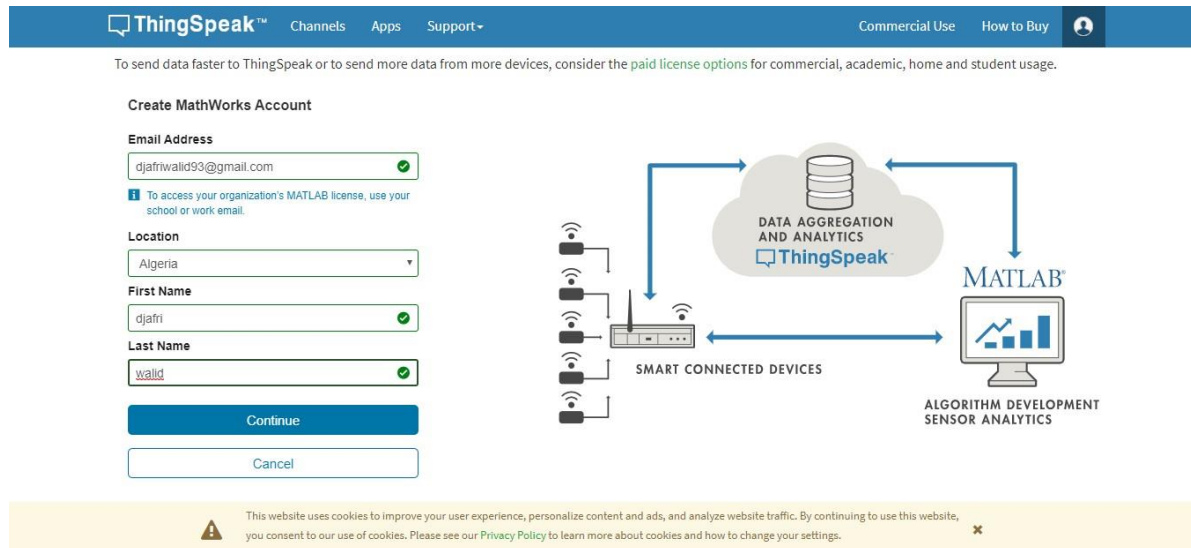


Figure III .7 : Création de compte ThingSpeak

Etape 2 : Créez un nouveau canal.

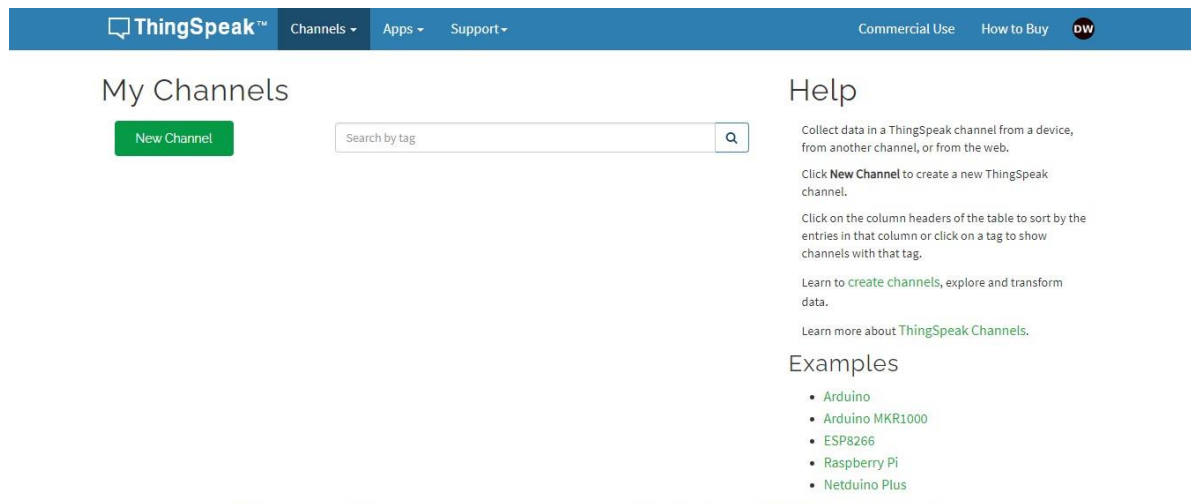


Figure III .8: Création un nouveau canal

Vous devrez saisir les détails du nouveau canal créé. Par exemple, vous pouvez utiliser le nom du projet sur lequel vous travaillez comme nom du canal. En cas de doute, vous pouvez laisser certaines options vides.

Les champs reflètent les données que vous allez télécharger. Par exemple, si vous mesurez la température de la pièce, vous pouvez définir le champ 1 comme

Température de la pièce. À l'issue de cette opération, cliquez sur Enregistrer le canal.

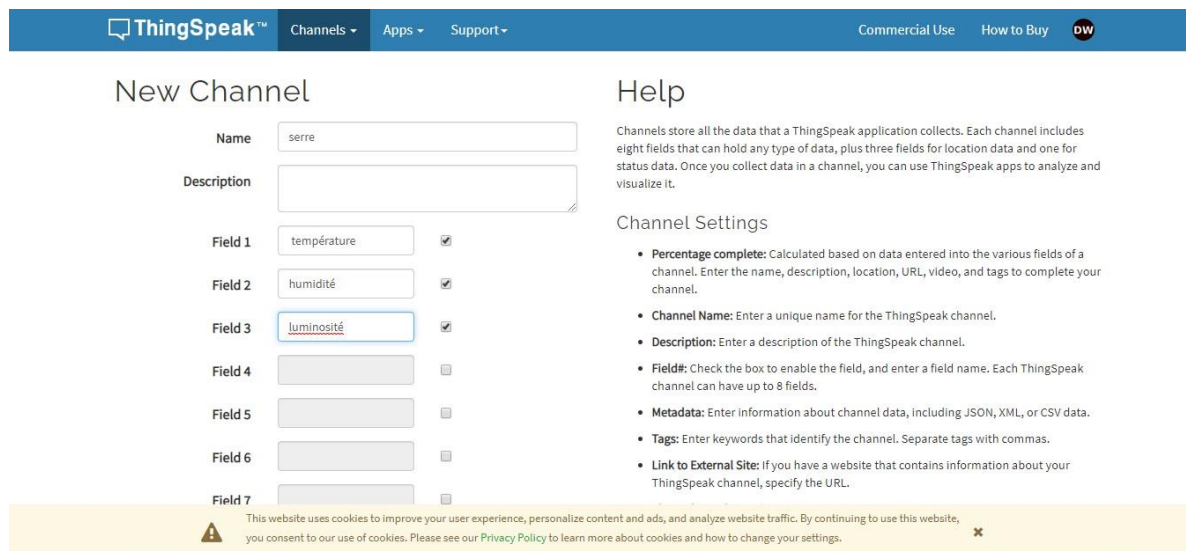


Figure III .9 : Les détails du nouveau canal

Etape 3 : Recherchez la clé API

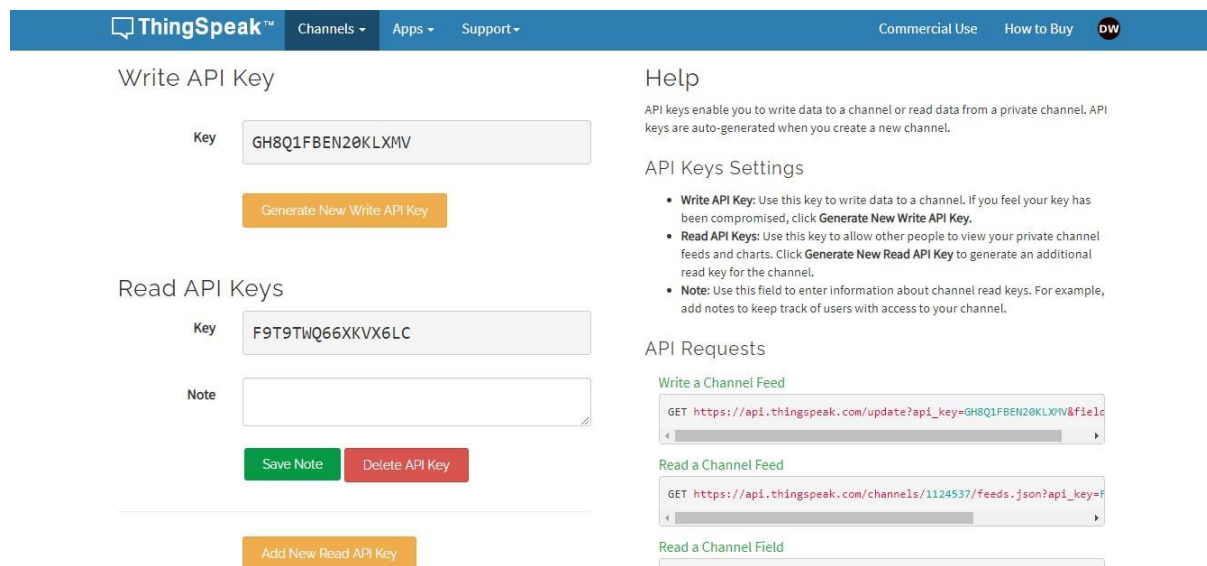


Figure III .10: Obtenir L'API Thingspeak

Etape 4 : Programme de plate-forme Arduino

L'exemple de programme ci-dessous est adapté à l'utilisation d'une plate-forme Arduino, en association avec un module Wi-Fi.

```
Char thingSpeakAddress [] = "api.thingspeak.com";
```

```
String writeAPIKey = "9Q4MMV3SSSWMYQCP » ;
```

Const int updateThingSpeakInterval = 16 * 1000 ; //temps pour mettre à jour

III .7.Présentation générale sur Proteus Professional

Proteus Professional est une suite logicielle largement utilisée dans le domaine de l'électronique. Développée par la société Labcenter Electronics, cette suite offre des outils de CAO (Construction Assistée par Ordinateur) spécifiquement conçus pour les applications électroniques. Elle comprend deux logiciels principaux : ISIS, ARES, PROSPICE et VSM.

