

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd - Tlemcen -
Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Télécommunications

Spécialité : Réseaux et Télécommunications

Par : HAMEL Djamila & KARIM Chahrazed

Sujet

**Conception et réalisation d'un prototype IoT pour la protection contre
le monoxyde de carbone**

Soutenu publiquement, le **27/06/ 2019**, devant le jury composé de :

Mr R.MERZOUGUI	Maître de Conférences	Univ. Tlemcen	Président
Mr H.ZERROUKI	Maître de Conférences	Univ. Tlemcen	Examineur
Mr M.HADJILA	Maître de Conférences	Univ. Tlemcen	Encadreur

Année Universitaire 2018-2019

Remerciement

Tous d'abord nous remercions ALLAH, notre créateur de nous avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail modeste.

Nous adressons le grand remerciement à notre encadreur Mr M.HADJILA, pour ses conseils et ses dirigés du début à la fin de ce travail.

Nous sommes conscients de l'honneur que nous a fait Mr R.MERZOUGUI,

en étant président du jury, et Mr H.ZERROUKI d'avoir accepté d'examiner ce travail. Pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail et pour vos précieux conseils et remarques.

A toute personne qui a contribué de loin ou de près à la réalisation et la réussite de ce travail.

Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenues.

Ainsi que l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes très chers parents pour tous leurs sacrifices, leur soutien, leur prière tous au long de mes étude et qui ne cessent de me donner avec amour le nécessaire pour que je puisse arriver à, ce que je suis aujourd'hui. Que dieux vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous combler de bonheur.

- ❖ A mes très chères sœurs Fouzia et son mari Fethi, Imane et son mari Réda, pour son appui et son encouragement.
- ❖ A mon frère Salim, pour son appui et son encouragement.
- ❖ Ma très chère amie et mon binôme Karim Chahrazed.
- ❖ Mes spéciaux amies Amina et Hanane.
- ❖ Mes amis de toute la promotion réseaux et télécommunications, Ainsi qu'à toutes les personnes qui nous ont aidés à la réalisation de notre travail.

« Djamila »

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mes chers et respectueux parents, pour leur encouragement, leur patience illimitée et pour leur inconditionnel soutien très souvent indispensable tout le long de mes études.

Mes chères sœurs : Djazia, et Douâa

Mes chers frères : Hadi et Moustapha

Ma petite nièce : Sabâa

A toute ma famille, à tous mes amis en particulier ceux qui se reconnaîtront pour m'avoir encouragée.

Enfin à mon binôme Hamel Djamila

« Chahrazed »

Table des matières

Table des matières

Remerciement	i
Dédicace.....	ii
Table des matières.....	iv
Liste des figures et tableaux.....	vii
Liste des abréviations.....	viii
Résumé.....	xi

Introduction générale

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I :Intoxication au monoxyde de carbone

I.1 Introduction	3
I.2 Intoxication au monoxyde de carbone en Algérie	3
I.2.1 Les causes d'intoxication au monoxyde de carbone en Algérie	5
I.3 Qu'est-ce que le monoxyde de carbone ?	6
I.4 D'où vient le monoxyde de carbone ?	6
I.5 Les signes cliniques d'une intoxication au monoxyde de carbone.....	7
I.6 Les concentrations toxiques de CO	7
I.6.1 Concentration dans le sang (taux de carboxyhémoglobine-HbCO).....	7
I.6.2 Concentration dans l'air	8
I.7 Comment agit le CO sur l'organisme ?	9
I.7.1 Hémoglobine	9
I.7.2 Diffusion dans les tissus	11
I.8 Les facteurs influençant sur la quantité de CO absorbé	12
I.9 Les facteurs influençant sur la dispersion de CO à domicile	12
Erreur ! Signet non défini.	
I.10 Complications d'une intoxication au monoxyde de carbone.....	13
I.11 Conseils et précautions	13
I.12 Conclusion	14

Chapitre II :Notion sur l'IoT et étude matérielle et logicielle du projet

II.1 Introduction	15
II.2 Historique	15
II.3 Définition	16
II.4 Composants du système	17
II.4.1 Normes et standards	18

Table des matières

II.4.2 Codes-barres, EAN	18
II.4.3. Système EPC.....	18
II.4.4. L'architecture de l'IoT	18
II.5 les objets connectés	20
II.5.1 Les systèmes embarqués connectés (SEC)	21
II.5.2 Web des objets	21
II.5.2.1 Introduction	21
II.5.2.2 Définition.....	22
II.5.2.3 Intégration des objets au Web.....	23
II.6 Le fonctionnement de l'IoT.....	24
II.6.1 Domaines d'applications de l'IoT.....	25
II.6.2 Les avantages et les enjeux de l'Internet des objets	26
II.6.2.1 Les avantages.....	26
II.6.2.2 les enjeux	26
II.7 Notion sur l'Arduino	27
II.7.1 Introduction.....	27
II.7.2 Historique du projet Arduino	27
II.7.3 Définition	28
II.7.4 Différentes cartes Arduino	28
II.8 Etude de la partie matérielle et logicielle de projet.....	30
Pourquoi on a choisi l'Arduino Mega 2560 ?	30
II.8.1 La carte Arduino Mega 2560	30
II.8.1.1 Communications avec ARDUINO Mega2560	32
II.8.1.2 Programmation de la carte ARDUINO mega.....	32
!II.8.2 Le logiciel ARDUINO : Environnement de développement intégré (EDI).....	33
II.8.2.1 Description du logiciel ARDUINO	33
II.8.2.2 Principe général d'utilisation.....	34
I.8.2.3 Structure d'un programme Arduino	35
II.8.3. L'afficheur LCD	35
II.8.4 Les capteurs.....	36
II.8.4.1 MQ-7 Capteur de Gaz Monoxyde de Carbone	36
II.8.4.2. MQ-2 Capteur de Gaz.....	37
II.8.5. NodeMCU Wemos D1 mini ESP8266	37
II.8.7 Plaque d'essai électronique.....	39
II.8.8 Le ventilateur	40
II.8.9 Fil de connexion male-male.....	41
II.9 Application Web.....	41
II.9.1 Les avantages d'une application Web.....	41
II.9.2 Le cloud computing	42
II.9.2.1 Définition.....	42
II.9.2.2 Types de cloud computing.....	42
II.9.3 Fonctionnement du Cloud Computing.....	43
II.9.4 Qu'est-ce qu'une plateforme d'IoT ?.....	44
II.9.5 Comment choisir une plateforme IoT ?	44
II.10 Conclusion.....	44

Chapitre III : Conception et réalisation du prototype IoT

Table des matières

III.1 Introduction.....	46
III.2 Description du prototype IoT.....	46
III.3. La première solution/.....	47
III.3.1. Câblage des composants.....	47
III.3.1.1. Branchement d'un capteur de gaz MQ-2 avec ARDUINO.....	48
III.3.1.2. Branchement d'un afficheur LCD avec ARDUINO MEGA.....	48
III.3.1.3 Branchement d'un ventilateur avec ARDUINO MEGA.....	49
III.3.1.4 Branchement de tous les composants à ARDUINO MEGA.....	49
III.3.2 Programmation de la carte Arduino Méga 2560.....	50
III.4. La deuxième solution.....	51
III.4.1 Configuration de l'Arduino IDE.....	52
III.4.2 Plateformes utilisées.....	54
III.4.2.1 Définition de Pushbullet.....	54
III.4.2.2 Description du service PushingBox.....	55
III.4.2.3 Configuration de la plateforme Pusbullet et PushingBox.....	56
III.4.3 Connexion des composants à la carte WeMos D1mini.....	60
III.4.4 Programmation de la carte WeMos D1mini.....	61
III.4.4.1 Organigramme du programme utilisé.....	61
III.5 Les résultats du programme.....	65
III.6 Conclusion.....	67
III.7 Conclusion générale.....	68
Références bibliographiques.....	69

Chapitre I

Figure I.1 : Représentation graphique de Bilan sur les asphyxies au monoxyde de carbone en Algérie.....	4
Figure I.2 : d'où proviennent les intoxications ?	5
Figure I.3 : Structure de l'hémoglobine du sang.	9
Figure I.4 : Effet de la livraison de CO et d'oxygène.	11

Chapitre II

Figure II.1 : Statistique d'objets connectés dans le monde.....	15
Figure II.2 :L'icone des objets connectés « les Nabaztag ».....	16
Figure II.3 : Internet des objets.	17
Figure II.4: L'architecture de l'IoT.....	20
Figure II.5 : Schéma illustratif du rôle d'objet connecté.	20
Figure II.6 : Les services web.	23
Figure II.7 : Modèle d'application.	24
Figure II.8 : Fonctionnement de l'IoT.	25
Figure II.9 : Domaines d'applications de l'IoT.	26
Figure II.10 : Développement des cartes Arduino.	29
Figure II.11 : Carte Arduino Mega 2560.	30
Figure II.12 : Interface de logiciel Arduino IDE.	34
Figure II.13 : L'organigramme d'exécution d'un programme en Arduino..	35
Figure II.14 : Afficheur LCD.....	36
Figure II.15 : Capteur de Gaz Monoxyde de Carbone MQ-7.	36
Figure II.16 : Capteur de Gaz MQ-2.....	37
Figure.II.17 : Node MCU D1 mini/ESP8266.	38
Figure II.18 : La plaque d'essai GL-24.!	40
Figure II.19 : Un ventilateur.	40
Figure II.20 : Les fils Males Males.....	41
Figure II.21 : Schéma représentatif d'un cloud computing.	42

Chapitre III

Figure. III.1 : Prototype de haut niveau du projet.....	46
Figure. III.2 : Interface du logiciel Fritzing.	47
Figure. III.3 : Câblage de capteur du gaz avec l'Arduino Mega	48
Figure. III.4 : Câblage de l'afficheur LCD avec l'Arduino Mega.	49
Figure. III.5 : Câblage du ventilateur DC avec l'Arduino Mega.	49
Figure III.6 : Câblage de toutes les composantes.	50
Figure III.7 : Capture du programme dans Arduino IDE pour la carte Arduino MEGA.	50
Figure III.8 : Affichage des valeurs de gaz dans le Serial Monitor	51
Figure III.9 : Ajout de la carte NodeMCU à l'Arduino IDE	52
Figure III.10 : L'installation de la bibliothèque ESP8266.....	53
Figure III.11 : Choix du port pour la carte WeMos D1 mini.	54

Liste des figures et tableaux

Figure III.12 : Interface Pushbullet.....	55
Figure III.13: Les services de PushingBox.	55
Figure III.14 : Interface de la plateforme Pushbullet.....	56
Figure III.15: Smartphone mobile dans le menu Appareils (Devices).	57
Figure III.16: Création d'un nouvel Access Token.	57
Figure III.17 : Récupération le Access Token.	58
Figure III.18: Interface d'ajout d'un Pushbullet service.....	58
Figure III.19 : Création d'une nouvelle action à notre scénario.	59
Figure III.20 : Liste de scénarios.	59
Figure III.21 :Schéma de branchement des composants à la carte Wemos D1 mini.....	60
Figure III.22 :Une photo pour la maquette finale.	61
Figure III.23 :Organigramme du programme utilisé.	62
Figure III.24 : Capture du programme dans l'Arduino IDE.	64
Figure III.25 : Résultat afficher dans le Serial Monitor.....	65
Figure III.26 : Notifications reçues sur le smartphone	66
Figure III.27 : Notifications reçues sur le PC.	66

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Bilan des asphyxies au monoxyde de carbone en Algérie.	4
Tableau I.2 : la concentration de CO dans l'air et de la durée de l'exposition et symptômes.8	8
Tableau II.1: l'évolution de Web 1.0 au Web 4.0 (Web des objets).....	22
Tableau II.2 : Les caractéristiques de différentes cartes Arduino.	29
Tableau II.3 : Caractéristique de la carte Arduino ATMEGA2560.....	31
Tableau II.4 : caractéristique de la carte Nodemcu WeMos D1 mini esp8266.	38
Tableau II.5 : les fonctionnalités des pins de la carte Nodemcu WeMos D1 mini esp8266. 38	38

Liste des abréviations

2D : 2 Dimensional

AJAX : Asynchronous JavaScript and XML

ANT: Advanced Network Technology

API: Application Programming Interface

C : Carbone

CGL : Carrier Grade Linux

CH340 : serial à USB conducteur

CO : monoxyde de Carbone.

