



Université ABBES LAGHROUR Khenchela
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Industriel
جامعة عباس لغزور خنشلة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الهندسة الصناعية



N° Série :

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Télécommunications

Spécialité : Systèmes des Télécommunications

THEME

Visualisation des risques météorologiques d'incendie de forêt en utilisant les technologies d'IoT

*Réalisé par : - LABIDI Mohammed
- SABEG Samir*

Soutenu le 15 /09 /2020 Devant le jury composé de :

Mr. BOUMEHREZ Farouk

Mr. SAHOUR Abdelhakim

Mr. MAAMERI Fouzia

Président

Encadreur

Examineur

Université Abbes Laghrour-Khenchela

Université Abbes Laghrour-Khenchela

Université Abbes Laghrour-Khenchela

Promotion 2019/2020

Remerciement

En premier, nous tiens à remercier le grand dieu, pour nous avoir donnée la force, le courage, et la patience pour termine nos études et pour ellébore ce modeste travail. Nous adressons nos sincères remerciement à nos chers parent pour nous avoir donnée leur soutien et leur encouragement pour termine ce travail. Nous exprimons tous nos remerciements à notre encadreur Abdelhakim SAHOUR pour ses judicieux conseils, sa confiance et sa disponibilité. Nous adressons aussi nos profonde gratitude à Messieurs les membres de jury, d'avoir accepté de nous jugé. Nous tiens à exprimer nos profonde gratitude a tout celles et ceux qui nous ont apporté leur soutien, leur amitié ou leur expérience tout au long de ce travail. Nous exprimons tout notre remerciement à A. LEDMI à son aide et finalement nous voulons remercie tous la promotion de 2éme année master.

Dédicace

Ce travail modeste est dédié : À ma chère maman, Zue je la souhaite la bonne santé et longue vie.

À tous mes proches de la famille LABIDI, et plus particulièrement, ma femme, mes sœurs et mon frère Rachid.

À mon binôme Samir et toute la famille Sabeg.

À tous mes chers amis, spécialement à mon cher Abd Errazaq et mes collègues de l'Université de Abbes Laghrour Khenchela. Et à tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie Scolaire.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci

Mohammed

Dédicace

Je veau dédie Ce modeste travail:

*À mes chère parents, Que je les souhaite la bonne santé et
longue vie.*

*À tous mes proches de la famille SABEG, et plus
particulièrement, à ma petit famille et tous mes proche tous
à son nom ;*

À mon binôme Mohammed et toute la famille LABIDI;

À tous mes chers amis et à mes collègues.

À tous ceux qui ont enseigné moi au long de ma vie d'étude;

*À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour réussir
ce projet je vous dis merci*

Samir

Résumé:

Dans ce travail, nous avons abordé un sujet d'actualité et d'intérêt sociétal et économique qui traite la problématique de la surveillance à distance et en temps réel des paramètres environnementaux affectant le risque des incendies des forêts. Étant donné que les incendies de forêt sont actuellement parmi les grands problèmes. Ils entraînent des pertes environnementales et financières importantes.

Dans ce projet, nous avons proposé la réalisation d'un système de télésurveillance en temps réel des facteurs environnementaux à l'origine de ce problème d'entre elles la température, humidité, la vitesse de vent.

Le système s'appuie sur l'émergence des technologies de la communication avancées, en particulier la technologie de l'Internet des objets (IoT) et les systèmes d'information dans le contexte de l'utilisation de la technologie pour prédire les endroits forestiers les plus exposés aux incendies.

Le système proposé utilise un ensemble de nœuds de capteurs. Nous avons choisi pour chaque nœud une carte Arduino WIFI connectée à un ensemble de capteurs, ce qui permet la l'acquisition de la mesure des paramètres environnementaux (température, humidité, vitesse du vent). Une fois les données sont collectées, ils sont ainsi arrangées en bloc ensuite envoyées via la une connexion sans fil (Wifi) au serveur local développé pour cette application. Dès l'arrivée des données, ils sont automatiquement enregistrés dans la base de données du Cloud sécurisé. Ce qui permet aux utilisateurs de les observer à travers une page web partout dans le monde à l'aide d'un ordinateur portable, Smartphone, etc., connecté à internet. Ce qui devrait permettre à développer une carte de feu des lieux, afin de planifier un plan des éventuelles interventions.

Mots clés: télésurveillance, Internet des objets (IoT), Arduino, pages Web, Data base, réseaux de capteurs, incendies des forets.

ملخص:

في هذا العمل، تناولنا موضوعًا ذا اهتمام مجتمعي واقتصادي يتعامل مع مشكلة المراقبة عن بُعد وفي الوقت الحقيقي للمعايير البيئية للغابات. من المعلوم أن حرائق الغابات تعتبر من بين المشاكل الكبيرة حاليًا لأنها تسبب خسائر بيئية ومالية كبيرة.

في هذا المشروع، اقترحنا تحقيق نظام مراقبة عن بعد في الوقت الحقيقي للعوامل البيئية لهذه المشكلة وهي (درجة الحرارة، الرطوبة، سرعة الرياح).

يعتمد النظام المقترح على ظهور تقنيات الاتصال المتقدمة ، ولا سيما تكنولوجيا إنترنت الأشياء (IoT) ونظام المعلومات في سياق استخدام التكنولوجيا للتنبؤ بمعظم مواقع الغابات الأكثر عرضة للحرائق.

في النظام المقترح ، اخترنا استخدام مجموعة من عقد الاستشعار ، وقد اخترنا لكل عقدة أن يتم توصيل لوحة Arduino WIFI بمجموعة من المستشعرات ، مما يسمح بجمع قياسات العوامل البيئية (درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح). يتم ترتيب البيانات التي تم جمعها على هذا النحو في رسالة يتم إرسالها عبر اتصال لاسلكي (Wifi) إلى خادم محلي تم تطويره لهذا التطبيق. بمجرد وصول البيانات يتم حفظها تلقائيًا في قاعدة البيانات السحابية الآمنة. يسمح ذلك للمستخدمين بمشاهدتها من أي صفحة ويب في أي مكان في العالم باستخدام جهاز كمبيوتر محمول أو هاتف ذكي ، وما إلى ذلك ، متصلة بالإنترنت. هذا من شأنه أن يجعل من الممكن تطوير خريطة حرائق للأماكن الأكثر عرضة للحرائق ، من أجل التخطيط لخطة التدخلات المحتملة.

الكلمات الرئيسية: المراقبة عن بعد ، إنترنت الأشياء (IoT) ، الأردوينو ، صفحات الويب ، قاعدة البيانات ، شبكات الاستشعار ، حرائق الغابات.

Abstract:

In this work, we have approached a topical subject of societal and economic interest which deals with the problem of remote and real-time monitoring of the environmental parameters of forests. We know that forest fires are currently among the big problems. They cause significant environmental and financial losses.

In this project, we proposed the realization of a real-time remote monitoring system of the environmental factors at the origin of this problem which are (temperature, humidity, wind speed).

The proposed system relies on the emergence of advanced communication technologies, in particular Internet of Things (IoT) technology and information system in the context of using technology to predict the most forest locations exposed to fires.

In the proposed system we opted to use a set of sensor nodes. We had deliberately chosen for each node an Arduino WIFI board is connected to a set of sensors, which allows the collection of environmental parameter measurements (temperature, humidity and wind speed). The data thus collected is arranged in block then sent via a wireless connection (Wi-Fi) to a local server developed for this application. As soon as they arrive they are automatically saved in the secure cloud database. This allows users to view them from any web page anywhere in the world using a laptop, Smartphone, etc., connected to the internet. This should make it possible to develop a fire map of the places, in order to plan a plan of possible interventions.

Keywords: remote monitoring, Internet of Things (IoT), Arduino, Web pages, Data base, sensor networks, forest fires.

Table de matière

Remerciement	
Résumé	
Introduction général.....	01
Chapitre 01 : Intérêt des forets, les incendies de forêts et présentation des forets de Khenchela	02
1. Introduction	04
2. La forêt et l'intérêt général	04
2.1 L'intérêt économique	04
2.2 L'intérêt climatique	05
2.3 L'intérêt préventif et environnemental	05
2.4 L'intérêt touristique et social	06
2.5 Pour des avantages éducatifs	06
3. présentation des forêts de Khenchela	07
3.1 Définition générale du secteur	07
3.2 Répartition de la superficie forestière.....	07
3.3 Structures disponibles	08
3.3.1- District forestier de daïra Bouhamama, qui comprend quatre Territoire forestières	08
3.3.2- District forestier de daïra Elhama, qui comprend Trois Territoire forestières	08
3.3.3- District forestier de daïra Kais, qui comprend deux Territoire forestières	08
3.3.4- District forestier de daïra Khenchela, qui comprend deux Territoire forestières	08
3.3.5- District forestier de daïra Ouled Rchach, qui comprend deux Territoire forestières	08
3.3.6- District forestier de Chechar, qui comprend deux Territoire forestières	08
4. Les facteurs dégradant la forêt	09
4.1 Maladies en forêt	09
4.2 Le surpâturage	10
4.3 Les défrichements	10
4.4 Les incendies	11

4.4.1 Définition du feu	11
4.4.2 Les modes de propagation du feu	12
4.4.3 Les cause des feux de forêt :	13
4.4.3.1 Les causes naturelles	13
4.4.3.2 Les causes humaines	13
4.4.3.3 Les causes liées à la malveillance	13
4.4.3.4 Les causes involontaires liées aux travaux.....	14
4.4.3.5 Les causes involontaires liées aux particuliers	14
4.4.3. 6 Les causes humaines volontaires	14
5. Prévention des incendies de forêt	14
5.1 La prédiction du comportement du feu	14
5.2 L'attaque initiale contre le feu	14
5.3 L'équipement de terre	15
5.3 .1 Personnel	15
5.3 .2 La détection.....	15
5.3 .3 Les outils manuels	15
6. Les facteurs influençant l'origine et le développement des feux de forêt.....	15
6.1 Les facteurs météorologiques	16
6.1 .1 La température	16
6.1 .2 Le vent	16
6.1 .3 L'humidité relative	16
6.1 .4 Les précipitations	17
6.2 Le triangle du feu	17
7. Conclusion	18
Chapitre 02 : Internet des Objets.....	19
1. Introduction	20
2. Évolution d'Internet	21
3. Objet connecté	23
4. Paradigmes de communication	24
4.1. Les communications humain-à-objet	24
4.2. Les communications objet-à-objet	24
5. Fonctionnement de l'Internet des objets l'IoT	25
6. Vue d'ensemble	26
6.1. À la maison	26
6.2. Domaine de la santé	28

6.3. Éducation	29
6.4. Industrie hôtelière	29
6.5. Gouvernement	29
6.6. Transport	29
6.7. Les applications militaires	29
6.8. Pour les entreprises	30
7. Les avantages de l'IoT pour les entreprises	30
8. Le moteur de la croissance de l'IoT	31
9. L'incidence de l'Internet des objets sur les relations avec les clients	31
10. Les enjeux de l'Internet des objets	32
11. L'avenir pour l'Internet des objets	34
12. Conclusion	34
Chapitre 03 : Système Arduino et capteurs utilisés	35
3. Système Arduino	36
3.1. Introduction	36
3.2. Domaine d'utilisation et ces applications	36
3.3. Avantages d'Arduino	37
3.4. Les cartes Arduino	37
3.4.1 Définition de la carte Arduino	37
3.4.2 La partie matérielle (Hardware)	37
3.4.3. Détails divers :	38
3.4. La partie Logiciel (software):	40
3.5. Les différents types des cartes Arduino	42
3.5.1 La carte Arduino MEGA	43
3.5.2 La carte Arduino DUE	43
3.5.3 La carte Arduino NANO	44
3.5.4 La carte Arduino Uno	44
3.5.5 Caractéristiques techniques	44
3.5.6 Alimentation de la carte Arduino	47
3.6 les Capteurs	48
3.6.1. Principe des capteurs	48
3.6.2. Les types de capteurs	48
3.6.3. Classification des capteurs	48
3.6.4. Caractéristiques d'un capteur	46
3.7 Description des modules utilisés	52

3.7.1 Capteur de température et d'humidité DHT11	52
3.7.2 DHT11 contre DHT22	52
3.7.3 Capteur de la vitesse de vent	53
3.7.4 Le module wifi ESP8622	54
3.7.5 L'afficheur LCD I2C 2004A	55
3.8 .Conclusion	56
Chapitre 04 : Approches méthodologiques de la conception	57
4.1. Introduction	58
4.2. Représentation du système	55
4.3. Etude du système	60
4.3.1. Le nœud de capteurs	60
4.3.2 Partie serveur	72
4.4 Tests et résultats	77
4.5 Conclusion	81
Conclusion générale.....	82
Bibliographie	84

Liste des tableaux

<i>Tableau 2.1 : concept de Service Oriented Architecture.....</i>	23
<i>Tableau 3.1 : Caractéristiques techniques.....</i>	44
<i>Tableau 4.1 : Caractéristiques techniques de la carte Arduino RobotDyn UNO + WIFIR3</i>	59

Liste des figures

<i>Figure 1.1 Répartition de la superficie forestière.....</i>	07
<i>Figure 1.2l'armillaire.....</i>	09
<i>Figure 1.3Effet du vent sur l'incendie (C.E.M.A.G.R.E.F., 1989)</i>	15
<i>Figure 1.4Triangle de flammes</i>	18
<i>Figure 2.1 Évolution d'Internet</i>	19
<i>Figure 2.2 De machine à machine à l'Internet des Objets.....</i>	21
<i>Figure 2.3 La lampe DAL (premier objet connecté).....</i>	21
<i>Figure 2.4 L'émergence de nouveaux paradigmes de communication dans l'Internet du futu.....</i>	21
<i>Figure 2.5 Domaines d'application de l'IoT.....</i>	24
<i>Figure 2.6 Exemple :L'IoT réfrigérateur.....</i>	24
<i>Figure 2.7 L'internet des objets dans le domaine médical.....</i>	26
<i>Figure 2.8. Le domaine militaire et l'Internet des objets</i>	27
<i>Figure 3.1 la carte Arduino.</i>	35
<i>Figure 3.2 L'interface du logiciel Arduino.....</i>	38
<i>Figure 3.3 Le menu File.....</i>	38
<i>Figure 3.4 Les boutons du L'interface.</i>	39
<i>Figure 3.5 carte Arduino MEGA.....</i>	40
<i>Figure 3.6 La carte Arduino DUE.....</i>	40
<i>Figure 3.7 des cartes Arduino NANO.....</i>	41
<i>Figure 3.8 la carte Arduino UNO.....</i>	42
<i>Figure 3.9 la carte Arduino UNO</i>	42
<i>Figure 3.10 composants de la carte ArduinoUNO.</i>	43
<i>Figure 3.11 Description des entrées/sorties de la carte Arduino Uno.....</i>	43
<i>Figure 3.12 Le capteur dans la chaine de mesure.</i>	45
<i>Figure 3.13 Etendue de mesure et courbe d'étalonnage du capteur.....</i>	48
<i>Figure 3.14 Temps de réponse d'un capteur.....</i>	48
<i>Figure 3.15 capteur DHT11.</i>	49
<i>Figure 3.16 exemple de branchement de DHT11.....</i>	50
<i>Figure 3.17 anémomètre.....</i>	52
<i>Figure 3.18 ESP8266 12E.</i>	53
<i>Figure 3.19 afficheur LCD I2C 2004A.....</i>	53
<i>Figure 4.1 Réseaux des nœuds</i>	55
<i>Figure 4.2 Exemple de positionnement des nœuds</i>	56
<i>Figure 4.3 Schéma bloc de l'architecture de l'application.</i>	57
<i>Figure 4.4 Schéma bloc du nœud de capteurs.</i>	57
<i>Figure 4.5 Carte Arduino Uno wifi.</i>	58

Figure 4.6 Capteur de température et d'humidité DHT11.	60
Figure 4.7 brochage du DHT11.	61
Figure 4.8 anémomètre.	61
Figure 4.9 Brochage de l'anémomètre.	62
Figure 4.10 L'afficheur LCD I2C 2004A	62
Figure 4.11 le brochage de LCD.....	63
Figure 4.12 Organigramme.	64
Figure 4.13 Capture d'écran du code.....	65
Figure 4.14 Capture d'écran du code.....	65
Figure 4.15 Capture d'écran du code.....	67
Figure 4.16 Capture d'écran du code..	68
Figure 4.17 Capture d'écran de la page de réception des données.....	69
Figure 4.18 Capture d'écran de la base donnée crée.....	70
Figure 4.19 Page home de l'interface graphique..	71
Figure 4.20 Page de sélection du nœud.....	71
Figure 4.21 Page home du nœud.	72
Figure 4.22 Page home du nœud.....	72
Figure 4.23 Page présentation graphique des données de la base de données.....	73
Figure 4.24 Page présentation graphique des données de la base de données.....	73
Figure 4.25 Page présentation numérique des données de la base de données.	74
Figure 4.26 Schéma d'assemblage de l'ensemble des parties de l'application.	75
Figure 4.27 Prise de photo du montage.	75
Figure 4.28 Prise de photo de l'afficheur LCD.....	76
Figure 4.29 stockage sur la base de donnés.	76
Figure 4.30 Page données numériques..	77
Figure 4.31 Page donnes graphique.	77

Liste des abréviations

IoT	Internet of things
OS	Open source
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
TCP	Transmission Control Protocol
IP	Internet Protocol
LED	Light Emitting Diode
H2T	Human-to-Thing
T2T	pour Thing-to-Thing
M2M	Machine-to-Machine
T2H	Thing-to-Human
MMS	Multimedia Messaging Service
CRM	Customer Relationship Management
RFID	radio frequency identification
VoT	Virtualization of Things
USB	Universal Serial Bus
LCD	liquid crystal display
WIFI	Wireless fidelity

Introduction générale

Introduction Générale

Une forêt est définie comme une parcelle de terrain où poussent principalement des arbres, des arbustes, des herbes, des algues, des champignons et des espèces animales. Les forêts diffèrent par leur étendue, leur densité, leur taille et leur type selon le climat, le sol, l'altitude et les ressources en eau. Ils sont répartis dans différentes zones sur la terre.

Les forêts ne sont pas seulement une vaste couverture verte, mais elles présentent un intérêt important économique et industriel, car elles empêchent la dégradation et l'érosion des sols, protègent les sources d'eau et maintiennent la stabilité des montagnes. La forêt contribue à la régulation des circuits d'eau et la transpiration apaise l'atmosphère ; Il assure un air pur en absorbant le CO₂ et en soustrayant de l'O₂, réduisant ainsi le réchauffement climatique, repoussant les vents et protégeant le sol de l'érosion. Les forêts fournissent des habitats à de nombreuses plantes et animaux qui ne peuvent y vivre. Ce qui rend important, que nous accordions plus d'attention aux forêts et aux arbres qui nous entourent afin que la vie et le cycle de la vie se poursuivent sur la planète Terre. Les forêts sont menacées de nombreux dangers, y compris la coupe et le sur-pâturage, mais les plus dangereux sont les incendies. Ces risques sont les incendies, où plus de 95% des incendies de forêt sont le résultat de pratiques négatives de la population.

En Algérie, chaque année en moyenne plus de 36.000 hectares de forêts sont détruits par les feux [1]. Les pertes économiques dans le secteur forestier générées par ces feux, entre 1985 et 2006, se chiffrent à plus de 113 milliards de dinars algériens. Cette évaluation financière ne prend en compte que la valeur marchande des produits perdus (bois, liège, broussailles, alfa, arboriculture...), sans tenir compte des dépenses annuelles pour la lutte. De plus, il faut ajouter à cela une perte à long terme de la biodiversité et de l'équilibre des écosystèmes forestiers qui reste difficile à chiffrer. La prévention et la détection précoce constituent les seuls moyens de réduire le coût des dégâts causés.

Les avancées technologiques qui ont touché le domaine électronique, et plus spécifiquement, la miniaturisation des dispositifs microélectroniques, ont permis d'ouvrir un portail devant un spectre très large d'applications qui visent à résoudre de grands problèmes où les premières solutions n'ont pas été prévues. Comme résultat de ces avancées, on trouve les technologies de l'internet des objets (internet of things IoT), qui sont largement utilisées dans les communautés scientifiques, industrielles et environnementales. Grâce à ses différents avantages. Cette technologie est largement utilisée car elle est arrivée à fournir des solutions fiables et rentables pour une variété d'applications qui collectent et traitent des données du monde réel

Introduction Générale

allant de la surveillance de la santé, la collecte de données scientifiques, la surveillance de l'environnement et les opérations militaires.

Nous sommes intéressés dans ce mémoire pour mettre en place un système de télésurveillance des paramètres environnementaux (températures, humidité, vitesse de vent), qui présentent l'un des facteurs essentiels à l'origine des incendies de forêt. Ce qui permet aux services concernés d'identifier les endroits les plus vulnérables aux incendies de forêt, Et donc, les permettent d'élaborer un plan de feux afin de planifier un dispositif d'intervention rapide et efficace et moins coûteux.

Le manuscrit en plus de ce chapitre (Introduction) est organisé en 4 chapitres :

Dans le chapitre 1, nous avons présenté un aperçu sur les incendies de forêts. L'étude théorique des technologies de l'internet des objets (IoT) dans le chapitre 2, système Arduino et capteurs utilisés, leurs caractéristiques et leurs applications est ensuite mise en avant au chapitre 3. Puis, dans le chapitre 4, nous présenterons notre prototype, qui est un système de télésurveillance des risques météorologiques d'incendie de forêt en utilisant les technologies d'IoT, enfin nous terminerons notre travail avec une conclusion générale et quelques travaux en perspectives.

Chapitre 01 :

**Intérêt des forets, les incendies
de forêts et présentation des
forets de Khenchela**

Chapitre 01 : Intérêt des forêts, les incendies de forêts et présentation des forêts de Khenchela

1. Introduction :

La forêt est un milieu naturel où cohabitent beaucoup d'espèces animales et végétales. Les espèces animales font partie de la faune, et les espèces végétales de la flore. Selon le pays ou la région où l'on vit, on ne trouve pas les mêmes espèces. Il y a de plus différents types de forêts. En France par exemple, on trouve des forêts de plaine (océaniques et continentales), des forêts méditerranéennes, des forêts de montagne et des forêts tropicales dans les départements d'outremer. Nous avons la chance d'avoir de nombreuses forêts où chacun peut satisfaire son besoin de nature en examinant les différents arbres, en observant les animaux ou juste en se promenant. Une promenade en forêt est toujours une occasion de s'émerveiller et d'apprendre.

2. La forêt et l'intérêt général :

Les forêts naturelles présentent de nombreux avantages et bénéfiques, comme le confirme la végétation le naturel est l'une des richesses naturelles les plus importantes et les plus importantes car les plantes se forment le monde des êtres productifs sans lequel la vie sur Terre deviendrait aussi un fantasme le scientifique forestier canadien Joop Nixon déclare que les forêts naturelles sont aussi naturelles.

La nouvelle recherche scientifique nous informe, ce n'est plus quelque chose que vous errez, ou au sens économique, à la recherche de profits plus haut, c'est une composante essentielle du travail équilibré de la vie planétaire.

En tant qu'écosystème intégré étroitement lié à la vie humaine, l'importance des forêts dans la vie humaine peut être résumée dans les domaines suivant, notamment, mais pas exclusivement :

2.1 L'intérêt économique :

Parmi les avantages économiques de la végétation en général et des forêts, il y a l'identification des produits du bois de divers types et produits non ligneux tels que médicaments, huiles, fruits, matières aromatiques et fibres des colorants, des bonbons et des gommes sont ajoutés pour fournir des pâturages aux animaux domestiques et sauvage, ce qui fait que ses produits couvrent l'une des sources de revenu national.les forêts sont dans de nombreux pays du monde une source importante de l'économie nationale contribuer à fournir des devises fortes d'une part, offrir des opportunités d'emploi et une stabilité de vie dans les campagnes, limiter les migrations et les déplacements vers les villes, en revanche, les investir conduit à moins taux de chômage Les arbres forestiers restent la seule source de bois dans le monde et une source importante pour le carburant,

Chapitre 01

il constitue également une ressource alimentaire pour les résidents du troisième drapeau, car il comprend des noyers, des manguiers et des dom et le tamarin, en plus de l'apiculture

2.2 L'intérêt climatique :

Les forêts rendent de grands services à l'environnement et sont un outil essentiel dans la lutte contre le réchauffement climatique. Elles assurent la stabilité du climat en permettant de réduire la quantité de dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère. Mais leur rôle sur le climat est aussi d'améliorer la qualité et la disponibilité de l'eau voire de réguler les températures.

- * Elles améliorent la quantité d'eau disponible et sa qualité.
- * Elle permet de réduire l'érosion des sols et de créer des microclimats qui préservent, et parfois optimisent la productivité agricole.
- * Elles protègent la biodiversité, sont sources de revenus pour les populations
- * Elles permettent une séquestration du carbone inégale.

Or, les arbres s'adaptent mal au changement climatique. On observe depuis quelques années qu'ils ont tendance à migrer vers le Nord, mais très lentement. Par ailleurs, ils sont fragilisés par les sécheresses et les tempêtes. Malheureusement, plus les forêts sont exploitées et détruites, plus les effets du réchauffement s'accroissent. Il est donc primordial de comprendre la régulation du climat et ceci par les points suivants:

Les forêts réduisent la quantité de dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère

Les forêts permettent d'éviter que les continents soient désertiques

Les forêts permettent de réguler le réchauffement du climat

2.3 L'intérêt préventif et environnemental :

Les zones avec un couvert végétal naturel sont les deux arbres ou des arbustes ou des plantes vivaces un écosystème intégré, considéré comme la structure naturelle la plus vivante L'évolution et l'intégration à la surface de la terre, et ses bénéfices environnementaux et préventifs sont:

Augmenter la fertilité des sols, protéger les sols et protéger les exploitations agricoles et les établissements économiques Les complexes résidentiels sont parmi les meilleurs moyens de lutter contre la désertification et l'empiètement du sable dans les villes et les villages, en plus de leur rôle dans la conservation des ressources en eau, en augmentant l'influence de l'eau sur la terre et en limitant de ses déchets aux mers en passant par les vallées, car la végétation a un rôle important dans la multiplication et la protection des richesses animales et faune, amélioration de l'environnement et de la santé publique grâce au nettoyage de l'atmosphère en absorbant les gaz, en libérant de l'oxygène et de la vapeur d'eau et en absorbant les rayons nocifs en général.

2.4 L'intérêt touristique et social :

Les avantages touristiques et sociaux des forêts sont nombreux, représentés dans les lieux que les forêts offrent pour le repos et les loisirs, en raison de sa nature à l'intérieur, c'est un climat propice au tourisme mental éliminez les restrictions sociales et échappez au bruit et à l'air pollué des villes, et préparez-vous l'air frais est l'un des facteurs de santé qui conviennent aux maladies mentales et thoraciques, nous trouvons donc la plupart des cliniques psychiatriques sont entourées d'arbres denses et de zones couvertes de couvert végétal avec la disponibilité des lieux de pêche, ils sont adaptés pour l'été et la randonnée, et ainsi le tourisme va prospérer.

2.5 Pour des avantages éducatifs :

Les avantages pédagogiques de la végétation naturelle comprennent la fourniture de matériel éducatif pour tous les niveaux étude et pour tous les citoyens de spécialistes et autres dans des études liées à l'environnement (botanique la diversité animale, biologique et la gestion des ressources naturelles et de l'eau).

Les scientifiques ont été alertés à notre époque, et après que l'épuisement de ces ressources a atteint des niveaux alarmants, la planification et l'étude des meilleures solutions pour restaurer l'environnement à son état naturel ont commencé. Des conférences et des séminaires se sont tenus, les efforts se sont multipliés et des décisions relatives à la gestion et à la protection ont été prises. Environnement, et cela indique que l'être humain a corrigé ses erreurs antérieures dans les droits de son environnement, qu'il a grandement épuisé par son exploitation excessive de ses ressources et sa destruction de ses composants et éléments de base, ce qui a causé une perturbation claire de nombreux écosystèmes, et cet effort est une main aux études et recherches récentes de scientifiques spécialisés dans le domaine des sciences de l'environnement, des forêts et du changement climatique et est donc devenu Les forêts sont des espaces éducatifs pour tous les groupes de sociétés, en particulier les écoles, pour en apprendre davantage sur la faune et les composants de base de ces environnements uniques au monde.