ISIS et ARES sont les composants principaux de la suite Proteus Professional. ISIS est un logiciel de CAO électronique permettant la conception de circuits électroniques, la simulation de schémas, ainsi que la vérification de leur fonctionnement. ARES, quant à lui, est un logiciel de routage de circuits imprimés (PCB), qui facilite la création de cartes de circuits imprimés à partir des schémas conçus avec ISIS.

PROSPICE est un logiciel de simulation de circuits électroniques avancé, intégré à la suite Proteus Professional. Il permet d'effectuer des analyses plus poussées et précises des circuits électroniques, en tenant compte de divers paramètres.

Enfin, VSM (Virtual System Modeling) est un composant de la suite Proteus Professional qui permet la modélisation et la simulation de systèmes électroniques complets, y compris des microcontrôleurs et des périphériques interactifs. Il offre la possibilité de tester et de valider le comportement d'un système électronique avant sa réalisation matérielle.

Proteus Professional jouit d'une grande réputation dans le domaine de l'électronique en raison de sa polyvalence et de ses fonctionnalités avancées, ce qui en fait un outil très apprécié des concepteurs électronique

De nombreuses entreprises et organismes de formation (incluant lycée et université) utilisent cette suite logicielle. Outre la popularité de l'outil, Proteus Professional possède d'autres avantages :

- A• Pack contenant des logiciels facile et rapide à comprendre et utiliser.
- B• Le support technique est performant.
- C• L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet.

III .7.1.Simulation du système :

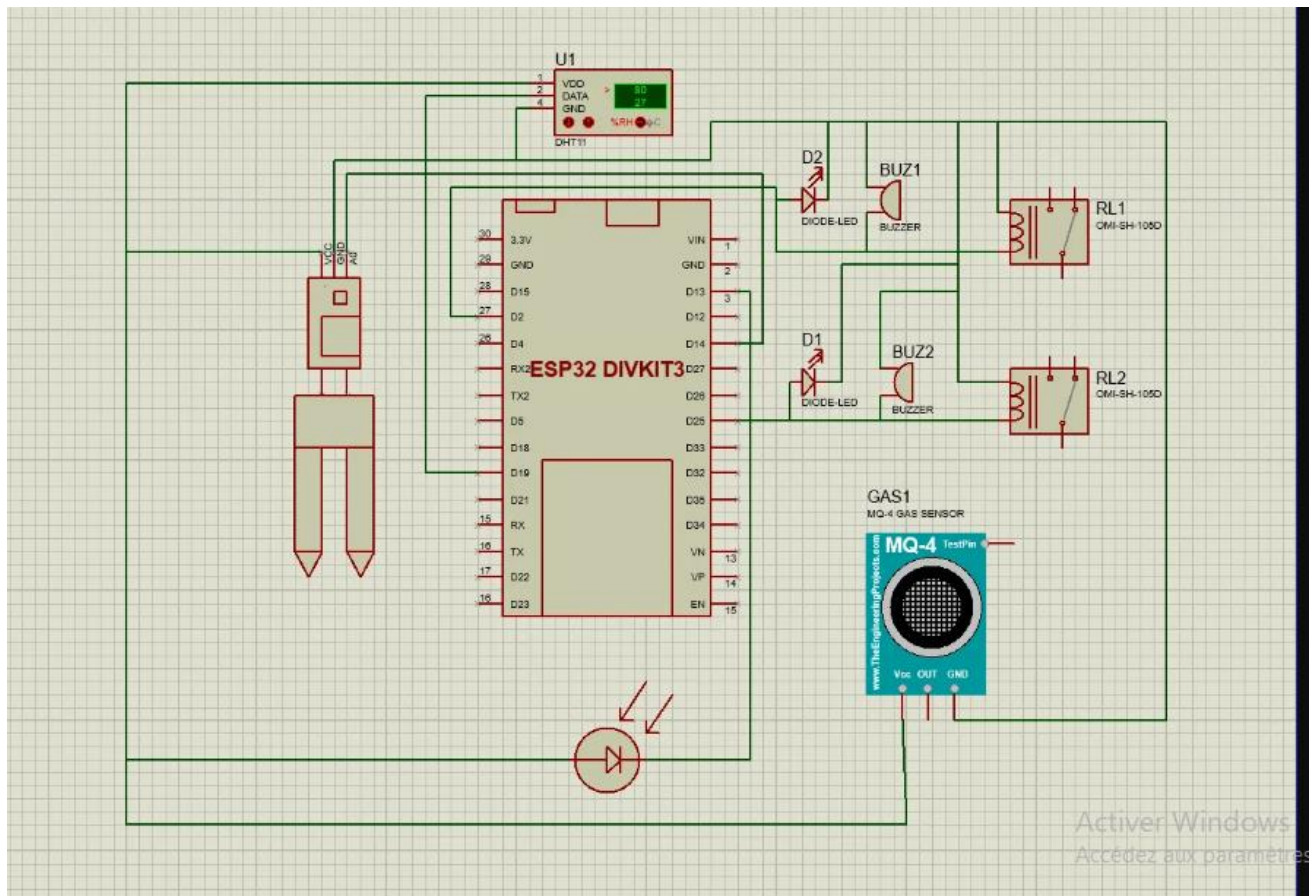


Figure III .10 : simulation du système de détection

III .8.Les capteurs

III .8.1. Définition d'un capteur

Un capteur est un dispositif conçu pour prélever une grandeur physique et la convertir en un signal utilisable. La grandeur physique, également appelée mesurande, n'est généralement pas directement exploitable, mais elle sert de signal d'entrée au capteur. Le capteur effectue une transformation pour produire un signal de mesure, de sortie ou de réponse, qui est généralement de nature électrique. Ce signal de mesure représente la grandeur à mesurer et doit être indépendant des autres grandeurs perturbatrices [23].

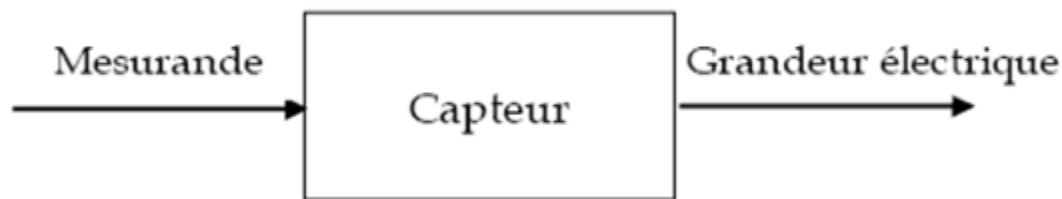


Figure III .11 : Schéma fonctionnel d'un capteur [24]

III .8.2.Caractéristiques des capteurs

Les capteurs sont distingués par les caractéristiques suivantes [25] :

- **Étendue de mesure (Pleine Echelle) :** L'étendue de mesure est la différence entre la limite supérieure et la limite inférieure de la grandeur mesurable par un capteur. Lorsque le capteur fournit une valeur de la grandeur entre 0 et le maximum, ce maximum est appelé « Pleine Echelle ».
- **Résolution :** plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur.
- **Rapidité :** temps de réaction du capteur. La rapidité est liée à la bande passante.
- **Précision :** Aptitude du capteur à donner une mesure proche de la valeur vraie.
- **Sensibilité :** représente la variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée.
- **Linéarité :** représente l'écart de sensibilité sur l'étendue de mesure.
- **Finesse :** Elle permet d'estimer l'influence que peut avoir le capteur et de son support ou de ses liaisons sur la grandeur à mesurer. Par exemple, dans le cas d'un capteur de température, une capacité calorifique importante réduit sa finesse.
- **Fréquence de résonance :** Un capteur possède une réponse qui peut dépendre de la fréquence de la grandeur mesurée. Lorsqu'il existe une fréquence à laquelle la réponse est particulièrement élevée, celle-ci est appelée fréquence de résonance.