CO₂ : dioxyde de Carbone

COHB : Carboxyhemoglobin

DBN3: Diagnostic Block Number

DC: Direct Current

DFU: Data File Utility

EAN: European Article Numbering

EDI : Environnement de Développement Intégré

EPC : Electronic Product Code

ESP8266: ESPressif module

FLIP: Freenet Lightweight IRC Program

FT232RL : module adaptateur convertisseur USB vers TTL série pour Arduino

GND: Ground

GPIO: General Purpose Input/output

GPL(LPG): Liquefied Petroleum Gas

GSM: Global System Mobile

HB: Hemoglobin

HbCO: carboxyhemoglobin

Hg: Mercure

HTTP: Hypertext Transfer Protocol

ICSP: In-Circuit Serial Programming

Liste des abréviations

IDE : Integrate Développement Environnement
IO : Input/Output
iOS : iPhone Operating System
IoT: Internet of Things
IP: Internet Protocol
JSP: Jurisdical Separations Process
LCD : Langage de contrôle de données
LTE: Long Term Evolution
M.I.T: Massachusetts Institute of Technology
m³ : mètre cube
MCU : Multiple Control Unit
mg : milligramme
MISO: Master Input, Slave Input
ml: milliliter
mm: millimeter
MOSI: Master Output, Slave Output
NFC: Near Field Communication
NO: monoxide azote
NTICs : Nouvelle Technologies Information Communication
O₂ : Oxygène
O₂HB: oxy-hemoglobin
OS: Operating System
OWL: Ontology Web Language
PC: Personal Computer
Perl: Practical Extraction and Reporting Language
PHP : Preprocessor HyperText Protocol
PO₂ : Pression partielle d'oxygène
Ppm: Partie Par Million
Prowl: Pine Run Owl Watch League
PWM: pulse Width Modulation
QR: Quick Response
RDF: Resource Descriptor Framework

Liste des abréviations

RFID: Radio Frequency Identifier
RSS: Rich Site Summary
RX: Reception
RXD: Received Data
SCK: Source Clock
SCL: Source Clock
SDA : Serial Data Access
SEC : Système Embarqué Connecté
SI: System Information
SMS: Short Message System
SPI: Serial Peripheral Interface
STK500: Starter Kit
TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TLV-C: Threshold Limit Value – Ceiling
TLV-IDHL: Threshold Limit Value – Immediately Dangerous for Life and Health
TLV-TWA: Threshold Limit Value – Time Weighted Average
TTL: Transistor-Transistor Logique
TWI: Two Wire Interface
TX: Transmitted
TXD: Transmitted Data
UART: Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
UMTS: Universal Mobile Telecommunication System
UNO: Universal Networked Objects
URL: Uniform Resource Locator
USB: Universal Serial Box
VCC: Voltage Current Continu
WAN: Wireless Area Network
Wi-Fi: Wireless Fidelity
XML: extensible Markup Language

Introduction générale

Introduction générale

Le monoxyde de carbone est la cause d'intoxications domestiques extrêmement fréquentes, parfois mortelles. Le bilan macabre que fait le monoxyde de carbone itératif à chaque saison d'hiver, est souvent dû à l'utilisation d'appareils de chauffage et chauffe-bains sans la moindre précaution d'usage ni d'installation conforme aux normes de sécurité en vigueur. Le monoxyde de carbone est un gaz inodore, incolore et non irritant, ce qui rend sa détection très difficile, en l'absence de détecteur. Il est très toxique pour l'être humain dont la production résulte d'une mauvaise combustion. Tous les modes de chauffage, de production d'eau chaude, et plus généralement tous les appareils de combustion, sauf électriques, peuvent produire du CO. Ce genre d'accidents est un mal qui survient principalement en hiver lorsque le froid s'installe et l'usage des appareils de chauffage devient une nécessité. Plus de 75% des intoxications au monoxyde de carbone (CO), première cause de mortalité par gaz toxique, ont en effet lieu pendant les deux saisons qui s'étalent d'octobre à mars, où l'on chauffe à fond les habitations. 85% de ces intoxications surviennent de manière accidentelle à domicile, indiquent des statistiques responsables. Contrairement au gaz de ville, ce gaz est inodore, invisible et non-irritant, c'est-à-dire qu'il ne fait ni tousser ni éternuer, précisent les spécialistes. Il est à l'origine chaque année de près de plusieurs centaines d'intoxications qui nécessitent une prise en charge médicale immédiate et dizaines de décès dans les habitations chauffées. Ces accidents sont pourtant évitables pour peu que soient vérifiés les appareils utilisés par des spécialistes. Seul un traitement précoce par oxygène permet de diminuer les conséquences de l'intoxication. Il est donc essentiel de repérer les symptômes pour alerter à temps les secours. Ces symptômes varient d'un individu à l'autre. Les personnes âgées, les enfants et les femmes enceintes sont particulièrement sensibles. L'intoxication peut être sévère de forme aiguë ou chronique. Les symptômes les plus fréquents sont les maux de tête, une grande fatigue physique inhabituelle, souvent accompagnés de nausées et/ou de vomissements. Tous ces symptômes ne se manifestent pas forcément en même temps.

Pour faire face à ce fléau mortel, et dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous avons pensé à concevoir et réaliser un prototype permettant en premier lieu de détecter les fuites liées au monoxyde de carbone, et en second lieu d'apporter les solutions envisageables. Ces solutions permettent d'activer d'abord un système de ventilation afin d'aérer l'endroit où se produit la fuite, ensuite, d'avertir les services de la protection civile en leur envoyant des

Introduction générale

alertes sous formes de notifications. Le prototype reste utile même pour les foyers ne disposant pas d'internet, c'est-à-dire, il se contente uniquement d'aérer le lieu de la fuite.

Le prototype réalisé est constitué d'une carte de type Wemos D1 mini, à laquelle nous avons relié un capteur de gaz, et un afficheur LCD. La carte Wemos est une carte de prototypage qui comporte un module ESP8266 mais également toute l'électronique pour l'alimentation du microcontrôleur et sa programmation par USB. Le module ESP8266 permet de se connecter à Internet afin d'alerter les autorités concernées.

Ce mémoire est organisé dans un document comportant trois chapitres. Dans le premier chapitre, nous avons parlé du monoxyde de carbone. Après avoir établi un bilan des victimes d'asphyxie au monoxyde de carbone en Algérie enregistré par la direction de la protection civile pendant les quatre dernières années, des concepts généraux sur le monoxyde de carbone seront présentés tels que : les sources de CO, les signes cliniques d'une intoxication au CO, les concentrations toxiques de CO, les facteurs influençant sur la quantité du CO absorbé, etc.

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté des notions sur l'Internet des objets suivies d'une description matérielle et logicielle de notre projet.

Le troisième chapitre intitulé conception et réalisation du prototype IoT, est consacré pour les étapes de réalisation de notre projet qui permet de détecter les fuites de gaz et d'avertir les gens en temps réel en envoyons des notifications.

Nous terminerons ce mémoire par une conclusion générale où nous résumerons le travail proposé suivi par quelques directions de recherche possibles visant des perspectives à être étudiées.

CHAPITRE

1

Intoxication au monoxyde de carbone

I.1 Introduction

Dans le monde, la première cause de morte par intoxication accidentelle est le monoxyde de carbone du fait de sa formation et de sa diffusion lors de toute combustion. Inhalé, il se fixe sur le fer divalent des hémoprotéines et bloque le transport et l'utilisation de l'oxygène dans l'organisme.

Il en découle une symptomatologie qui va des signes d'alerte sans gravité immédiate à l'intoxication mortelle. Le monoxyde de carbone (CO) a été découvert depuis deux siècles exactement en 1799 par Priestley, Il a été identifié comme étant la cause de la nocivité des vapeurs de charbon. En ce début du XXI^{ème} siècle, le CO reste la principale cause d'intoxication dans le monde entier. Le nombre annuel de cas est estimé à plusieurs centaines de milliers. On évalue à 30% ceux qui ne sont pas dépistes et le nombre de décès est de plusieurs centaines par an. Aux analyses qui confirment ces intoxications, il faut ajouter les contrôles relevant de la surveillance des risques professionnels et, à un moindre degré, de la détermination des oxycarbonémies endogènes, indice biologique d'un syndrome hémolytique ou du métabolisme de solvants chlorés. Parallèlement, les études épidémiologiques ont montré une relation existante entre les hospitalisations pour infarctus chez les sujets âgés et le CO pris comme indice de risque relatif. En outre, des travaux récents ont suggéré que, tout comme le NO et le CO endogène serait impliqué dans les mécanismes de vasorégulation de neurotransmission et de peroxydation lipidique. Il y a donc pour le biologiste un vaste potentiel d'analyses et de recherches.

La part de connaissance est considérée comme la frontière entre intoxication bénigne et intoxication sévère. Les premiers signes annonciateurs d'une intoxication au CO apparaissent à environ 10% de carboxyhémoglobine (HbCO) [1].

En Algérie, Plusieurs centaines de personnes sont victimes d'une intoxication par le monoxyde de carbone. De 2015 à 2018, environ 4000 cas d'exposition à ce gaz ont été déclarés à la direction de la protection civile. Ces intoxications résultent, dans la majorité des cas, d'une exposition accidentelle et auraient pu être évitées.

I.2 Intoxication au monoxyde de carbone en Algérie

Chaque année, en saison hivernale, le monoxyde de carbone endeuille des familles et décime d'autres entièrement. Le bilan des victimes d'asphyxie au monoxyde de carbone en Algérie enregistré par la direction de la protection civile pendant les quatre dernières années est donné par le tableau suivant :

Année	2015	2016	2017	2018
Nombre d'intervention	1423	1140	1968	223
Secourus	2003	1548	2928	253
Décès	123	117	134	89

Tableau I.1 : Bilan des asphyxies au monoxyde de carbone en Algérie.

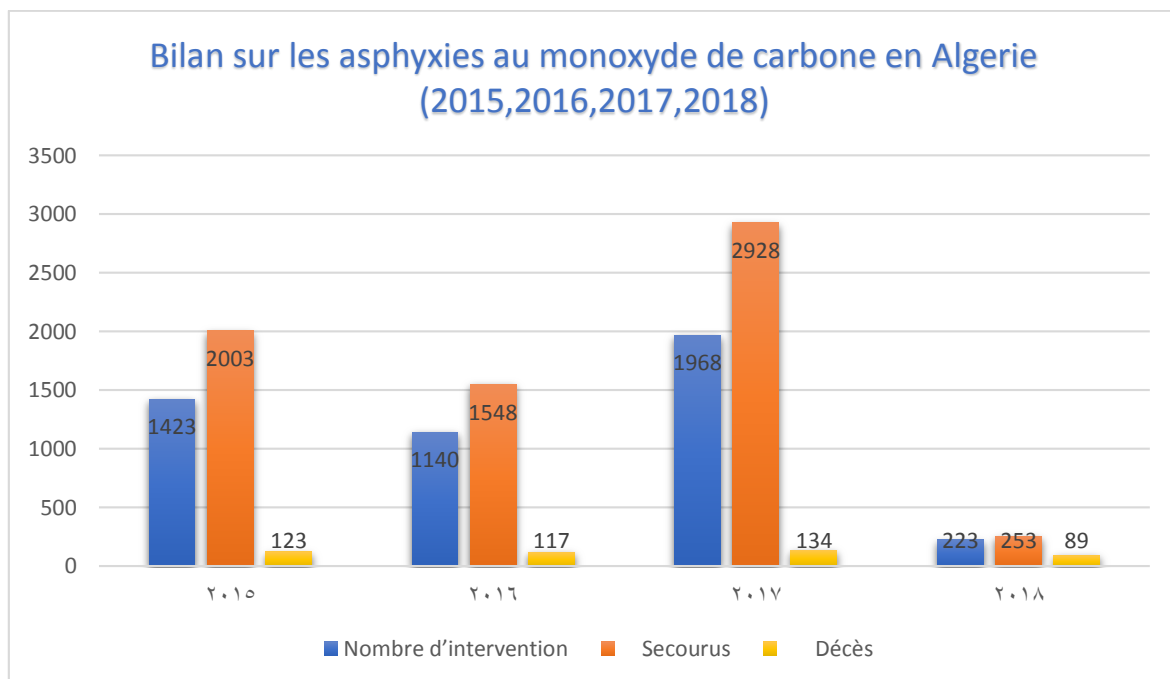


Figure I.1 : Représentation graphique de Bilan sur les asphyxies au monoxyde de carbone en Algérie.

I.2.1 Les causes d'intoxication au monoxyde de carbone en Algérie

La majorité des décès par asphyxies causés par des gaz en Algérie sont dus à une erreur de prévention en matière de sécurité, Ces erreurs se résument en général dans la mauvaise ou le manque de ventilation, la non-conformité des équipements de chauffage, ou encore le mauvais montage et mise en œuvre de ces équipements par un personnel non qualifié.

Les principaux facteurs de ces accidents sont :

- Les appareils défectueux et de qualité douteuse ainsi que le manque de sensibilisation.
- L'absence de la gaine d'évacuation des chauffe-eaux.
- La mauvaise qualité des robinets d'arrêt utilisés par les entreprises chargées de l'installation interne gaz.

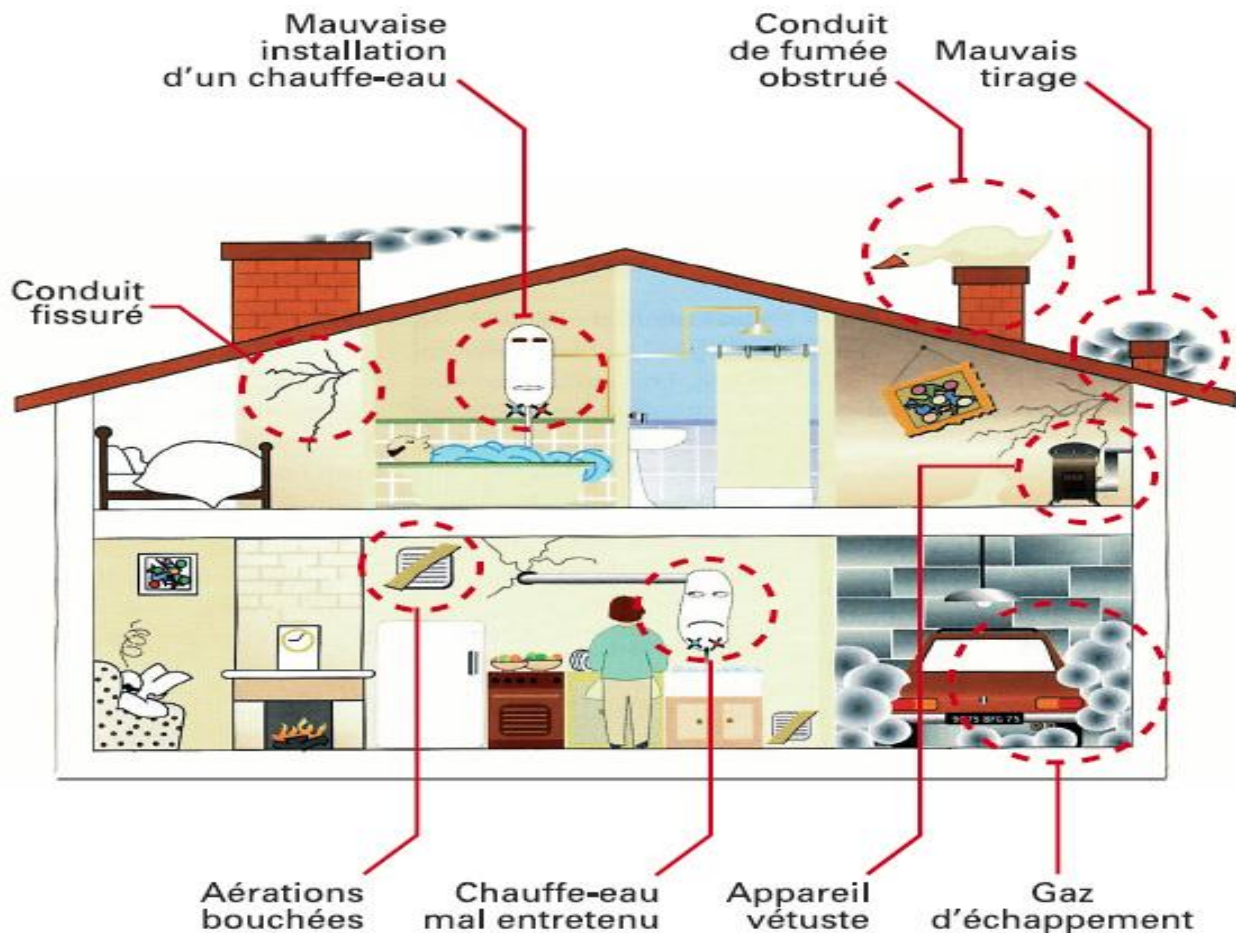


Figure I.2 : d'où proviennent les intoxications ?