3. présentation des forêts de Khenchela :

3.1 Définition générale du secteur :

Khenchela est considéré comme l'un des plus grandes wilayas en termes de couvert forestier, car il s'étend sur une superficie forestière estimée à 146 303 hectares, soit 15 pour cent de la superficie totale de l'État.

Les massifs forestiers de l'wilaya de Khenchela sont divisés en trois blocs principaux, principalement constitués de:

Des arbres pignons de pin-Chêne vert-le riz de l'atlas :

Groupement BniMeloul d'une superficie totale de 67655 hectares.

Groupement BniOudjana d'une superficie totale de 21666 hectares.

Groupement OuledYakoub d'une superficie totale de 27305 hectares.

La zone du barrage vert 24921 hectares.

En plus d'autres variétés réparties sur une superficie de 4756 hectares.

3.2 Répartition de la superficie forestière :

Forêt de pins :95778 hectares autrement dit, un taux estimé à 66%.

Forêt Chêne vert:17257 hectares autrement dit, un taux estimé à 12%.

Forêt le riz de l'atlas:15229 hectares autrement dit, un taux estimé à 10%.

Forêt genévrier 14746 hectares autrement dit, un taux estimé à 2%.

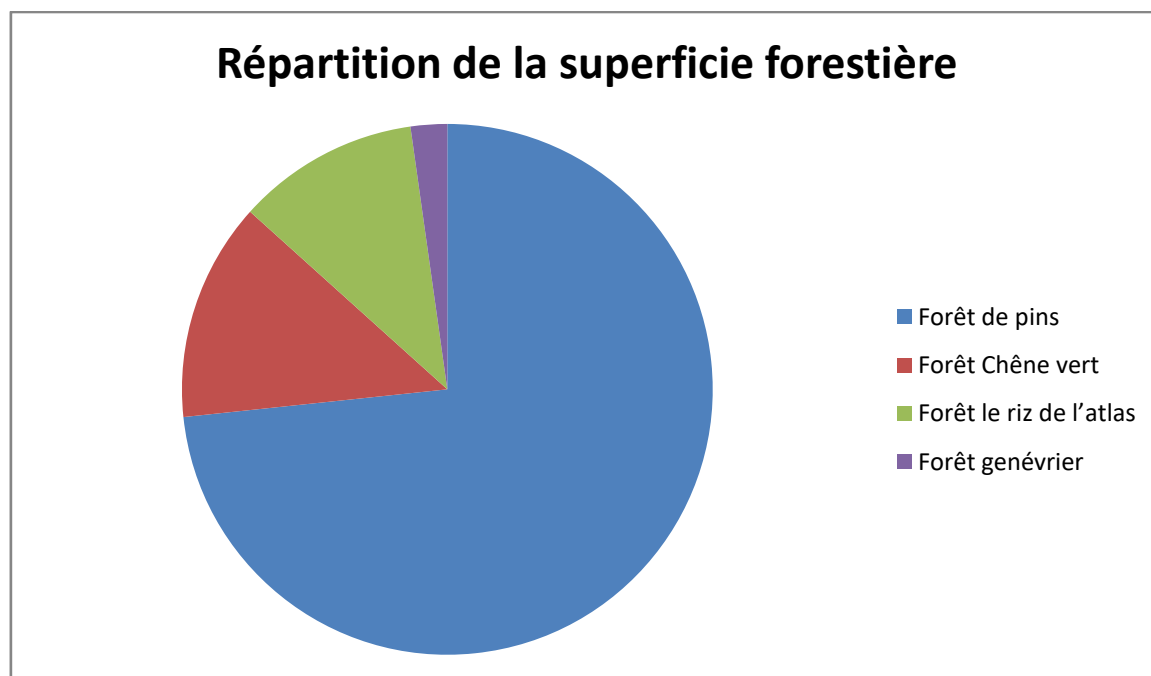


Figure 1.1 Répartition de la superficie forestière

3.3 Structures disponibles :

Pour une bonne gestion de la zone forestière, plusieurs structures sont disponibles, principalement dans les provinces forestières, qui se ramifient en régions forestières.

3.3.1- District forestier de la Dairade Bouhamama, qui comprend quatre Territoire forestières

Territoire forestier Lmsara commune Lmsara.

Territoire forestier Bouhmama commune Bouhmama.

Territoire forestier Yabous commune Yabous.

Territoire forestier Chelia commune Chelia.

3.3.2- District forestier de la दौरa d'Elhamma, qui comprend Trois Territoire forestières

Territoire forestier Ain Mimoun commune Ain Mimoun.

Territoire forestier Tamza commune Tamza.

Territoire forestier Hamam Asalhin commune d'Elhama,Ensigna,etBaghai.

3.3.3- District forestier de la दौरa de Kais, qui comprend deux Territoire forestières

Territoire forestier Kais commune de Kais.

Territoire forestier Taouziant commune de Taouziant.

3.3.4- District forestier de la दौरa de Khenchela, qui comprend deux Territoire forestières

Territoire forestier Khenchela commune de Khenchela.

Territoire forestier Ain Touila commune d'Ain Touila et Mtoussa.

3.3.5- District forestier de la दौरad'OuledRchach, qui comprend deux Territoire forestières

Territoire forestier OuledRchach commune d'OuledRchach.

Territoire forestier Elmahmel commune d'Elmahmel.

3.3.6- District forestier de Chechar, qui comprend deux Territoire forestières

Territoire forestier Chechar commune de Chechar, Khiran, Elouldja et Djelal.

Territoire forestier Babar commune de Babar.

4. Les facteurs dégradant la forêt :

Les forêts ont été longtemps menacées par une grande variété d'agents destructeurs. Aujourd'hui, la fréquence, l'intensité et l'époque des incendies, ouragans, sécheresses, tempêtes de verglas et infestations d'insectes tendent à évoluer sous l'effet des activités humaines et des changements climatiques mondiaux, ce qui rend les forêts encore plus vulnérables aux attaques. Les menaces que représente un certain nombre d'agents biotiques et abiotiques, ainsi que quelques-unes des mesures prises pour les dominer. Les menaces naturelles, comme le feu, les insectes et les maladies, font partie intégrale de la dynamique forestière. Cependant, elles peuvent perturber le flux des biens et services procurés par les forêts, en nuisant à la croissance et à la survie des arbres, à la qualité et au débit de l'eau et à la biodiversité. Il faut aussi tenir compte des espèces envahissantes étrangères ravageuses, micro-organismes ou arbres qui ne sont pas originaires d'un écosystème particulier et dont l'introduction provoque ou pourrait provoquer des dommages économiques ou environnementaux.

De nombreuses espèces d'arbres introduites ont une haute valeur socioéconomique et environnementale, mais elles peuvent créer des problèmes si leur utilisation et leur gestion ne sont pas correctement réglementées. Les mesures visant à protéger les forêts contre toutes les menaces doivent faire partie intégrée de la gestion durable des forêts.

4.1 Maladies en forêt :

Différents agents pathogènes peuvent provoquer des maladies aux arbres forestiers. Ces organismes microscopiques sont invisibles à l'œil nu et c'est souvent uniquement par des symptômes externes qu'une infestation se voit. La lutte contre eux dans la forêt est tout aussi difficile.

Les champignons sont les principaux agents pathogènes des maladies en forêt. Toutefois, des bactéries, nématodes ou virus peuvent aussi endommager les arbres. De nombreux organismes pathogènes sont indigènes (p. ex. l'armillaire).

Les maladies des arbres forestiers sont causées par des pathogènes, qui sont des agents biotiques qui perturbent les fonctions normales des arbres. Des facteurs abiotiques tels que des changements dans les régimes météorologiques, des précipitations excessives ou insuffisantes ou des températures extrêmes peuvent avoir une incidence sur la croissance et le développement des arbres forestiers et accroître leur vulnérabilité aux maladies.



Figure 1.2 l'armillaire

4.2 Le surpâturage :

Le pâturage est une activité normale en forêt, parfois souhaitée, car le bétail participe au contrôle de la prolifération des strates arbustives et herbacées, hautement inflammables. Cependant, le surpâturage, causant un broutage excessif de la végétation et des jeunes plants forestiers empêche toute régénération, épuise les ressources disponibles, dégrade les parcours et les soumet à l'érosion. Dans les zones arides et semi-arides d'Afrique du Nord, le surpâturage est généralement considéré comme une cause essentielle de la dégradation des écosystèmes naturels. En Algérie, les éleveurs préconisent le pâturage libre du bétail, sans limitation de la densité de charge et sans clôtures. En effet, et comme le signale Benabdeli (1996) nos forêts sont souvent sollicitées par les pasteurs comme source d'appoint pour l'alimentation du bétail.

L'élevage bovin reste le plus pratiqué dans les zones montagneuses. En 1997, Ghazi et Lahouati, signalent que sur 1.200.000 têtes de bovins 80% se retrouvent dans les zones forestières montagneuses. Cet accroissement permanent des troupeaux impose une pression sur les espaces forestiers et agraires qui sont considérés comme appoint évoque (Benabeli, 1998). En effet, « le cheptel en surnombre détruit le couvert végétal protecteur tout en rendant, par le piétinement la surface du sol pulvérulente et tassant celui-ci ce qui réduit la perméabilité donc ses réserves en eau et augmente le ruissellement » (Bedrani, 1993).

4.3 Les défrichements :

Si les défrichements ont existé depuis l'époque romaine, ils se sont accélérés durant la colonisation et continuent de se pratiquer de nos jours. De 1893 à 1941, le domaine forestier a perdu 116000 ha de forêts au profit de l'extension des cultures coloniales (R.N.E. 2000). L'extension de l'agriculture coloniale sur les plaines et les bas versants a entraîné le refoulement de la paysannerie pauvre sur les piémonts aux abords des forêts. Actuellement, les populations

Chapitre 01

montagnardes, privées de surface agricole, continuent à procéder au labour dans les différents niveaux de la forêt : lisières, clairières, sommets de montagnes. Cette population exerce une pression continue sur les formations forestières par le défrichage et le surpâturage, ce qui perturbe la conservation des forêts et leur développement. On assiste à une dégradation des structures forestières, et le rythme actuel de 2 à 4% de disparition par an des surfaces forestières selon les pays devrait se poursuivre. C'est-à-dire que d'ici 50 ans, sans changement total des politiques socioéconomiques et forestières, il ne devrait théoriquement subsister que moins de la moitié des superficies actuelles couvertes par les forêts (Quezel et Barbero, 1990). D'une manière générale, on peut dire que la culture irrationnelle, le défrichage, la collecte excessive du bois de feu, le surpâturage et les incendies sont responsables de plus de 80% des dégâts (LE Houerou, 1993).

4.4 Les incendie :

Entre 1860 et 1915, 1 827 000 ha, soit au moins les 2/3 du domaine forestier de l'Algérie ont brûlé détruisant totalement 4 à 5 % des superficies forestières. Les statistiques de la Direction Générale des Forêts montrent qu'entre 1996 et 2005, ce ne sont pas moins de 246 977 94 ha de forêts, broussailles, alfa et autres qui ont été incendiés. En effet, dans l'été 2005, et suite à la canicule (plus de 50°C) qu'a connu le pays, près de 30 000 ha du patrimoine forestier ont flambé (Zerrouk, 2006). Même si les incendies, phénomènes naturels, font partie de l'équilibre de certains écosystèmes car bénéfiques pour la propagation des graines et leur germination ; en Algérie, leur action est dévastatrice car elle est souvent aggravée par le surpâturage qui les précède. L'aménagement des forêts contre les feux suit plus ou moins les mêmes tendances dans tout le bassin méditerranéen et repose sur la création des trachées pare-feu et de réserves d'eau. Ces travaux font souvent partie des projets de gestion courante en Algérie.

4.4.1 Définition du feu :

Dans le passé, ce phénomène était connu sous différents noms, notamment les incendies de forêt ou les feux de forêt, mais ces termes ne reflètent pas la réalité de ce type de catastrophe, et pour cette raison, il est appelé aujourd'hui tempête de feu. Cette nomenclature représente correctement la force de ces accidents car ils ont des caractéristiques des tempêtes climatiques régulières comme les ouragans par exemple. Nous mentionnons parmi ces caractéristiques l'impossibilité de maîtriser ces incendies s'ils surviennent, en plus des ravages qu'ils infligent aux humains et aux pierres. Il existe de nombreux types de tempêtes de feu, et elles surviennent généralement d'elles-mêmes dans la nature et dans les zones boisées, qui contiennent une grande

quantité de plantes inflammables, et pour cette raison, les équipes d'urgence tardent à intervenir, ce qui complique leur tâche d'éteindre le feu.

4.4.2 Les modes de propagation du feu :

À l'exception des feux de sol, un incendie de végétation se propage principalement par convection et par rayonnement. Les sautes de feu peuvent accélérer la propagation. On distingue différents types de feu, et cela en fonction des strates où ils se propagent:

–**Les feux de sol** consomment la matière organique de la litière et de l'humus situé sous celle-ci et ne produisent pas de flamme apparente.

Ils peuvent pénétrer dans des dépôts organiques très profonds et cheminer à plusieurs dizaines de centimètres sous la surface. Ils sont relativement rares en région méditerranéenne.

–**Les feux de surface** brûlent les strates basses et contiguës au sol (litière, tapis herbacé, broussailles).

Ce sont les plus communs où ils se propagent rapidement, en dégageant beaucoup de flammes et de chaleur.

–**Les feux de cimes** embrasent les houppiers et se propagent rapidement. Ils sont de deux types :

- Indépendants, ils se propagent dans les cimes sans dépendre du feu de surface.
- Dépendants, ils ne se maintiennent dans les cimes qu'en raison de la chaleur dégagée par le feu de surface.

Ils sont passifs s'ils contribuent moins à la propagation que le feu de surface qui les accompagne et actifs dans le cas contraire.

–**Les sautes de feu** sont des projections de particules enflammées ou incandescentes (brandons) en avant du front de flamme. Ces particules, entraînées dans la colonne de convection et transportées par le vent, peuvent être à l'origine de foyers secondaires à l'avant de l'incendie.

La combustion ou le feu signifie une oxydation rapide accompagnée d'une augmentation du degré la chaleur et la lumière se produisent lorsqu'un atome d'eau se combine avec un atome d'oxygène pour qu'un processus ait lieu la combustion doit avoir trois composants, qui sont la chaleur, l'oxygène et le carburant, et c'est ce qu'on appelle une combustion incandescente et pour que la flamme apparaisse, il faut un quatrième élément, la chaîne d'interaction entre ces derniers les trois éléments. Le feu est le processus d'une réaction chimique qui a lieu entre une substance et ses vapeurs et de l'oxygène dans une certaine proportion, ce qui se traduit par de la chaleur et souvent de la lumière.

4.4.3 Les cause des feux de forêt :

Les causes de ces incendies sont divisées en deux grands groupes, le premier étant naturel. Quant au second, ce sont les incendies liés à l'homme d'une façon directe ou indirecte. Il faut noter que ces causes diffèrent selon les régions car elles sont liées à la nature du sol, au type de sol et à la situation climatique globale dans cette partie du monde.

4.4.3.1 Les causes naturelles :

Les causes naturels ne présentent en région méditerranéenne qu'un pourcentage très réduit des causes d'incendies de forêts (de 1 à 5% en fonction des pays), probablement à cause de l'absence de phénomènes climatiques comme les tempêtes sèches. A l'exception du risque minime d'éruption volcanique, la foudre descendante demeure l'unique cause naturelle des incendies de forêt.

4.4.3.2 Les causes humaines :

Le bassin méditerranéen se caractérise par la prévalence de feux provoqués par l'homme, qui en est responsable, soit d'une manière directe ou indirecte. Les causes humaines connues pouvant être à l'origine des incendies de forêts sont répertoriées selon qu'elles soient volontaires ou non. Globalement, pour l'ensemble des pays du bassin méditerranéen, on retrouve des causes involontaires et des causes volontaires et leur répartition dépend étroitement du contexte social, économique, politique et législatif de chaque pays.

4.4.3.3 Les causes liées à la malveillance :

La nature imprévisible de l'homme en conflit est derrière la majorité des incendies causés d'une manière volontaire où la forêt et la nature subissent les conséquences les plus désastreuses. Les randonneurs et les chasseurs qui laissent leur feu de camp allumé après leur passage rejoignent les pyromanes qui agissent sans aucun état d'âme dans leur entreprise (Roumane, 2014). La rupture ou l'amorçage d'une ligne électrique, le passage d'un rail de chemin de fer ou de voiture à échappement vétuste à proximité d'une forêt sont les accidents les plus probables qui peuvent générer un départ de feu. Ajouté à ce qui précède, la multiplication des décharges publiques sauvages, un phénomène qui ne cesse de croître surtout dans les pays sous-développés ou en voie de développement, comme l'Algérie, qui doit prendre ces précautions avant que ce phénomène ne soit incontrôlable (Roumane, 2014).

4.4.3.4 Les causes involontaires liées aux travaux :

Les divers travaux forestiers peuvent être à l'origine d'un feu de forêt, c'est pour cette raison que ce travail doit être pris au sérieux et accompli par des professionnels. Les apiculteurs et les chercheurs de miel sauvage peuvent mettre en péril les massifs forestiers par la fumigation de l'essaim d'abeille découvert dans un tronc d'arbre ou dans un rucher (Delacre et Terrier, 2000 *in* Roumane, 2014). Aussi, les travaux agricoles contribuent pour une part, que ce soit par les engins utilisés ou par les feux pastoraux, à un départ d'incendie qui devient vite incontrôlable si jamais des précautions ne sont pas prises. A l'instar des autres causes annoncées, les machines-outils utilisées dans les travaux industriels sont derrière des incendies de forêt les plus dévastateurs (Roumane, 2014).

4.4.3.5 Les causes involontaires liées aux particuliers :

Les tâches d'un bucheron occasionnel, l'utilisation de feu d'artifice par des inconscients ou des jets de mégot de cigarette sont les principales causes liées aux particuliers (Roumane, 2014).

4.4.3.6 Les causes humaines volontaires :

Les incendies criminelles peuvent apporter un gain matériel direct (amélioration des pâturages, exploitation du bois...) ou indirect par appropriation foncières. Il faut ajouter les déséquilibres ou pyromanes, qui incendient uniquement par plaisir de détruire ou pour jouir de l'effet causé dans la population ou dans la presse (Megrerouche, 2006).

5. Prévention des incendies de forêt :

5.1 La prédiction du comportement du feu :

La prédiction du comportement du feu est une activité préalable à la lutte proprement dite, nécessaire pour déterminer les moyens qu'il faudrait envoyer contre le feu et pour les organiser et les diriger.

5.2 L'attaque initiale contre le feu :

Quand un feu est détecté, il faut mettre en action le système de lutte qu'on aura préalablement organisé. La "règle d'or" pour obtenir l'efficacité optimale est d'arriver sur le lieu de l'incendie le plus tôt possible, quand la surface brûlée est réduite et l'énergie dégagée ne peut pas encore alimenter un grand incendie.

5.3 L'équipement de terre :

5.3.1 Personnel :

Un personnel entraîné et présentant des effectifs suffisants est une condition fondamentale pour pouvoir entreprendre la lutte active avec succès. Lorsque les feux sont sporadiques, il est possible de compter sur la mobilisation de la population la plus proche, mais s'ils sont très fréquents, la volonté de coopérer décroît tandis que les risques pour les personnes augmentent, et il est alors nécessaire d'employer des moyens mécaniques de soutien plus importants. Dans ce cas, il faut employer un personnel qualifié engagé à temps plein dans la lutte contre le feu, au moins durant la saison des incendies.

5.3.2 La détection :

Les moyens fondamentaux de lutte nécessitent une série d'éléments complémentaires garantissant leur efficacité. Un réseau de détection couvrant toutes les zones boisées, avec un bon système de communications, est indispensable pour mobiliser les unités de lutte et réaliser une première attaque rapide, dont le délai ne devrait pas dépasser une demi-heure. Des systèmes perfectionnés tels qu'avions munis de détecteurs à infrarouges ou caméras de télévision au sommet de tours en zones urbanisées peuvent compléter un réseau basé sur des observateurs fixes ou mobiles ayant une bonne connaissance du terrain, mais non s'y substituer. Des hommes expérimentés restent la pièce maîtresse de la détection, de même que de l'extinction.

5.3.3 Les outils manuels :

Le personnel des brigades d'extinction est normalement le premier moyen arrivant à l'incendie, surtout quand on le transporte par hélicoptères pour réduire le temps de la première attaque.

Dans la majorité des cas, ce personnel doit intervenir sans le support de moyens mécaniques cause des difficultés d'accès. Par conséquent ce personnel doit compter principalement sur les outils manuels qu'il transporte lui-même.

6. Les facteurs influençant l'origine et le développement des feux de forêt :

Après avoir étudié le processus de combustion, les caractéristiques des incendies de forêt, nous allons nous intéresser aux facteurs influençant l'origine et le développement des feux de forêt. Ces facteurs sont de deux types : météorologiques ou topographiques.

6.1 Les facteurs météorologiques :

Les facteurs météorologiques influençant le comportement des incendies de forêt sont :

6.1.1 La température :

La principale source de chaleur est le soleil, les combustibles exposés au soleil se réchauffent plus rapidement que ceux sous couvert forestier, il peut y avoir jusqu'à 10°C de différence (Arfa, 2008). La température peut avoir une influence directe ou indirecte :

- Influence directe par le réchauffement ou le refroidissement des matériaux ;
- Influence indirecte par la modification du contenu en humidité de l'atmosphère.

6.1.2 Le vent :

Le vent augmente la combustion et la propagation des feux en forêts en :

- Augmentant l'apport en oxygène ;
- Dessèchement des combustibles ;
- Favorisant le réchauffement des combustibles à l'avant du feu ;
- Influençant la direction de propagation du feu ;
- Transportant les étincelles ou autres matières enflammées sur de grandes distances (Figure 1.2).

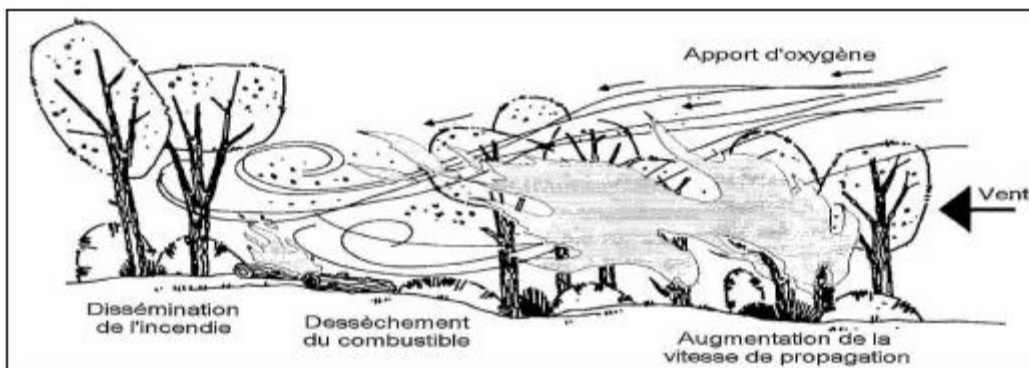


Figure 1.4: Effet du vent sur l'incendie (C.E.M.A.G.R.E.F., 1989)

6.1.3 L'humidité relative :

C'est la proportion, exprimée en pourcentage, entre la vapeur d'eau effectivement contenue dans l'air et la capacité d'absorption de l'air à une température donnée. Elle n'agit pas directement sur le phénomène d'apparition des incendies, mais elle conditionne la teneur en eau des combustibles

6.1 .4 Les précipitations :

L'effet des précipitations sur les incendies de forêt dépend de deux paramètres :

– La quantité d'eau.

–La durée des précipitations. Les petits combustibles réagissent rapidement à de petites quantités de précipitation, la durée des précipitations est importante pour les gros combustibles qui réagissent plus lentement à la pluie. Peu d'eau sur une longue période est préférable à beaucoup d'eau en peu de temps

6.2 Le triangle du feu :

L'incendie est une combustion qui se développe d'une manière incontrôlée dans le temps et l'espace.

Elle engendre de grandes quantités de chaleur, des fumées et des gaz polluants ou toxiques. L'énergie émise favorise le développement de l'incendie. Le processus de combustion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par un comburant en présence d'une source de chaleur.

Combustible :

- Classe A - Bois, carton, papier, tissu, charbon... tout ce qui laisse des braises
- Classe B - Essence, white-spirit, fuel, huile, paraffine... ce qui brûle sans laisser de braises
- Classe C - Tous les gaz, propane, butane, acétylène, hydrogène, méthane. ...
- Classe D - Les métaux finement divisés, en poudre ou en filaments, poudre d'aluminium, laine d'acier, uranium, zinc, magnésium, sodium...

Comburant : Oxygène de l'air, chlore, eau oxygénée, acide nitrique, oxylythe, acide sulfurique, nitrate de potasse, chlorates, perchlorates. ...

Chaleur: Mécanique due au frottement, électrique (foudre, électricité statique) chimique, biochimique, solaire.



Figure 1.4: Triangle de flammes

Un feu est la résultante de la combinaison de ces trois éléments mais si l'on en supprime un seul, le feu s'arrête.

7. Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté l'intérêt des forêts : économique, social, touristique et climatique.

On a présenté aussi les secteurs forestiers de la wilaya de Khenchala.

Nous avons aussi présenté Les facteurs dégradant la forêt, comme Les maladies des arbres, les défrichements, Les incendies et les différents types de feu.

On a aussi présenté des Les facteurs météorologiques qui influençant le comportement des incendies de forêt : température, humidité et le vitesse de vent.

Chapitre 02 :
Internet des Objets

Chapitre 02 : Internet des Objets:

1. Introduction :

Depuis la fin des années 1980, Internet a évolué de manière spectaculaire. La dernière étape est l'utilisation de ce réseau mondial pour la communication avec des objets ou entre objets, évolution nommée Internet des Objets (IoT pour *Internet of Things*). L'évolution de l'IoT est rapide : depuis 2014, le nombre d'objets connectés est supérieur au nombre d'humains connectés et il est prévu que 50 milliards d'objets seront connectés en 2020.

Plusieurs domaines d'application sont touchés par l'IoT, Parmi ces principaux domaines nous citons: réseaux, santé, maison, ville, industrie, télévision, automobile, sécurité etc.

L'ensemble des domaines concernés est assez large pour innover et créer de la valeur. L'ensemble des éléments de la chaîne de valeurs : passerelles multi technologies entre objets et réseau pour connecter le maximum d'objets, infrastructures de télécommunications dédiées à l'IoT, plateformes spécifiques, intégration de technologies pour des solutions sur mesure, opérateurs du service de l'objet connecté.

Les composants matériels et leur environnement de développement sont illustrés. Ils comprennent :

- les identificateurs, capteurs, afficheurs, actuateurs au niveau des objets ;
- les microcontrôleurs ou processeurs et cartes bas coût sans ou avec OS léger pour les objets simples, des processeurs avec OS comme Linux, Android, IOS et les ressources du nuage pour les objets complexes ;
- les réseaux, qui peuvent être « courte distance », « longue distance » ou « cellulaires ». Les différentes technologies de réseau utilisables sont détaillées en fonction des contraintes : portée, débit, coût, sécurité, etc.

La gestion d'une application comprenant des centaines, des milliers voire plus, d'objets implique de disposer d'un support de développement performant (plateforme). Des plateformes « solutions propriétaires » et « libres » sont disponibles. Elles doivent satisfaire à un certain nombre de besoins :

- gérer les composants et le support d'intégration ;
- assurer la sécurité de l'information ;
- définir le protocole de recueil des données ;
- permettre l'analyse des données pour obtenir l'information pertinente (Big Data).

Chapitre 02

Aux problèmes généraux de sécurité des composants matériels, logiciels, systèmes d'exploitation des systèmes informatiques s'ajoutent la nécessité d'assurer la sécurité globale des applications de l'IoT, du capteur au nuage.

Les solutions techniques se sont développées pour permettre l'interopérabilité entre les différents niveaux : applications, services du nuage, réseaux de communication et composants, du capteur intelligent au système informatique. En plus d'infrastructures fiables et sécurisées, l'avenir de l'Internet des Objets dépendra aussi des conditions économiques et légales d'utilisation et d'un consensus social sur la manière dont les différentes opportunités techniques doivent être utilisées.