III .8.3.Les capteurs utilisés

III .8.3.1. Capteur Température & humidité (DHT11)

Le capteur de température et d'humidité communique avec le microcontrôleur via une seule broche en utilisant le protocole OneWire. Cette technologie, utilisée par le capteur DHT11,

offre une grande fiabilité, une excellente stabilité à long terme et un temps de réponse très rapide. Les capteurs utilisant cette technologie sont relativement simples à utiliser, abordables et sont parfaitement adaptés aux amateurs qui souhaitent explorer le monde qui les entoure [26]



Figure III .12 : Capteur Température & humidité (DHT11)

Tableau III .1 : caractéristiques du capteur de température

Alimentation	3 à 5 V
Consommation :	0.5 mA en nominal / 2.5 mA maximum
Etendue de la mesure de température	0°C ~ 50°C
Etendue de la mesure de l'humidité	20 ~ 80%
Précision :	Température => +/- 2°C et Humidité => +/- 5%
Période de mesure	1Hz (1 mesure par seconde)
Dimensions	12x15.5x5.5 mm
Stabilité à long terme	+/- 1% par an

III .8.3.2.Capteur de Gaz (MQ-2)

Module de qualité de l'air du capteur de fumée MQ-2 peut détecter une concentration minimale d'hydrogène et de gaz hydrocarbures (propane, méthane, butane) dans l'air. Les capteurs de gaz MQ-2 sont utilisés dans les projets de maisons intelligentes pour la détection rapide de gaz ou de fumée. Le détecteur appartient à la famille des capteurs MQ, qui sont peu coûteux, faciles à utiliser et à connecter au microcontrôleur Arduino [27] [28].



Figure III .13 : Capteur de Gaz (MQ-2)

Alimentation	5 Vcc
Plage de mesure	10 à 10000 ppm
Sortie	Analogique et digitale (seuil ajustable via potentiomètre)
Sensibilité	2 à 20 K Ω
Temps de réponse	Faible
Sensibilité	Haute
Température de service	-20 à 50 °C
Dimensions	30 x 20 x 22 mm [30]

Tableau III.2 : les caractéristiques du capteur de gaz

III .8.3.3.Capteur d'humidité du sol

Pour tester l'humidité du sol, un capteur très simple peut être utilisé. Il s'agit d'un diviseur de tension qui peut être connecté à l'une des broches analogiques d'Arduino.

Le principe de fonctionnement est le suivant : la résistance d'humidité du sol varie en fonction de l'humidité environnante. Lorsque le sol est humide, la résistance est plus faible, et lorsqu'il est sec, la résistance est plus élevée. En connectant cette résistance dans un diviseur de tension avec une autre résistance fixe, nous pouvons mesurer la tension résultante à l'aide d'une broche

analogique d'Arduino. En fonction de la valeur de tension mesurée, nous pouvons déterminer le niveau d'humidité du sol.

Ce type de capteur est simple à mettre en œuvre et offre une méthode pratique pour surveiller l'humidité du sol dans diverses applications, telles que l'agriculture, le jardinage ou l'automatisation d'irrigation.

Le circuit de base est simple et peut être vu ci-dessous :

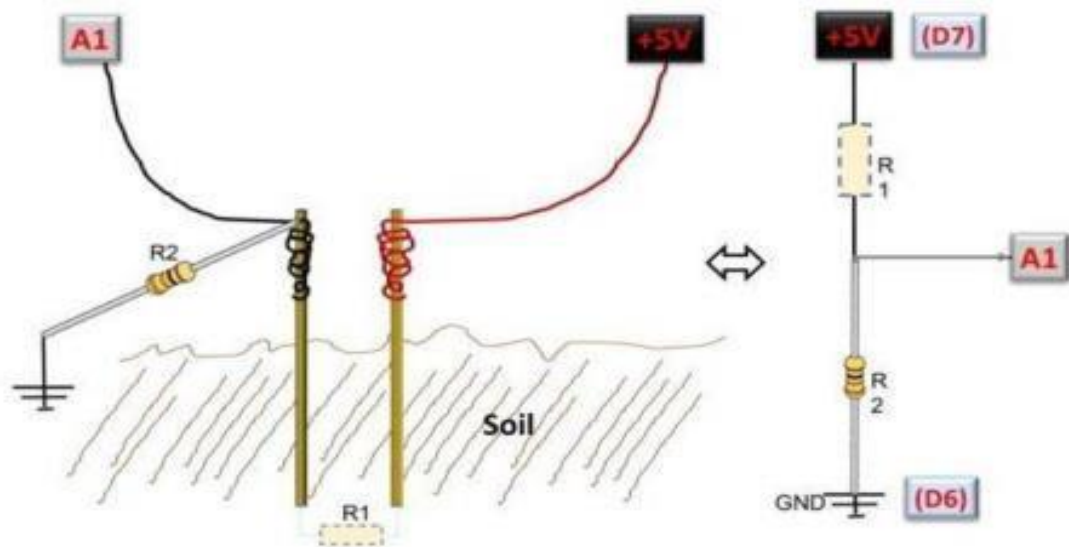


Figure III .14 Capteur d'humidité du sol

Malheureusement, la réalité est un peu plus compliquée que cela (mais pas tellement). Un capteur simple comme décrit précédemment fonctionnerait très bien, mais pas pour longtemps. Le problème est que le fait d'avoir un courant constant circulant à travers les électrodes dans une seule direction va générer de la corrosion sur eux en raison de l'effet d'électrolyse.

III .8.3.4. Capteur de flamme (phototransistor infrarouge) :

Le capteur de Flamme IR est utilisé pour détecter la présence d'un feu de toute autre source infrarouge (une flamme ou source lumineuse d'une longueur d'onde dans la plage des 760 à 1100nm peut être détectée) et couvre un angle de 60° avec une alimentation entre 3-12v DC [29]



Figure III .15 : capteur de flamme (phototransistor infrarouge)

III .9.Microcontrôleur ESP32

Pour développer davantage l'Internet des Objets (IdO) et élargir ses applications, il est nécessaire de disposer de solutions puissantes, peu coûteuses et économes en énergie pour les appareils IdO. De plus, il est important que ces appareils aient un facteur de forme réduit, car plus ils sont compacts et légers, plus leur champ d'application est vaste. Chaque unité IdO est composée d'un microcontrôleur (μ C) et d'un module de communication sans fil (généralement WiFi), ou d'une combinaison des deux. Il existe déjà sur le marché une grande variété de modules et de microcontrôleurs largement utilisés pour la conception et le développement de dispositifs IdO, tels que les cartes Zigbee, WiFi, certaines cartes Arduino, etc. Cependant, la plupart de ces appareils sont soit coûteux, soit encombrants en termes de taille et de poids. De plus, très peu de modules sont des appareils open source sans restriction d'utilisation.

Pour répondre à ces exigences, un nouveau dispositif appelé ESP32 a été lancé sur le marché par Espressif Systems en septembre 2016 pour remplacer le microcontrôleur ESP8266 précédent. L'ESP32 est un microcontrôleur puissant doté du Wi-Fi et du Bluetooth intégrés. Il a été conçu pour être une solution idéale pour les appareils IdO [30]. Avec l'ESP32, il est possible de disposer d'une plate-forme compacte, économique et performante pour développer une large gamme d'applications dans le domaine de l'IdO.

ESP32 ESP32S 30P

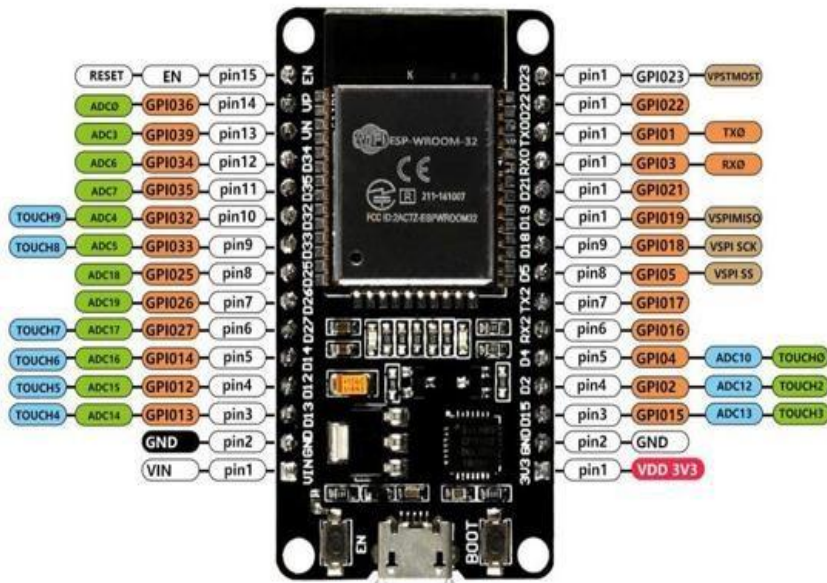


Figure III .16 : la carte ESP32

Tableau III. 1 : Caractéristiques techniques de l'ESP32.