L'importation de matériel défectueux, écoulé sur le marché national est à l'origine de fâcheuses conséquences. Les chauffages contrefaits sont la source de véritables crimes. En effet, comment un produit destiné à apporter du confort dans une demeure peut se transformer en arme pour tuer des personnes, voire des familles entières.

Si ces pratiques résultent également de la corruption, la vigilance des citoyens doit être mise. Mais la responsabilité incombe toutefois à ceux censés protéger les personnes, comme stipulé dans la Constitution. Les chauffages défectueux importés se vendent en toute impunité dans les marchés informels [2].

Près de 4 000 appareils de chauffage ne répondent pas aux normes internationales de sécurité ont été refoulés dans les différents ports du pays.

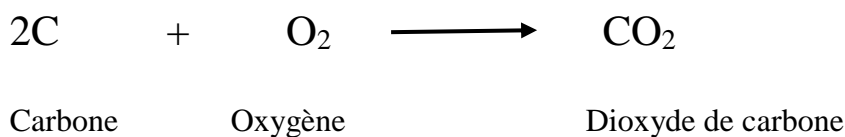
Un contrôle qui reste bien en deçà des aspirations des consommateurs, qui voient le marché inondé par des appareils peu conformes aux normes. Les plus incriminés sont ceux fabriqués notamment en Chine [3].

I.3 Qu'est-ce que le monoxyde de carbone ?

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz asphyxiant indétectable. Il est invisible, inodore et non irritant. Il se diffuse très vite dans l'environnement et peut être mortel en moins d'une heure. L'intoxication au monoxyde de carbone se produit après l'inhalation de ce gaz, issu de la combustion des matières organiques dans des conditions d'apport insuffisant en oxygène, ce qui empêche l'oxygène complète en dioxyde de carbone (CO₂) Le monoxyde de carbone provoque l'intoxication en se fixant sur les globules rouges via la respiration et les poumons et en empêchant ces globules de véhiculer correctement l'oxygène dans l'organisme.

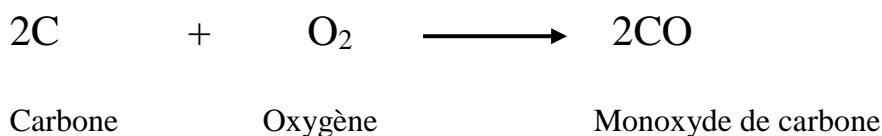
I.4 D'où vient le monoxyde de carbone ?

Lors d'une combustion normale, le carbone contenu dans la matière solide (bois, charbon), liquide (fuel, pétrole) ou gazeuse (propane, butane) brûle, en présence de l'oxygène de l'air, en émettant du dioxyde de carbone (gazeuse) selon la formule chimique :



Cette réaction libère de l'énergie sous forme de chaleur, nous permettant de nous laver (chauffe-eau), de nous chauffer (cheminée), de cuire nos aliments (cuisinière), etc.

Si la quantité d'oxygène présent dans l'air diminue (lorsque la pièce est mal ventilée et que le chauffe-eau ne fonctionne pas bien, par exemple), alors la combustion devient incomplète et il y a formation de monoxyde de carbone (gazeux) selon la formule chimique :



I.5 Les signes cliniques d'une intoxication au monoxyde de carbone

En cas d'asphyxie, différents symptômes peuvent apparaître :

- Une fatigue intense.
- Des maux de tête.
- Des nausées.
- Des bourdonnements d'oreilles.
- Des vertiges.

Ces symptômes peuvent apparaître seuls ou combinés.

I.6 Les concentrations toxiques de CO

Le sang contient normalement un peu de CO provenant de la dégradation de l'hémoglobine et d'autres hémoprotéines.

Par ailleurs, les fumeurs, et particulièrement les fumeurs de pipe ou de cigare ont habituellement des taux de carboxyhémoglobine plus élevés.

A titre indicatif, nous donnons ci-dessous les valeurs considérées comme normales :

- Non-fumeur HbCO 1-40 %
- Fumeur HbCO 5-6 %
- Grand fumeur HbCO 7-9 %

Un taux de carboxyhémoglobine supérieur à ces valeurs indique une intoxication. Attention,

Un taux normal ne permet pas d'exclure une intoxication : le CO en effet, s'élimine spontanément de l'organisme et le taux de carboxyhémoglobine commence à chuter dès que la victime se trouve hors de l'atmosphère toxique. Le pourcentage d'HbCO dépend donc du moment de la prise de sang.

I.6.1 Concentration dans le sang (taux de carboxyhémoglobine-HbCO)

Le pourcentage d'HbCO dans le sang n'est pas un critère de gravité de l'intoxication et ne permet pas de décider du traitement nécessaire (oxygène au masque ou oxygène hyperbare). Le CO ne se lie pas uniquement à l'hémoglobine, il pénètre également directement dans les cellules. En cas d'exposition prolongée à de faibles concentrations de CO, le taux d'HbCO peut rester relativement bas alors que le CO s'accumule dans les tissus.

C'est la concentration de CO dans les tissus qui va entraîner ou la mort des cellules et déterminer la gravité de l'intoxication.

I.6.2 Concentration dans l'air

Le taux habituel de CO dans l'air ambiant est d'environ 0.2 ppm (part par million).

L'Organisation mondiale de la Santé a défini, pour l'ensemble de la population, y compris les femmes enceintes et les personnes âgées atteintes d'affections cardiaques ou respiratoires (connues ou non), des valeurs de référence considérées comme inoffensives en fonction de la durée de l'exposition :

- 10 mg/m³ (9 ppm) pendant 8 heures.
- 30 mg/m³ (26 ppm) pendant 1 heure.
- 60 mg/m³ (52 ppm) pendant 30 min.
- 100 mg/m³ (90 ppm) pendant 150min.

La gravité d'une intoxication est en fonction de la concentration de CO dans l'air et de la durée de l'exposition :

CO (ppm)	%CO dans l'air	Symptômes
100	0.01	
200	0.02	Maux de tête, vertiges, nausées, fatigue.
400	0.04	Maux de tête intenses, danger de mort après 3 heures
800	0.08	Maux de tête, vertiges, nausées. Perte de connaissance en 45 min, décès après 2-3 heures
1600	0.16	Symptômes sévères après 20 min, décès endéans l'heure.
3200	0.32	Maux de tête, vertiges, nausées après 5 min, perte de connaissance après 30 min
6400	0.64	Céphalées et vertiges après 1 à 2 min, perte de connaissance après 10-15 min.
12800	1.28	Perte de connaissance immédiate, décès en 1 à 3 minutes.

Tableau I.2 : la concentration de CO dans l'air et de la durée de l'exposition et symptômes.

La réglementation du travail définit des valeurs maximales de concentration auxquelles les travailleurs peuvent être exposés sans risque. Elles ne sont valables qu'en milieu de travail. Il faut garder à l'esprit qu'une quantité de CO tolérable pour un enfant.

- LA TLV-TWA (Threshold Limit Value – Time Weighted Average) représente la concentration moyenne considérée comme inoffensive pour un travailleur qui y est exposé 40 heures par semaine pendant toute sa carrière. Elle est de 20 ppm.
- La TLV-C (Threshold Limit Value – Ceiling) représente la valeur plafond qui se jamais être dépassée. Dans le cas du CO, la TLV-C est de 100 ppm.
- La TLV-IDHL (Threshold Limit Value – Immediately Dangerous for life and health) représente la concentration à partir de laquelle l'évacuation immédiate s'impose. Bien qu'une évacuation prenne en général moins de 30 minutes, pour des raisons de sécurité, les valeurs TLV-IDHL sont basées sur les effets d'une exposition durant 30 minutes. Elle est de 1.500 ppm dans le cas du CO [4].

I.7 Comment agit le CO sur l'organisme ?

La figure I.3 représente la structure de l'hémoglobine (Hb) et puis une explication de la fixation du CO sur l'hémoglobine du sang.

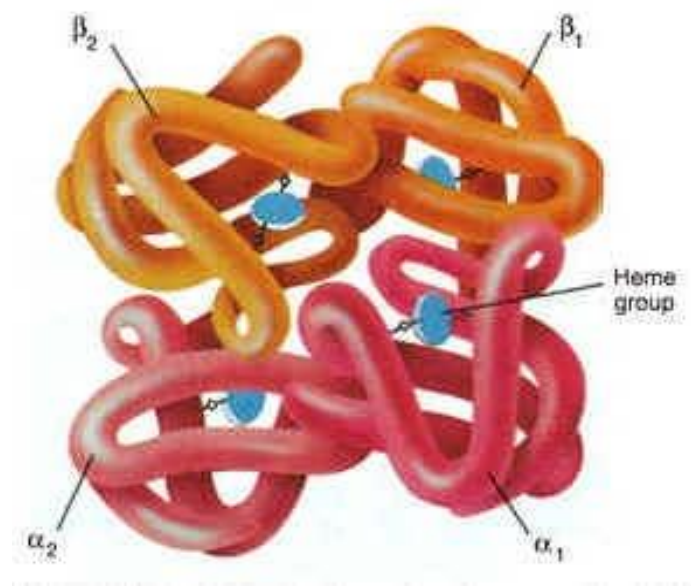


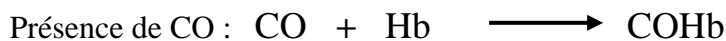
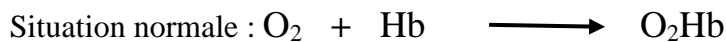
Figure I.3 : Structure de l'hémoglobine du sang.

I.7.1 Hémoglobine

Chez l'homme, l'hémoglobine – pigment contenu dans les globules rouges du sang – assure le transport de l'oxygène depuis les poumons jusqu'aux cellules.

La molécule d'hémoglobine se compose de 4 chaînes polypeptidiques (globines) et contient 4 hèmes, chacun porteur d'un atome de fer (en bleu) sur lesquels se fixent les atomes d'oxygène.

L'affinité du CO pour l'hémoglobine est 210 à 260 fois plus forte que celle de l'oxygène. Même présent en quantité infime dans l'air, le CO se liera préférentiellement à l'hémoglobine du sang au lieu de l'oxygène.



Le transport de l'oxygène est perturbé. L'oxygène n'arrive plus jusqu'aux cellules qui sont état d'hypoxie cellulaire.

La quantité de carboxyhémoglobine formée dépend :

- De la concentration de CO dans l'air.
- De la durée d'exposition.
- Du degré d'activité de la victime (plus l'effort physique est intense, plus la respiration est rapide et plus on inhalé de CO)
- De l'état de santé de la victime (problème cardiaques, affections respiratoires).

La liaison du CO à l'hémoglobine n'entraîne pas seulement une baisse de la quantité d'oxygène transportée par molécule d'hémoglobine. Elle a également un effet indirect par déplacement de la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine.

En présence de CO, la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine en fonction de la pression partielle d'oxygène (PO_2) se déplace vers la gauche. Le CO ne prend pas seulement la place de l'oxygène sur l'hémoglobine, il augmente également l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène et diminue la délivrance d'oxygène au niveau des tissus. La pression partielle d'oxygène (PO_2) dans les tissus périphériques doit s'abaisser plus fortement pour que

l'hémoglobine libère son oxygène. Ce phénomène aggrave le manque d'oxygène au niveau des cellules.