2. Évolution d'Internet :

Le réseau Arpanet (fin des années 1960) et son couplage avec d'autres sources de données grâce au protocole TCP/IP ont donné d'autres sources de données grâce au protocole TCP/IP ont donné d'autres sources de données grâce au protocole TCP/IP ont donné naissance à Internet, qui n'a pris toute son ampleur qu'à partir de la fin des années 1980, avec l'invention du WEB. L'évolution d'Internet peut être résumée par la figure 2.1

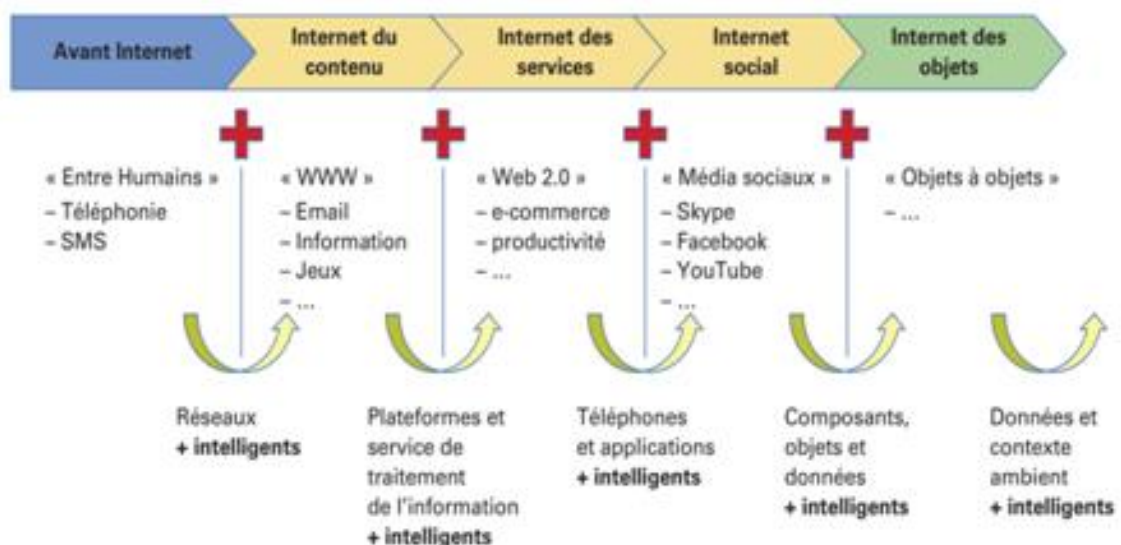


Figure 2.1 : Évolution d'Internet

Les différentes phases, répertoriées sous les noms d'Internet du contenu, d'Internet des services et d'Internet social se caractérisent par une communication machine à machine (M2M), même si l'on est passé d'une communication entre ordinateurs à une communication entre une très grande variété d'ordinateurs ou de composants électroniques (serveurs, PC, tablettes, Smartphones, etc.). La communication entre humains ou les services pour humains

Chapitre 02

sont effectués à travers ces machines ou composants. La communication entre objets a précédé l'apparition du concept d'Internet des Objets (IoT pour Internet of Things). Comme la figure 2.2 montre , la dernière étape de l'évolution d'Internet est l'utilisation de ce réseau mondial pour la communication avec des objets ou de ce réseau mondial pour la communication avec des objets ou de ce réseau mondial pour la communication avec des objets ou de ce réseau mondial pour la communication avec des objets ou de ce réseau mondial pour la communication avec des objets ou entre objets. Elle permet de cette manière d'accéder au nuage (cloud) et aux moyens de calcul et de stockage des data centres La possibilité de connecter un objet le rend intelligent. On peut par conséquent communiquer avec l'objet, lui demander son état, lui proposer d'exécuter une action ou encore recevoir de sa part des alertes. Ces objets intelligents collectent un maximum d'informations qu'on peut traiter par des algorithmes permettant l'optimisation des ressources qui nous entourent. Cette notion a été introduite en 1999, et depuis 2014, le nombre d'objets connectés a dépassé le nombre d'humains connectés. Munir un objet d'un module de communication n'est pas un nouveau concept. Depuis la création des capteurs (objet qui mesure une grande physique), l'humain a cherché à relever l'information mesurée par le capteur. Initialement, les capteurs étaient reliés par des câbles limitant le passage à l'échelle. Connecter une quantité infinie d'objets par des câbles est tout simplement impossible.

De plus, certains endroits ne sont pas accessibles pour y installer des câbles. Par la suite, des technologies radio basse consommation ont permis d'atteindre des objets à des distances variant de quelques centimètres à quelques mètres. Puis, il a été envisagé d'utiliser les capteurs eux-mêmes comme relais pour étendre la zone de couverture. On parle alors de réseaux de capteurs ou de réseaux d'objets. À la fin des années 2000, des acteurs comme SigFox ou LoRa ont mis en place des technologies permettant avec des grandes antennes de communiquer avec les objets à des distances allant jusqu'à plusieurs kilomètres facilitant ainsi leur connectivité.

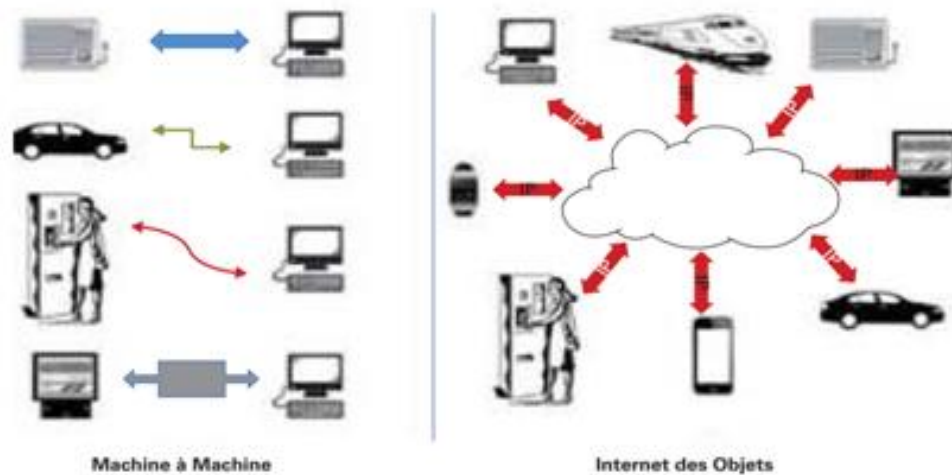


Figure 2.2 : De machine à machine à l'Internet des Objets.

À présent, les objets peuvent communiquer selon deux modes : soit avec des technologies de faible distance utilisant le principe du relai, soit en direct avec des technologies longues distance. Les objets peuvent être de nature très variée. Ils peuvent être petits (clé, montre, etc.) ou très gros (avions, trains, voitures, etc.). Une présentation rapide de grandes classes d'applications permet de comprendre la très grande hétérogénéité des objets.

3. Objet connecté :

Un objet connecté est un dispositif électronique relié à internet et capable de communiquer des informations, apportant ainsi un service ou une valeur ajoutée. Le premier objet connecté était la lampe DAL (figure 2.3), lancé en 2003. Sensible au toucher et au bruit, cette lampe communiquait des informations sur la météo, la bourse, la pollution, des alertes Google et même des messages grâce à neuf LED de couleur. Les fonctions proposées aujourd'hui vont beaucoup plus loin que la simple annonce de la météo. Prenons l'exemple du thermostat Qivivo, qui permet non seulement de piloter son chauffage à distance, mais également d'obtenir un diagnostic de sa consommation d'énergie, des conseils d'optimisation et même d'être mis en relation avec des professionnels afin d'étudier les possibilités d'amélioration de son logement. Les usages ont donc su se développer et, aujourd'hui, les objets connectés sont partout. Ils sont particulièrement appropriés dans certains domaines.



Figure 2.3 : La lampe DAL (premier objet connecté)

4. Paradigmes de communication :

En plus des communications humain à humain qui ont régné sur l'Internet classique, de nouveaux styles d'interactions émergent avec l'apparition de l'Internet des objets comme le montre la figure ci dessous qui illustre ces interactions inter objets connectés et entre l'humain et le(s) objet(s) dans l'IoT.

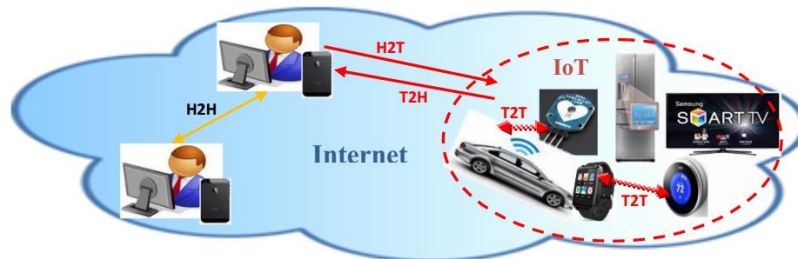


Figure 2.4. L'émergence de nouveaux paradigmes de communication dans l'Internet du futur.

4.1. Les communications humain-à-objet :

L'utilisateur peut interroger des objets connectés à Internet à tout moment via son smart phone (ou autre dispositif connecté). Les communications humain-à-objet (dite aussi H2T pour Human-to-Thing) sont très fréquentes dans certaines applications de l'Internet des objets comme est le cas d'une application médicale ou de l'automatisation des maisons. Tel type d'interactions est caractérisé par une forte hétérogénéité matérielle et technologique car du côté de l'utilisateur on utilise généralement des équipements beaucoup plus puissants (ordinateur portable, Smartphone ou tablette) que les capteurs contraints du côté de l'objet sollicité dans l'IoT. Cependant, l'hétérogénéité dans toutes ses formes doit être traitée efficacement.

4.2. Les communications objet-à-objet :

Les communications objet-à-objet (ou T2T pour Thing-to-Thing) sont appelées également machine-à-machine ou M2M (Machine-to-Machine). Cela désigne des communications automatiques et autonomes inter-machines sans l'intervention humaine. Rappelons que les communications M2M forment la base de l'informatique permansive qui fait partie de l'ensemble des principes et concepts de l'Internet du futur. En fait, les interactions inter-objets intelligents dans l'IoT sont souvent homogènes, du moins au niveau des contraintes où on trouve des capteurs qui peuvent utiliser différentes technologies de transmission mais qui observent les mêmes limitations en termes de ressources et qui ont les mêmes vulnérabilités. Rappelons à ce stade que les communications allant des objets connectés dans l'Internet des objets vers les hôtes ordinaires de l'Internet (les communications objet-à-humain ou T2H:Thing-toHuman en anglais) sont aussi

considérées comme une variante des communications M2M. Par exemple, un capteur associé à une porte d'une salle à accès restreint dans une banque, est configuré de telle sorte qu'il avise par MMS (ou e-mail) le responsable de la sécurité dans la banque (via son smart phone) en lui transmettant le temps d'entrée de la personne ainsi que sa photographie. Cette opération se fait même si la personne était déjà authentifiée avant d'accéder la salle[2].

5. Fonctionnement de l'Internet des objets l'IoT :

L'internet des objets fonctionne principalement avec des capteurs et objets connectés placés dans / sur des infrastructures physiques. Ces capteurs vont alors émettre des données qui vont remonter à l'aide d'un réseau sans fil sur des plateformes IoT. Elles pourront être ainsi analysées et enrichies pour en tirer le meilleur profit. Ces plateformes de data management et de data visualisation sont les nouvelles solutions IoT permettant aux territoires, entreprises ou même usagers d'analyser les données et d'en tirer des conclusions pour pouvoir adapter pratiques et comportements.

L'IoT est étroitement lié aux objets connectés car ils ont la faculté de capter une donnée et de l'envoyer, via le réseau Internet ou d'autres technologies. Les objets connectés interagissent avec leur environnement par le biais de capteurs : température, vitesse, humidité, vibration... Dans l'Internet des Objets, un objet peut aussi bien être un véhicule, qu'une machine industrielle ou encore une place de parking.

Cette notion d'internet des objets peut être expliquée grâce au concept de « Service Oriented Architecture » décomposé en quatre couches différentes appelées layer. Nous vous l'expliquons à l'aide du tableau ci-dessous.

Tableau 2.1 : concept de Service Oriented Architecture

SENSING	NETWORKING	SERVICE
Les « hardware » physiques comme les capteurs intelligents	Connecte les équipements entre eux	Les technologies du « middleware » qui permet de faire communiquer entre eux « hardware » et « software »

- Le hardware : Désigne les composants physiques
- Le software : Logiciels, systèmes d'informations et applications
- Le middleware : Inter logiciel, réseau d'échange d'information. Il met en relation plusieurs applications informatiques.

Pour fonctionner, l'Internet des objets (IoT) utilise des puces informatiques et des capteurs capables de se connecter à Internet qui sont intégrés à des objets tels que les équipements

industriels, les voitures, les bâtiments et divers appareils. Ils transmettent et reçoivent des données par Internet, réagissant généralement selon des règles d'événement prédéterminées. Les appareils peuvent également envoyer les données recueillies aux services de cloud computing par Internet, Bluetooth, NFC, etc. Ensuite les données peuvent être agrégées et analysées.

6. Vue d'ensemble :

Interconnecter des objets via Internet n'a d'intérêt que pour réaliser des applications utiles, qu'elles soient simples ou complexes. Cette interconnexion part d'objets émettant des informations en fonction d'une situation ou d'événements, informations qui sont traitées et souvent mémorisées, envoyées via des réseaux et Internet vers des objets recevant ces informations et effectuant une ou des actions en fonction de l'information reçue[3].

Avant de détailler les composantes de l'Internet des Objets, il est donc intéressant de présenter quelques exemples d'application.

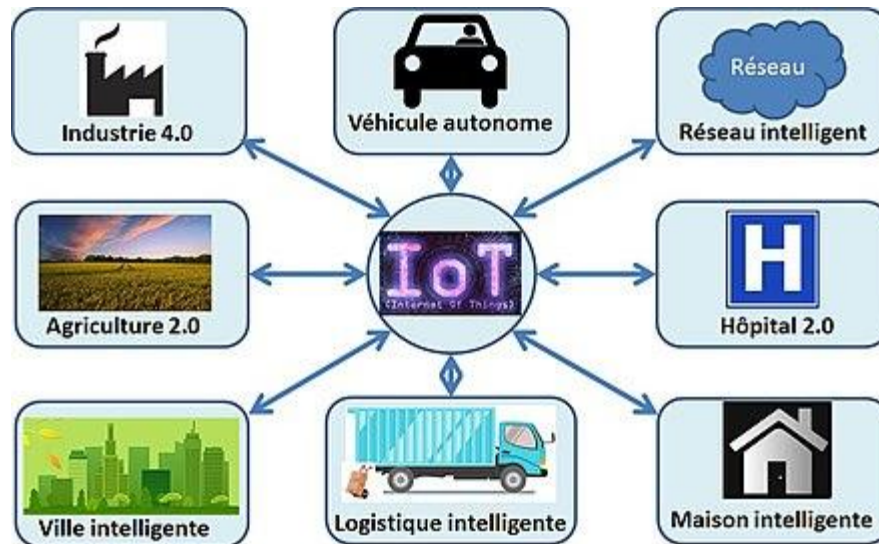


Figure 2.5 : Domaines d'application de l'IoT

6.1 À la maison :

Un exemple très simple d'interconnexion d'objets dans une maison. On trouve un certain nombre de capteurs dans les appareils ménagers qui vont détecter une situation : pas assez de café, plus de lait dans le frigidaire, toast prêt, fin de lavage... Les informations des capteurs sont transmises au *smartphone*, un des standards de téléphonie mobile. Il peut y avoir transmission directe d'information comme la température dans la pièce. Le *smartphone* transmet aussi des informations à des actionneurs de différents appareils : mettre en route le radiateur, démarrer un enregistrement, etc. On trouve l'articulation capteur, réseau, actionneur, même si dans ce cas simple, Internet n'intervient pas[4].

Des applications beaucoup plus élaborées sont développées dans les domaines de la maison intelligente et de la ville intelligente.



Figure 2.6 : Exemple :L'IoT réfrigérateur

*L'objet fait son travail (refroidir, donner l'heure) avec des fonctionnalités (de calcul) supplémentaires pouvant être transmises vers l'internet et pouvant recevoir des informations du réseau. D'aspect, un organe d'internet des choses ressemble à une « chose » pas à un ordinateur (portable, tour, serveur ou autre). Un IoT device a une fonction principale qui n'est pas une fonctionnalité d'ordinateur.

*On ajoute donc des fonctionnalités à l'objet. Par exemple :

*Un réfrigérateur conserve les aliments au froid

*Un réfrigérateur intelligent :

- indique si la porte est entre-ouverte (bip),
- indique si le filtre d'eau doit être changé (bip),
- détecte les aliments qu'il possède,
- s'il manque certains aliments importants
- les recettes pouvant être faites
- qu'il y a trop d'aliment favorisant le cholestérol,

Le réfrigérateur intelligent :

*Avertit le smart phone d'acheter des aliments

*Commande un filtre à eau, recherche les meilleurs prix

*Compare sa consommation avec d'autres réfrigérateurs

*Commande les denrées fondamentales lui-même

*Suggère certains travaux à faire au smart phone de l'utilisateur

Nécessite donc une connexion à l'internet

6.2. Domaine de la santé :

– L'IoT applique ces différentes catégories au domaine de la santé, on obtient les pistes suivantes :

***Suivi du comportement des personnes et des choses :** on pense bien sur immédiatement aux « wearables » (technologies portables) qui se développent très vite commercialement. De la casquette à la montre en passant par les chaussettes, tout devient connecté ! Fréquence cardiaques, calories ingérées ou dépensées, rythme d'ingestion de nourriture, les mailles du filet qui crible nos comportements se réduisent de jour en jour. Au-delà des contestations éthiques ou philosophiques qui se font jour légitimement, les utilisations possibles de toutes ces nouvelles informations sont énormes (que ce soit de façon prédictive ou curative)

- incitation à des comportements plus favorables à la santé
- détection de maladies mentales
- mesure de l'exposition à des zones allergènes ...

***Connaissance en temps réel de l'environnement :** l'immense quantité d'informations bientôt disponible sur la santé de tout un chacun pose de nombreux problèmes éthiques. Toutefois, même antonymes, ces informations peuvent être utiles en tant qu'aide à la décision pour la santé publique ou même pour le diagnostic individuel. Quand une maladie se répand rapidement, un diagnostic rapide peut faire toute la différence entre la vie et la mort.

- diagnostics plus rapides
- utilisation des compétences des médecins pour vérifier les informations collectées plutôt
- que pour les collecter eux-mêmes (gain de temps)

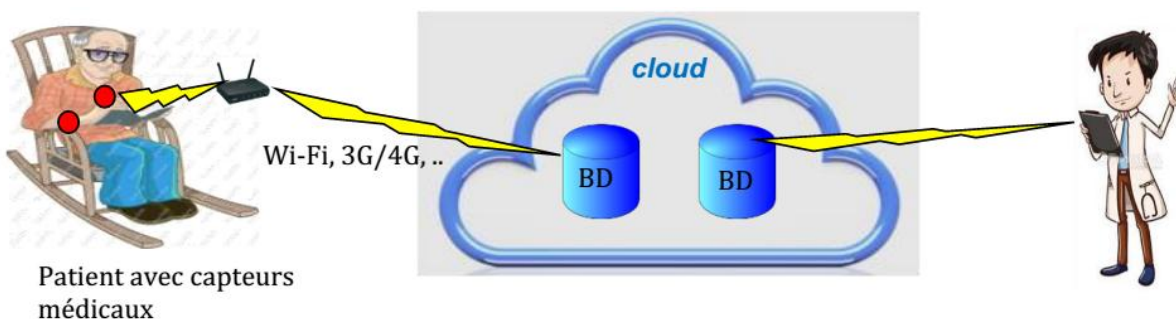


Figure 2.7. L'internet des objets dans le domaine médical.

6.3. Éducation :

– L’IoT change à la fois les expériences d’apprentissage et d’enseignement dans les salles de classe connectées, améliorant la façon dont les écoles et les campus peuvent surveiller le fonctionnement et la sécurité à la fois dans l’éducation primaire et secondaire.

6.4. Industrie hôtelière :

– Les solutions IoT pour l’industrie hôtelière permettent de mieux servir les clients, d’augmenter l’efficacité d’exploitation et d’offrir des services différenciés.

6.5. Gouvernement :

– L’IoT fournit aux agences gouvernementales la possibilité d’assurer des services de qualité supérieure, de rationaliser les processus, de réduire les coûts et de trouver des façons innovantes d’apporter de la valeur ajoutée aux citoyens.

6.6. Transport :

– L’IoT est au cœur de la stratégie globale de transformation du transport de façon à assurer une plus grande sécurité, des voyages plus efficaces, une maintenance améliorée des véhicules et des avions et une gestion stratégique du trafic.

6.7. Les applications militaires :

L’Internet des objets est un domaine fertile tant pour les applications civiles que pour les applications militaires. Dans le domaine de défense les capteurs et les nano-drones connectés à Internet permettent d’envisager des applications sophistiquées pour l’exploration, la surveillance des champs de batailles et des frontières, ainsi que la poursuite et la localisation géographique de l’objet connectés. Les forces militaires ont la tendance d’utiliser des infrastructures propriétaires pour la connectivité et les communications. En transitant vers l’Internet, il sera plutôt possible d’utiliser des infrastructures Cloud, qui offrent une flexibilité opérationnelle très intéressante. Le soldat en mission peut lui-même être connecté à Internet à travers les capteurs connectés, intégrés dans sa tenue. Ces capteurs peuvent être par exemple des capteurs médicaux qui rapportent l’état de santé du soldat, ou des capteurs multimédia qui captent des images, une vidéo ou du son depuis la zone où il se trouve (le soldat).

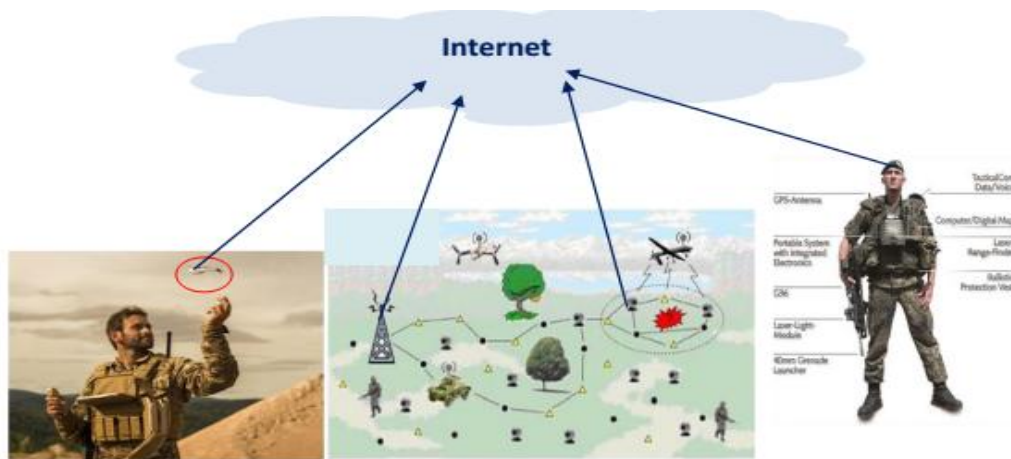


Figure 2.8. Le domaine militaire et l'Internet des objets.

6.8. Pour les entreprises :

L'Internet des objets n'en est qu'à ses débuts, et les entreprises trouvent encore des applications capables d'améliorer leurs systèmes et leurs processus.

7. Les avantages de l'IoT pour les entreprises :

L'Internet des objets n'en est qu'à ses débuts, et les entreprises trouvent encore des applications capables d'améliorer leurs systèmes et leurs processus. Néanmoins, les avantages sont déjà nombreux :

- Amélioration de la productivité grâce à l'automatisation des processus
- Réduction des déchets grâce à un contrôle plus intelligent des stocks
- Moins de temps perdu à cause de pannes des équipements
- Économies et bénéfices écologiques grâce à une consommation d'énergie réduite
- Production plus efficace grâce aux diagnostics en temps réel
- Amélioration des niveaux de service et de l'expérience client en anticipant les problèmes et en répondant pro activement
- Meilleure rentabilité
- Prises de décisions stratégiques plus éclairées

L'IoT peut aider les entreprises à exploiter les informations provenant des Big Data, souvent difficiles à gérer sans la mise en place de processus automatisés appropriés.

Grâce à l'IoT, les entreprises peuvent collecter et analyser les informations des clients en temps réel, sans qu'une intervention humaine pour les collecter et les saisir ne soit nécessaire et sans les limites de volume de données que cela implique. Cela signifie que la conception des produits et les stratégies de marketing peuvent bénéficier de données plus précises et plus réelles.

Chapitre 02

Par exemple, si un nouveau produit n'a pas le succès escompté, l'obtention plus rapide des données aide les entreprises à décider comment réagir et leur permet d'économiser de l'argent en évitant ou en modifiant une mauvaise orientation stratégique.

Bien sûr, l'IoT représente une énorme opportunité commerciale en lui-même.

Selon Gartner, l'utilisation d'objets connectés par les entreprises en 2017 devait générer 964 milliards de dollars de ventes de matériel. Selon les mêmes chiffres, les applications grand public représenteraient 725 milliards de dollars (2017) et, d'ici 2020, les dépenses en matériel des deux segments devraient atteindre près de 3 000 milliards de dollars.

8. Le moteur de la croissance de l'IoT :

L'explication simple de l'impressionnante expansion de l'IoT est que tout est maintenant en place pour qu'elle ait lieu, en particulier la montée en puissance des smart phones et les améliorations en matière de traitement et de communication. Selon eMarketer, plus d'un tiers de la population mondiale utilisera un smart phone avant fin 2018.

Cette croissance a provoqué l'explosion du cloud et des applications cloud (CRM, e-mail, etc.), accessibles partout depuis les appareils connectés à Internet. Les professionnels peuvent désormais accéder aux applications de leur entreprise en déplacement sans être limités aux réseaux d'entreprise et à des emplacements géographiques spécifiques[5].

Les dernières pièces du puzzle ? Les technologies de réseaux sociaux, ainsi que l'adoption de réseaux d'interactions et de communautés. Tout cela permet de recevoir des informations, de collaborer avec ses homologues et de garantir l'acheminement d'informations pertinentes pour chacun.

En publiant et en exposant les interfaces de programmation d'applications (API), par exemple, des plates-formes telles que Sales force Platform garantissent que les informations provenant de l'Internet des objets peuvent circuler directement dans les systèmes CRM et autres systèmes logiciels où leur valeur peut être utilisée au maximum. À partir de là, elles deviennent accessibles depuis n'importe où : sur un ordinateur, un smart phone ou autre appareil mobile.

9. L'incidence de l'Internet des objets sur les relations avec les clients :

L'augmentation du nombre d'appareils connectés et la croissance de l'IoT affectent déjà le fonctionnement des entreprises. Les clients attendent une réponse rapide, efficace et personnalisée à leurs demandes d'informations et à leurs problèmes. L'automatisation des processus de manière à réduire les coûts et à améliorer la fiabilité est une ambition commerciale pour laquelle l'IoT peut jouer un rôle déterminant.

Il y a peu, les relations clients étaient basées sur des contacts en face à face ou par téléphone. La chaîne de communication entre producteur et client, longue et indirecte, comprenait le personnel en magasin, les commerciaux et les services de réparation et des réclamations. Aujourd'hui, les attentes des clients sont beaucoup plus élevées et les entreprises doivent y répondre en s'assurant que leurs capacités de service client sont à la hauteur de la tâche.

L'Internet des objets permet tout cela. Les informations sur les clients peut être envoyées automatiquement et en temps réel à la plate-forme CRM d'une entreprise.

10. Les enjeux de l'Internet des objets

Bien que l'Internet des objets soit un concept qui est à la fois avantageux et prometteur, et qui pourra apporter des solutions efficaces des problèmes du suivi et de télésurveillance dans différents domaines. En contrepartie, l'IoT soulève certaines questions décisives, étroitement liées à sa maturité son acceptabilité. On cite ci-dessous les enjeux les plus marquants.