Mémoire	520 Ko SRAM
Connectivité sans-fil	Wifi : 802.11 b/g/n Bluetooth: v 4.2 BR/EDR and BLE jusqu' à v 5.0 et v 5.1
Interfaces de périphériques	3 × interfaces UART 2 × interfaces I2C 3 × interfaces SPI 16 × sorties PWM 10 × capteurs capacitifs 18 × entrées analogiques (ADC) 2 × sorties DAC.[28]

III .10.Les cartes d'essai

Les cartes d'essai, également appelées plaques d'essai, sont des outils très utiles pour réaliser des montages électroniques sans soudure, en particulier lorsqu'elles sont associées à des cartes à microcontrôleur telles que les cartes Arduino. Il est donc essentiel de savoir les utiliser correctement et de comprendre les principes de leur utilisation. Ce n'est pas très compliqué, mais il est important de bien comprendre.

Une plaque d'essai est utilisée avec des straps, qui sont de petits fils en cuivre monobrin de différentes tailles et longueurs. Les extrémités des straps doivent être dénudées sur environ 1 cm. Les straps sont insérés dans les trous de la plaque d'essai pour réaliser les connexions entre les différents composants électroniques. Grâce à cette méthode de connexion, il est possible de créer rapidement et facilement des circuits expérimentaux et de les modifier selon les besoins. L'utilisation des cartes d'essai et des straps offre une grande flexibilité pour tester et prototyper des circuits électroniques sans avoir recours à la soudure. Cela permet d'explorer différentes configurations et de réaliser des montages temporaires pour des expérimentations ou des projets de développement.

Breadboard 400

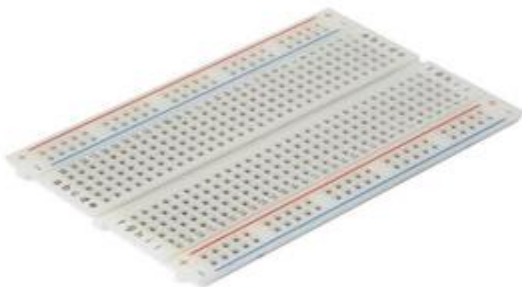


Figure 2.18- Breadboard 400

Une **platine Labdec** (appelé en anglais **breadboard** , solderless breadboard, protoboard ou plug-board) est un dispositif qui permet de réaliser le **prototype d'un circuit électronique** et de le **tester**. L'avantage de ce système est d'être totalement réutilisable, car il ne nécessite **pas de soudure** . [27]

Figure III .16 Breadboard400

III .11.Système d'alarme (buzzer et LED)

Un « buzzer » est en gros un petit haut-parleur que vous pouvez connecter directement à la carte « Arduino », qui produit un (généralent forte)son continu ou intermittent



Figure III.17 : composant de système d'alarme (Buzzer + Led)

III.12.Actionneurs

En regardant les données fournies par les capteurs, nous connaissons la température et l'humidité de l'air, la luminosité et le plus important comment est le sol. Avec ces données à portée de main, notre programme devrait calculer s'il est nécessaire d'irriguer, en allumant la pompe à eau ou la lampe électrique pour la chaleur. Pour cela, nous utiliserons un petit module relais 5V pour l'activation de la pompe et de la lampe

III.13. Brochage des capteurs

Le brochage des capteurs est effectué comme le montre la figure suivante :

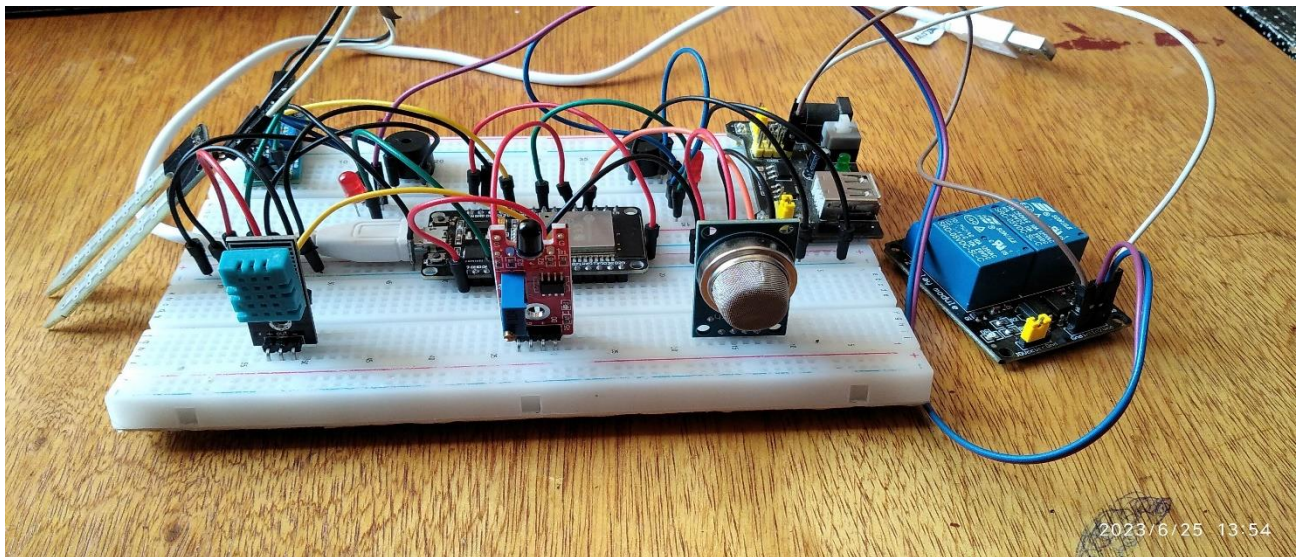


Figure III.18 le brochage des capteurs (prototype)

III.14.Data Storage Cloud: Le ThinkSpeak.com

Le ThinkSpeak.com Toutes les données capturées telles l'humidité du sol, la température et l'humidité seront transférées sur le Cloud, en utilisant le service gratuit de "ThinkSpeak.com».

Les fonctions pour transférer les données capturées :

1/méthode

```
if (client. Connect(server, 80)) // api.thingspeak.com
{
    ThingSpeak.setField(1, t);
    ThingSpeak.setField(2, h);
    ThingSpeak.setField(3, SOIL_percentage);
    ThingSpeak.setField(4, GasStatus);
    ThingSpeak.setField(5, FireStatus);
}
```

2/Méthode:

```
String postStr = apiKey;

postStr += "&field1=";

postStr += String(t);

postStr += "&field2=";

postStr += String(h);

postStr += "&field3=";

postStr += String(SOIL_percentage);

postStr += "&field4=";

postStr += String(GasStatus);

postStr += "&field5=";

postStr += String(FireStatus);

postStr += "\r\n\r\n";

int x = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber, myWriteAPIKey);

if (x == 200) {

    Serial.println("Channel update successful.");

}

else {
```

```
    Serial.println("Problem updating channel. HTTP error code " + String(x));
}

client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
client.print("Connection: close\n");
client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: " + apiKey + "\n");
client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
client.print("Content-Length: ");
client.print(postStr.length());
client.print("\n\n");
client.print(postStr);
Serial.print("Temperature: ");
Serial.print(t);
Serial.print(" degrees Celcius, Humidity: ");
Serial.println(h);
Serial.print(" soil Value: ");
Serial.println(SOIL_percentage);
Serial.print(" Gas Value: ");
Serial.println(g);
Serial.print(" Fire Value: ");
Serial.println(f);
Serial.println("% . Send to Thingspeak.");
}

client.stop();
```

```
Serial.println("Waiting...");

// thingspeak needs minimum 15 sec delay between updates

delay(500);

}
```