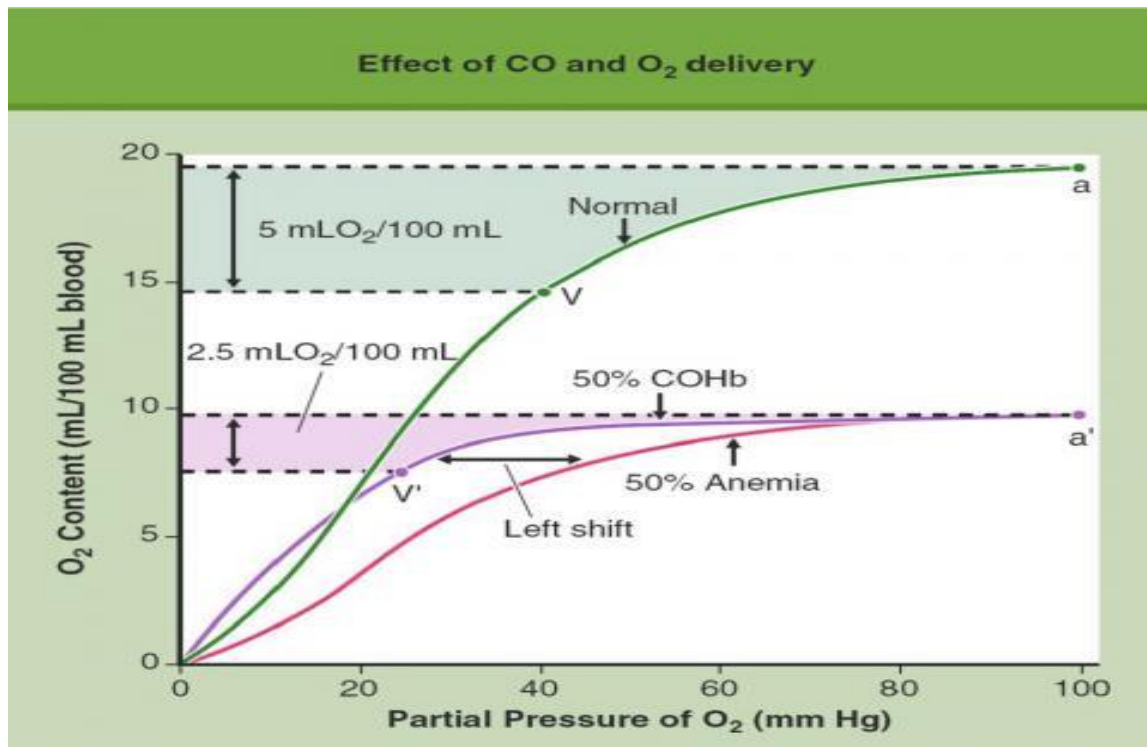


Figure I.4 : Effet de la livraison de CO et d'oxygène.

La figure ci-dessus illustre ce double mécanisme : en temps normal, le sang délivre aux tissus 5 ml d'oxygène par 100 ml de sang lorsque la pression partielle d'oxygène chute de 60 mm de Hg (de a à V sur la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine). En cas d'anémie ou le nombre de globules rouges est divisé par deux (diminution de 50 % de la capacité de transport), le sang ne délivre aux tissus que 2,5 ml d'oxygène par 100 ml pour une même chute de la pression partielle d'oxygène de 60 mm de Hg. Lors d'une intoxication au CO avec une carboxyhémoglobinémie de 50 %, pour délivrer aux tissus 2,5 ml d'oxygène/100 ml de sang, il faut que la pression partielle d'oxygène chute de 75 mm de Hg (de a' à V') [4].

I.7.2 Diffusion dans les tissus

Le CO gazeux se dissout également dans le plasma et pénètre sous cette forme dans les tissus alors que le CO lié à l'hémoglobine y reste fixé et n'arrive quasi pas au niveau cellulaire.

Dans les tissus, le CO se lie aux protéines musculaires (myoglobine). La myoglobine assure le transport d'oxygène dans le cœur et les muscles. La myoglobine a également une plus grande

affinité (40x) pour le CO que pour l'oxygène. Comme pour l'hémoglobine, la courbe de dissociation de la myoglobine se déplace vers la gauche en présence de CO.

Dans les cellules, le CO se lie également à la cytochrome -C- oxydase, enzyme qui permet l'oxydation du cytochrome C dans la chaîne respiratoire mitochondriale. Si cette enzyme est bloquée, il y a développement d'un métabolisme anaérobie (sans oxygène) et production d'acide lactique.

Etant donné le blocage de la chaîne respiratoire mitochondriale, il y a production de radicaux libres oxygénés. Lors de la phase de réoxydation, les radicaux libres oxygénés peuvent produire des lésions cérébrales par peroxydation des lipides membranaires. Ce mécanisme pourrait être à l'origine des lésions cérébrales tardives survenant après une intoxication grave au CO. Le CO se fixe aussi sur le cytochrome P450 mais les répercussions pathologiques de ce phénomène ne sont pas encore bien connues [4].

I.8 Les facteurs influençant sur la quantité de CO absorbé

La quantité de COHb formée dépend :

- De la concentration de monoxyde de carbone (CO) dans l'air.
- De la durée d'exposition au CO.
- De degré d'activité de la victime : plus l'effort physique est intense, plus la respiration est rapide et plus la personne inhale du CO.
- De l'état de santé de la victime : problèmes cardiaques, affections respiratoires, etc.

Par ailleurs, l'hypoxie cellulaire qui résulte de la formation de COHb provoque une augmentation de la ventilation, ce qui accélère l'absorption pulmonaire de CO [5].

I.9 Les facteurs influençant sur la dispersion de CO à domicile

Les facteurs pouvant avoir une influence sur l'introduction, la dispersion et l'élimination du monoxyde de carbone comprennent notamment :

- Le type, la nature (facteur influant sur le taux d'émission de monoxyde de carbone) et le nombre des sources.
- Le type d'utilisation de la source.
- Les caractéristiques de l'immeuble.
- Les taux d'infiltration ou de ventilation.

- Les échanges d'air entre les pièces et à l'intérieur de celle-ci.
- Les taux d'élimination et l'émission ou la génération possible par des surfaces intérieures et des transformations chimiques.
- La présence de systèmes de purification d'air et leur efficacité.
- Les concentrations extérieures de monoxyde de carbone [6].

I.10 Complications d'une intoxication au monoxyde de carbone

Les séquelles neurologiques ci-dessous peuvent se produire tardivement, après une période de latence de 2 à 40 jours :

- Troubles de la mémoire ou de l'attention.
- Démence.
- Modification du comportement (agressivité, violence).
- Apathie et état dépressif.

Dans les cas d'intoxication chronique, le système nerveux central est souvent le plus touché.

Les signes neurologiques suivants peuvent apparaître :

- Céphalées tenaces.
- Migraines.
- Difficultés de concentration.
- Problèmes de mémoire.

L'exposition à faibles concentration de monoxyde de carbone (CO) peut accentuer une ischémie myocardique chez des personnes porteuses d'une maladie coronarienne. Lorsque l'exposition au CO est faible et chronique, elle peut aussi avoir des conséquences graves sur le fœtus, telles des troubles du développement (poids, taille) et des atteintes au développement intellectuel.

I.11 Conseils et précautions

Voici quelques conseils à suivre pour limiter les risques :

- Avant l'hiver, faire vérifier vos installations de chauffage et de production d'eau chaude par un professionnel qualifié : cheminées, chaudières, moteurs à combustion interne (fonctionnant au gaz, au bois, au charbon, à l'essence, au fuel ou à l'éthanol).

- Aérer tous les jours le lieu pendant au moins 10 minutes, et ne bouchez jamais les entrées et sorties d'air même quand il fait froid.
- Ne faites jamais utiliser les chauffages d'appoint à combustion en continu.
- Respecter les consignes d'utilisation des appareils à combustion, surtout les utilisations en lieux fermés.
- N'utiliser jamais des appareils non destinés pour se chauffer : cuisinière, barbecue, etc.
- Ne jamais installer les groupes électrogènes dans un lieu fermé (maison, cave, garage, ...).

I.12 Conclusion

Tous au long de ce chapitre nous avons parlé d'asphyxies au monoxyde de carbone au début on a cité le bilan des victimes et ces causes dans notre pays ensuite on a présenté des notions sur le CO et ces effets sur l'organisme humain.

Au cours de prochain chapitre nous allons présenter des notions sur l'internet des objets, les composent et les logiciels exploités pendant la réalisation de notre prototype.

CHAPITRE

2

**Notion sur l'IoT et étude matérielle
et logicielle du projet**

II.1 Introduction

L'Internet des objets ou internet of things en anglais (IoT) possède un énorme potentiel et a un grand impact sur les diverses entreprises et les processus d'automatisation sans aucune interaction humain- à- humain ou humain-à-ordinateur. L'IoT a réussi à s'intégrer dans les maisons, les infrastructures et les industries de premier plan pour optimiser leurs opérations. L'IoT en tant que technologie étonnante a un impact immense sur des industries distinctes.

Dans les années 90, la connexion fixe à Internet a réussi à connecter 1 milliards d'utilisateurs via PC, alors qu'en 2000, l'Internet mobile a connecté 2 milliards d'utilisateurs via smartphone et d'autre part L'IoT devrait avoir 28 milliards de connexions (objets) à Internet d'ici 2020 avec des appareils ménagers, des automobiles, des montres intelligentes et de l'équipement industriel. Basé sur la capacité d'offrir des interconnexions avancées, la communication entre les systèmes, les appareils et les services devraient provoquer des perturbations dans les répercussions dans les régions et les industries.

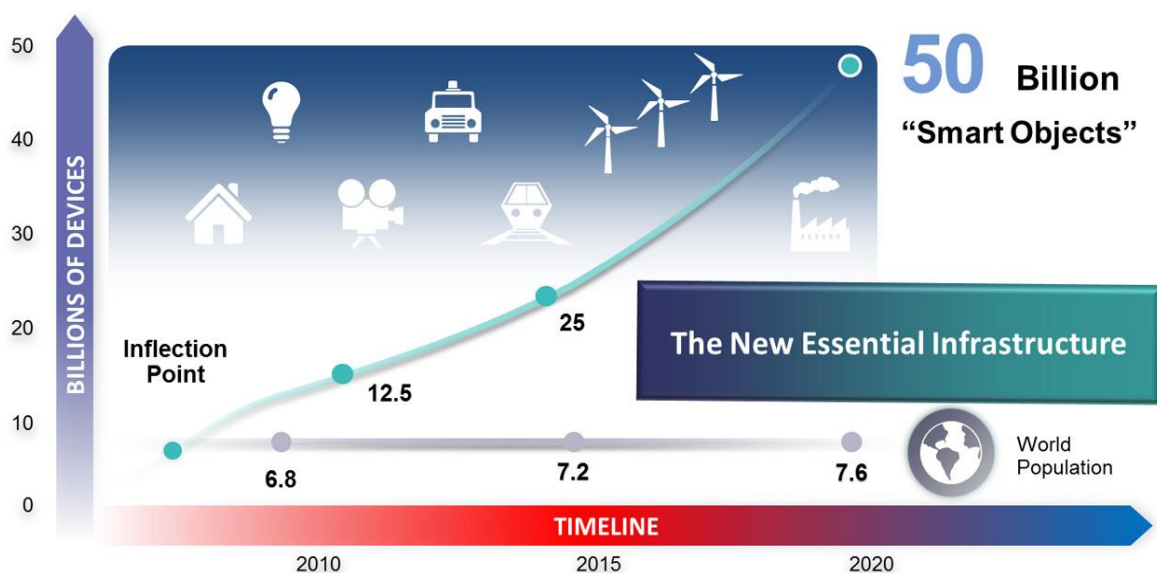


Figure II.1 : Statistique d'objets connectés dans le monde.

II.2 Historique

Nous pouvons retracer la naissance de l'Internet des Objets jusqu'à un nom : Rafi Haladjian. En 1994, cet entrepreneur français, d'origine arménienne et libanaise, fonde le premier opérateur internet de France « France Net ». Peu après son rachat par British télécom

en 2001, Rafi fonde le fournisseur de connexion Wi-Fi communautaire Ozone puis, en 2003, **l'entreprise Violet**. Sa Baseline : « *Let all things be connected* ».

Vous l'avez compris, **Violet a proposé ce qu'on pourrait considérer comme le premier objet connecté : une lampe DAL**, connectée en Wi-Fi, qui s'est vendue à une cinquantaine d'exemplaires à 790€ chacun. Grâce à ses 9 LED's, le dispositif pouvait s'allumer de différentes couleurs en fonction de différents événements, liés à la météo, la bourse, la pollution, les alertes Google ou encore des "envois de messages de couleurs" par sms ou email.

Un peu plus tard, en 2005, Violet lancera le Nabaztag, qui deviendra l'icône des objets connectés. Ce lapin connecté en Wi-Fi peut lire des mails à haute voix, émettre des signaux visuels et diffuser de la musique. L'objet est toujours commercialisé aujourd'hui, sous le nom de Karotz.



Figure II.2 : L'icône des objets connectés « les Nabaztag ».

Mais l'aventure ne s'arrête pas là. En 2010, Rafi Haladjian lance Sense, une nouvelle société qui a pour but de développer des objets connectés et une plateforme afin de récolter les données de la vie quotidienne et tenter de leur donner du sens. Ce projet aboutira en 2014 avec la création de Mother, un système permettant de connecter chaque objet grâce à de petits capteurs. Une espèce d'objet connecté universel principalement tourné vers la domotique [7].

II.3 Définition

L'internet des Objets est un réseau qui permet via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement

7. Un affichage pour regarder l'information sur l'objet lié [9]

II.4.1 Normes et standards

En l'absence de protocoles et de standards universels, le développement de l'Internet des objets présente le risque de réduire l'IoT à un patchwork de réseaux propriétaires et incompatibles, chacun dédié soit à une application particulière, soit à un groupe d'utilisateurs donnés.

II.4.2 Codes-barres, EAN

Les entreprises pionnières en matière de technologie RFID se sont heurtées à ce problème dès les années 1990. L'utilisation de marqueurs RFID a rapidement mené au succès de nombreuses applications propriétaires. Dans le milieu de la grande distribution, un standard s'est imposé depuis les années 1970 pour l'identification des produits : le code EAN3. Il s'agit du code-barres que l'on trouve sur la grande majorité des produits de consommation courante. Un code EAN ne permet toutefois d'identifier qu'une classe de produits (« un paquet de chewing-gum Malabar » : tous les paquets portent le même code) et non les instances individuelles de cette classe (« le paquet de chewing-gum Malabar n°42 » : chaque paquet porte un code individuel unique qui le distingue de tous les autres). Or, une telle distinction au niveau individuel est indispensable à l'émergence de l'Internet des objets [10].