* **La sécurité** : la sécurité des personnes, des communications, des données, des services, des réseaux et des équipements était et continue à être un problème sévère observé par l'internet courant. Aujourd'hui avec la naissance de l'IoT, l'amplitude du problème va prendre un autre ordre de gravité. Des milliers d'objets connectés en permanence à internet et intégrés dans toute sorte d'objets dans notre vie quotidienne, vont porter le risque d'être ciblés par les menaces classique de l'Internet. Il est même possible que de nouvelles générations d'attaques apparaissent. Donc, les objets intelligents dans l'IoT, la transmission et le stockage de leurs données sur Internet devraient être sécurisés. D'autre part, l'IoT peut lui-même menacer la sécurité des individus ou des institutions. L'armée chinoise proscrit les officiers et les soldats de porter des objets connectés (comme les montres et les lunettes connectées à Internet) et considère leur utilisation comme une violation de la réglementation sur le secret dans les casernes[6].

* **La protection** de la vie privée des utilisateurs : un grand nombre de capteurs connectés à Internet et intégrés dans des objets d'usage quotidien révèlent nos habitudes notre état de santé notre localisation géographique et autres types d'informations qui nous sont privées. Il devra absolument y avoir des mécanismes robustes qui peuvent assurer la confidentialité des données que l'utilisateur qualifie être sensibles. Les utilisateurs devraient également pouvoir savoir qui accède quelles données (concernant les utilisateurs) sur Internet et pour quelle raison.

* **Les limitations de ressources** : les capteurs et les tags RFID sont très limités en ressources de calculs, de stockage mémoire et d'énergie. A cet effet, les solutions (protocoles de communications ou de sécurité, technologies de transmission, etc.) destinées à l'Internet des objets doivent prendre en considération telles contraintes et limitations.

Chapitre 02

* **L'hétérogénéité** : des dispositifs de divers types ayant des capacités variées et appartenant des réseaux de différentes natures, vont intégrer l'Internet en utilisant différentes technologies de communication (filaire, sans fil, satellitaire, ...). Avec toutes ces formes d'hétérogénéités matérielles et technologiques, il serait primordial de mettre en place des mécanismes bien avertis qui soient capables d'en cacher et gérer.

* **L'interopérabilité** : c'est parmi les plus grands défis de la réalisation de l'Internet des objets. L'interopérabilité c'est, en réalité, la cohabitation des dispositifs, des systèmes et des mécanismes disjoints et la possibilité de les faire coopérer et interagir en toute flexibilité. Une tendance récente tend vers la standardisation et l'unification des systèmes et protocoles opérationnels dans l'IoT et de les présenter en open source (à accès libre). Ceci afin de faciliter la collaboration entre objets connectés, ainsi que le couplage avec les entités externes se trouvant sur Internet.

* **La virtualisation** : plusieurs capteurs connectés peuvent représenter un seul capteur virtuel qui rapporte une mesure virtuelle résultant de l'agrégation de plusieurs états secondaires. Par exemple un capteur virtuel qui nous dit si l'état de santé du patient est bon ou non. Cette information n'est qu'une combinaison de plusieurs informations fournies par plusieurs capteurs médicaux réels incorporés dans le corps du patient. Ainsi, un model générique de virtualisation des objets connectés à l'IoT, nommé VoT (Virtualization of Things) permet une représentation abstraite des objets et l'accumulation des données qui en proviennent, depuis différents endroits, pour faciliter leur contrôle.

* **La transparence** : l'objectif de l'informatique transparente est de rendre les systèmes informatiques des boites noires transparentes à travers des communications sans fil, automatiques et invisibles ne nécessitant pas l'interaction avec les utilisateurs. La transparence est la base de l'informatique permansive qui est à son tour un facteur essentiel dans l'Internet des objets.

* **Le nombre croissant d'objets connectés** : il est prévu que le nombre d'objets intelligents qui vont peupler l'Internet du futur franchira les millions, voir les milliards. Avec cela, l'adoption de nouveaux mécanismes qui supportent efficacement l'évolutivité continue dans le nombre d'objets connectés, est vivement recommandée.

* **La mobilité** : un nombre immense d'objets connectés à Internet en tant que partie de l'Internet des objets, seront le plus souvent mobiles. De ce fait, des solutions flexibles de gestion de la mobilité doivent être mises en place pour permettre à tels objets d'accomplir leurs missions efficacement indépendamment de la fréquence et la vitesse de la mobilité.

* **La qualité de service des communications** : suivant que l'application est critique ou non, les communications inter objets connectés dan l'IoT et entre ces derniers et les hôtes

ordinaires de l'internet, peuvent exiger ou non un minimum de qualité de service en termes de délais, débits, fiabilité, etc.

11.L'avenir pour l'Internet des objets :

La seule limite de l'Internet des objets, c'est notre imagination.

Les gens réfléchissent déjà à la façon dont il peut améliorer leur vie. Une ville intelligente, par exemple, peut installer des feux de circulation qui s'adaptent à la taille des files de véhicules, des limites de vitesse réglées pour s'accorder à la météo et aux conditions de circulation, ou encore des poubelles qui alertent les services de collecte des déchets lorsqu'elles sont presque pleines.

Il existe également des applications comme la surveillance de la pollution pour éloigner le trafic des zones touchées, les bâtiments qui repèrent les intrus et détectent les fuites d'eau et la surveillance renforcée à distance des patients par les médecins.

Grâce à ses innombrables avantages, l'IoT est un outil qui change la donne pour les consommateurs comme pour les entreprises.

12.Conclusion:

Dans ce chapitre on a présenté la technologie de l'internet des objets(IOT), sa définition et leur domaine d'application, son utilisation dans différents domaine : éducation, industrie, sante, militaire... etc.

On a présenté aussi les avantages de l'IoT pour les entreprises, les enjeux et l'avenir pour l'Internet des objets.

Chapitre 03 :
**Systeme Arduino
et Capteurs Utilisés**

Chapitre 03 : Système Arduino et capteurs utilisés

3. Système Arduino :

3.1 Introduction :

Le système Arduino donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Plus précisément, pour programmer des systèmes électroniques. Le gros avantage de l'électronique programmée c'est qu'elle simplifie grandement les schémas électroniques et par conséquent, le coût de la réalisation, mais aussi la charge de travail à la conception d'une carte électronique Arduino est un circuit imprimé en matériel libre sur lequel se trouve un microcontrôleur qui peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage...), le pilotage d'un robot, etc[7].

Le langage Arduino se distingue des langages utilisés dans l'industrie de l'informatique embarquée de par sa simplicité. En effet, beaucoup de bibliothèques et de fonctionnalités de base occultent certains aspects de la programmation de logiciel embarquée afin de gagner en simplicité. Cela en fait un langage parfait pour réaliser des prototypes ou des petites applications.

Les possibilités des cartes Arduino sont énormes, un grand nombre d'applications ont déjà été réalisées et testées par bon nombre d'internautes. Dans ce chapitre nous allons voir une présentation générale du système Arduino, ses caractéristiques et une présentation de quelques Shields et on mettra la lumière sur le logiciel IDE Arduino.

3.2 Domaine d'utilisation et ces applications :

Le système Arduino nous permet de réaliser un grand nombre de choses, qui ont une application dans tous les domaines, l'étendue de l'utilisation de l'Arduino est gigantesque. Pour vous donner quelques exemples, vous pouvez :

- Électronique industrielle et embarquée
- Contrôler les appareils domestiques.
- Fabriquer votre propre robot.
- Faire un jeu de lumières.
- Communiquer avec l'ordinateur.
- Télécommander un appareil mobile (modélisme)
- Physical computing: Au sens large, construire des systèmes physiques interactifs qui utilisent des logiciels et du matériel pouvant s'interfacer avec des capteurs et des actionneurs.
- Hacker, Prototypage, Education, etc.

3.3 Avantages d'Arduino :

Le système Arduino, nous donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Plus précisément, nous allons programmer des systèmes électroniques. Les principaux avantages de l'électronique programmée sont :

- Simplifie grandement les schémas électroniques.
- Diminué le coût de la réalisation.
- La charge de travail à la conception d'une carte électronique.
- Environnement de programmation clair et simple.
- Multiplateforme : tourne sous Windows, Macintosh et Linux
- Nombreuses bibliothèques disponibles avec diverses fonctions implémentées.
- Logiciel et matériel open source et extensible.
- Nombreux conseils, tutoriaux et exemples en ligne (forums, site perso, etc.).
- Existence de « shield » (boucliers en français).

3.4 Les cartes Arduino :

3.4.1 Définition de la carte Arduino :

Les cartes Arduino sont des systèmes embarqués composée de deux parties principales : la partie matérielle et la partie logicielle. Se sont des Plateforme de prototypage

3.4.2 La partie matérielle (Hardware) :

L'Arduino est une plate-forme matériel réunisse un microcontrôleur Atmel AVR sur une carte de circuit imprimé, et tout ce qu'il faut pour le faire fonctionner : des goupille connecté aux ports I / O, un Régulateur de tension et, en cas de besoin, une interface USB permettant de communiquer avec l'ordinateur utilisé pour le bootloader (possibilité de graver le programme via USB et lancement de notre code au démarrage) [8]. Comme le montre la figure 3.1

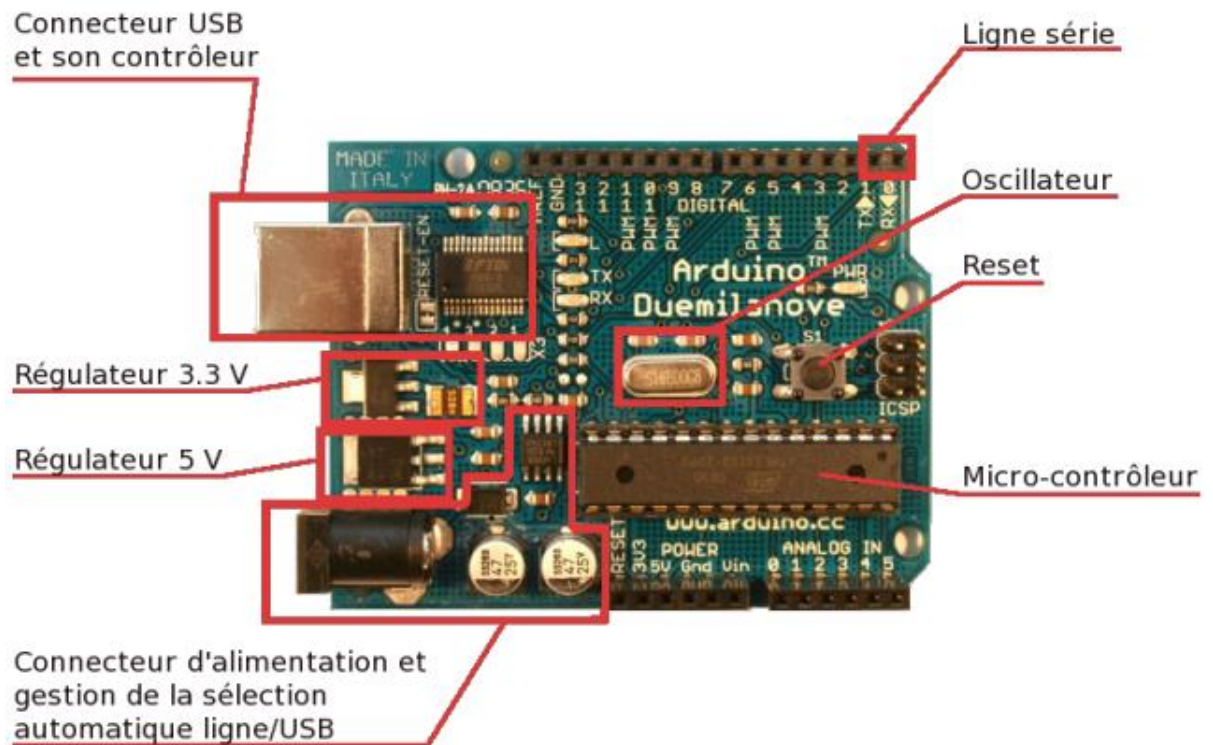


Figure 3.1 la carte Arduino

Pour augmenter les fonctionnalités d'une platine Arduino, on peut lui greffer des cartes filles (shield) :

- Ethernet
- Wi-Fi
- XBee
- LCD
- MIDI
- GPS
- Moteurs. . .

3.4.3. Détails divers :

La modulation de largeur d'impulsions :

(MLI ; en anglais : Pulse Width Modulation, soit PWM), est une technique couramment utilisée pour synthétiser des signaux continus à l'aide de circuits à fonctionnement tout ou rien, ou plus généralement à états discrets.

Le principe général est qu'en appliquant une succession d'états discrets pendant des durées bien choisies, on peut obtenir en moyenne sur une certaine durée n'importe quelle valeur intermédiaire.

Interruption :

Signal permettant d'interrompre temporairement le fonctionnement normal d'un programme pour exécuter une routine spécifique.

26 interruptions disponibles :

- 5 interruptions externes
- 2 programmables via l'API Arduino, INT0 et INT1 (pins 2 et 3)
- 3 sur changement d'état des pins
- 18 interruptions internes
- RESET
- Timers
- ADC
- Watchdog
- Comparateur
- ...

Les interruptions externes peuvent être associées à des fonctions définies par l'utilisateur et permettant de réagir de manière adéquate.

Activer/désactiver globalement les interruptions : `interrupts()` et `nointerrupts()` ;

Associer une fonction à une interruption : `attachInterrupt(interrupt, fonction, mode)` ;

Supprimer la gestion d'une interruption : `detachInterrupt (interrupt)`.

Le déclenchement des interruptions se fait selon quatre modes principaux :

1. LOW : état bas du signal sur la broche
2. CHANGE : changement d'état du signal sur la broche
3. FALLING : front descendant sur la broche
4. RISING : front montant sur la broche

L'interface série

Il existe une interface série (USART) sur les ATmega328P.

➤ Utilisée pour les communications inter-modules ou entre le module et l'ordinateur (au travers de l'USB) ;

➤ Pris en charge par la bibliothèque Serial ;

➤ La ligne série (broches 0 et 1) est exclusive, son utilisation empêche de se servir de ces broches pour autre chose.

Il est donc possible de recevoir des données depuis un module Arduino, mais également de lui en envoyer pour, par exemple, modifier son comportement.

SPI : Serial Peripheral Interface

Principe de fonctionnement en maître/esclaves : une ligne SS par périphérique ;

Communications synchrones : une ligne SCK commune à tous les périphériques;

Deux lignes pour la communication entre maître et esclaves : lignes MOSI et MISO communes à tous les périphériques.

Il y a une bibliothèque dédiée à ce mode de communication : SPI Library qui gère le transfert des données et l'horloge série. Chaque constructeur de périphérique SPI définit ses propres modes de communication.

I2C : Inter Integrated Circuits

I2C, également connu sous le nom de bus TWI (Two Wire Interface) nécessite, comme son nom l'indique presque, trois fils pour fonctionner :

1. signal de données : SDA ;
2. signal d'horloge : SCL ;
3. une référence (masse).

Chaque périphérique a une adresse (7 bits) sur le bus et c'est un fonctionnement en maître/esclaves. La bibliothèque permettant de gérer ce bus est Wire Library. Elle simplifie grandement la gestion des différents états sur les lignes.

3.4 La partie Logiciel (software):

A ce matériel est accompagné d'un Environnement de développement intégré (IDE) multiplateformes. Ce logiciel de programmation est une application en C++ et un IDE dédié (en Java → multiplateformes), libre et multiplateformes, est un langage permettant à un être humain d'écrire un ensemble d'instructions (code source) qui seront directement converties en langage machine grâce à un compilateur, l'exécution d'un programme s'effectue de manière séquentielle.

L'interface du logiciel Arduino se présente de la façon suivante :

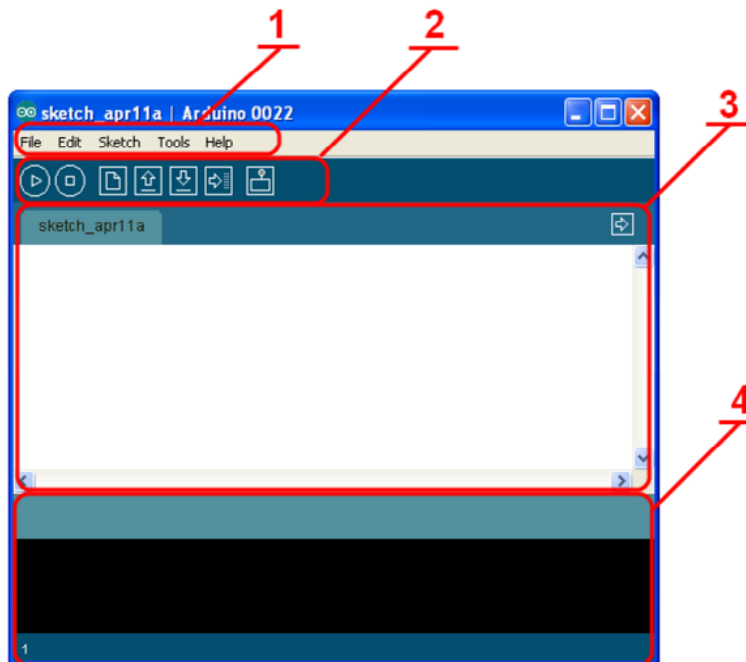


Figure 3.2 L'interface du logiciel Arduino

1. Options de configuration du logiciel
2. boutons pour la programmation des cartes
3. programme à créer
4. débogueur (affichage des erreurs de programmation)

-Le menu file Le menu File dispose d'un certain nombre de choses qui vont être très utiles

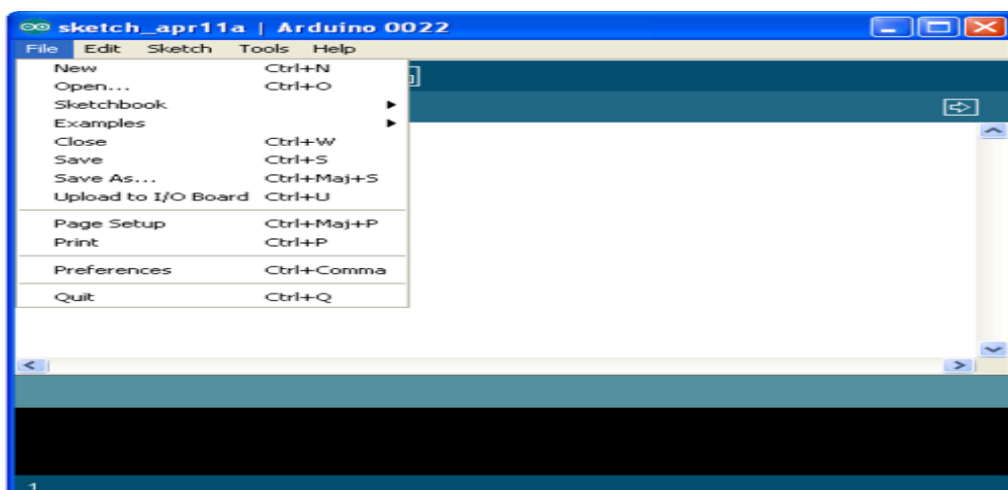


Figure 3.3 Le menu File

Chapitre 03

New (nouveau) : va permettre de créer un nouveau programme. Quand on appuie sur ce bouton, une nouvelle fenêtre, identique à celle-ci, s'affiche à l'écran.

Open... (ouvrir) : avec cette commande, on peut ouvrir un programme existant.

Save / Save as... (Enregistrer / enregistrer sous...) : enregistre le document en cours.

Demande ou enregistrer le document en cours.

Exemples: ceci est important, toute une liste se déroule pour afficher les noms d'exemples de programmes existants.

- Les boutons

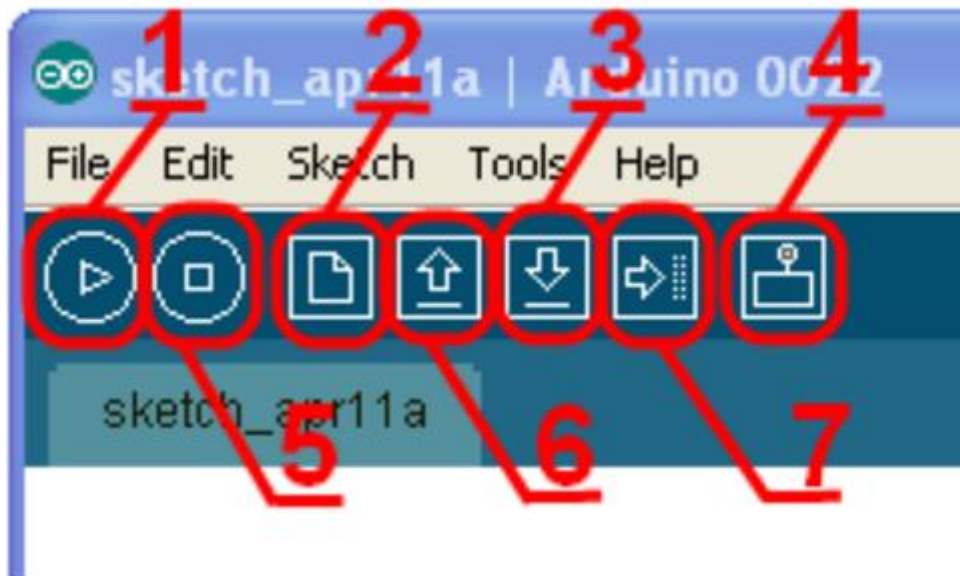


Figure 3.4 Les boutons de l'interface

1. permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans le programme

2. Créer un nouveau fichier

3. Sauvegarder le programme en cours

4. Liaison série

5. Stoppe la vérification

6. Charger un programme existant

7. Compiler et envoyer le programme vers la carte

3.5 Les différents types des cartes Arduino

Il y a trois types de cartes :

Les «officielles» qui sont fabriquées en Italie par le fabricant officiel : **SmartProjects**

Les «compatibles» qui ne sont pas fabriqués par Smart Projects, mais qui sont totalement compatibles avec les Arduino officielles.

Les « autres » fabriquées par diverse entreprise et commercialisées sous un nom différent (Freeduino, Seeduino, Femtoduino, ...).

3.5.1 La carte Arduino MEGA :

La carte Arduino MEGA est la carte la plus diffusée après la carte ARDUINO UNO. Elle offre un nombre d'entrées /sorties beaucoup plus important (54 contre 14), un processeur plus puissant doté d'une mémoire plus vaste qui permet d'exploiter des algorithmes plus complexes.

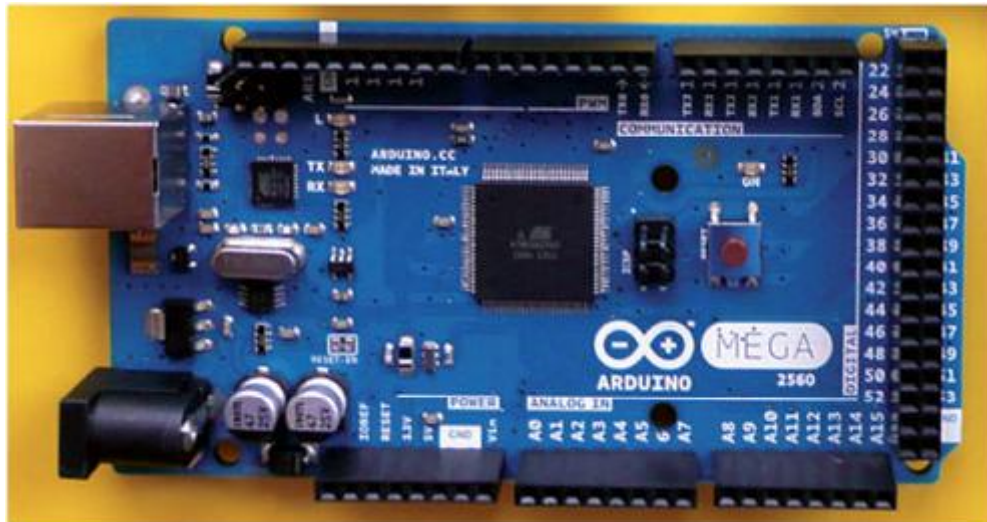


Figure 3.5 carte Arduino MEGA

3.5.2 La carte Arduino DUE :

La carte Arduino DUE est une évolution de la carte Arduino MEGA et offre des performances réputées 3 fois supérieures. Elle permet de manipuler rapidement des algorithmes lourds particulièrement utiles dans le monde de la robotique par exemple.

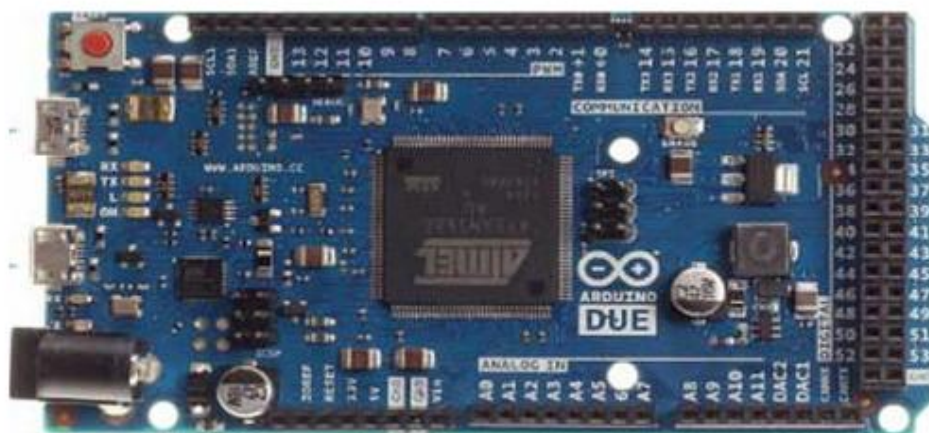


Figure 3.6 : La carte Arduino DUE

3.5.3 La carte Arduino NANO :

La carte Arduino NANO la même qu'une carte Arduino UNO miniaturisée. Sa taille et son poids réduits la destinent à une utilisation dans des espaces réduits (en textile par exemple) ou dans des applications de robotique ou de modélisme pour lesquels le poids et la taille des facteurs déterminant (hélicoptères, drones ...)

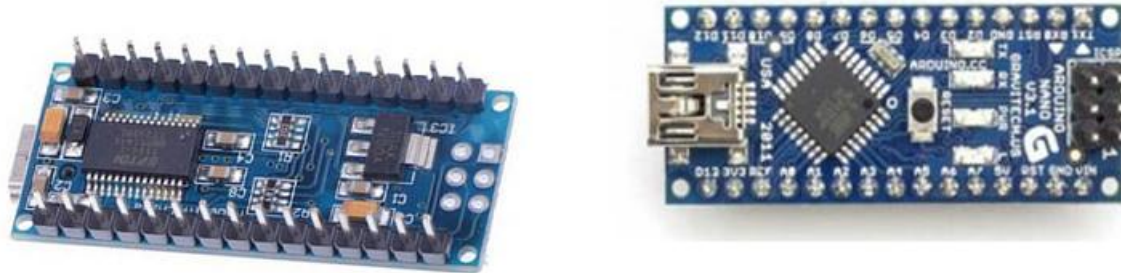


Figure 3.7 des cartes Arduino NANO

3.5.4 La carte Arduino Uno :

Le modèle UNO de la société ARDUINO est une carte électronique dont le cœur est un microcontrôleur ATMEL de référence ATmega328. L'ATmega328 est un microcontrôleur 8bits de la famille AVR dont la programmation peut être réalisée en langage C/C++.

La carte Arduino UNO est la pièce maitresse de tout circuit électronique pour les débutants .Elle possède des «ports» permettant par exemple de se connecter à un ordinateur ou de s'alimenter.

Elle est dotée :

- de 14 entrées/sorties
(Dont 6 fournissent la sortie PWM)
- 6 entrées analogiques
- un cristal à 16 MHz
- une connexion USB
- une prise jack d'alimentation
- un en-tête ICSP
- une fonction reset.