III .15. Teste capteurs ensemble

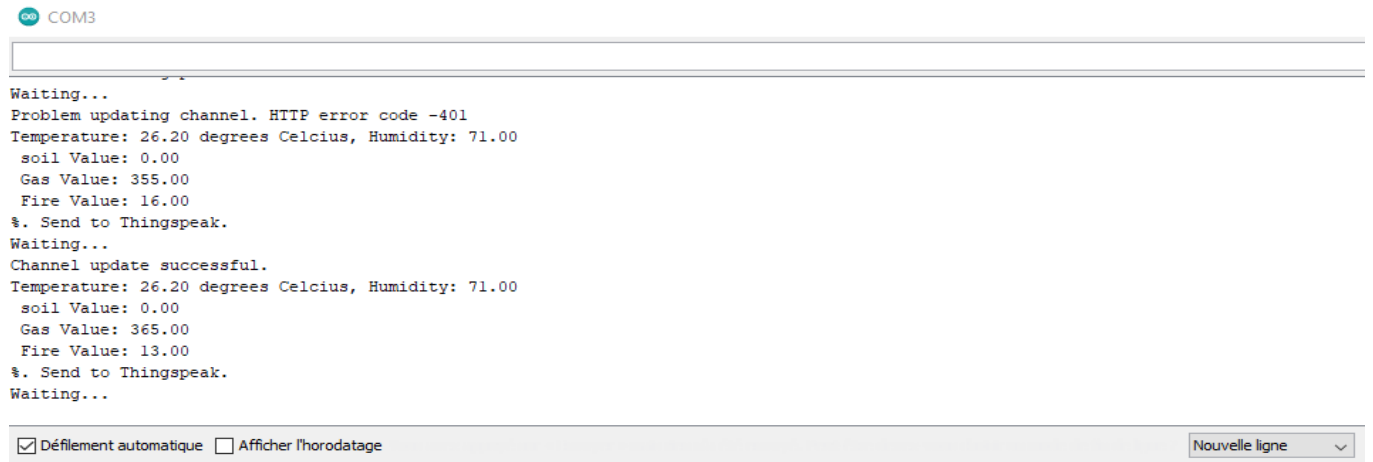


Figure III .19 : le test capteurs ensemble

III .16. Résultat obtenu

Lorsqu'on branche les capteurs et le module wifi **ESP 32** comme montré sur la figure précédente et avec l'utilisation d'une plateforme IdO « **ThingSpeak** » qui permet de visualiser et tracer les courbes suivant :

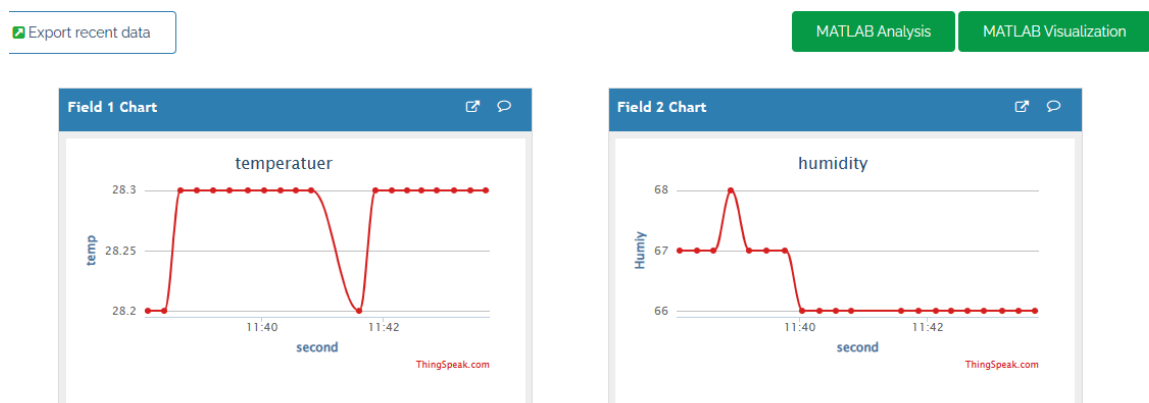


Figure III .20 : Les résultats affichés sur ThingSpeak de température et l'humidité

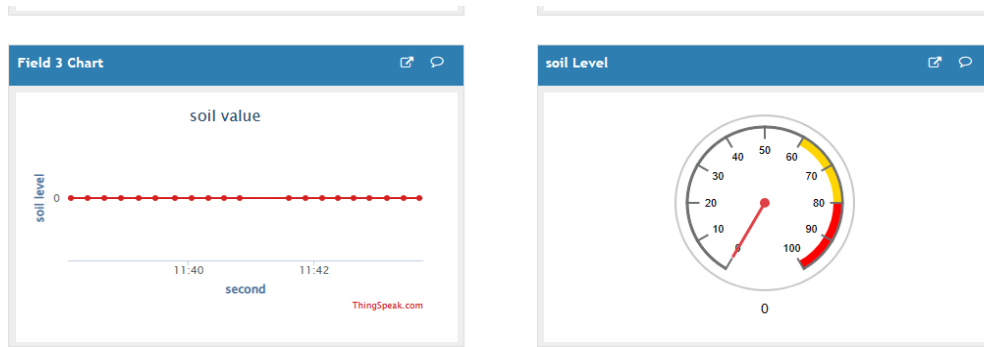


Figure III .21 : Les résultats affichés sur ThingSpeak de soil value

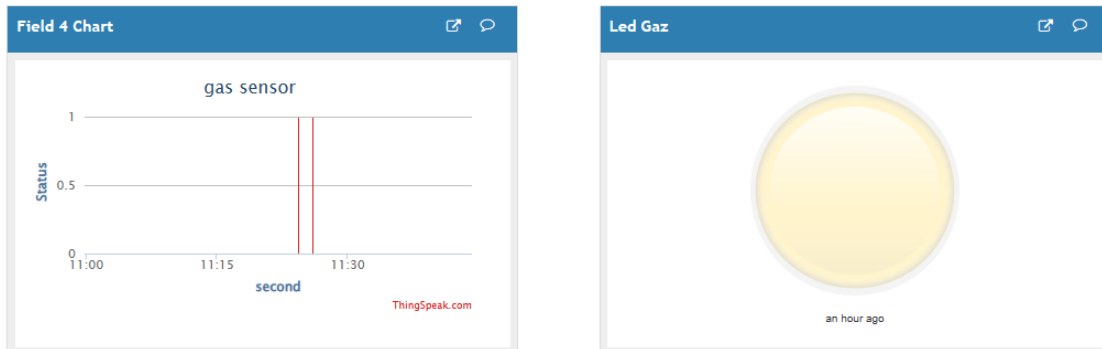


Figure III .22 : Les résultats affichés sur ThingSpeak du gaz sensor

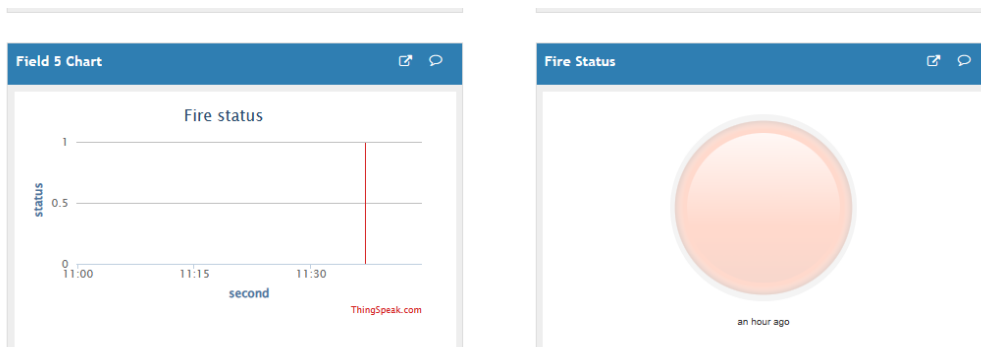


Figure III .23: Les résultats affichés sur ThingSpeak du fire status

Les résultats obtenus de notre montage réalisé précédemment qui représente la variation de la température, humidité, humidité de sol et de gaz pendant un temps donné.

Comme illustré dans la figure la température varie d'environ 28°C durant un temps donné (notre résultat est pris le vendredi 23/06/2023 à SKIKDA).

La version gratuite du ThingSpeak permet aux utilisateurs d'écrire sur un canal donné toutes les 15 secondes, il existe une version payante qui permet de visualiser chaque 1s.

Le but de notre travail n'est pas d'afficher un résultat instantané seulement mais aussi d'avoir un historique des données pendant une période, ce qu'est possible avec cette plateforme qui joue le rôle du Cloud aussi.