II.4.3 Système EPC

Le système EPC est souvent considéré comme directement lié à la technologie RFID. En effet, la standardisation d'un système d'identification au niveau de l'article individuel s'est avérée indispensable dans ce domaine. Il peut aisément prendre la forme d'un code-barres standard ou bidimensionnel (par exemple, Data Matrix ou QR Code), ou simplement d'une suite de caractères numériques. Le système EPC possède donc toutes les caractéristiques nécessaires pour servir de langage de base commun à l'Internet des objets : une identification individuelle et unique des objets, associée à la large diffusion d'un système standardisé [10].

II.4.4 L'architecture de l'IoT

Précisons le rôle des différents processus présentés sur ce schéma :

- Capter désigne l'action de transformer une grandeur physique analogique en un signal numérique.

- Concentrer permet d'interfacer un réseau spécialisé d'objet à un réseau IP standard (e.g Wifi) ou des dispositifs grand public.
- Stocker qualifie le fait d'agréger des données brutes, produites en temps réel, méta taguées, arrivant de façon non prédictible.
- Enfin, présenter indique la capacité de restituer les informations de façon compréhensible par l'homme, tout en lui offrant un moyen d'agir et /ou d'interagir.

Deux autres processus n'apparaissent pas sur le schéma, car ils sont à la fois transverses et omniprésents :

Le traitement des données est un processus qui peut intervenir à tous les niveaux de la chaîne, depuis la capture de l'information jusqu'à sa restitution. Une stratégie pertinente, et commune quand on parle d'Internet des objets, consiste à stocker l'information dans sa forme intégrale.

On collecte de manière exhaustive, « big data », sans préjuger des traitements qu'on fera subir aux données. Cette stratégie est possible aujourd'hui grâce à des architectures distribuées de réaliser des traitements complexes en leur sein (Map/Reduce par exemple).

La transmission des données est un processus qui intervient à tous les niveaux de la chaîne. Deux réseaux, supports des transmissions, cohabitent généralement :

- Réseau local de concentration. On utilise alors des technologies comme ANT, ZigBee, Z-wave, NFC ou Bluetooth LE.
- Réseau WAN, permettant d'interconnecter les réseaux spécialisés et de les interfacer avec des fermes de serveur. On utilise alors WiFi, les réseaux cellulaires (GSM, UMTS, LTE) ou encore les connexions physiques standard (Ethernet, fibre optique). Ces réseaux sont généralement connectés à Internet.

Les technologies de transmission utilisées dépendent essentiellement de l'application et du contexte. La transmission peut par exemple exploiter le Push reposant sur Comet ou Web Socket. Les canaux peuvent être bidirectionnels si l'application autorise une rétroaction. Dans certains cas, ces canaux devront transmettre les données en temps réel, dans d'autres cas, le temps ne sera pas un facteur déterminant [11].

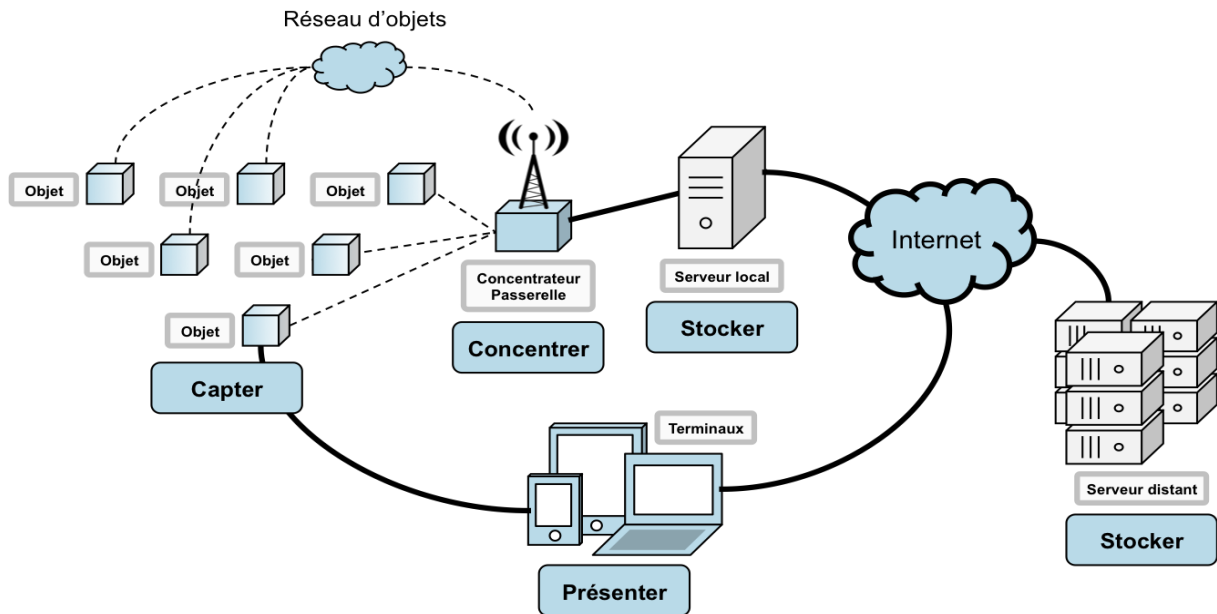
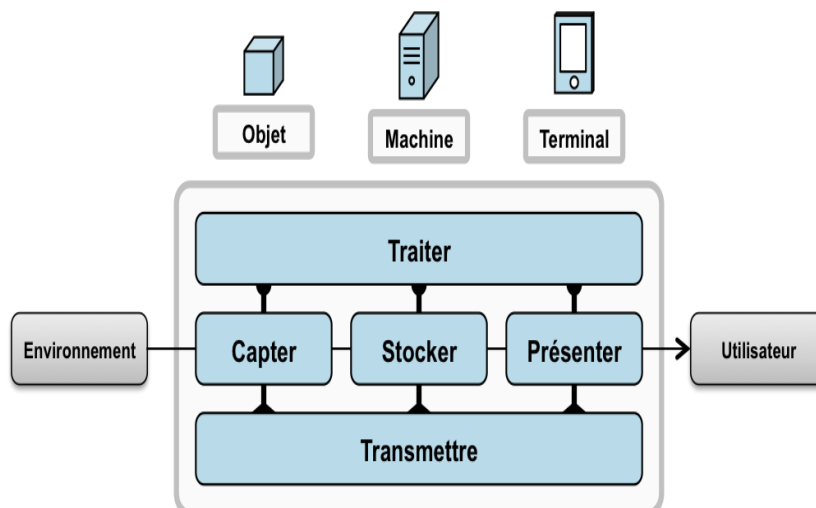


Figure II.4: L'architecture de l'IoT.

II.5 Les objets connectés

Ce sont des dispositifs permettant de collecter, stocker, transmettre et traiter des



données issues du monde physique.

Figure II.5 : Schéma illustratif du rôle d'objet connecté.

Les objets dont il est question ici sont donc des sources de données, identifiées et identifiables de façon unique et ayant un lien direct (via un concentrateur) avec Internet.

On a distingué dans le billet précédent deux types d'objet :

- **Les objets passifs** : ils utilisent généralement un tag (puce RFID, code barre 2D). Ils embarquent une faible capacité de stockage (de l'ordre du kilo-octet) leur permettant d'assurer un rôle d'identification. Ils peuvent parfois, dans le cas d'une puce RFID, embarquer un capteur (température, humidité) et être réinscriptibles.
- **Les objets actifs** : ils peuvent être équipés de plusieurs capteurs, d'une plus grande capacité de stockage, être doté d'une capacité de traitement ou encore être en mesure de communiquer sur un réseau [11].

II.5.1 Les systèmes embarqués connectés (SEC)

Tout appareil possédant une puissance de calcul limitée et /ou une source d'énergie restreinte, équipé d'une interface de communication avec ou sans fil et de divers capteurs ou actionneurs est un système embarqué connecté. Il existe une quantité de systèmes embarqués connectés :

- Sun Spot
- Arduino
- Raspberry Pi
- ...

II.5.2 Web des objets

II.5. 2.1 Introduction

Dans le web des objets, les technologies populaires du Web (HTML ; JavaScript, AJAX, ...) peuvent être utilisées pour développer des applications qui font appel à des objets intelligents. Les utilisateurs peuvent se servir des mécanismes Web bien connus (la navigation, la recherche, l'étiquetage, la mise en cache, les liaisons) pour interagir avec eux.

De multiples prototypes utilisent ces principes, dans un environnement de capteurs, de systèmes de supervision d'énergie et d'objets RFID sur le Web. Le tableau suivant récapitule l'évolution du Web, du Web 1.0 au Web4.0 (Web des objets) [10].

	Date apparition	Description	Technologies
Web 1.0	1995	Page HTML statique	HTML, http
Web 1.5	1997	Contenu HTML dynamique	Coté client (JavaScript, DHTML, Flash...), coté serveur (CGI, PHP, Perl, JSP...)
Web 2.0	2003	Partage d'information participatif, Interopérabilité, conception centré sur l'utilisateur et collaboration sur le Web	Weblogs, wikis, podcasts, fils RSS, Web services, ... URI, XML, RDF, OWL
Web 3.0	2008	Les définitions varient du Web Sémantique à l'intelligence Artificielle	Amélioration des technologies du Web 2.0
Web 4.0	2010	Tous les jours, des périphériques et des objets sont complètement Intégrés au Web	Utilise les normes standards (URI, FTP, Atom, REST...)

Tableau II.1: l'évolution de Web 1.0 au Web 4.0 (Web des objets).

II.5. 2.2 Définition

La notion du Web des objets est définie par une architecture comme et très utilisée telle que le World Wide Web afin d'y intégrer des objets physiques, permettant ainsi de combler le fossé entre les mondes physique et numérique. Ainsi tout objet connecté devient alors une ressource disponible sur le Web. Il peut donc à son tour être utilisé dans n'importe quelle application basée sur le web, conçue pour interagir avec le monde physique. Le Web des objets consiste essentiellement dans le développement de concepts, d'outils et de systèmes pour la création et l'exploitation de réseaux d'objets associé à des ressources embarquées

(puces RFID, capteurs et actionneurs, installations informatiques complexes) accessibles par des services web :

- **Le Web social**
- **Le Web physique**
- **Le Web sémantique**
- **Le Web temps réel**
- **Le Web programmable**

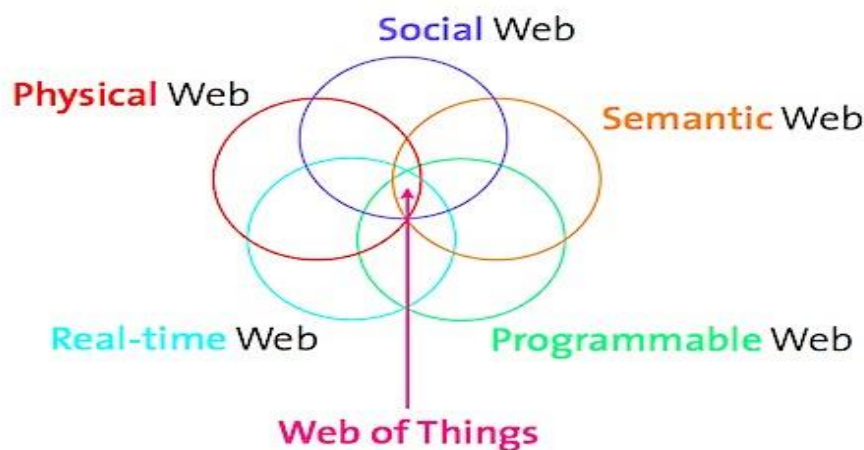


Figure II.6 : Les services web.

- **Web social :** partage des objets, des données ou des fonctionnalités vers une utilisation participative et collaborative.
- **Web physique :** applications de géolocalisation.
- **Web sémantique :** en-tête de métadonnées analysées et indexées par des moteurs de recherche pour permettre à des agents logiciels de partager, de réutiliser ou de combiner ces informations.
- **Real-Time Web :** information en temps réel livrées en temps opportun.
- **Web programmable :** accès à des données brutes avec une interaction avec les objets physiques par le biais d'API ouvertes [10].

II.5.2.3 Intégration des objets au Web

Le Web des objets propose d'embarquer des serveurs web dans les environnements systèmes qui sont très contraints et ne disposent pas d'écran. Une des particularités communes à ces serveurs Web embarqués est qu'ils utilisent le concept d'AJAX.

Ce modèle d'application Web permet de construire des applications Web et des sites Web dynamiques interactifs depuis un poste client à travers le protocole HTTP.