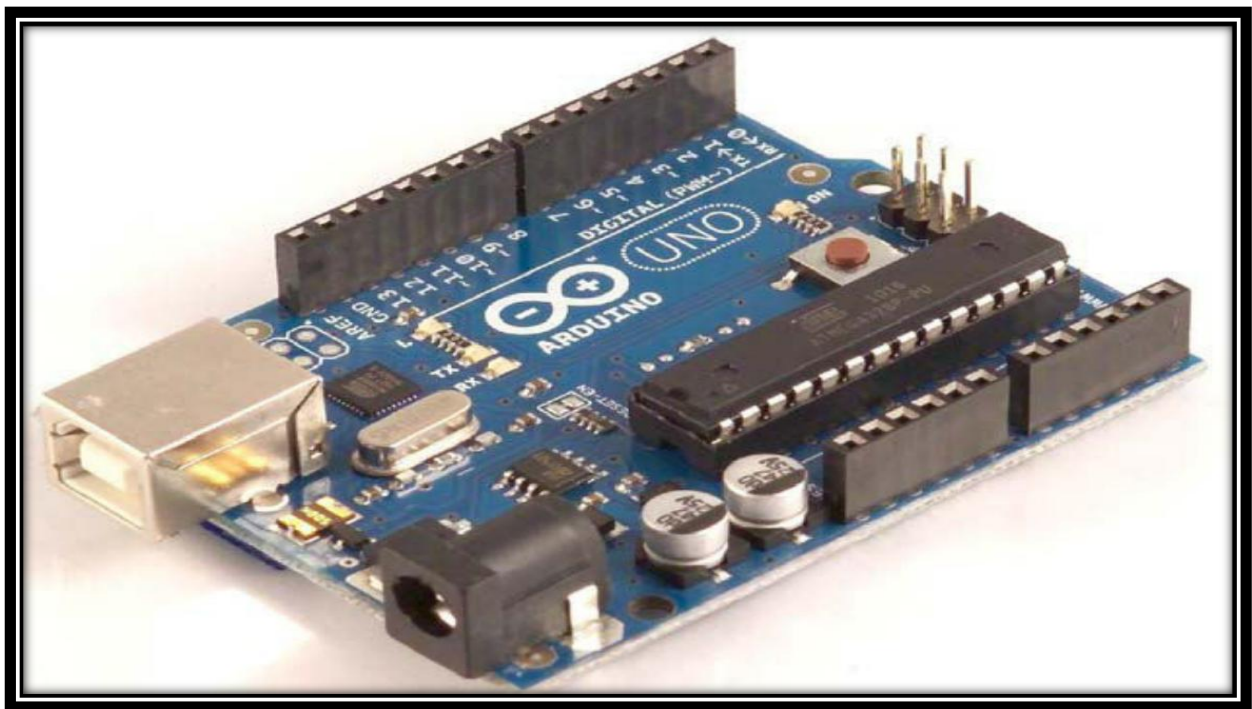


Figure 3.8 la carte Arduino UNO

-La description de toutes les connectiques de la carte Arduino UNO est présentée dans les trois images ci-dessous :

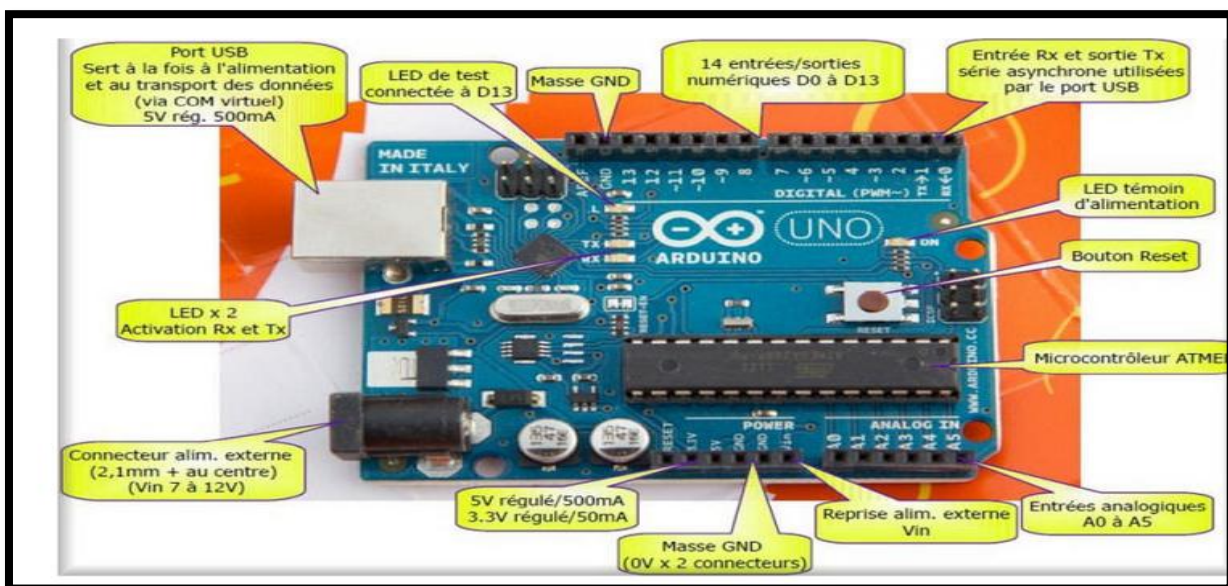


Figure 3.9 la carte Arduino UNO

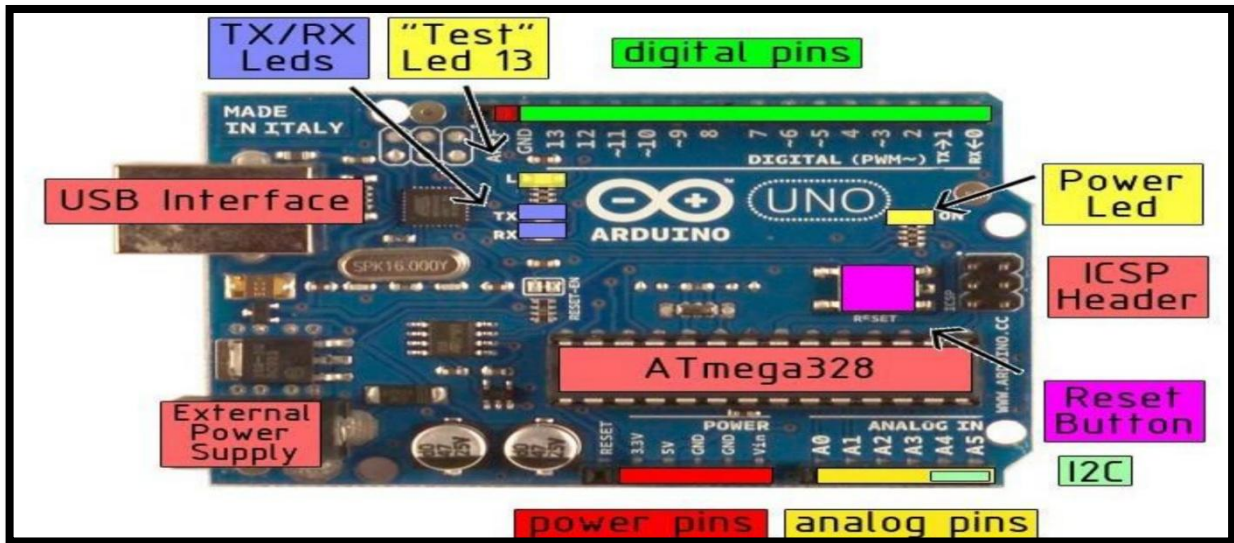


Figure 3.10 composants de la carte ArduinoUNO

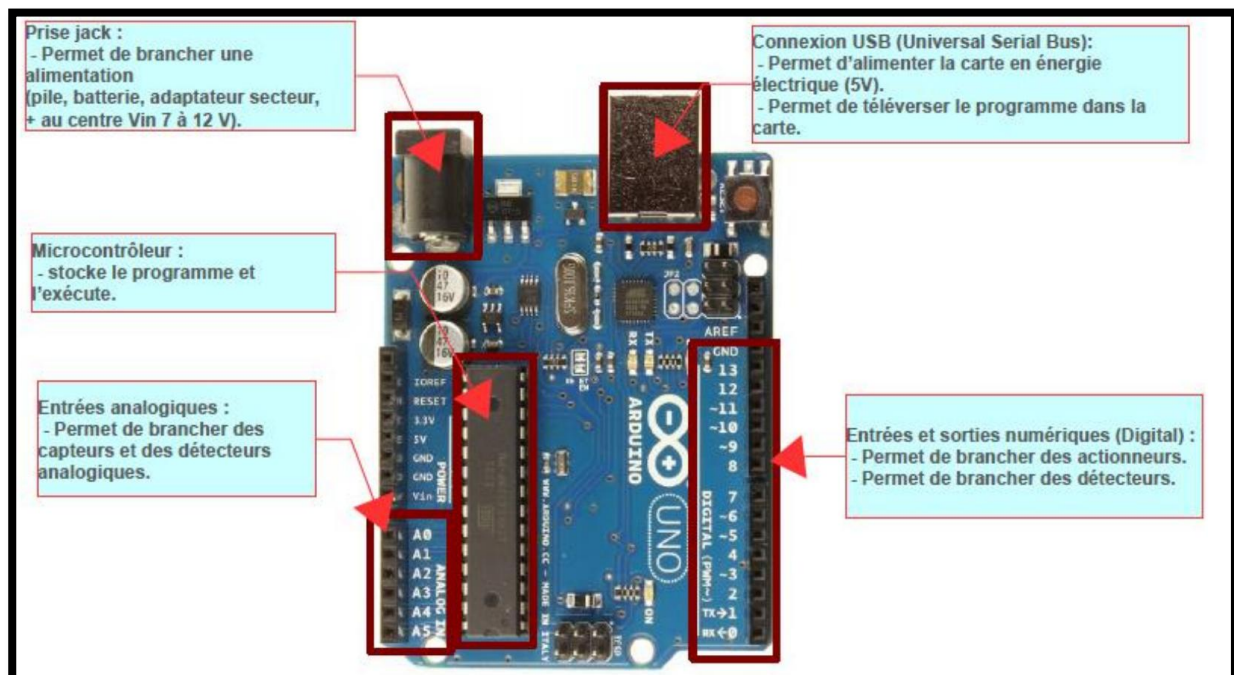


Figure 3.11 Description des entrées/sorties de la carte Arduino Uno

3.5.5 Caractéristiques techniques

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

Tableau 3.1 : Caractéristiques techniques

3.5.6 Alimentation des cartes Arduino

- La carte Arduino peut être alimentée via la connexion USB ou avec une alimentation externe. La source d'alimentation est automatiquement sélectionnée. Une alimentation externe peut provenir soit d'un adaptateur AC-DC ou d'une batterie. L'adaptateur peut être connecté en branchant une prise 2.1mm dans la prise d'alimentation de la carte ou à partir d'une batterie connectée dans le pin (ou broche) GND et V-in (alimentation externe). Le processeur peut fonctionner sur une alimentation externe de 6 à 20 volts. Cependant, si la tension est inférieure à 7V, le pin 5V peut fournir moins de cinq volts et le processeur peut devenir instable. Si la tension est supérieure à 12V, le régulateur de tension peut surchauffer et endommager la carte. La plage recommandée est de 7 à 12 volts.

3.6 les Capteurs :

Dans de nombreux domaines (industrie, recherche scientifique, services, loisirs...), on a besoin de contrôler des paramètres physiques (température, force, position, vitesse, luminosité...).

Dans un grand nombre de domaine, il est nécessaire d'avoir accès à une grandeur physique. Cette connaissance permet de connaître l'état physique d'un système et de pouvoir prendre des décisions quand à la conduite de celui-ci. L'état physique du système doit être connu sous la forme d'une grandeur électrique : tension ou courant. L'opération qui permet de transformer une grandeur physique en une grandeur électrique est réalisée par un capteur.

3.6.1 Principe des capteurs :

Un capteur est un dispositif électronique qui transforme une grandeur physique en une grandeur une autre grandeur physique de nature différente (souvent électrique). qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle ou de commande.



Figure 3.12 Le capteur dans la chaîne de mesure

3.6.2 Les différents types de capteurs

a. Capteurs passifs :

Il s'agit généralement d'impédance dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée

b. Capteurs actifs :

Fonctionnant en générateur, un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie à la grandeur physique à prélever, énergie thermique, mécanique ou de rayonnement.

3.6.3 Classification des capteurs

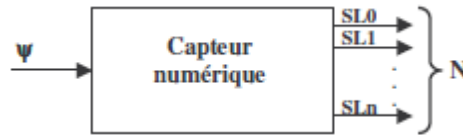
a. Capteurs analogiques :

Les capteurs analogiques servent à transformer une grandeur physique en un autre type de variation d'impédance, de capacité, d'inductance ou de tension. Un signal est dit analogique si l'amplitude de la grandeur physique qu'il représente peut prendre une infinité de valeurs dans un

intervalle donné. Ainsi, on peut dire que la tension de secteur sinusoïdale est un signal de type analogique.

b. Capteurs numériques :

Ce type de capteur produit un nombre binaire N (combinaison de signaux logiques) qui dépend directement de la grandeur physique à capter.



SL1 : signal logique 1 ; **N** : nombre binaire de **n** bits (n signaux logiques).

Son avantage est que l'on peut directement le connecter à un microcontrôleur qui pourra exploiter le nombre N. Il n'y a pas de mise en forme analogique et/ou logicielle.

Son inconvénient est qu'en sortie plusieurs fils sont disponibles (en fonction du nombre de bits du nombre binaire N), donc le nombre d'entrées du microcontrôleur devra être important.

c. Capteurs TOR (Tout Ou Rien) :

Un capteur « tout ou rien », appelé également capteur TOR, est un dispositif qui transforme une grandeur physique en une grandeur de nature électrique. En d'autres termes, le capteur TOR permet de détecter un événement ou un objet à l'endroit où il est placé et d'en informer le système (système qui, par exemple, émettra un ordre auprès d'une machine, ou allumera des voyants..). Il sert donc à acquérir des informations.

Cette détection s'effectue en langage binaire (0 ou 1). C'est le langage qu'utilisent souvent les machines.

Pour les capteurs, ce langage peut suivre deux logiques, deux "traductions" :

Logique positive :

1 = absence d'objet

0 = Présence d'objet

Logique négative :

1 = Présence d'objet

0 = Absence d'objet

3.6.4 Caractéristiques d'un capteur :

a. Sensibilité:

Un capteur est un dispositif qui permet la mesure d'un paramètre physique ou chimique. Il fournit une grandeur électrique qui en est la représentation aussi exacte que possible. En général cette grandeur électrique varie proportionnellement avec le paramètre mesuré.

b. Résolution:

Plus petite variation de la grandeur mesurée qui produit une variation perceptible de l'indication correspondante.

Résolution = (Etendue de mesure du capteur) / (Nombre de points de mesure réalisés sur le capteur).

c. Etalonnage-étendue de mesure:

L'étalonnage d'un capteur consiste à établir la relation qui existe entre la grandeur à mesurer et la grandeur électrique de sortie.

Cette relation peut être graphique : c'est la courbe d'étalonnage; ou algébrique : c'est l'équation caractéristique du capteur.

L'étalonnage d'un capteur peut être :

- **simple ou multiple;**
- **absolu ou relatif;**

L'étalonnage simple consiste à fixer tous les paramètres d'influence et ne faire varier que la seule grandeur à mesurer;

L'étalonnage multiple tient compte de toutes les grandeurs d'influence, il s'agit d'un ensemble d'étalonnages successifs qui détermine la dépendance de la grandeur principale vis à-vis des grandeurs d'influence.

L'étalonnage absolu ou direct consiste à fournir les valeurs de la grandeur à mesurer par des étalons ou par des éléments de référence de très grande précision.

L'étalonnage relatif ou indirect est l'utilisation d'un capteur dont on connaît la courbe d'étalonnage et dont la stabilité est assez grande.

Le capteur à étalonner et le capteur étalonné sont soumis tous les deux aux mêmes contraintes et dans les mêmes conditions.

C'est alors par comparaison qu'on établit la courbe d'étalonnage du capteur.

Un capteur de qualité présente une courbe d'étalonnage reproductible: c'est **la répétabilité**.

L'**interchangeabilité** est la qualité que présente une série de capteur de même type pour être inter changés en fournissant des résultats identiques.

L'**étendue de mesure** correspond à la différence entre les valeurs extrêmes d'utilisation (Valeur supérieure – Valeur inférieure) (Figure 3.13)

Cette plage est souvent confondue avec le domaine nominal d'emploi, mais elle peut être réduite ou plus étendue selon les critères d'utilisation retenus.

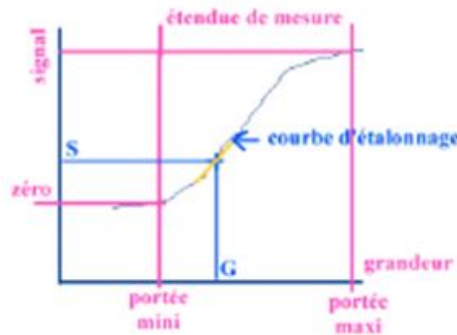


Figure 3.13 Etendue de mesure et courbe d'étalonnage du capteur

d. Précision :

La Précision est la qualité qui caractérise l'aptitude d'un capteur à donner des indications proches de la valeur vraie de la grandeur mesurée. La fidélité est l'aptitude à donner pour une même valeur de la grandeur mesurée, des indications concordant entre elles, tandis que la justesse est l'aptitude à donner des indications égales à la grandeur mesurée.

Cette caractéristique va souvent être exprimée à partir de multiples mesures, c'est-à dire qu'elle va faire appel à quelques notions statistiques pour quantifier les incertitudes.

e. Rapidité :

C'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information prise en compte par la partie commande.

C'est aussi l'aptitude d'un capteur à suivre les variations de la grandeur à mesurer. Dans le cas d'un échelon de la grandeur entrainant la croissance de la mesure on définit le temps de réponse à plus ou moins 10%, c'est le temps nécessaire pour que la mesure croisse, à partir de sa valeur initiale jusqu'à rester entre 90% et 110% de sa variation totale.

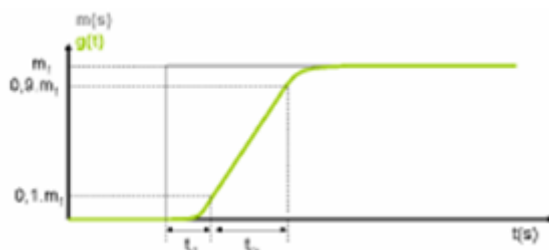


Figure 3.14 Temps de réponse d'un capteur

3.7 Description des modules utilisés :

3.7.1 Capteur de température et d'humidité DHT11 :

C'est un capteur de Température et d'Humidité très apprécié pour sa simplicité de mise en œuvre et son coût peu élevé. Il ne requiert qu'une résistance de tirage et une alimentation 3V ou 5V pour fonctionner. Sa programmation est facile à l'aide des bibliothèques Arduino,



Figure 3.15 capteur DHT11

Le module numérique DHT11 délivre et reçoit un signal digital sur une entrée/sortie série unique. Ses deux capteurs analogiques sont une résistance qui détermine le taux d'humidité et une thermo-résistance de type NTC (Negative Temperature Coefficient) afin de mesurer la température.

La calibration du module est faite en usine et les paramètres sont sauvegardés dans une mémoire OTP (One Time Programming, comme celle vue en TD de PeiP1 sur les diodes). Le lien entre l'arduino et les capteurs est assuré par un microcontrôleur 8 bits. Une communication avec le module s'effectue sur 40 bits et dure typiquement 4ms.

3.7.2 DHT11 contre DHT22 :

Nous avons deux versions du capteur DHT, elles se ressemblent un peu et ont le même brochage, mais ont des caractéristiques différentes [10]. Voici les spécifications:

DHT11

- Coût ultra bas
- Alimentation 3 à 5 V et E / S
- Utilisation de courant maximum de 2,5 mA pendant la conversion (lors de la demande de données)
 - Bon pour des lectures d'humidité de 20 à 80% avec une précision de 5%
 - Bon pour les lectures de température 0-50 ° C précision ± 2 ° C
 - Pas plus de 1 Hz de fréquence d'échantillonnage (une fois par seconde)
 - Taille du corps 15,5 mm x 12 mm x 5,5 mm

- 4 broches avec un espacement de 0,1 "

DHT22

- À bas prix
- Alimentation 3 à 5 V et E / S
- Utilisation de courant maximum de 2,5 mA pendant la conversion (lors de la demande de données)
- Bon pour les lectures d'humidité de 0 à 100% avec une précision de 2 à 5%
- Bon pour les lectures de température de -40 à 80 ° C précision $\pm 0,5$ ° C
- Pas plus de 0,5 Hz taux d'échantillonnage (une fois toutes les 2 secondes)
- Taille du corps 15,1 mm x 25 mm x 7,7 mm
- 4 broches avec un espacement de 0,1 "

Comme nous pouvons le voir, le DHT22 est un peu plus précis et bon sur une plage légèrement plus large. Les deux utilisent une seule broche numérique et sont " lents " en ce sens que vous ne pouvez pas les interroger plus d'une fois par seconde ou deux.

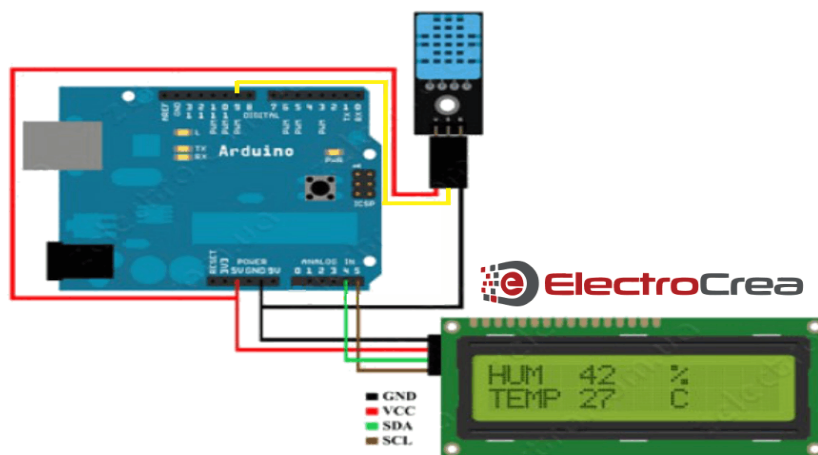


Figure .16 exemple de branchement de DHT11

3.7.3 Capteur de la vitesse de vent :

Un anémomètre est utilisé pour mesurer la vitesse du vent, c'est une partie essentielle des stations météo. Cet anémomètre a été conçu pour un usage extérieur avec une mesure facile de la vitesse du vent.

Pour l'utiliser, on connecte le fil noir à la masse, le fil marron à une alimentation entre 7 et 24 VDC et le câble bleu fournira une tension analogique. La tension va varier de 0,4V (Vent à 0m/s) à 2V (vent à 32,4m/s).

Caractéristiques

Dimensions:

- Hauteur (base au centre) : 105mm / 4.1 "
- Centre vers la Coupe : 102mm / 4 "
- Longueur de bras : 70mm / 2,8 "
- Poids : 111.8g

Dimensions fils:

- Longueur de câble : 99cm / 39 "
- Mâle Longueur : 30mm / 1,2 "
- Diamètre (épaisseur) : 4,8mm / 0,2 "

Caractéristiques

- Sortie : 0.4V à 2V
- Range Test : 0.5m / s à 50 m / s
- Vitesse du vent mini : 0,2 m / s
- Résolution : 0.1m / s
- Précision : Le pire des cas 1 mètre / s
- Vitesse max du vent : 70m / s
- Détails du connecteur: Broche 1 - Puissance (fil marron), Pin 2 - Masse (fil noir),

Pin 3 - Signal (fil bleu), Pin 4 pas connectés



Figure 3.17 anémomètre

3.7.4 Le module wifi ESP8622 :

Le module Wifi ESP8266 ajoute une fonction de communication par WIFI à la carte Arduino. Il peut ainsi communiquer sans fil à moyenne distance avec n'importe quel autre dispositif Wifi (ordinateur, Smartphone, sur une autre carte Arduino...).

La puce ESP8266 nécessite 3.3V tension d'alimentation. Il ne doit pas être alimenté avec 5 volts

comme les autres cartes Arduino.

NodeMCU ESP-12E carte de Dev peut être connecté à 5V en utilisant le connecteur micro USB ou une broche Vin disponible à bord.

Les broches d' E / S de ESP8266 communiquer ou entrée / sortie max 3.3V seulement. Dire que les broches ne sont pas 5V entrées tolérantes.

Si vous avez à l'interface avec 5V broches d' E / S, vous devez utiliser le système de conversion de niveau (soit construit vous - même en utilisant la tension de résistance diviseur.

Le module wifi ESP8266 est Caractérisé par :

- Wifi Module - Module ESP-12E similaire à ESP-12 module, mais avec 6 GPIOs supplémentaires.
- Module ESP8266 ESP-12E
 - USB intégré Adaptateur UART série (SiliconLabs CP2102)
 - Bouton de réinitialisation
 - Touche d'entrée (également utilisé pour bootloading)
 - Montage en surface, LED rouge contrôlable par l'utilisateur
 - Régulateur de tension 500mA 3.3V (LM1117)
 - Deux entrées d'alimentation protégée par diode (l'un pour un câble USB, une autre pour une batterie)
 - Têtes - 2x 2,54 mm en - tête à 15 broches avec accès à GPIO, SPI, UART, CAN et broches d'alimentation
 - Alimentation - 5V via port micro USB
 - Dimensions - 49 x 24,5 x 13mm



Figure 3.18 ESP8266 12E

3.7.5 L'afficheur LCD I2C 2004A :

L'afficheur LCD I2C 2004A LCD 4 x 20 caractères rétro-éclairé se raccordant via le bus I2C sur un microcontrôleur.

Le module se raccorde sur une carte compatible Arduino ou Raspberry Pi via 4 broches au dos de l'écran.

- Alimentation: 5 Vcc
- Interface I2C (adresse 0x27)
- Caractères blancs sur fond bleu
- Contraste ajustable via potentiomètre
- Dimensions: 98 x 60 x 20 mm



Figure 3.19 Afficheur LCD I2C 2004A

3.8 Conclusion:

Dans ce chapitre on a présenté le système Arduino et son avantage et son différent type de cartes.

Nous avons aussi présenté les capteurs, car ils jouent des rôles de plus important de mesure les effets des phénomènes de touts qui agissent sur l'environnement de l'homme avec l'évolution de la technologie, en particulier leur importance s'accroît car il permette d'assurer la liaison homme – machine – environnement.

Chapitre 04 :
**Approches méthodologiques
de la conception**

Chapitre 04 : Approches méthodologiques de la conception

4.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons une description de la solution proposée pour répondre aux spécifications de notre cahier de charge en abordant la conception précise de chaque partie du système afin d'obtenir une schématisation complète de la solution.

A travers l'étude réalisée dans le deuxième chapitre, est parvenu à des conclusions qu'il y a plusieurs indicateurs affectant le risque d'incendie. Certaines de ces indicateurs sont fixes et ils sont liées la natures de la forêt tels que les Indicateurs topographique, d'activité humaine, de danger d'essence, et de l'activité humaine. En revanche, se trouve l'indice de risque météorologique qui est en pleine changement. Les plus importants paramètres météorologiques affectant le risque d'incendie sont la température, le taux d'humidité et la vitesse de vent.

Compte tenu de l'importance d'une carte de risque d'incendie lors de l'élaboration d'un plan de gestion des incendies par les services des forêts. Donc, le contrôle en permanence et en temps réel de ces paramètres est un impératif dans ce cas. Pour cela on a proposé dans ce chapitre une solution matérielle et logicielle intégrée, on basant sur les technologies d'internet des objets (internet of things « IoT »), qui permette au service concernés par les incendies des forêts de recevoir en temps réel ces paramètres météorologiques.

4.2. Présentation du système :

Le système proposé a pour objectif l'acquisition et la visualisation des paramètres météorologiques des forêts à surveiller, les plus importants sont la température, le taux d'humidité et la vitesse du vent. Dans le but de les utiliser dans l'élaboration d'une carte de risque d'incendie.

Le système est fondé sur un ensemble de nœuds de capteurs, et un serveur Web local comme il est représenté sur la figure 4.1. Où chaque nœud regroupe un ensemble de capteurs météorologiques et une connexion internet WIFI.



Figure 4.1. Présentation du système

L'ensemble des nœuds doivent être répartis dans des endroits bien étudiés dans les forêts à surveiller. La figure 4.2 donne un aperçu sur l'implantation des nœuds.