III .17.Développement et présentation de l'application

III .17.1. Vue générale de la structure du projet

Une fois que notre projet est opérationnel, il est possible de le contrôler à partir d'une application dédiée. Vous pouvez surveiller les données sur le site Thinkspeak et envoyer des commandes en utilisant un navigateur, mais bien sûr, cette « solution web » ne peut pas être considérée comme une « élégante ». La meilleure façon de mettre en œuvre une solution IOT complète est de développer une application complète qui affichera toutes les données, avec également des boutons pour activer les actionneurs

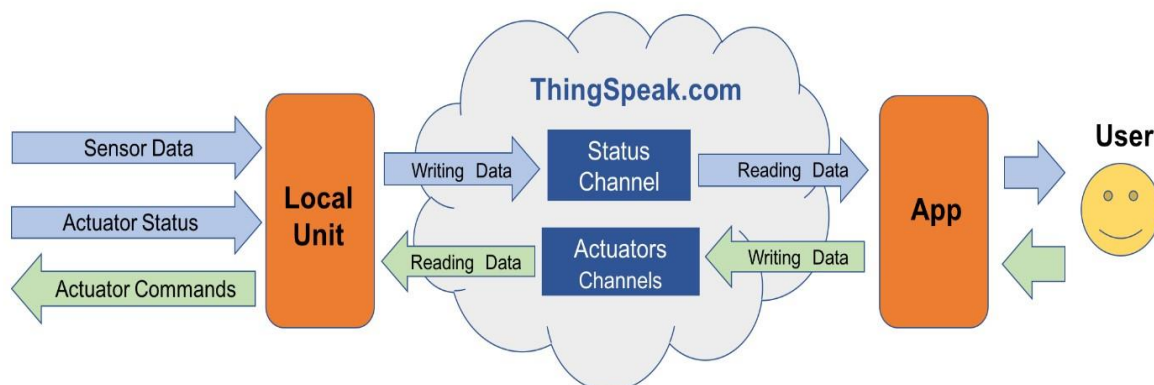


Figure III .24 : Vue générale de la structure du projet

III .17.2.La définition d'Android

Android est un système d'exploitation développé initialement pour les Smartphones. Il utilise un noyau Linux qui est un système d'exploitation libre pour PC et intègre tout utilitaire et périphérique nécessaires. Il est optimisé pour les outils Gmail. L'androïde est libre et gratuit par conséquent il a été rapidement adopté par les fabricants.

Android est en effet diffusé sous trois formes :

- Il peut être modifié par les constructeurs qui y ajoutent leurs surcouches, apportant ainsi des fonctionnalités supplémentaires mais au détriment du délais d'obtention des nouvelles mises à jour qui est parfois important.
- Il peut également être installé sans surcouche comme sur les smartphones Android One qui bénéficient de ce fait rapidement des nouvelles versions du système ou encore sur les smartphones Android Go, qui disposent quant à eux d'une version allégée capable de fonctionner de manière rapide sur du matériel d'entrée de gamme.
- Android existe enfin aussi sous la forme de différentes versions alternatives également appelées ROM Custom (ou forks). [31]

III .17.3.App Inventor

App Inventor est une plateforme de développement en ligne conçue par Google, qui permet à quiconque de créer des applications personnalisées pour le système d'exploitation Android. Cette plateforme offre aux utilisateurs la possibilité de développer des applications mobiles sans nécessiter une connaissance approfondie en programmation.

Pour accéder à App Inventor, il est nécessaire de posséder un compte Gmail, car la plateforme est intégrée à l'écosystème Google. Une fois connecté avec un compte Gmail, les utilisateurs peuvent commencer à créer leurs propres applications en utilisant une interface visuelle conviviale.

Elle rappelle certains langages de programmation simplifiés des années 80 et s'inspire des travaux d'une étudiante « Ricarose Roque » en thèse au MIT (Boston près de New-York). Le projet a été dirigé par Hal Abelson, professeur au MIT qui a mis au point le portage du langage LOGO sur Apple 2 au début des années 80. Il a été rendu disponible sur demande à partir du 12 Juillet 2010 et a récemment été rendu publique depuis le 15 Décembre 2010. L'utilisabilité est orientée vers les personnes qui ne sont pas familières avec la programmation informatique, tels que l'école primaire ou les élèves en générale. Le raisonnement veut que si les jeunes développent des applications pour répondre à leurs besoins propres et arrivent à les installer sur leurs propres téléphones. [32]

III .17.4.Les avantages d'App Inventor sont nombreux

- La prise en main est extrêmement simple : en quelques minutes, l'utilisateur entre déjà en création

- L'application est exécutée immédiatement, soit sur un émulateur, soit sur son propre téléphone ou/et ordinateur
- Rien n'est à installer sur son ordinateur : tout se fait sur le cloud
- Au niveau mobile, il suffit d'installer une application

L'interface simplifiée en seulement deux parties : une page de conception de l'écran et une page de programmation.

III .17.5.Le concept d'App Inventor :

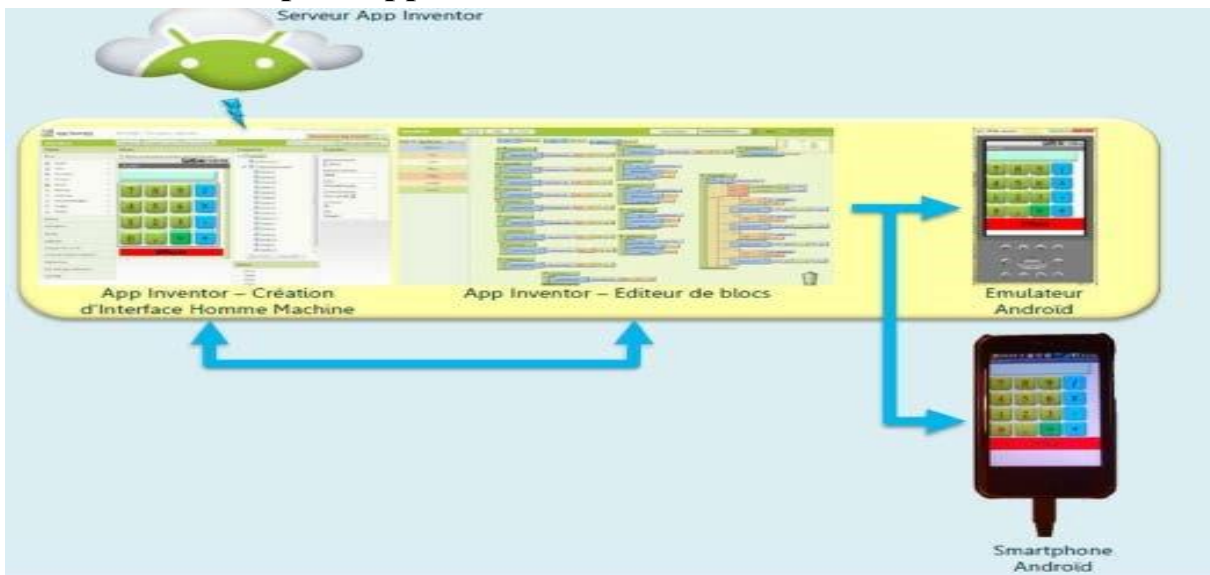


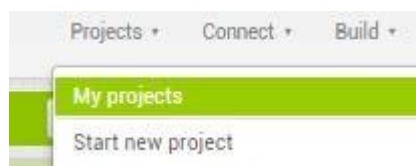
Figure III .25: Différentes fenêtres d'APP INVENTOR

III .17.6.Creation de l'application

Les étapes à suivre pour créer l'application dans le smart phone sont :

1. Ouvrir notre navigateur et se connecter au compte Google.
2. Se connecter au site Internet d'App Inventor du MIT.
3. Créer un nouveau projet : Cliquer sur My Project (en haut à gauche) / New / Project

Name (sans espace) / Ok



III .17.6.1. Création de l'interface de l'application

L'objectif de cette partie est de développer des icônes d'exécution sur un smartphone à l'aide d'App Inventor. Pour créer l'une de ces icônes, la première étape consiste à créer notre interface. Le site affiche un écran virtuel représentant un smartphone avec tous les icônes possibles. Nous pouvons simplement glisser l'icône choisie sur l'écran de notre smartphone pour la placer.

Par exemple :

- Une icône de « TextBox » qui permet de saisir du texte
- Un icône « bouton »,
- Un label qui permet d'afficher un texte.

Bien entendu pour créer les différenciations entre les différentes icônes voulues, Il faut ensuite définir les propriétés de chaque élément dans le menu à droite « propriété » par exemple (la taille des éléments, la couleur, le nom l'image et la forme...).



Figure III .26 : L'interface de la création du site App Inventor

Partie 1	La zone de travail, désignée sous le nom de "screen1", correspond à la partie de l'écran du
----------	---

	téléphone ou de la tablette où le contenu sera affiché.
Partie 2	La palette est une collection d'éléments qui peuvent être positionnés sur l'écran du smartphone. Elle regroupe différents composants, qu'ils soient visibles ou invisibles.
Partie 3	La liste des éléments et des médias utilisés sur l'écran.
Partie 4	Les propriétés des différents éléments utilisés par exemple la couleur et la taille du bouton ou texture.

Tableau III .4: L'explication de chaque partie de l'interface de création du site App Inventor.

Une fois l'allure de notre application est créée, il est nécessaire de décrire son comportement. Pour cela, il faut cliquer sur « Blocks » en haut et à droite de la page



Figure III .27 : Le bouton « Blocks » pour déterminer le comportement de l'application

Sur la gauche de la fenêtre, nous avons un système d'onglets. Nous y retrouvons les différents composants que nous pouvons placer sur l'écran ainsi que des blocks utilitaires « Builtin ». Dans l'onglet « Screen1 », nous retrouvons les éléments de l'interface



Figure III .28 : Le menu des « Blocks »**III .17.6.2.L’interface réalisée**

Screen 1 : Contient la première étape d’utilisation de notre application qui est l’authentification, nous avons configurés un nom d’utilisateur et un mot de passe pour pouvoir accéder à notre application.