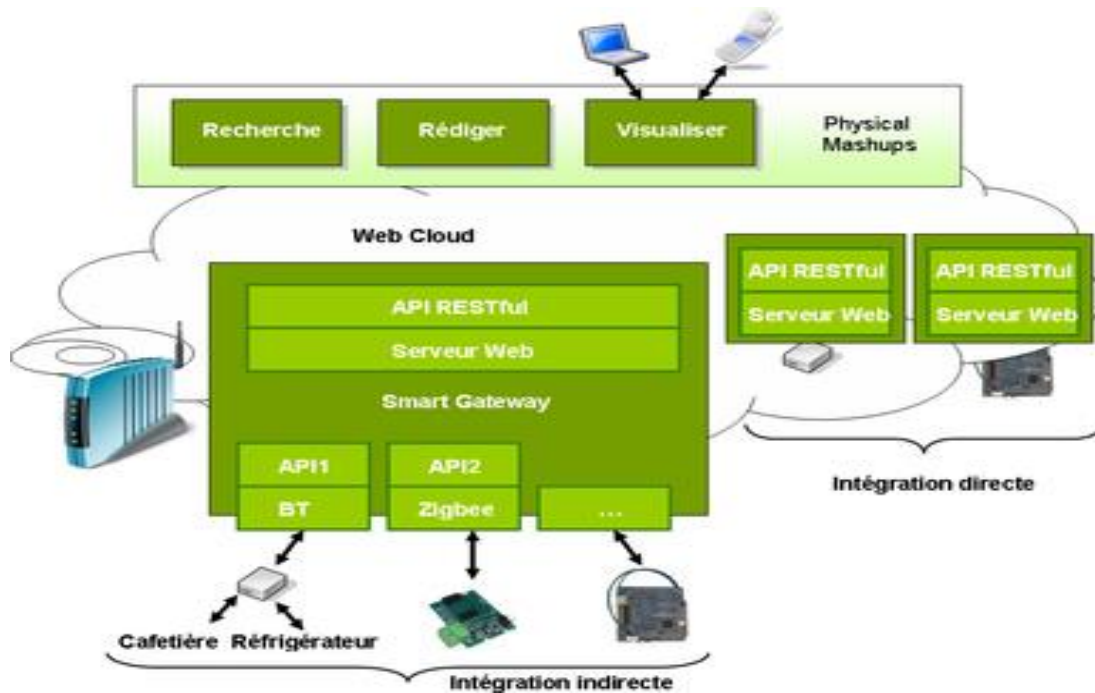


Figure II.7 : Modèle d'application.

Dans le cas des intelligents limités en ressources, notamment ceux qui n'ont pas de connexion filaire, les besoins des protocoles TCP/IP et HTTP ne sont pas adaptés car trop consommateurs en termes d'énergie, de calcul, de mémoire et de bande passante. De plus, certains objets intelligents ne les supportent pas nativement. C'est généralement le cas des réseaux de capteurs sans-fil. Dans ce cas, l'intégration du monde physique (objets intelligents) au Web passe par l'utilisation d'un résolve-proxy. Il sert de passerelle entre le réseau interne (les objets qui ne communiquent pas via IP) et le Web [10].

II.6 Le fonctionnement de l'IoT

IOT est un nouveau concept révolutionnaire de connexions unifiées pour faciliter la coordination intelligente entre les utilisateurs et leurs appareils. Il comporte un réseau de données, de processus et de personnes, car il permet de contrôler et de détecter les choses à distance à travers les infrastructures de réseau existantes. Presque tous les types d'industries profiteront de l'IOT pour rationaliser leur production et gérer leur expérience de client.

Comme les solutions IOT industrielles permettent un moyen plus abordable, efficace et facile d'entretenir les processus.

Identifier et suivre les données des objets. Recueillir et traiter les données pour détecter les changements dans l'état physique des objets. Améliorer la puissance du réseau en déléguant les capacités de traitement aux différentes parties du réseau. Rendre les objets de plus en plus petits ont la capacité de se connecter et d'interagir. Identifier et suivre les données des choses. Recueillir et traiter les données pour détecter les changements dans l'état physique des objets. Améliorer la puissance du réseau en déléguant les capacités de traitement aux différentes parties du réseau pour que les petits objets aient la capacité de se connecter et d'interagir.



Figure II.8 : Fonctionnement de l'IoT.

II.6.1 Domaines d'applications de l'IoT

- Sécurité et gestion des urgences : radiations, attentats, explosions.
- Ville intelligente : circulation routière intelligente, transports intelligents, collecte des déchets, cartographies diverses (bruit, énergie, etc.).
- Contrôle industriel : mesure, pronostic et prédiction des pannes, dépannage à distance.
- Environnements intelligents : prédiction des séismes, détection d'incendies, qualité de l'air, etc. La technologie IoT permet aux usines d'améliorer l'efficacité de ses opérations, d'optimiser la production et d'améliorer la sécurité des employés, etc.
- Santé : - Les hôpitaux utilisent l'analyse de données distantes pour déterminer les patients qui sont les plus à risque afin de pouvoir réagir plus rapidement aux événements mettent leur vie en danger.

-A l'aide des solutions d'intelligence artificielle, de l'apprentissage automatique et système de raisonnement, l'analyse prédictive étudie les données historiques afin de créer des idées pour l'avenir.

f) Agriculture intelligente, domotique, applications ludiques ect [9].

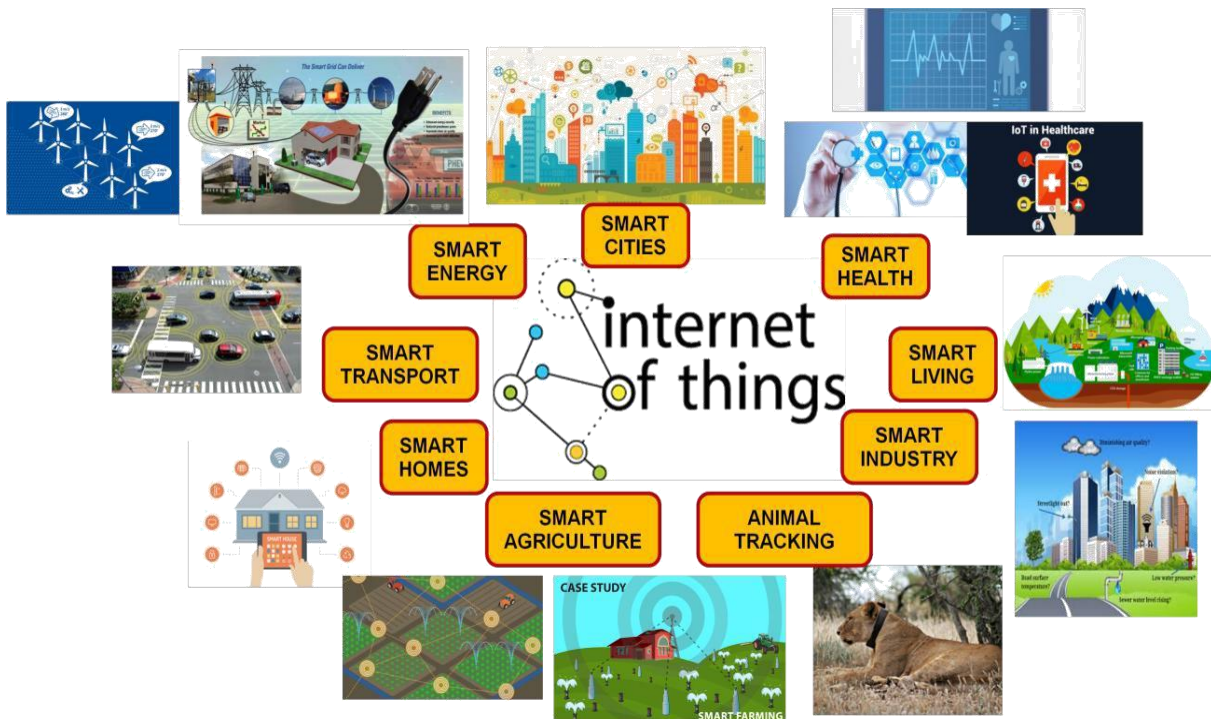


Figure II.9 : Domaines d'applications de l'IoT.

II.6.2 Les avantages et les enjeux de l'Internet des objets

II.6.2.1 Les avantages

Les avantages de l'IoT sont nombreux, en plus de ce qui a été cité ci-dessus, nous pouvons ajouter les avantages suivants :

- Améliorer les services traditionnels généraux comme le transport et les parkings.
- La surveillance médicale des patients.
- La surveillance et maintenance des lieux publics.
- Suivi le taux de la validité des instructions pour le travail.
- Réduire le temps perdu dans les transactions administratives dans la ville.
- L'organisation et l'amélioration de qualité d'Airlines.
- Economiser la consommation de l'énergie dans la ville.

- L'éclairage intelligent pour la ville, etc [9].

II.6.2.2 Les enjeux

- La protection des données, la vie privée et la sécurité sont souvent les principales inquiétudes des sceptiques de l'IoT. Pour calmer ces inquiétudes, il serait utile de donner aux clients les informations relatives au lieu de stockage et à la nature des données qui les concernent.
- Les objets connectés sont couteux [12].

II.7 Notion sur l'Arduino

II.7.1 Introduction

Tous les jours, tout le monde utilise la technologie. la plupart d'entre nous laissent la programmation aux ingénieurs parce que nous pensons que le codage et l'électronique sont compliqués et difficiles ; designers, artistes, amateurs et étudiants de tous âges apprennent à créer des choses qui s'illuminent, se déplacent et répondent aux gens, aux animaux, aux plantes et au reste du monde.

Arduino est devenu une solution populaire qui étend l'informatique et la robotique aux individus en dehors du domaine technologique. Amateurs peuvent faire ces projets à la maison tout en gagnant tous les avantages que ce produit offre.

II.7.2 Historique du projet Arduino

Le projet Arduino est issu d'une équipe d'enseignants et d'étudiants de l'école de Design d'Interaction d'Ivrea 1 (Italie). Ils rencontraient un problème majeur à cette période (avant 2003-2004) : les outils nécessaires à la création de projets d'interactivité étaient difficiles le développement par les étudiants de nombreux projets. Leur préoccupation se concentra alors sur la réalisation d'un matériel moins cher et plus facile à utiliser. Ils souhaitaient créer un environnement proche de Processing, ce langage de programmation développé dès 2001 par Casey Reas² et Ben Fry, deux anciens étudiants de John Maeda au M.I.T, lui-même initiateur du projet DBN³.

En 2003, Hernando Barragan, pour sa thèse de fin d'études, avait entrepris le développement d'une carte électronique dénommée Wiring, accompagnée d'un environnement de programmation libre et ouvert. Pour ce travail, Hernando Barragan réutilisait les sources du projet Processing. Basée sur un langage de programmation facile

d'accès et adaptée aux développements de projets de designers, la carte Wiring a donc inspiré le projet Arduino (2005).

L'environnement Arduino est particulièrement adapté à la production artistique ainsi qu'au développement de conceptions qui peuvent trouver leurs réalisations dans la production industrielle.

Le nom Arduino trouve son origine dans le nom du bar dans lequel l'équipe avait l'habitude de se retrouver. Arduino est aussi le nom d'un roi italien, personnage historique de la ville « Arduin d'Ivrée », ou encore un prénom italien masculin qui signifie « l'ami fort » [13].

II.7.3 Définition

Arduino est composé de matériel et de logiciel. La carte Arduino est un circuit imprimé spécifiquement conçu pour héberger un microcontrôleur et donner accès à toutes ses entrées et sorties. Elle comprend aussi quelques autres composants électroniques qui permettant de faire fonctionner le microcontrôleur ou d'en étendre les fonctionnalités.

Un microcontrôleur est un petit ordinateur confiné dans un unique circuit intégré (une puce). Il constitue un excellent moyen pour programmer et pour contrôler des équipements électroniques. Il existe une grande variété de telles cartes à microcontrôleur, certaines des plus utilisées sont la platine Wiring, le PIC, le Basic Stamp et bien sûr Arduino [14].

II.7.4 Différentes cartes Arduino

Les débutants sont souvent désorientés lorsqu'ils découvrent des projets Arduino. En cherchant Arduino, ils entendent et lisent des termes comme UNO, Zero, et Lilypad. Le truc, c'est qu'il n'y a pas de « Arduino ». En 2006, l'équipe Arduino a conçu et développé une carte de microcontrôleur et l'a libéré sous licence open source. Au fil des ans, l'équipe a amélioré la conception et publié plusieurs versions des planches. Ces versions avaient surtout des noms Italiens. Il y a des nombres de planches que l'équipe a conçu au cours des 10 dernières années :

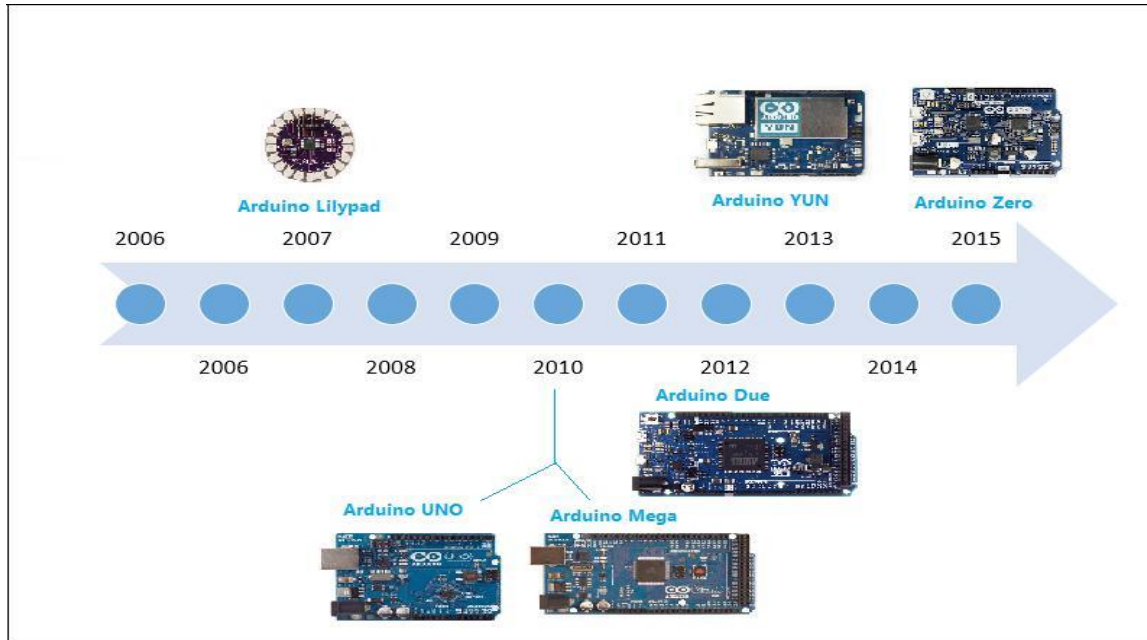


Figure II.10 : Développement des cartes Arduino.