Figure 4.2. Exemple de positionnement des nœuds

Chaque nœud possède la capacité de collecter des données auprès des différents capteurs environnementaux utilisés. L'ensemble des données présentées doivent être traitées et rangées d'une façon particulière par le contrôleur, par la suite envoyer par le biais d'une connexion Internet sans fil 'WIFI' au serveur local en temps réel.

Les données seront reçues en permanence par le serveur, par la suite enregistrées dans une base de données. Ce qui permet la visualisation des données par l'intermédiaire d'un navigateur Web standard sur un périphérique (ordinateurs portables intelligents, Smartphones) connecté à Internet. Ce qui garanti une analyse des données afin d'élaborer un plan de gestion des risques d'incendies et donner les précautions à prendre et les interventions adéquates.

A partir du cahier des charges, nous devons trouver des solutions pour remédier à tous les problèmes techniques.

Le cahier des charges est le suivant :

- Chaque nœud doit rechercher une connexion internet pour connecter au serveur
- Chaque nœud doit mesurer la température, le taux d'humidité et la vitesse du vent d'un endroit dans le forêt.
- Chaque nœud doit transmettre en temps réel les données au serveur.
- le serveur doit recevoir aussi en temps réel les données, et par la suite les enregistrer dans une base de données.
- L'utilisateur peut se connecter au serveur par l'intermédiaire d'un navigateur Web standard sur un périphérique (ordinateurs portables intelligents, Smartphones, Tablet) connecté à

Internet pour faire la visualisation sous forme numérique ou graphique des données enregistrées que ce soit online ou offline.

4.3. Etude du système :

Le système proposé est soumis à l'architecture illustrée par la figure 4.3. Il est constitué de deux principales parties. Le nœud de capteurs et le serveur local.

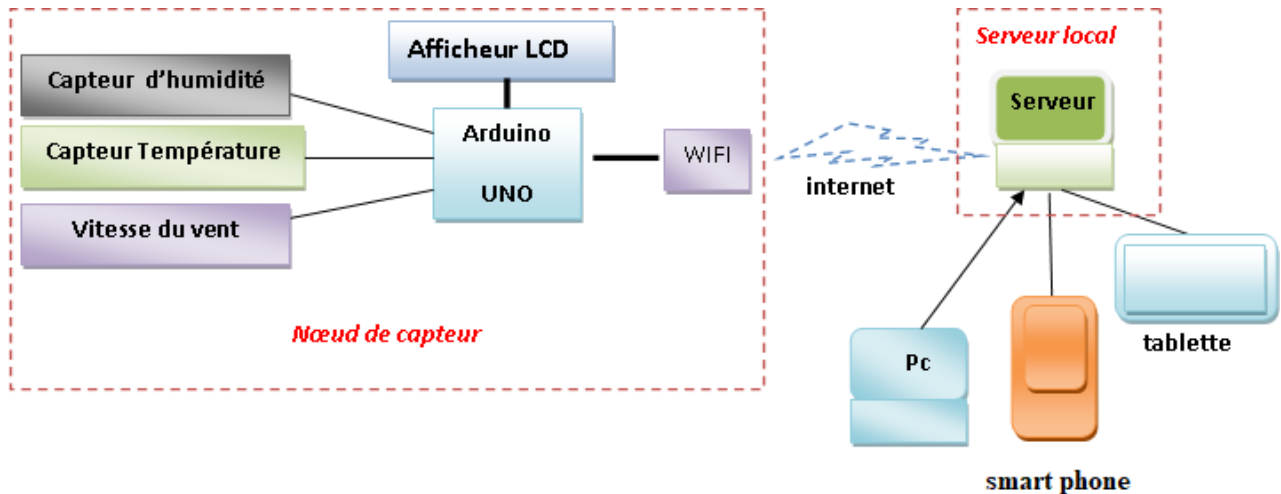


Figure 4.3. Schéma bloc de l'architecture de l'application.

4.3.1. Le nœud de capteurs :

Le nœud de capteurs a pour but de capturer les grandeurs physiques température, humidité et vitesse de vent des différents capteurs et la transmission de la mesure via une connexion wifi au serveur local. Chaque comporte un calculateur principal, l'ensemble de capteurs environnementaux ainsi qu'un afficheur LCD pour une visualisation locale des données. La figure 4.4 présente la structure de cette partie.

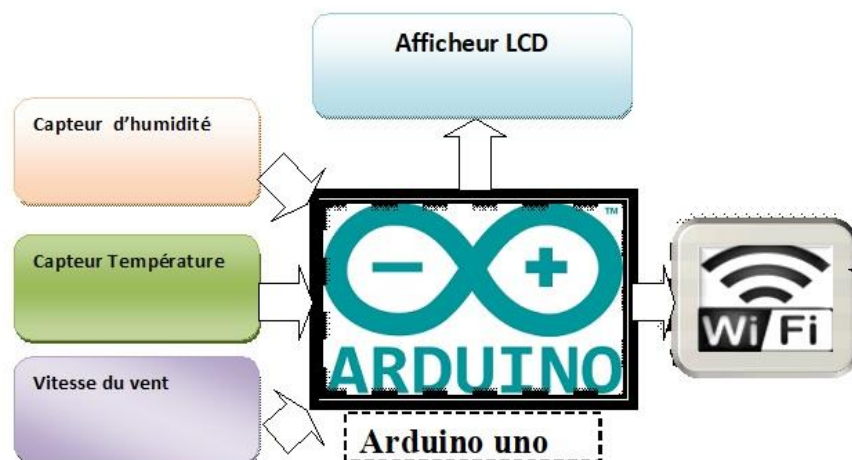


Figure 4.4. Schéma bloc du nœud de capteurs

a. Le calculateur principal :

Le calculateur principal ou contrôleur est l'élément essentiel du nœud, permet le contrôle et le commandement de toute le nœud, nous avons opté à l'utilisation de la carte Arduino **RobotDyn UNO + WIFI R3** construit autour d'un microcontrôleur ATMEL AVR ATmega328P, compte tenu de ses caractéristiques suffisantes (présentés dans le tableau 4.1) pour notre application. D'entre eux le nombre de broches d'entrée / sortie numériques, UART, les différents types de mémoires nécessaires: Mémoire Flash, SRAM et EEPROM[9]. Et en considération l'essentiel élément ajouté à cette carte est la puce WiFi ESP8266 qui l'un des parties indispensable a notre conception.

Ce qui la rend une solution pratique pour le développement de projets nécessitant Uno et WiFi. Via USB, nous pouvons mettre à jour les croquis et le firmware pour ATmega328 et pour ESP8266. La carte a un commutateur DIP, pour connecter les processeurs. La figure 4.5 illustre cette carte.

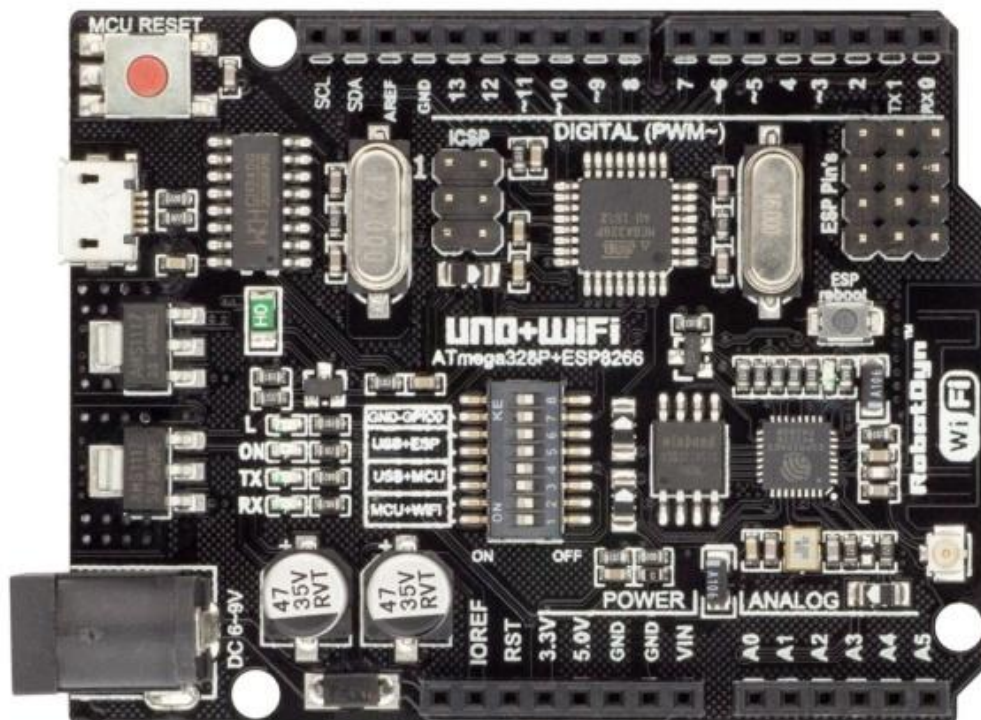


Figure 4.5. la Carte Arduino Uno wifi

Spécifications de la carte :

Tableau 4.1 : Caractéristiques techniques de la carte Arduino RobotDyn UNO + WIFI R3

Microcontroller	ATmega328
IC Wi-Fi	ESP8266
USB-TTL converter	CH340G
Power Out	5V-800mA
Power IN. USB	5V (500mA max.)
Power IN. VIN/DC Jack	9-24V
Power Consumption	5V 800mA
Logic Level	5V
Wifi	Wi-Fi 802.11 b/g/n 2.4 GHz
USB	Micro USB
Clock Frequency	16MHz
Operating Supply Voltage	5V
Digital I/O	14
Analog I/O	6
Memory Size	32Mb
Interface Type	serial\OTA
Operating temperature	-40C°/+125C°
Length×Width	53.34×68.58mm
Weight	8
antenna	Buil-in\externalantenna

b. Le capteur de température et d'humidité DHT11 :

Il existe de nombreux capteurs permettant d'effectuer des mesures de température et du taux d'humidité. Nous avons opté à l'utilisation du capteur DHT11 qui est un capteur numérique basique qui collecte la température et l'humidité à la fois, il se caractérise par son faible coût. Il utilise un capteur d'humidité capacitif et une thermistance pour mesurer l'air ambiant et génère un signal numérique sur la broche de données (aucune broche d'entrée analogique n'est nécessaire). C'est assez simple à utiliser, mais nécessite un timing minutieux pour récupérer les données. Il est compatible aux tensions d'alimentation 3,3 volts et 5 volts (le fabricant recommande cependant de toujours alimenter le capteur en 5 volts pour avoir des mesures précises). Le seul véritable inconvénient de ce capteur est que vous ne pouvez obtenir de nouvelles données qu'une fois toutes les 2 secondes. Mais dans notre cas sa ne pose aucun problème. Parce que les lectures du capteur remontent à 2 secondes.



Figure 4.6. Capteur de température et d'humidité DHT11

Caractéristiques techniques

- À bas prix
- Alimentation 3 à 5 V et E / S
- Utilisation de courant maximum de 2,5 mA pendant la conversion (lors de la demande de données)
- Bon pour des lectures d'humidité de 20 à 80% avec une précision de 5%
- Bon pour les lectures de température 0-50 ° C précision ± 2 ° C
- Pas plus de 1 Hz de fréquence d'échantillonnage (une fois par seconde)
- Taille du corps 15,5 mm x 12 mm x 5,5 mm
- 3 broches

Pour commencer à utiliser ce capteur, nous commençons par le montage, nous nous suivons le câblage illustré dans la figure 4.7 qui montre la connexion des trois pins nécessaires à la carte Arduino.

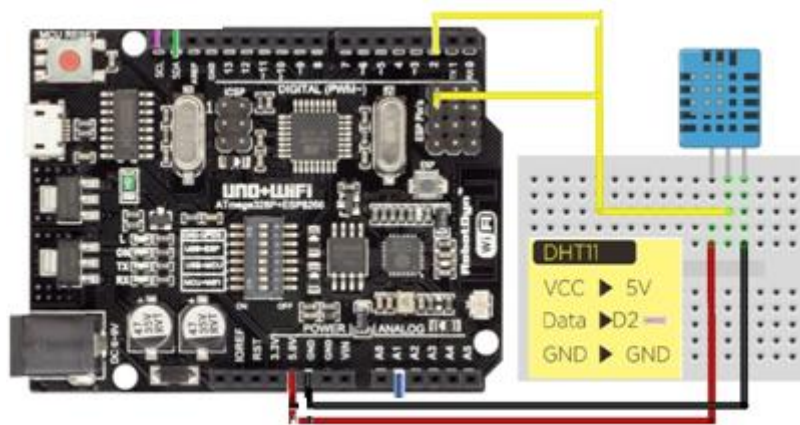


Figure 4.7 : brochage du DHT11 avec la carte Uno

c. Capteur de la vitesse du vent :

Un anémomètre est utilisé pour mesurer la vitesse du vent, c'est une partie essentielle des stations météo. Cet anémomètre a été conçu pour un usage extérieur avec une mesure facile de la vitesse du vent.

Ce capteur est simple à monter et robuste. Il dispose également d'un connecteur étanche, un bout de câble est fourni.



Figure 4.8 : anémomètre

Caractéristiques techniques

Dimensions:

- Hauteur (base au centre) : 105mm / 4.1 "
- Centre vers la Coupe : 102mm / 4 "
- Longueur de bras : 70mm / 2,8 "
- Poids : 111.8g

Dimensions fils:

- Longueur de câble : 99cm / 39 "
- Mâle Longueur : 30mm / 1,2 "
- Diamètre (épaisseur) : 4,8mm / 0,2 "

Caractéristiques

- Sortie : 0.4V à 2V
- Range Test : 0.5m / s à 50 m / s
- Vitesse du vent mini : 0,2 m / s
- Résolution : 0.1m / s
- Précision : Le pire des cas 1 mètre / s
- Vitesse max du vent : 70m / s
- Détails du connecteur: Broche 1 - Puissance (fil marron), Pin 2 - Masse (fil noir), Pin 3 - Signal (fil bleu)

Pour l'utilisation, on doit connecter le fil noir à la masse, le fil marron à une alimentation entre 7 et 24 VDC et le câble bleu fournira une tension analogique. La tension va varier de 0,4V (Vent à 0m/s) à 2V (vent à 32,4m/s).

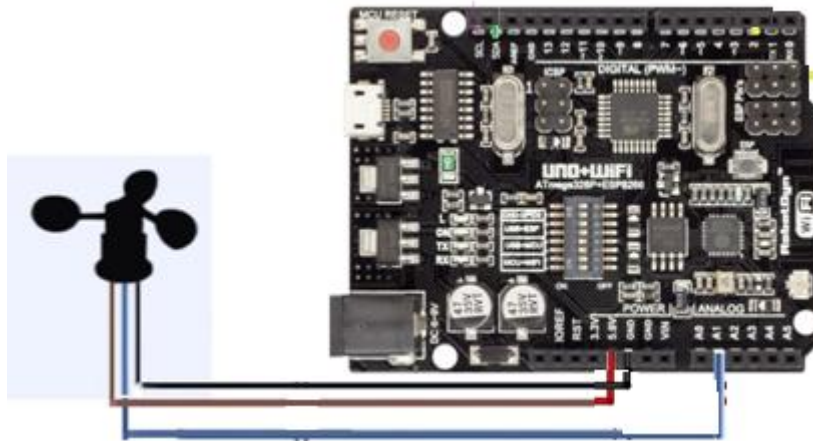


Figure 4.9. Brochage de l'anémomètre avec la carte Uno

d. L'afficheur LCD I2C 2004A :

Afficheur LCD 4 x 20 caractères rétro-éclairé se raccordant via le bus I2C sur un microcontrôleur (Arduino ou Raspberry Pi par exemple).



Figure 4.10. L'afficheur LCD I2C 2004A

Caractéristiques techniques

- Alimentation: 5 Vcc
- Interface I2C (adresse 0x27)
- Caractères blancs sur fond bleu
- Contraste ajustable via potentiomètre
- Dimensions: 98 x 60 x 20 mm

Le module se raccorde sur une carte compatible Arduino ou Raspberry Pi via 4 broches au dos de l'écran.

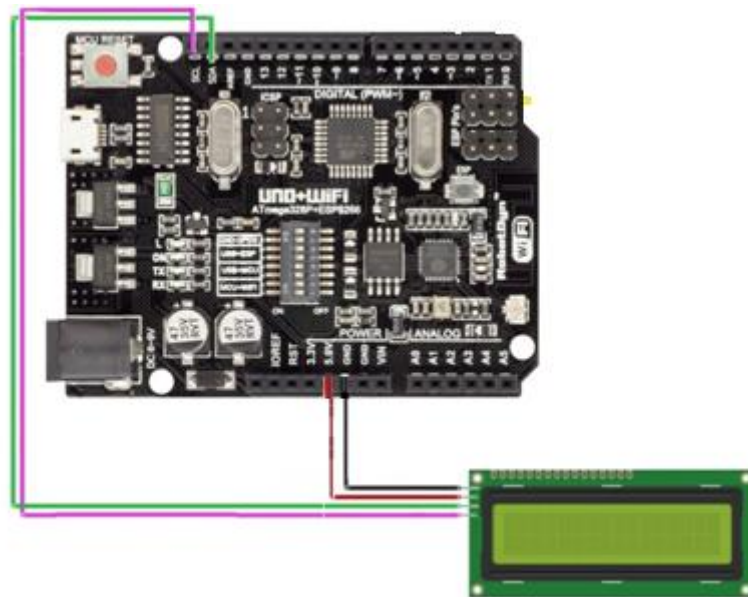


Figure 4.11. le brochage de LCD

Le rôle principale de l'utilisation de l'afficheur dans le nœud c'est de remédier le problème de l'interruption de la connexion WIFI. Dans le cas où il y'a une déconnexion le responsable sur le nœud peut voir les paramètres affichés sur l'écran LCD et il peut les transmettre directement.

e. Programme de gestion du calculateur :

Le programme est décomposé en deux parties :

Code pour la carte Arduino Uno: Le code est exécuté au démarrage du module.

- La carte mesure les paramètres
- Les paramètres sont affichés sur l'écran LCD

Code pour le module wifi esp8266 : ce code est répété de manière infini jusqu'à l'extinction de la carte

- recherche d'une connexion internet wifi
- Connexion au réseau Wifi
- Connexion au serveur.
- Récupération les mesures des capteurs et leurs arrangement dans un seul paquet.
- L'envoi du paquet vers le serveur

A travers le port micro USB de la carte on charge le code dans la carte via l'interface Arduino IDE.

▪ Organigramme

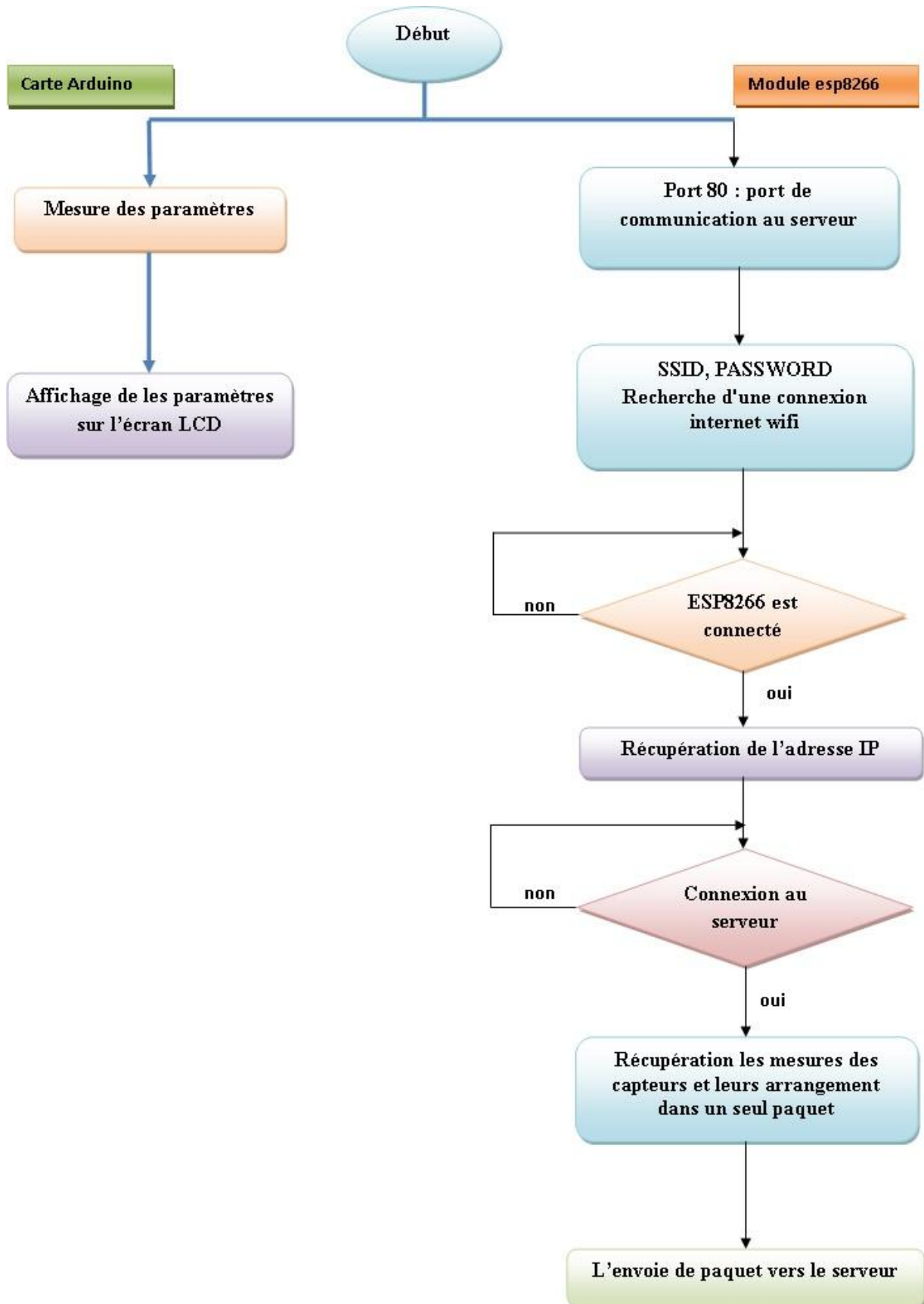


Figure 4.12. Organigramme

```

dht11_database3 | Arduino 1.8.12 (Windows Store 1.8.33.0)
Fichier Édition Croquis Outils Aide

dht11_database3 $
#include "DHT.h"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <ESP8266mDNS.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>

#define DHTPIN 2

#define DHTTYPE DHT11


DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);


float humidityData;
float temperatureData;
float windData;

const char* ssid = "TP-LINK_7910"; //
const char* password = "23071988";
//WiFiClient client;
char server[] = "192.168.1.101"; //

WiFiClient client;

```


**declaration du
bibliotheque utilisees**


**declaration du
capteur DHT11**


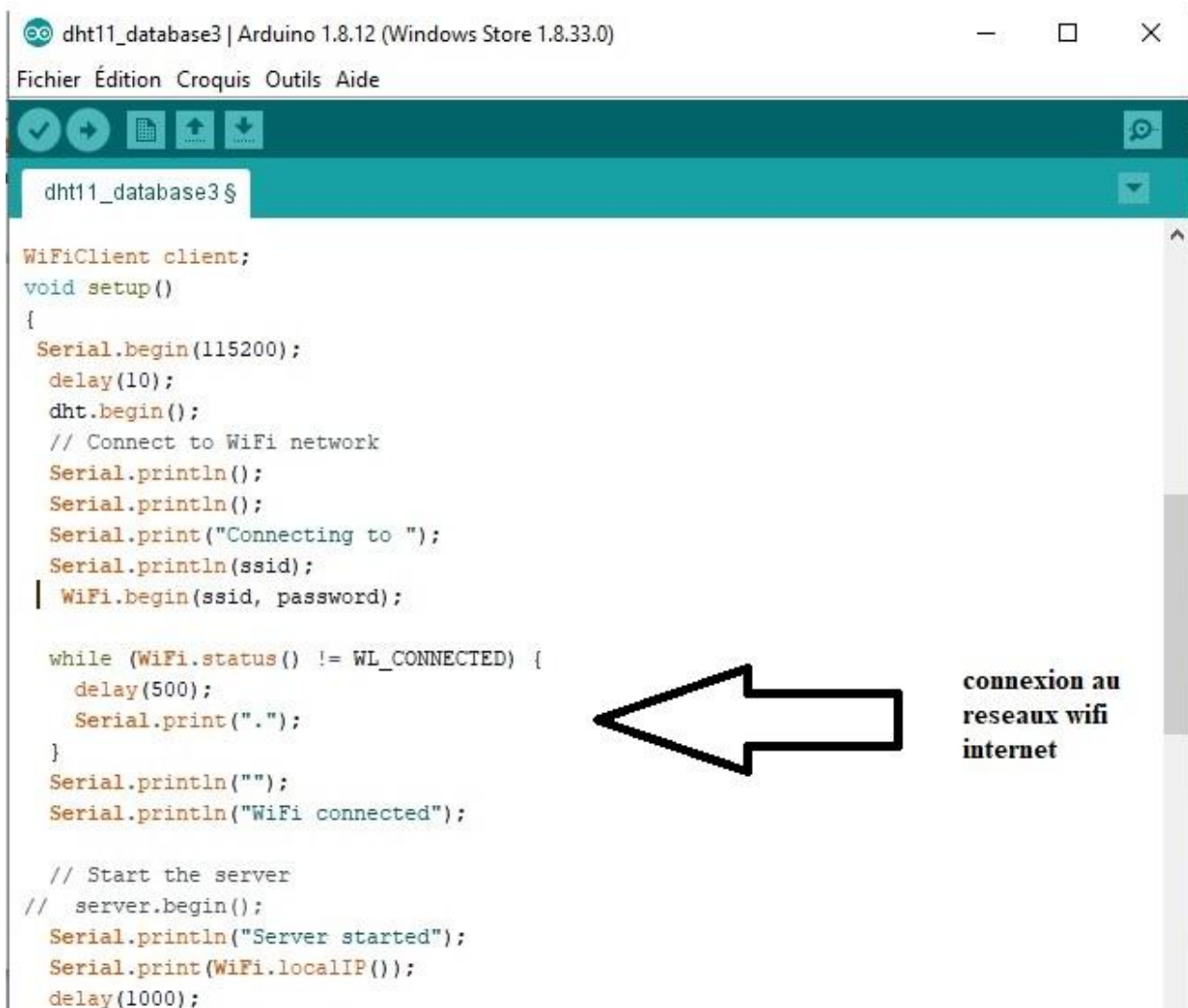

**declaration du
reseau wifi et
adresse IP du
serveur**

Figure 4.13. Capture d'écran du code.