Une fois que l’identification est effectuée on clique sur connexion one dirigé vers le Screen 2

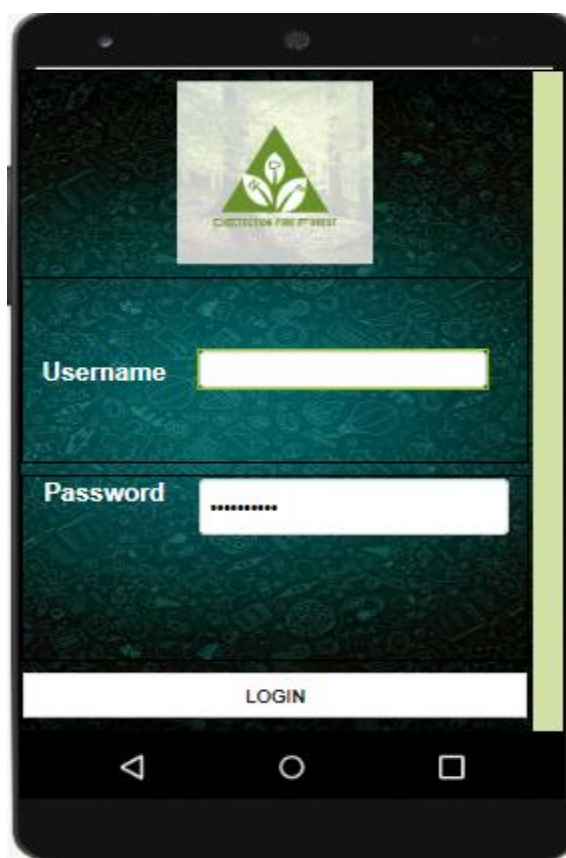


Figure III .29 . L’interface de l’application pour entrer le mot de passe contenant le logo de l’application

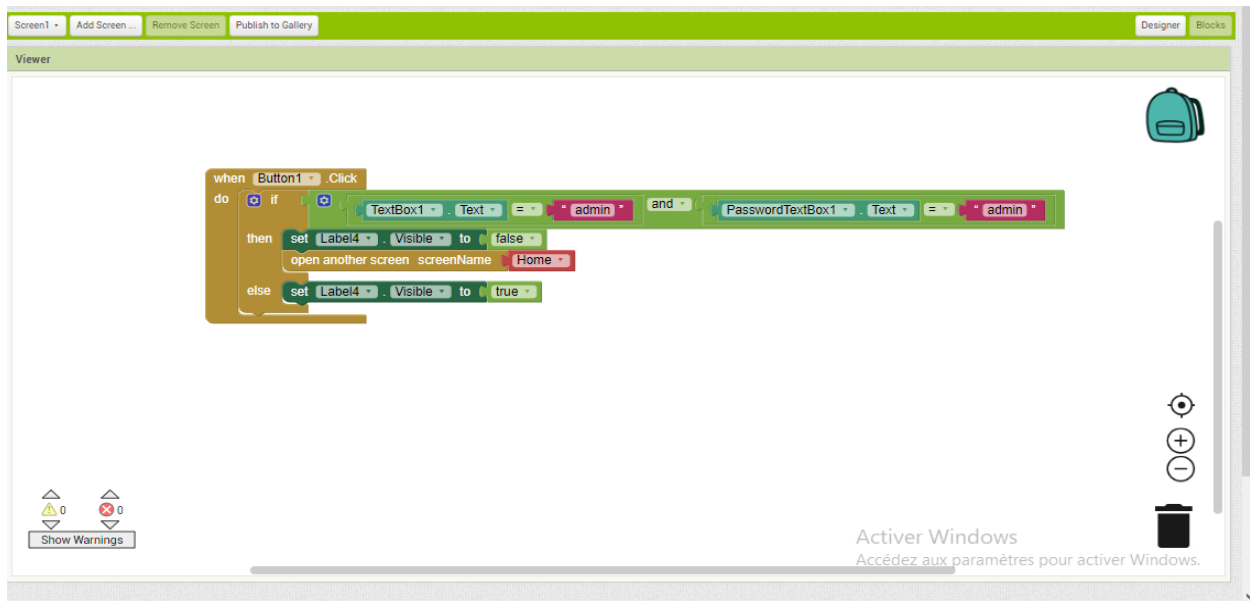


Figure III .30. L'assemblage des blocks pour entrer le mot de passe

Pour avoir accès a l'application il faut mettre le pseudo « Username » et le mot de passe « Password » correctes. Sinon un petit message apparaîtra « password is incorrect »

Username : admin

Password : admin

- **Screen 2** : Dans cette interface on y trouve les différentes options et fonctionnalités de notre système que nous allons décrire et expliquer :

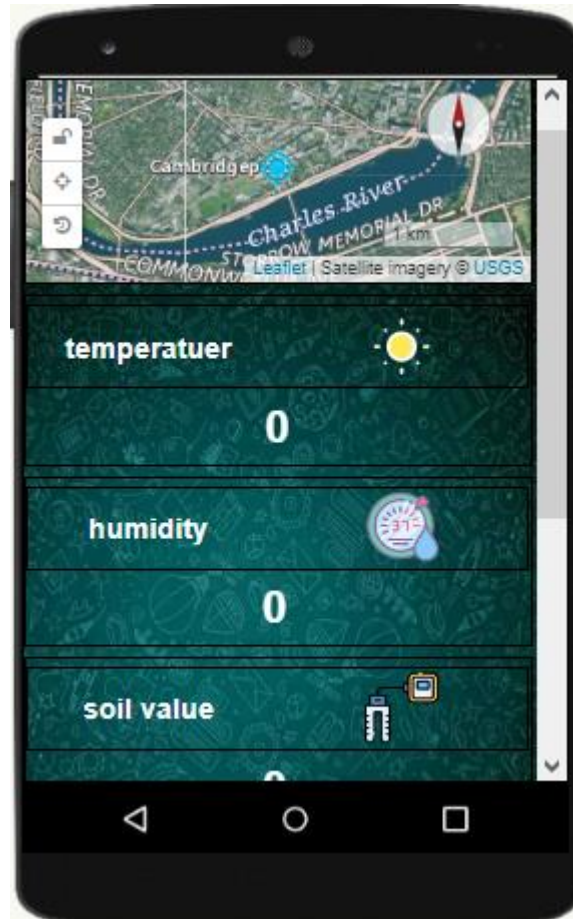


Figure III .31 : l’interface de l’application pour surveiller les paramètres

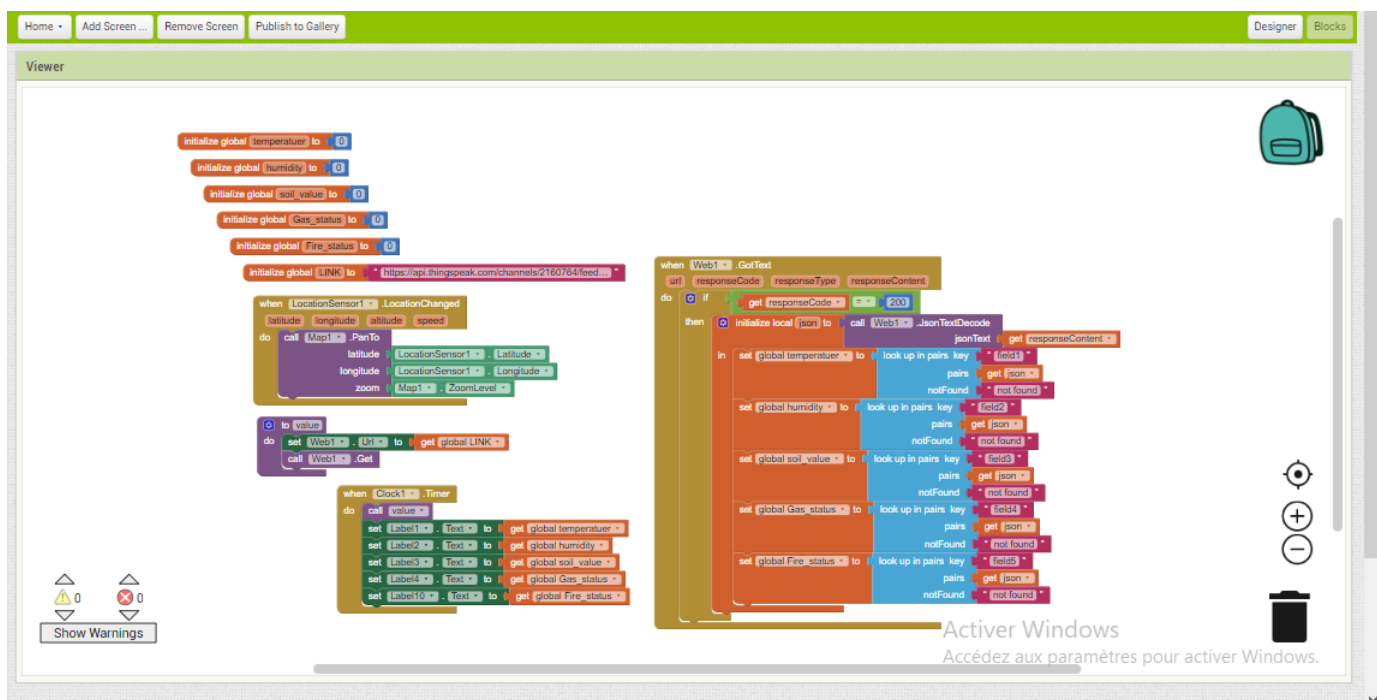


Figure III .32 : L’assemblage des blocks pour le système détection

III .18.Conclusion :