L'équipe Arduino n'a pas seulement amélioré le design, elle a inventé de nouvelles conceptions pour des cas d'utilisation spécifiques. Par exemple, ils ont développé Arduino Lilypad pour intégrer une carte dans des textiles. Il peut être utilisé pour construire des T-shirt interactifs. Le tableau suivant montre la capacité de différentes cartes Arduino. Les cartes Arduino peuvent différer dans leur apparence, mais elles ont beaucoup en commun.

Vous pouvez utiliser les mêmes outils et bibliothèques pour programmer :

Nom	Processeur	Dimension	Voltage	Flash(kB)	Digital I/O(PWM) pins	Analog input pins
Arduino Lilypad	ATmega168V	51 mm outer diameter	2.7-5.5 V	16	14(6)	6
Arduino YUN	Atmega32U4	68.6 mm × 53.3 mm	5 V	32	14(6)	12
Arduino Mega	ATmega2560	101.6 mm × 53.3 mm	5 V	256	54(15)	16
Arduino Due	ATSAM3X8E	101.6 mm × 53.3 mm	3.3 V	512	54(12)	12
Arduino Zero	ATSAMD21G18A	68.6 mm × 53.3 mm	3.3 V	256	14(12)	6
Arduino UNO	ATmega328P	68.6 mm × 53.3 mm	5 V	32	14(6)	6

Tableau II.2 : Les caractéristiques de différentes cartes Arduino.

Comme la conception et les cartes Arduino sont open source, tout le monde peut utiliser et modifier le design original de la carte et peut créer sa propre version d'une carte Arduino-compatible. Pour cette raison, vous pouvez trouver d'innombrables bibliothèques utilisées pour les cartes Arduino originales.

II.8 Etude de la partie matérielle et logicielle de projet

- Pourquoi on a choisi l'Arduino Mega 2560 ?

Dans notre projet, on a choisi d'utiliser la carte Arduino Mega 2560 pour plusieurs raisons mais les plus importantes d'entre elles ce sont : le nombre des entrées et sorties, sa mémoire, son port UART et surtout sa disponibilité au niveau de notre magasin. Nous détaillons tous ces facteurs dans ce qui suit.

II.8.1 La carte Arduino Mega 2560

L'Arduino Mega 2560 est une carte microcontrôleur basée sur l'ATmega 2560(fiche technique). Il dispose de 54 broches d'entrée/sortie numériques (dont 14 peuvent être utilisées comme sorties PWM),16 entrées analogiques ,4 UART (ports série matériel), un oscillateur de cristal de 16 MHz, une connexion USB une prise d'alimentation, un en-tête ICSP, et un bouton de réinitialisation. Il contient tout le nécessaire pour supporter le microcontrôleur ; il suffit de le connecter à un ordinateur avec un câble USB ou l'alimenter avec un adaptateur Acto-DC ou une batterie pour démarrer. La Mega est compatible avec la plupart des boucliers conçus pour l'Arduino Duemilanove ou Decimila.

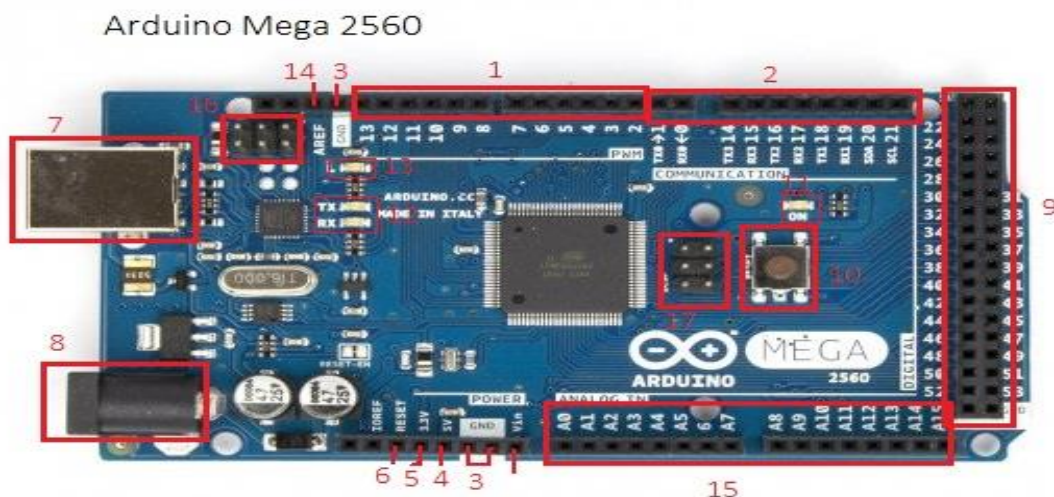


Figure II.11 : Carte Arduino Mega 2560.

1. Les portes PWM qui servent d'entrée ou de sortie analogique ou de sortie analogique ou digitale. Ils servent aussi à créer des fréquences.
2. Les portes de communication. Des portes série.
3. La masse (Ground).
4. Sortie 5v.
5. Sortie 3,3v.
6. Entrée reset. Connectez-le au ground pour reset la Arduino. (Comme le bouton reset)
7. Port série qui sert à l'alimentation et au transfert de données par USB.
8. Prise d'alimentation qui sert à alimenter la carte. La tension conseillée est entre 7 et 12 v.
9. Pin digital d'entrée ou de sortie ayant deux états : LOW et HIGH (0v et 5v).
10. Bouton reset qui montre que la carte est allumée.
11. LED verte qui montre que la carte est allumée.
12. LEDs jaunes qui indiquent l'utilisation du port série.
13. LED jaune qui indique l'activité du processeur. Elle peut être commandée par le pin PWM 13.
14. AREF, la référence des pins analogiques.
15. Les pins d'entrée analogiques. On peut leur appliquer une tension de 0 à 5v et Arduino la détecte avec une assez bonne précision : elle peut détecter 1024 tensions différentes.
16. On ne l'utilisera pas dans notre projet.
17. Une prise ICSP. Elle sert à télécharger le bootloader dans le microcontrôleur. Comme il est déjà gravé en usine, n'y touchez pas si vous ne savez pas ce que vous faites.

Microcontrôleur	ATmega2560
Tension de fonctionnement	5v
Gamme de tension d'entrée (recommandée)	7-12v
Gamme de tensions d'entrée (limite)	6-20v
Pins digitaux I/O	54
Pins digitaux I/O PWM	14
Pins d'entrée analogique	16
Courant direct par pin I/O	40mA
Courant direct pour les pins 3,3 V	50mA

Mémoire flash	256KB
Mémoire Flash du Bootloader	8KB
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Fréquence d'horloge de l'oscillateur à quartz	16MHZ
Dimensions	101.52 x 53.3mm
Poids	37g

Tableau II.3 : Caractéristique de la carte Arduino ATMEGA2560.

II.8.1.1 Communications avec Arduino Mega2560

La carte ArduinoMega2560 dispose de toute une série de facilités pour communiquer avec un ordinateur, une autre carte Arduino, ou avec d'autres microcontrôleurs.

L'ATmega2560 dispose de quatre UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter ou émetteur-récepteur asynchrone universel en français) pour communication série de niveau TTL (5V) et qui est disponible sur les broches 0 (RX) et 1 (TX). Un circuit intégré ATmega8U2 sur la carte assure la connexion entre cette communication série de l'un des ports série de l'AT méga 2560 vers le port USB de l'ordinateur qui apparaît comme un port COM virtuel pour les logiciels de l'ordinateur. Le code utilisé pour programmer l'ATmega8U2 utilise le drive standard USB COM, et aucun autre driver externe n'est nécessaire. Une librairie Série Logicielle permet également la communication série (limitée cependant) sur n'importe quelle broche numérique de la carte UNO.L'ATmega2560 supporte également la communication par protocole I2C (ou interface TWI (Two Wire Interface"2fils") et SPI :

- Le logiciel Arduino inclut la librairie Wire qui simplifie l'utilisation de bus I2C.
- Pour utiliser la communication SPI (Interface Série Périphérique), la librairie pour communication SPI est disponible [15].

II.8.1.2 Programmation de la carte Arduino Mega

La carte Mega2560 peut être programmée avec le logiciel Arduino (téléchargeable). Il suffit de sélectionner "Arduino Mega" dans le menu Tools Board. Le microcontrôleur ATmega2560 présent sur la carte Arduino Mega2560 est livré avec un bootloader (petit programme de démarrage) préprogrammé qui vous permet de transférer le nouveau

programme dans le microcontrôleur sans avoir à utiliser un matériel de programmation externe. Ce bootloader communique avec le microcontrôleur en utilisant le Protocol original STK500. Vous pouvez bien sûr passer outre le bootloader et programmer le microcontrôleur via le connecteur ICSP (In-Circuit Serial Programming - "Programmation Série Dans le circuit" en français) voir ces instructions (en anglais) pour plus de détails. La source du code pour le circuit intégré ATmega 8U2 est disponible. L'ATmega8U2 est chargé avec un bootloader DFU qui peut être activé en connectant le clavier au dos de la carte (près de la carte l'Italie) et en réinitialisant le 8U2. Vous pouvez alors utiliser le logiciel FLIP de chez Atmel (Windows) ou le programmeur DFU (Mac OS X et Linux) pour charger le nouveau code. Ou bien vous pouvez utiliser le connecteur ICSP avec un programmeur externe (pour réécrire le bootloader DFU) [17].

II.8.2 Le logiciel Arduino : Environnement de développement intégré (EDI)

Le logiciel Arduino a pour fonctions principales :

- De pouvoir écrire et compiler des programmes pour la carte Arduino.
- De se connecter avec la carte Arduino pour y transférer les programmes.
- De communiquer avec la carte Arduino.

II.8.2.1 Description du logiciel Arduino

Quand on lance l'environnement de développement intégré Arduino, la fenêtre dessous s'ouvre :

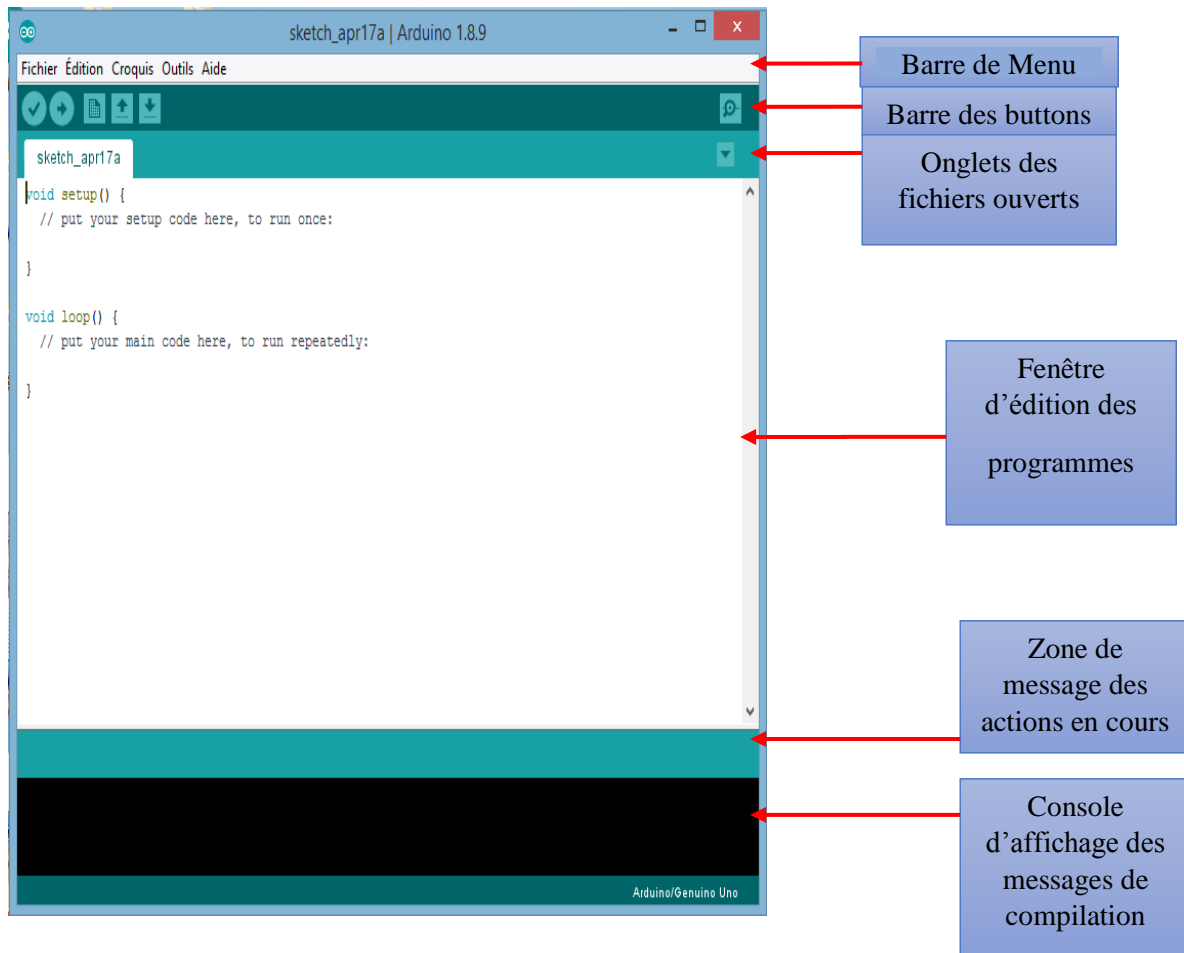


Figure II.12 : Interface de logiciel Arduino IDE.