Déclaration les bibliothèques utilisées, capteurs utilisés, réseau wifi et l'adresse IP du serveur



```
Arduino 1.8.12 (Windows Store 1.8.33.0)
Fichier Édition Croquis Outils Aide

dht11_database3 $

WiFiClient client;
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  delay(10);
  dht.begin();
  // Connect to WiFi network
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");

  // Start the server
  // server.begin();
  Serial.println("Server started");
  Serial.print(WiFi.localIP());
  delay(1000);
}
```

connexion au reseaux wifi internet

Figure 4.14. Capture d'écran du code

Connexion au réseau wifi internet

```

dht11_database3 | Arduino 1.8.12 (Windows Store 1.8.33.0)
Fichier Édition Croquis Outils Aide
dht11_database3 $
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");

// Start the server
// server.begin();
Serial.println("Server started");
Serial.print(WiFi.localIP());
delay(1000);
Serial.println("connecting...");
}
void loop()
{
  humidityData = dht.readHumidity();
  temperatureData = dht.readTemperature();
  windData = 0;
  Sending_To_phpmyadmindatabase();
  delay(30000); // interval
}

void Sending_To_phpmyadmindatabase() //CONNECTING WITH MYSQL
{
  if (client.connect(server, 80)) {
    Serial.println("connected");
    // Make a HTTP request:
    Serial.print("GET http://localhost/system/dht.php?humidity=");
    client.print("GET http://localhost/system/dht.php?humidity="); //YOUR URL
    Serial.println(humidityData);
  }
}

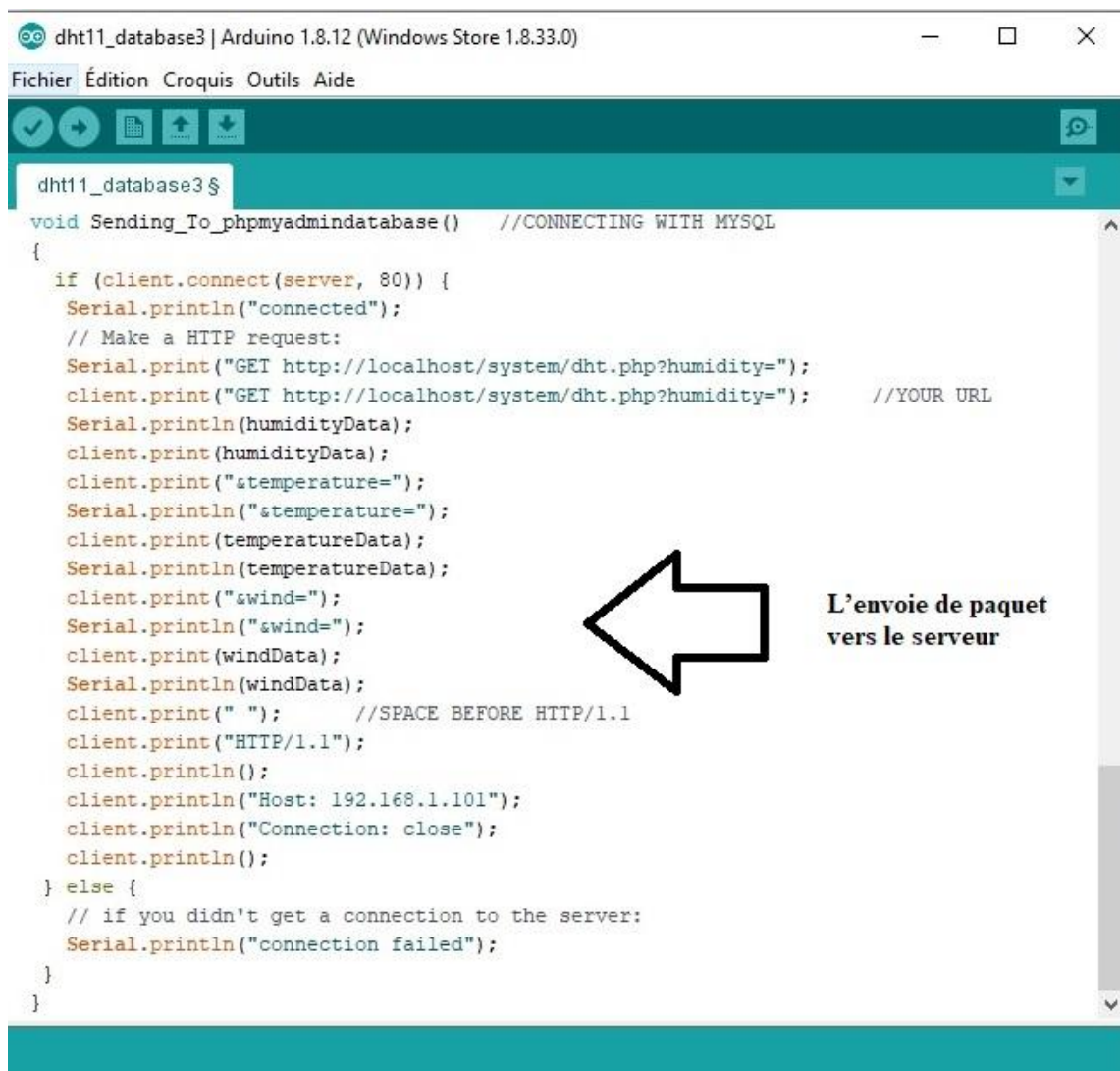
```

connexion au serveur

recuperation les mesure des capteurs

Figure 4.15. Capture d'écran du code.

Connexion au serveur et récupération les mesures des capteurs



```

dht11_database3 | Arduino 1.8.12 (Windows Store 1.8.33.0)
Fichier Édition Croquis Outils Aide
dht11_database3$
void Sending_To_phpmyadmindatabase() //CONNECTING WITH MYSQL
{
  if (client.connect(server, 80)) {
    Serial.println("connected");
    // Make a HTTP request:
    Serial.print("GET http://localhost/system/dht.php?humidity=");
    client.print("GET http://localhost/system/dht.php?humidity="); //YOUR URL
    Serial.println(humidityData);
    client.print(humidityData);
    client.print("&temperature=");
    Serial.println("&temperature=");
    client.print(temperatureData);
    Serial.println(temperatureData);
    client.print("&wind=");
    Serial.println("&wind=");
    client.print(windData);
    Serial.println(windData);
    client.print(" "); //SPACE BEFORE HTTP/1.1
    client.print("HTTP/1.1");
    client.println();
    client.println("Host: 192.168.1.101");
    client.println("Connection: close");
    client.println();
  } else {
    // if you didn't get a connection to the server:
    Serial.println("connection failed");
  }
}

```

L'envoi de paquet vers le serveur

Figure 4.16. Capture d'écran du code.

L'envoi des données au page de réception de la base de données au niveau de serveur

4.3.2 Partie serveur :

Le serveur réalise la réception des données des différents nœuds éloigné en permanence et en temps réel. Par la suite l'enregistrement de ces données sur une base de données hébergée sur le même serveur. Le serveur permet la visualisation éloignée des données, sous forme numérique ou graphique, en on-line ou en off-line. Pour le serveur on utilise le package **XAMPP**, qui comprend Apache Server, livré avec **MySQL** (base de données), PHP (langage de script côté serveur), FileZilla FTP Server et Mercury Mail Transport System.

a. Page de réception :

Cette partie du script permet la réception des données en permanence et en temps réel transmet par les nœuds. Elle permet aussi à l'utilisateur local la visualisation des données reçu. C'est une page d'accès local et elle n'est pas publique. Comme il est montré sur la figure 4.17.

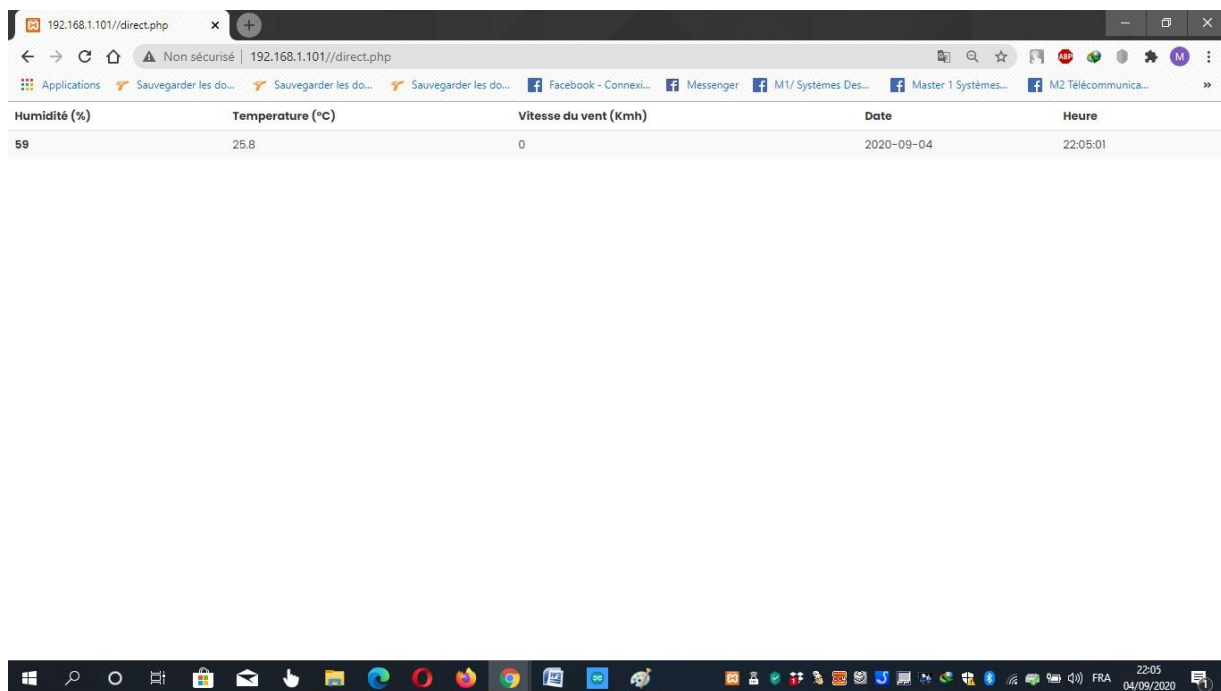


Figure 4.17. Capture d'écran de la page de réception des données.

A chaque fois qu'une donnée est acquise par le programme de réception, elle sera automatiquement enregistrée dans la base de données.

b. La base de données :

On a opté à la création d'une base de données avec MySQL, comme on peut le voir sur la figure 4.18. La base est composée d'un tableau de 6 colonnes :

Id (numéro de donnée), temperature (température), humidity (humidité), wind (vitesse de vent), date (la date), time (l'heure).

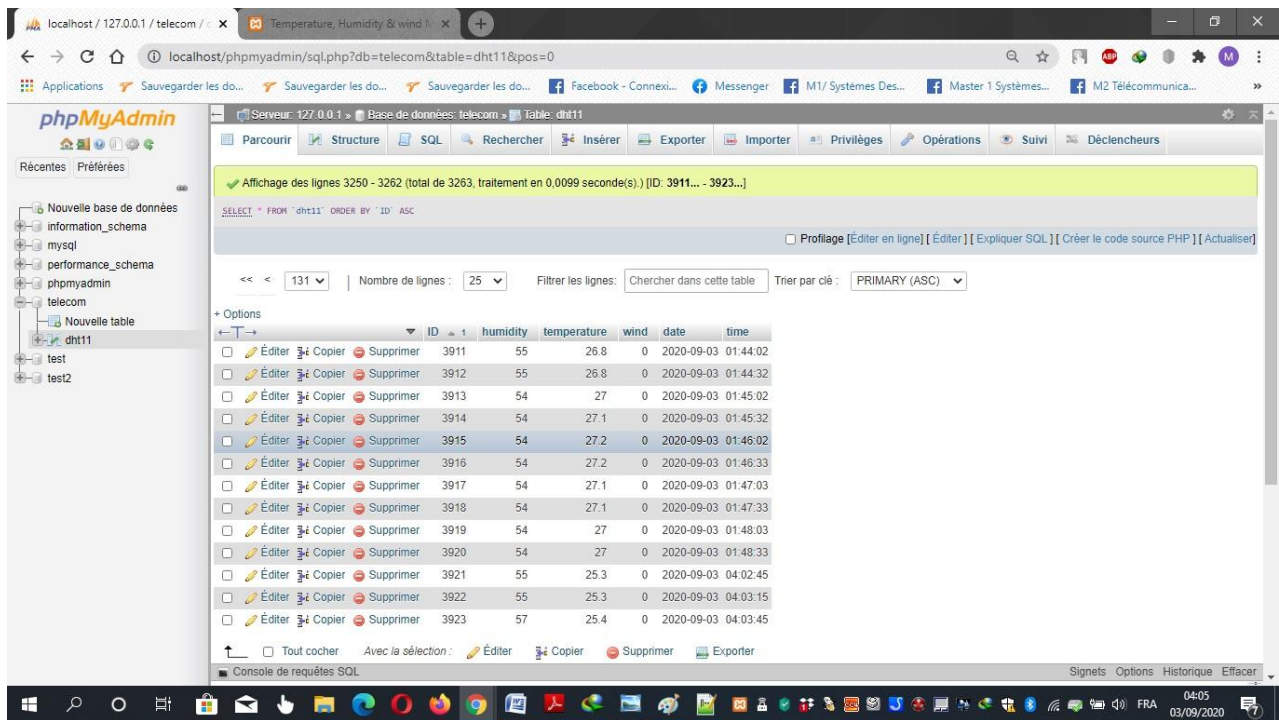


Figure 4.18. Capture d'écran de la base donnée créée.

c. Interface d'accès graphique :

Lorsque les utilisateurs souhaitent consulter les données, ils doivent simplement saisir l'adresse du site Web dans le navigateur web via n'importe quel appareil (ordinateur portable, téléphone intelligent, ordinateur personnel, etc.). Et de n'importe qu'elle endroit dans le monde, il suffit d'avoir une connexion internet. Ce qui leurs permet de se connecter au serveur et des pages Web leurs seront livrées via le navigateur.

Pour ce la, nous avons développé des interfaces, facilitant le dialogue entre les utilisateurs et la machine. En outre, ils doivent prendre en compte l'ensemble des choix ergonomiques, tels que la lisibilité, la compréhensibilité et les fonctionnalités faciles à comprendre, pour l'ensemble des utilisateurs potentiels. La figure 4.19 présente la première page (home page) d'accès aux données.

Dans cette page on doit choisir la forêt à consulter a travers un Combobox qui est une zone de liste déroulante est un widget d'interface utilisateur graphique couramment utilisé. Permettant à l'utilisateur de taper directement le nom d'une forêt ou de sélectionner un nom dans la liste prédéfini.

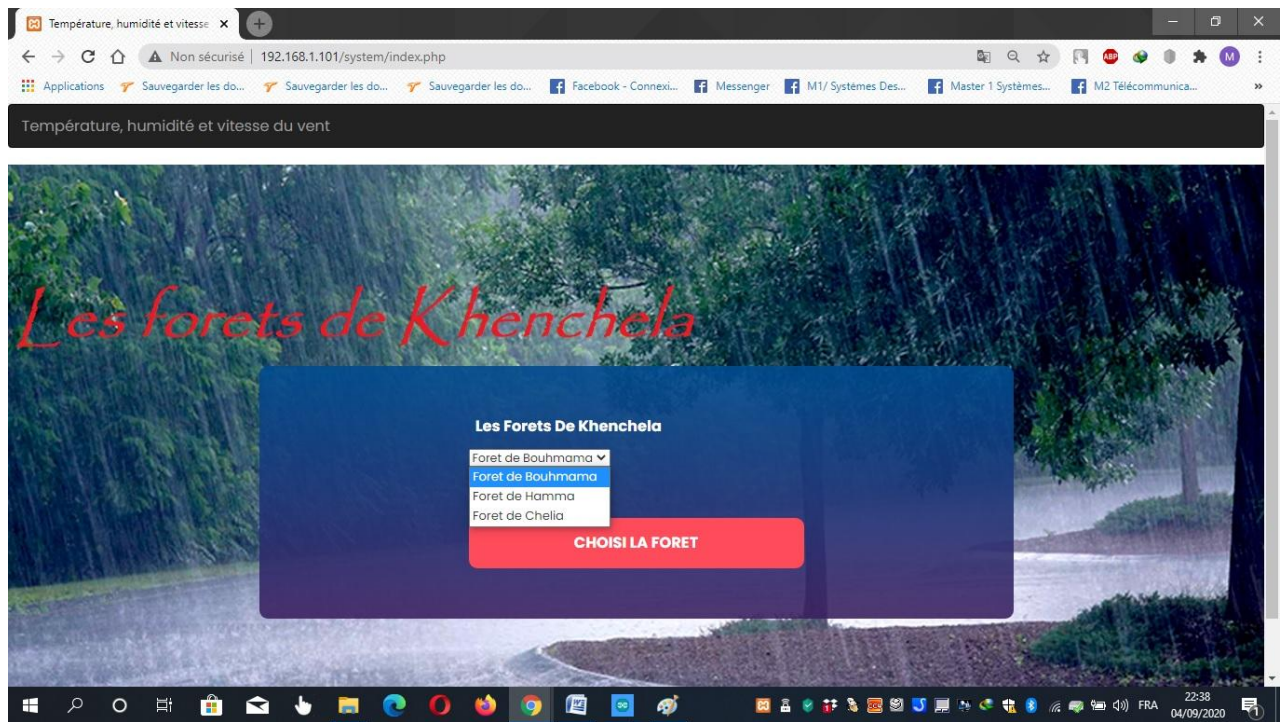


Figure 4.19. Page home de l'interface graphique.

Une fois l'utilisateur a choisi la forêt à consulter il doit saisir le nœud, parce que par fois à une forêt on peut avoir plus d'un nœud. Pour ce la page suivante (figure 4.20) s'affiche, elle permet la sélection du nœud à travers un Combo box aussi.

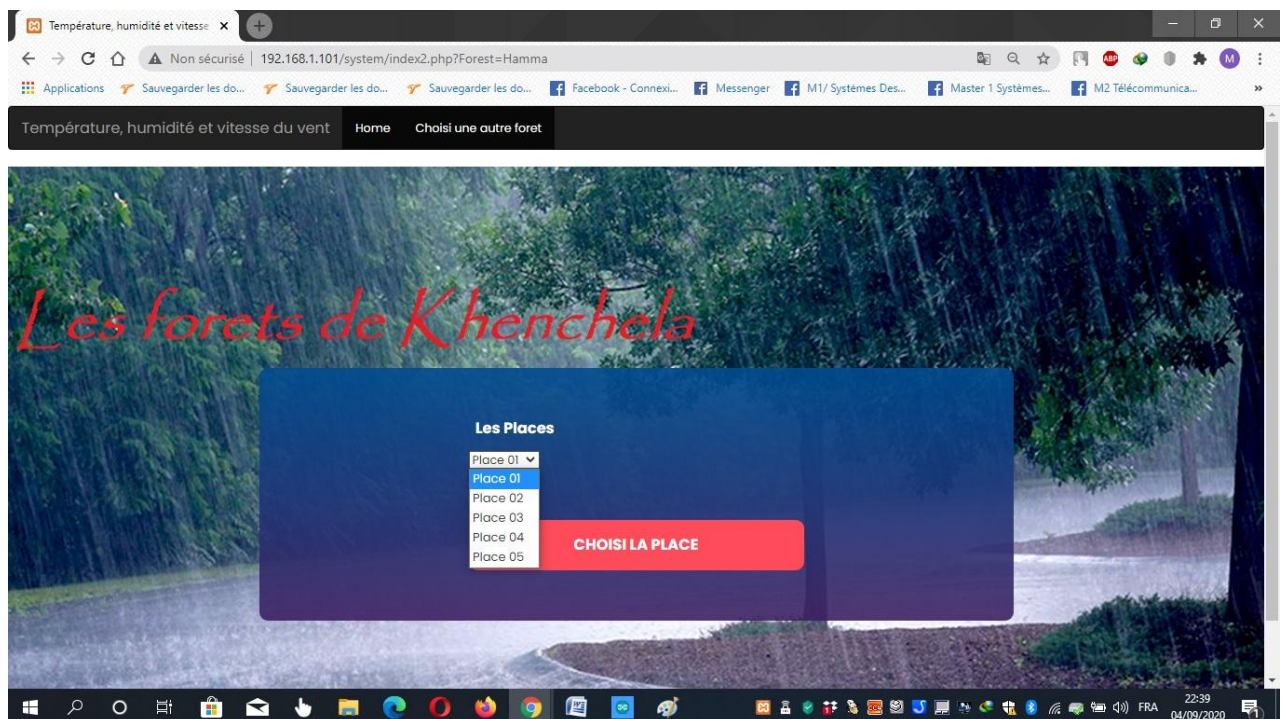


Figure 4.20. Page de sélection du nœud.

Chapitre 04

Quand l'utilisateur a choisi le nœud à consulter ; la page suivante (figure 4.21) s'affiche, elle permet à l'utilisateur d'accéder aux données de nœud et de faire plusieurs tâches tel que : affichage numérique, affichage graphique,

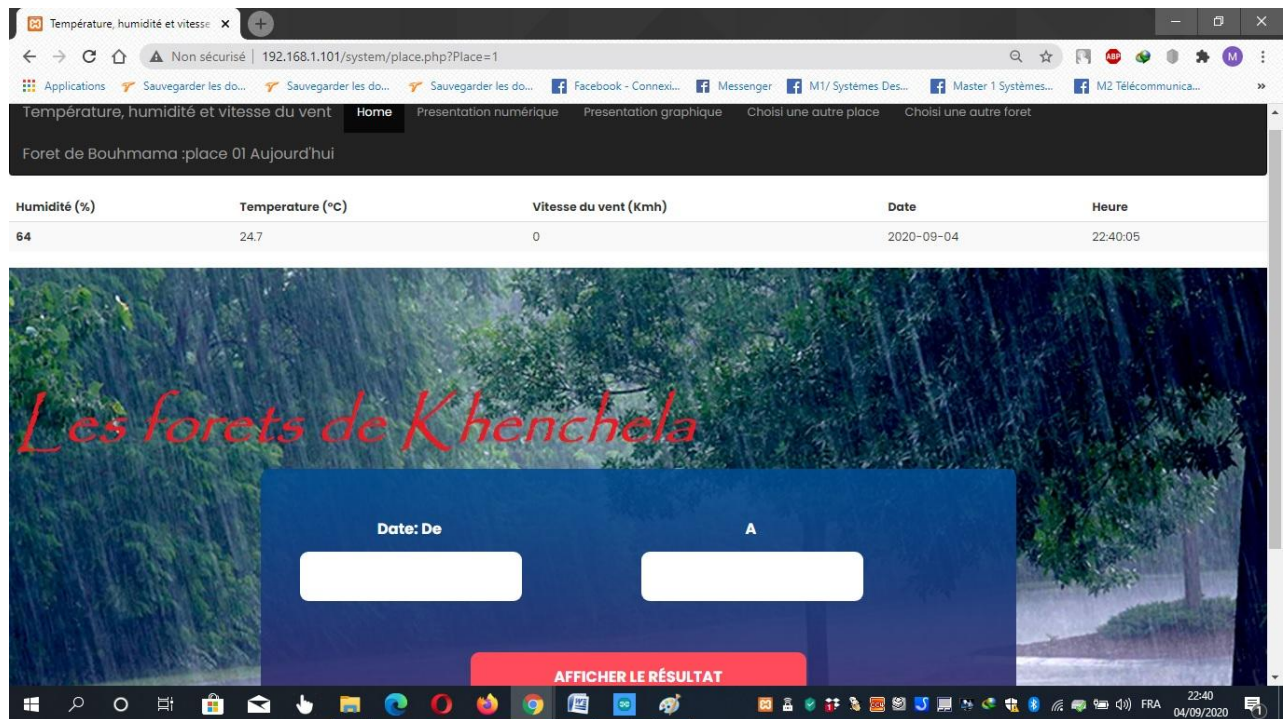


Figure 4.21. Page home du nœud.

Pour l'affichage graphique, l'utilisateur doit définir la période à consulter, Cela est garanti par la page web suivante (figure 4.22):

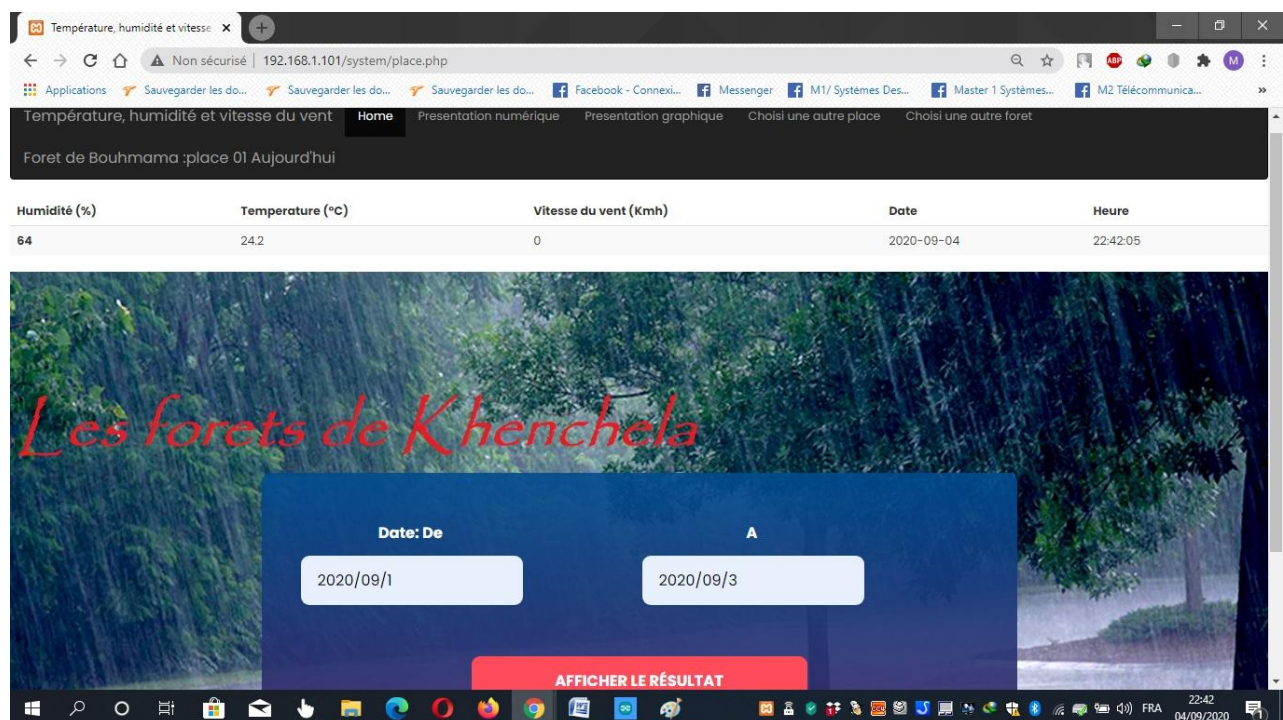


Figure 4.22. Page home du nœud.

Étant donné que la représentation graphique de données ou visualisation de données est un résumé visuel des données. Elle permet en un seul coup d'œil d'en saisir la tendance générale. Elle offre une ligne d'attaque frontale, révèle la structure complexe de données qui ne pourraient être comprises d'aucune autre façon. Elle permet de découvrir des résultats inattendus et de remettre en question les conclusions attendues. Pour ce la nous avons développé des pages web qui affiche les données sous forme graphique. Cette visualisation est composée d'un élément visuel, d'une échelle, d'un système de coordonnées et d'un contexte. Comme il est indiqué sur la figure 4.23:

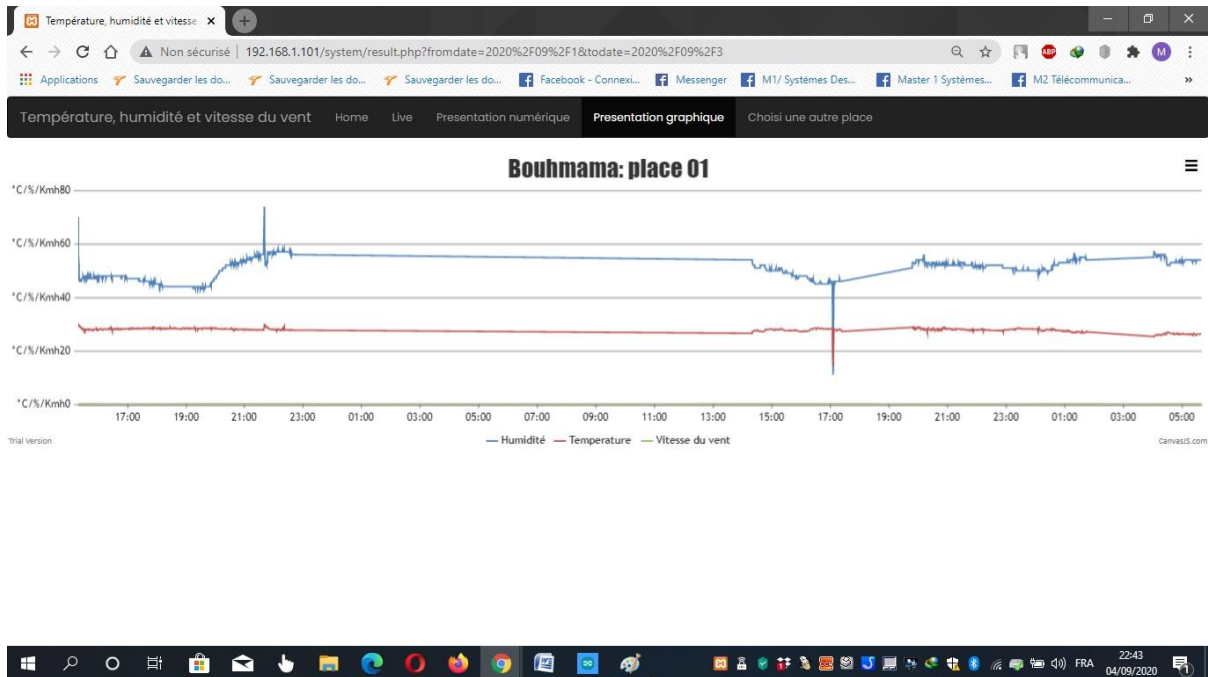


Figure 4.23. Page présentation graphique des données de la base de données.