Nous avons consacré ce chapitre pour la partie développement du système ainsi que pour les étapes de la réalisation de système anti incendie. Nous avons présenté en détails la réalisation de notre projet ou nous avons décrit le montage du matériel Arduino et notre programmation pas à pas, Par la suite nous avons décrit le principe de notre projet ainsi que son environnement de développement

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Les systèmes de détection des incendies de forêt basés sur les WSN et l'IoT ont le potentiel de fournir une solution efficace et rentable pour la détection précoce et la prévention des incendies de forêt. Ces systèmes utilisent des capteurs environnementaux, des algorithmes d'apprentissage automatique et des plates-formes de cloud computing pour détecter et localiser avec précision les incendies de forêt, permettant aux autorités de prendre des mesures immédiates pour atténuer les dommages causés par les incendies de forêt.

La principale différence qui distingue notre étude est que nous proposons un système de détection des incendies de forêt à faible coût basé sur les WSN et l'IoT, qui utilise un réseau de nœuds capteurs pour surveiller les conditions environnementales telles que la température, l'humidité et les niveaux de fumée, et transmet les données à un serveur central pour une analyse et des alertes en temps réel. Le système proposé utilise des algorithmes avancés avec des composants simples pour détecter et prédire la survenue des incendies.

Bibliographie

Bibliographie

Bibliographie :

Chapitre I : présentation des phénomènes et des dangers de feu

- [1] : <https://www.cnrtl.fr/definition/feu>
- [2] : <https://www.mementodumaire.net/les-risques-naturels/rn-8-incendies-de-forets/>
- [3] :
- [4] : <https://www.aps.dz/economie>
- [5] : http://ressources.unit.eu/cours/cyberberrisques/fil_rouge_incendie/co/Module_Fil_rouge_25.html
- [6] : <https://www.firestme.com/modespropagation>
- [7] : <http://cs.pontdecheruy.free.fr/livres/livre2/2112.htm>
- [8] : <https://www.mementodumaire.net/les-risques-naturels/rn-8-incendies-de-forets/>
- [9] : <https://www.preventica.com/dossier-risque-incendie-causes-consequences.php>
- [10] : SAMMOUR Hussein : « Système de surveillance autonome de détection et d'extinction d'un incendie à distance et par réseau local » Liban 2015

Chapitre 02 : internet des objets

- [11] : <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/technologies-de-l-information-th9/systemes-embarques-42588210/introduction-a-l-internet-des-objets-h8050/>
- [12] : <https://www.synox.io/actualites-sectorielle/internet-des-objets-iiot-qu-est-ce-que-cest/>
- [13] : <https://www.digora.com/fr/blog/quest-ce-que-liot-et-pourquoi-mener-une-strategie-diiot>
- [14] : <https://blog.octo.com/modeles-architectures-internet-des-objets/>
- [15] : <https://www.connectwave.fr/techno-appli-iiot/iiot/reseaux-et-infrastructures-iiot/>
- [16] : Rahimi, H., Zibaenejad, A., & Safavi, A. A. (2018, November). A Novel IIoT Architecture based on 5G-IIoT and Next Generation Technologies. In 2018 IEEE 9th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON) (pp. 81-88). IEEE
- [17] : <https://iiotindustriel.com/iiot-iiot/architecture-iiot-lessentiel-a-savoir/>
- [18] : <https://www.rfpage.com/top-internet-of-things-development-platforms/>
- [19] : <https://fr.rs-online.com/web/content/blog-discovery/conception-electronique/protocoles-communication-iiot>
- [20] : <https://praedictia.com/page/internet-des-objets/que-peut-faire-l-internet-des-objets.html>
- [21] : <https://movilforum.com/que-es-el-internet-de-las-cosas/>

Chapitre 03 : conception et développement

[22]: https://thingspeak.com/pages/learn_more accédé le 26/06/2019.

Figure 3-3 : Plateforme ThingSpeak [22]

[23]: **SELMA Housseem Eddine et MOULAY ABDALLAH Yacine** « Réalisation d'une maison verte dotée des systèmes intelligents de contrôle pour la sécurité, l'environnement et le confort » Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen 14 juin 2017.

Figure 3-6 : schéma fonctionnel d'un capteur [23]

[24]: Gupta, B. B., and Megha Quamara. "An overview of Internet of Things (IoT): Architectural aspects, challenges, and protocols." *Concurrency and Computation: Practice and Experience* (2018): e4946

[25]: <https://www.carnetdumaker.net/articles/utiliser-un-capteur-de-temperature-etdhumiditedht11-dht22-avec-une-carte-arduino-genuino/>

[26]: H. Megnafi, W.Y. Medjati, K. Haddouche, Implementation and use of Quadrotor UAV for the telecommunication applications, NewMat'21 – 1st International Conference : New Trends on Innovative Construction Materials ESSA- Tlemcen (Algeria) –23, 23 March, 2022

[27]: Megnafi H., Haddouche K., Abdellaoui G., Boukli N., Analysis and evaluation of the radio link by developing an application under MapBasic, Conférence Nationale sur les Télécommunications et ses Applications Décembre 20-21, 2021

[28]: M.A. Brahami, H. Megnafi, H. Boukeffous, O. Benlaldj, Design and implementation of an embedded system for effective attendance management, NewMat'21 – 1st International Conference : New Trends on Innovative Construction Materials ESSA- Tlemcen (Algeria) –23, 23 March, 2022

[29] <http://.ardwtech.com/shop/developement-accessoire/69-capteur-de-flamme-arduino.html>

[30]: **Zhang, Zhi-Kai, et al.** "IoT security: ongoing challenges and research opportunities."

[31] :cours-android.pdf

[32]: www.eduscol.education.fr

Annexes

Annexes

Annex1: programme Arduino pour l'application

```
#include <DHT.h> // Including library for dht
#include <WiFi.h>
#include "ThingSpeak.h"

String apiKey = "9Q4MMV3SSSWMYQCP"; // Enter your Write API key from
ThingSpeakconst
char * myWriteAPIKey = "9Q4MMV3SSSWMYQCP";
//https://api.thingspeak.com/update?api_key=9Q4MMV3SSSWMYQCP&field1=32&field2
=62&field3=2&field4=0&field5=0
const char *ssid = "Redmi"; // replace with your wifi ssid and wpa2 key
const char *pass = "1234567899";
const char* server = "api.thingspeak.com";

const int DHTPIN = 19 ; //pin where the dht11 is connected
const int GAZPIN = 34; //pin where the GAZA0 is connected
const int SOILPIN = 14 ; //pin where the SOILPIN is connected
const int FIREPIN = 35 ; //pin where the FIRE34 is connected
int LED1 = 2 ;
int LED2 = 25;
int GasStatus = 0 ;
int FireStatus = 0 ;
DHT dht(DHTPIN, DHT11);
```

Connexion de l'ESP32 à Internet

```
WiFiClient client;
```

```
unsigned long myChannelNumber = 2160764;
```

```
void setup()
{
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  Serial.begin(115200);
  delay(10);
  dht.begin();
  pinMode(SOILPIN, INPUT);
  pinMode(FIREPIN, INPUT);
  pinMode(LED1, OUTPUT);
  pinMode(LED2, OUTPUT);
```

Annexes

```
Serial.println("Connecting to ");
Serial.println(ssid);

WiFi.begin(ssid, pass);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
    delay(500);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
ThingSpeak.begin(client); // Initialize ThingSpeak

}

void loop()
{

    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();
    float SOIL_percentage;
    SOIL_percentage = analogRead(SOILPIN);
    float g = analogRead(GAZPIN);
    float f = digitalRead(FIREPIN);
    if (g > 1000 ) {
        GasStatus = 1 ;
    } else {
        GasStatus = 0 ;
    }
    if (f == 1) {
        FireStatus = 1 ;
    } else {
        FireStatus = 0 ;
    }
}
```

Annexes

```
}  
digitalWrite(LED1 , GasStatus);  
digitalWrite(LED2 , FireStatus);  
if (isnan(h) || isnan(t))  
{  
  Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");  
  delay(500);  
  return;  
}
```