En vue de faciliter l'observation et l'analyse des données facilement, nous avons ajouté des fonctions aux pages.

Par exemple le placement du curseur de la souris sur le graphe permet d'afficher des informations telle que : la valeur de la température, humidité, vitesse de vent, date et heure. Comme il est illustré sur la figure 4.24. En plus, d'autre fonction de sauvegarde et d'impression

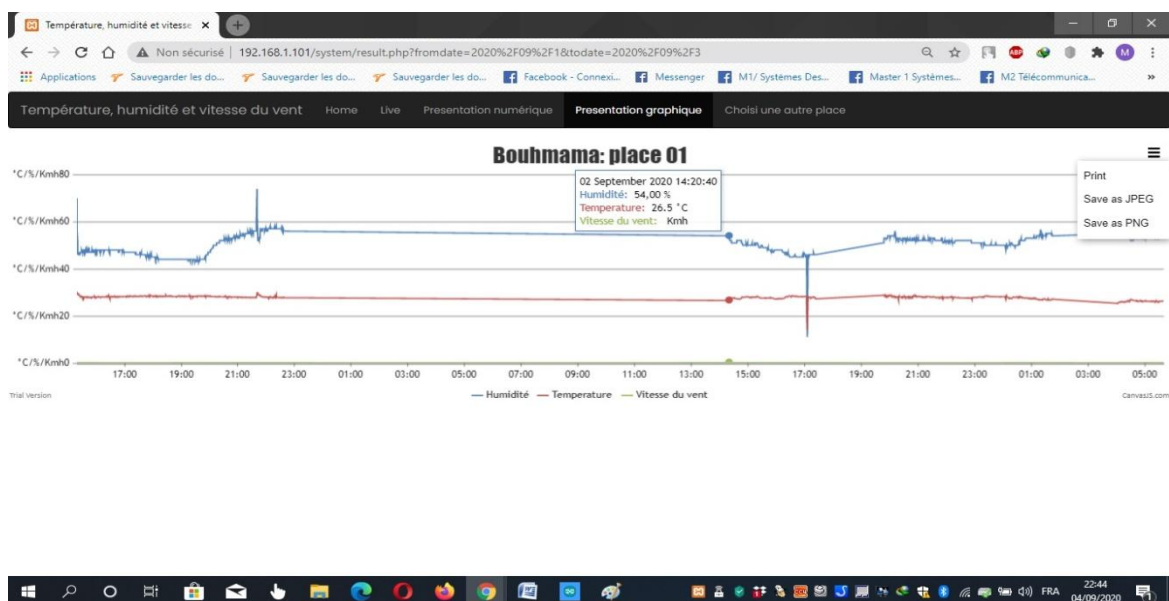
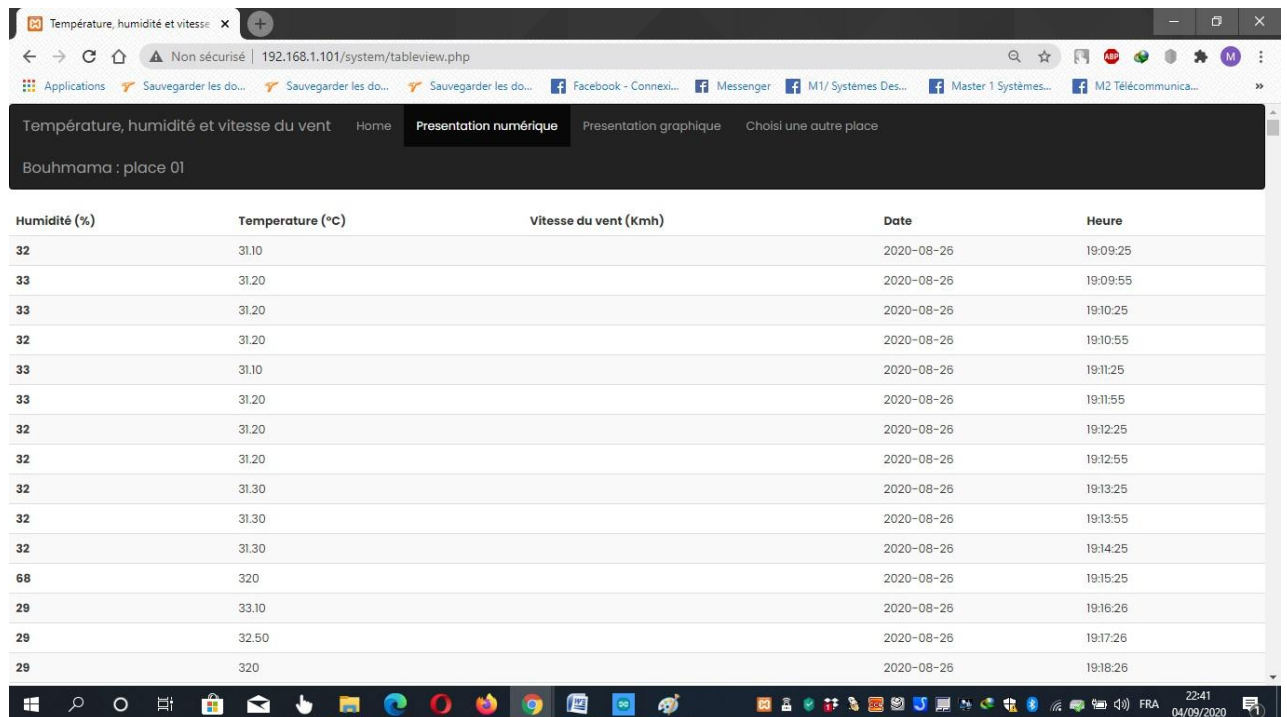


Figure 4.24. Page présentation graphique des données de la base de données.

L'affichage des données peut être sous forme numérique sur une page Web comme on peut l'observer sur la figure 4.25 :



The screenshot shows a web browser window with the URL `192.168.1.101/system/tableview.php`. The page title is "Température, humidité et vitesse du vent". The navigation menu includes "Home", "Presentation numérique" (selected), "Presentation graphique", and "Choisi une autre place". The location is "Bouhmama : place 01". The table displays the following data:

Humidité (%)	Temperature (°C)	Vitesse du vent (Kmh)	Date	Heure
32	31.10		2020-08-26	19:09:25
33	31.20		2020-08-26	19:09:55
33	31.20		2020-08-26	19:10:25
32	31.20		2020-08-26	19:10:55
33	31.10		2020-08-26	19:11:25
33	31.20		2020-08-26	19:11:55
32	31.20		2020-08-26	19:12:25
32	31.20		2020-08-26	19:12:55
32	31.30		2020-08-26	19:13:25
32	31.30		2020-08-26	19:13:55
32	31.30		2020-08-26	19:14:25
68	320		2020-08-26	19:15:25
29	33.10		2020-08-26	19:16:26
29	32.50		2020-08-26	19:17:26
29	320		2020-08-26	19:18:26

Figure 4.25. Page présentation numérique des données de la base de données.

4.4 Tests et résultats

Dans cette section, nous présentons les résultats obtenus dans cette contribution par notre système. Comme la structure du système réalisé est composée de plusieurs éléments, à savoir la carte, et les capteurs. Et la programmation du serveur. Donc, pour cette raison, nous avons d'abord effectué une série de tests de chaque partie séparément. Afin de détecter d'éventuels problèmes dans la mise en œuvre. Et avec l'intention de s'assurer qu'il opère correctement. Par la suite, toutes les parties étaient assemblées comme il est illustré par le schéma de la figure 4.26.

Remarque : à l'absence de capteur de vitesse de vent on fait les tests avec le capteur DHT11 seulement.

Branchement :

Le branchement et le montage de ce capteur avec la carte Arduino se présente comme suivant :

Pin VCC du DHT11 vers le port 5V de la carte Arduino

Pin GND du DHT11 vers le port GND de la carte Arduino

Pin Data du DHT11 vers le pin D2 de la carte Arduino et pin GPIO02 d'ESP8266

Pin SDA de LCD vers le pin SDA de la carte Arduino

Pin SCL de LCD vers le pin SCL de la carte Arduino

Pin GND de LCD vers le pin GND de la carte Arduino

Pin VCC de LCD vers le pin 5V de la carte Arduino

Pin GND d'anémomètre vers le pin GND de la carte Arduino

Pin VCC d'anémomètre vers le pin 5V de la carte Arduino

Pin VCC d'anémomètre vers le pin A1 de la carte Arduino

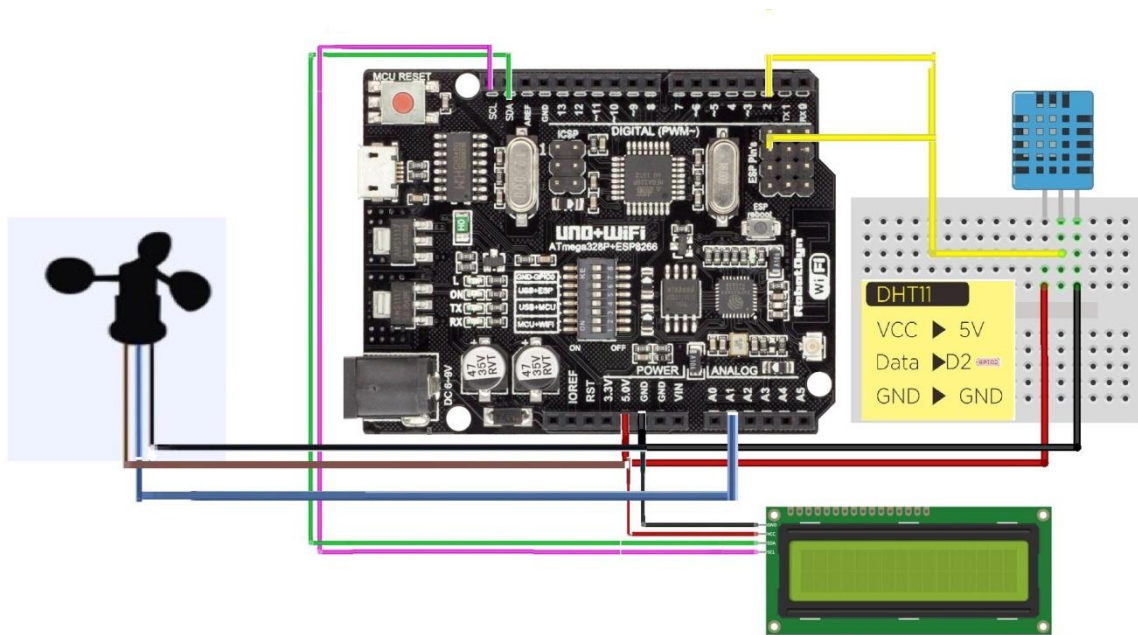


Figure 4.26. Schéma d'assemblage de l'ensemble des parties de l'application

Enfin une connexion internet wifi était garantie. Dans le but d'éclaircir le fonctionnement correcte du système nous avons fait des tests sur plusieurs journées. Une fois le nœud capteur est programmé, déployé, allumé et les communications sont établies le contrôleur commence l'acquisition des données et les affiche sur l'afficheur LCD, comme la figure 4.27 l'illustre :

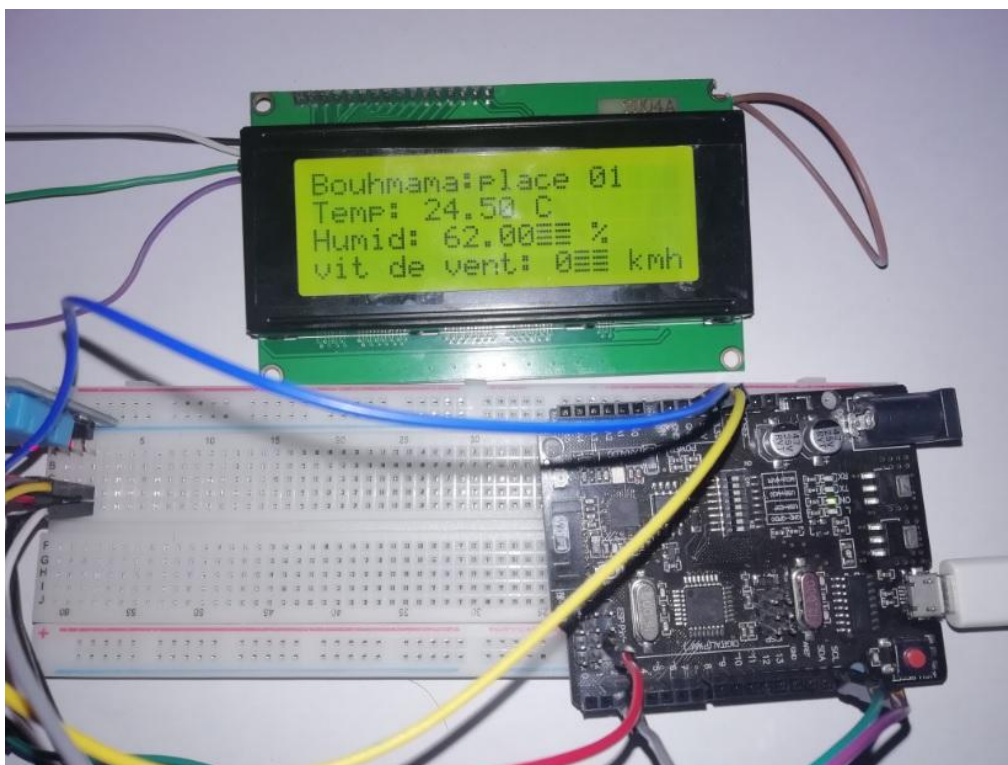


Figure 4.27. Prise de photo du montage

Chapitre 04

Par ailleurs, l'accès au serveur à partir d'un navigateur web nous permet de consulter les données reçues sous forme numérique figure 4.30 ou graphique figure 4.31. Ce qui lui permet de surveiller les indicateurs environnementaux. Cela se voit clairement sur les figures.

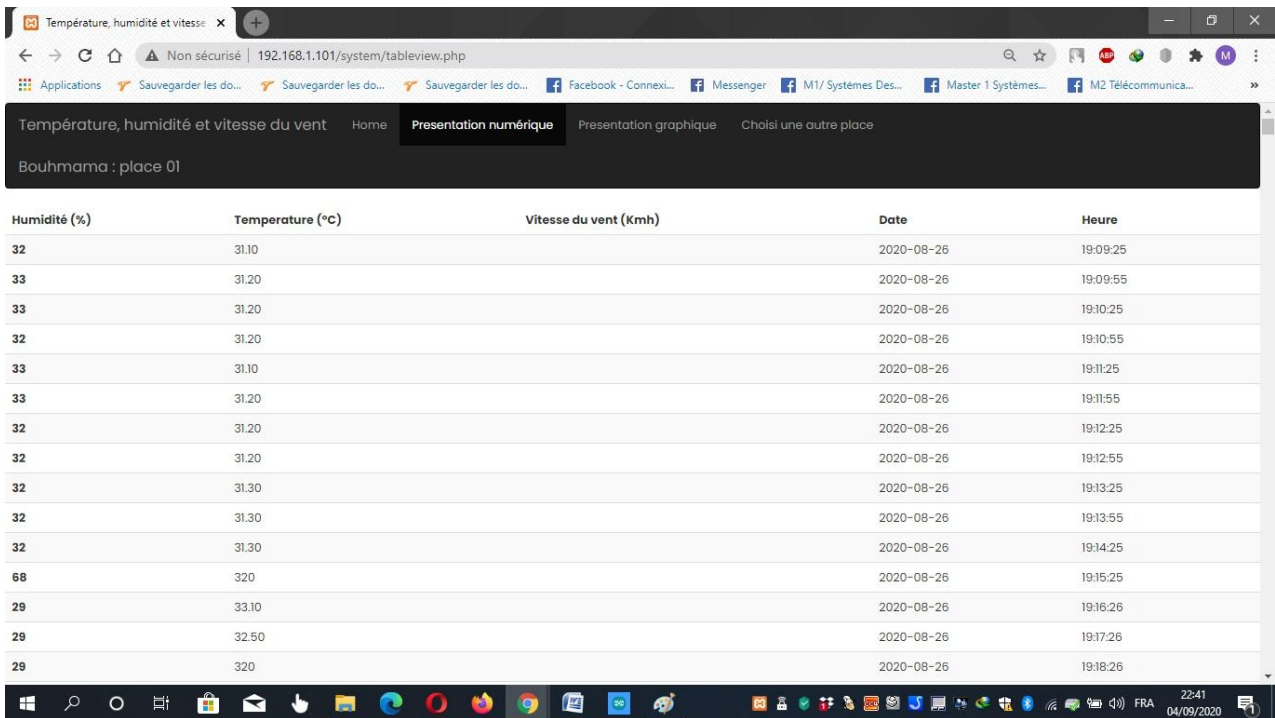


Figure 4.30. Page données numériques.

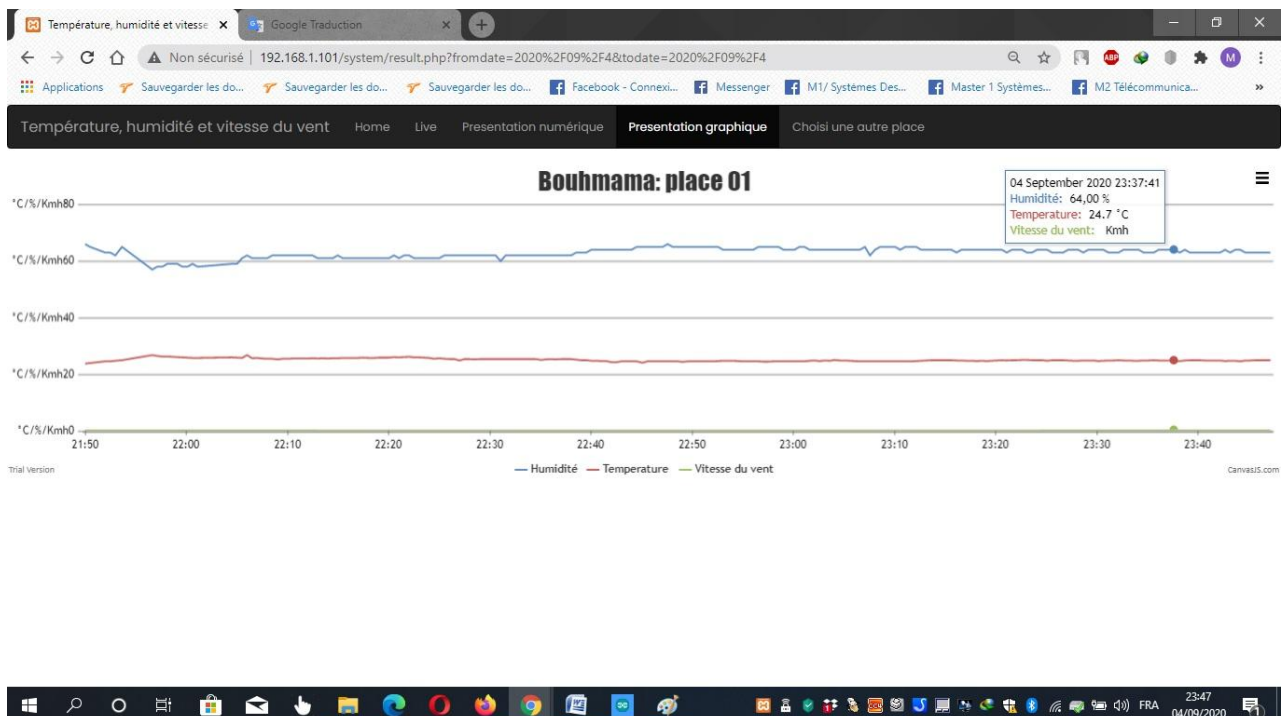


Figure 4.31. Page données graphique

4.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté notre première contribution. Nous avons commencé par présenter l'approche méthodologique adoptée pour implémenter notre solution d'observation temporelle climatique.

Le système se base sur l'utilisation de technologies de communication avancées, c'est l'Internet des objets (IoT), dans le cadre d'une éventuelle coopération entre l'université et l'institution en charge des forêts.

Pour attribuer des tâches, tout est garanti avec la carte Arduino, elle permet de surveiller la température et l'humidité avec le capteur DHT11.

Toutes les données collectées seront envoyées et enregistrées dans une base de données située au niveau d'un serveur connecté à Internet, ce qui nous permet de visualiser ces données.

Les utilisateurs peuvent observer ces paramètres sur n'importe quelle page Web à tout moment et n'importe où dans le monde, à l'aide d'un ordinateur portable, d'un Smartphone, etc., fourni avec un simple navigateur Internet. Cela permet d'étudier les paramètres climatiques de la forêt et de faire une représentation numérique ou graphique de ces données,

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans ce travail, nous avons concentré sur la mise en place d'un système d'acquisition et de surveillance à distance des paramètres environnementaux affectant les risques d'incendie des forêts, les plus importants sont la température, l'humidité et la vitesse de vent. En vue de développer une cartographie des risques d'incendies. Où nous avons principalement articulé sur les technologies de la télécommunication avancée, l'IoT et les réseaux de capteurs.

Nous nous notons que le prototype réalisé est limité à un nœud, qui contient le fameux capteur DHT11 qui est à la fois un capteur de température et d'humidité. Pour le capteur de la vitesse nous n'avons pas pu acquérir à cause du COVID19. Une carte Arduino Uno wifi, elle a été choisit en raison de ses caractéristiques suffisantes à notre application.

Afin de visualiser les mesures à distance. Nous avons créé un serveur local (serveur Cloud) avec une base de donnée MYSQL serveur et un ensemble de page WEB. A partir de ce là, il est possible de visualiser les mesures sur des pages web via un navigateur Web, à partir d'un ordinateur ou d'un Smartphone connecté a internet.

Les pages web développés offrent une utilisation facile et efficace. Ainsi que la solution reste une solution relativement peu coûteuse notamment compte tenu des dommages et les pertes qui peuvent être causés par les incendies. Un nœud ne dépasse pas 10 000 DA.

Cependant, ce système est loin d'être finalisé, et nécessite selon notre expérience plusieurs améliorations que nous pourrons proposer comme travaux en perspective, et qui peuvent se résumer comme suit :

Crée un réseau sans fils (Zigbee) reliant l'ensemble des nœuds avec un seul nœud connecté à internet.

Ajouter au niveau du serveur locale des procédures d'intelligence artificielle pour une meilleure analyse et exploitation des données. En particulier l'élaboration automatique et en temps réel d'une cartographie du risque d'incendie.

Crée des alertes en envoyant des SMS afin d'avertir la communauté concerné par les incendies des forêts.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Arfa A.M.T., 2019, Application du SIG et de la télédétection pour un outil cartographique d'aide à la gestion des feux de forêts dans la wilaya d'El Tarf, Thèse de doctorat en science, Ecologie et environnement, Université des Frères Mentouri Constantine 1.
- [2] <https://www.synox.io/4-choses-a-savoir-sur-linternet-des-objets/>
- [3] https://www.researchgate.net/publication/311844665_L'internet_des_objets
Part1les_reseaux_de_communication
- [4] <https://www.salesforce.com/fr/learning-centre/tech/internet-of-things/>
- [5] https://www.researchgate.net/publication/323403419_Internet_des_Objets_IdO_Concept_s_Enjeu_Defis_et_Perspectives
- [6] https://www.researchgate.net/publication/330425585_Internet_of_Things
IOT_Definition_Characteristics_Architecture_Enabling_Technologies_Application_Future_Challenges
- [7] https://zestedesavoir.com/tutoriels/686/arduino-premiers-pas-en-informatique-embarquee/742_decouverte-de-larduino/3417_le-materiel/
- [8] <https://www.positron-libre.com/electronique/arduino/arduino.php>
- [9] <https://robotdyn.com/uno-wifi-r3-atmega328p-esp8266-32mb-flash-usb-ttl-ch340g-micro-usb.html>
- [10] <https://www.brainy-bits.com/dht11-and-dht22-with-arduino/>
- [11] <https://github.com/Embedotronics/Sending-Temperature-and-Humidity-Data-to-MySQL-Server-PHPMYADMIN-using-Arduino>
- [12] MAAROUF Samia et OUADAH Souhila „Implémentation et évaluation des schémas de routage sur une plateforme réelle de réseaux de capteurs sans fil“ le 25 Juin 2014
- [13] Lyes KHELLADI et Nadjib BADACHE „Les réseaux de capteurs : état de l'art“ N°LSI-TR0304 Février 2004
- [14] HALLEB SAAD et JRAIDI AMEL „développement d'un system de surveillance De l'environnement a base réseaux de capteur sans fils
- [15] Yacine Younes, "Minimisation d'énergie dans un réseau de capteurs", Mémoire De Master, Département d'Informatique, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Septembre 2012.
- [16] «Réseau de capteurs sans fil»
[http://www.technoscience.net/?onglet=glossaire&definition=11711,](http://www.technoscience.net/?onglet=glossaire&definition=11711)
- [17] D.E.BOUBICHE, „Protocole de routage pour les réseaux de capteurs sans fil“, Pour l'obtention du Diplôme de Magister en Informatique, Université de l'Hadj Lakhdar-Batna, 2008
- [18] C. Lamorinière, D.Ligot „Réseauxde capteur“, EPS, EuropeanProjectSemester, 2008.
- [19] E.M. Petriu, N.D. Georganas, D.C. Petriu, D. Makrakis et V.Z.Groza “Sensorbased information appliances”, IEEE Instrumentation Measurement Magazine, vol.3, no.4, p.31-35, December 2000
- [20] Mlle Chaouche Hanane „Réalisation d'un prototype d'un réseau de capteurs sans fil dédié à l'agriculture de précision“ Juin 2015 Université Abou Bakr Belkaid –Tlemcen
- [21] YACINE CHALLAL „Réseaux de Capteurs Sans Fils“ 04/05/2016 Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/fr/>

- [22] bouguersafia „,“ etude et simulation comparative entre les réseaux de capteurs sans fils traditionnels et les réseaux de capteurs véhiculaires”” juin 2012 université aboubekrbelkaidtlemcen
- [23] D. Martins, Sécurité dans les réseaux de capteurs sans fil Sténographie et réseaux de confiance, Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, 2010
- [24] <https://www.maefmaroc.com/nos-produits/detection-incendie/conventionnelle.html>
- [25] <http://www.lifbox.fr/11-detecteurs-de-fumee>
- [26] <https://commons.wikimedia.org/wiki/files:opticalsmokedetector.png?uselang:fr>
- [27] BERRAZEG Khaled& BELAIDI Yamina”” Détection des feux de forêt par réseau de capteurs””UniversitéAboubakrBelkaïd–Tlemcen –
- [28] HOUACHE Noureddine”” Conception et implémentationd’un système de surveillance des feux de forêtsbasésur les réseaux de capteurs sans fils”” université d’Oran
- [29] <http://meteolimoux.fr/meteo%20feux%20de%20for%C3%AAt/index.html>
- [30] <http://espressif.com/en/products/esp8266/>
- [31] https://w5.siemens.com/france/web/fr/sbt/securiteincendie/sinteso/Documents/Fiche_Produit_Sinteso_Detecteurs_de_flammes_SBTDP5200310_IndD_HD_WEB.pdf
- [32] <https://booteille.github.io/blynk-docs-fr/>
- [33] Transformation of Health Care System Using Internet of Things in Villages Kavyashree Prakashan1, A.S. Karthika1, R. Ankayarkanni2, J. Bright Jose1 Department of Computer Science and Engineering, St. Xavier’s Catholic College of Engineering, Nagercoil, India
- [34] Design on Mobile Health Service System Based on Android Platform Xiaomin Kong1 ,Binwen Fan1 ,Wei Nie1 ,Yi Ding1 Harbin Institute of Technology Shenzhen Graduate School