II.8.2.2 Principe général d'utilisation

Le code écrit avec le logiciel ARDUINO est appelé un programme (ou une séquence-sketch en anglais) :

- Le langage Arduino est basé sur le C/C++ : Le langage de programmation d'Arduino est en effet une implémentation de Wiring (une plate-forme open source similaire de physical computing qui proposait elle-même une bibliothèque appelée Wiring qui simplifie les opérations d'entrée/sortie).
- Ces programmes sont écrits dans l'éditeur de texte. Celui-ci a les fonctionnalités usuelles de copier/coller et de rechercher/remplacer le texte.
- La zone de message donne l'état de l'opération en cours lors des sauvegardes, des exportations et affiche également les erreurs.

- La console texte affiche les messages produits par le logiciel ARDUINO incluant des messages d'erreur détaillés et autres informations utiles.
- La barre des menus vous permet d'accéder toutes les fonctionnalités du logiciel ARDUINO. Le logiciel ARDUINO intègre également une fenêtre terminal série (ou moniteur série) sur l'ordinateur et qui permet d'envoyer des textes simples depuis et vers la carte ARDUINO. Les LED RX et TX sur la carte clignotent lorsque les données sont transmises [17].

I.8.2.3 Structure d'un programme Arduino

Tous les sketches Arduino doivent contenir deux fonctions principales :

- Une fonction `setup ()` qui est exécutée une seule fois, elle initialise et fixe les valeurs du démarrage du programme.
- Une fonction `loop ()` qui est exécutée en boucle sans fin une fois que la fonction `setup ()` a été exécutée une fois.

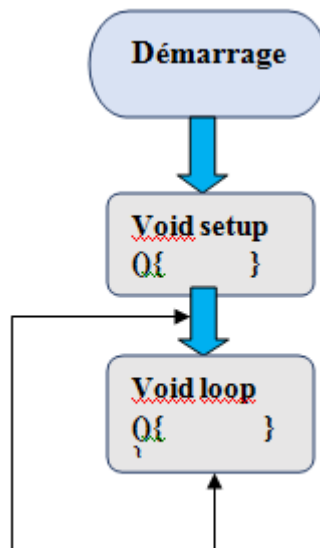


Figure II.13 : L'organigramme d'exécution d'un programme en Arduino.

II.8.3 L'afficheur LCD

LCD est l'abréviation anglaise de "Liquid Crystal Display" qui veut dire : afficheur à cristaux liquides. Les écrans LCD existent depuis 1971. Ils n'ont pas cessé de se développer depuis, et équipent maintenant bien des appareils à affichage embarqué (appareils photo, digicodes, montres, téléphones...).

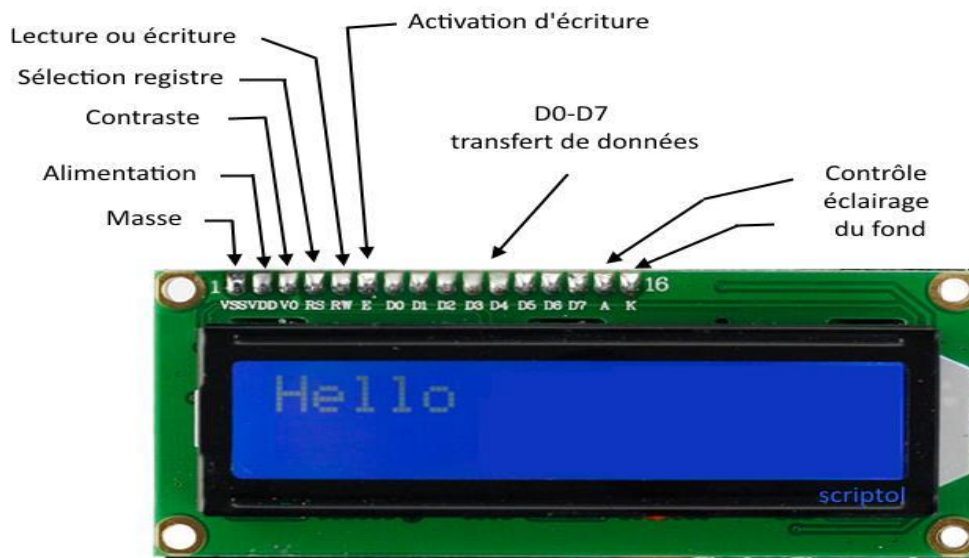


Figure II.14 : Afficheur LCD.

L'écran LCD que nous avons utilisé dans notre projet est un écran permettant l'affichage de 16x2 caractères, c'est-à-dire deux lignes de 16 caractères.

II.8.4 Les capteurs

II.8.4.1 MQ-7 Capteur de Gaz Monoxyde de Carbone

Le capteur de gaz monoxyde de carbone MQ-7 détecte la concentration de monoxyde de carbone dans l'air et affiche le résultat comme une tension analogique. La concentration de détection vraie de 10 ppm à 10000 ppm. Le capteur peut fonctionner à des températures allant de -10 à 50°C et consomme moins de 150 mA à 5 V.



Figure II.15 : Capteur de Gaz Monoxyde de Carbone MQ-7.

- **A cause de la non disponibilité du capteur MQ-7 dans les laboratoires de notre université, on a le remplacé par le capteur MQ-2.**

II.8.4.2 MQ-2 Capteur de Gaz

Le MQ-2 est un capteur qui permet de détecter du gaz ou de fumée à des concentrations de 300 ppm à 10000 ppm. Après calibration, le MQ-2 peut détecter différents gaz comme le GPL(LPG), l'i-butane, le propane, le méthane, l'alcool, l'hydrogène ainsi que les fumées.

Il est conçu pour un usage intérieur à température ambiante. Le MQ2 doit être alimenté en 5V, pour que le capteur physico-chimique puisse atteindre sa température de fonctionnement. Il dispose d'une sortie analogique et d'un réglage de la sensibilité par potentiomètre.

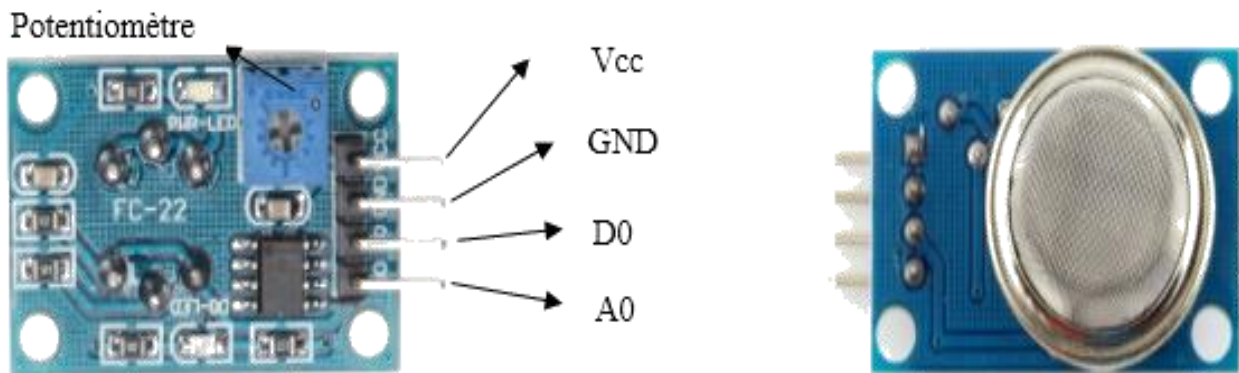


Figure II.16 : Capteur de Gaz MQ-2.

II.8.5 NodeMCU Wemos D1 mini ESP8266

Wemos D1 mini est comme un "petit Arduino avec wifi". Il est basé sur l'ESP8266, dispose d'un port analogique et de 11 ports numériques. Il est programmé via micro-USB (ou flash distant via wifi). Vous pouvez l'utiliser avec l'IDE Arduino, Micropython ou NodeMCU.

Il fonctionne de 5V ou 3.3V les niveaux logiques sont de 3.3 V pour tous les ports.

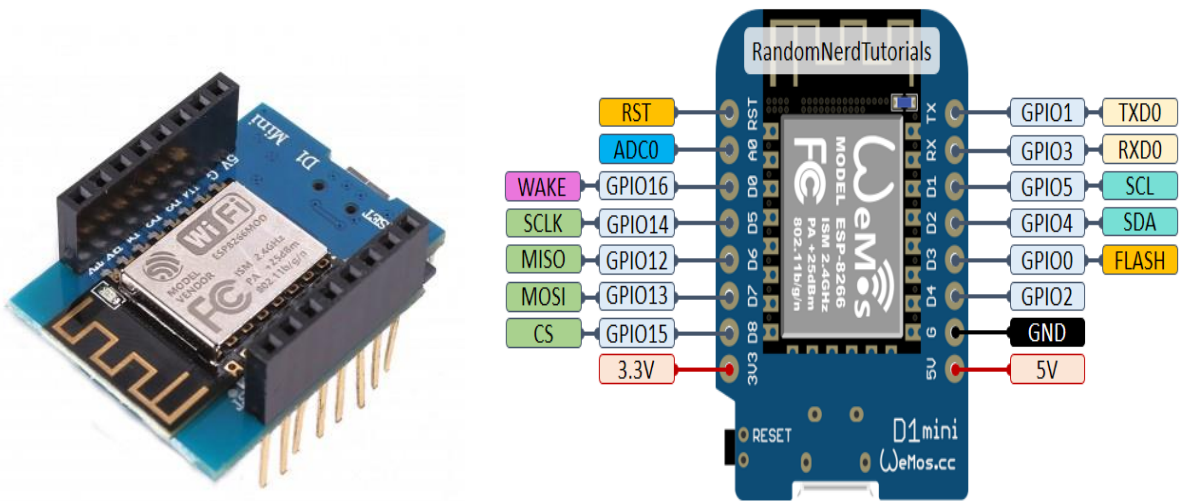


Figure.II.17 : Node MCU D1 mini/ESP8266.

Microcontrôleur	ESP-8266EX
Operating Voltage	3.3V
Digital I/O Pins	11
Analog Input Pins	1(Max input : 3.2V)
Clock Speed	80MHz/160MHz
Flash	4M bytes
Length	34.2mm
Width	25.6mm
Weight	10g

Tableau II.4 : caractéristique de la carte Nodemcu WeMos D1 mini esp8266.

Pin	Function	ESP-8266 Pin
TX	TXD	TXD
RX	RXD	RXD
A0	Analog input, max 3.3V input	A0

D0	IO	GPIO16
D1	IO, SCL	GPIO5
D2	IO, SDA	GPIO4
D3	IO, 10k Pull-up	GPIO0
D4	IO, 10k Pull-up, BUILTIN_LED	GPIO2
D5	IO, SCK	GPIO14
D6	IO, MISO	GPIO12
D7	IO, MOSI	GPIO13
D8	IO, 10k Pull-down, SS	GPIO15
G	Ground	GND
5V	5V	-
3V3	3.3V	3.3V
RST	Reset	

Tableau II.5 : les fonctionnalités des pins de la carte Nodemcu WeMos D1 mini esp8266.

II.8.7 Plaque d'essai électronique

C'est une planche sur laquelle on peut construire des circuits électroniques. C'est comme un panneau de patch, avec rangées de trous qui nous permettent de connecter des fils et les composants ensemble.

Généralement utilisées comme cartes de prototypage, elles sont parfaites pour tester les idées des modèles préliminaires, utilisé dans l'électronique pour la formation et le test d'idées. Ce sont des cartes de prototypage pour fabriquer et tester des configurations de circuit.

Elles peuvent être utilisées dans de nombreuses applications du dépannage et de la résolution de problèmes jusqu'à la construction de circuits pour tester de nouveaux produits.

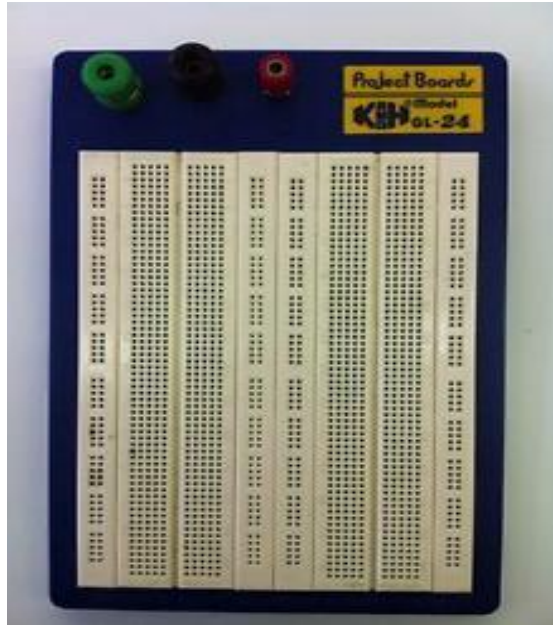


Figure II.18 : La plaque d'essai GL-24.

II.8.8 Le ventilateur

Le ventilateur est une pièce maîtresse d'un réseau de ventilation ou de conditionnement d'air. C'est une turbomachine qui reçoit de l'énergie mécanique pour entretenir un écoulement continu d'air qui la traverse à l'aide d'une ou plusieurs roues à aubes.

On va l'utiliser dans notre projet pour diminuer l'effet de la concentration d'un gaz dangereux suite à une fuite.



Figure II.19 : Un ventilateur.

II.8.9 Fil de connexion male-male

Ce genre de fil est un accessoire indispensable pour faciliter les câblages avec les plaques d'essais et différentes cartes électroniques ou autres montages. Il permet de relier facilement un connecteur mâle à un connecteur femelle sans soudure.

Les fils de connexion sont très pratiques pour relier notre carte Arduino et notre plaque d'essai et les autres dispositifs électroniques.



Figure II.20 : Les fils Males Males.

II.9 Application Web

Une **application Web** est une interface Web applicative disponible uniquement sur le Web et accessible via un navigateur internet. C'est une application qui peut être **hébergée en cloud** ou sur **des serveurs dédiés**. Toutes les données **sont stockées sur un serveur Web** [18].

II.9.1 Les avantages d'une application Web

Le principal avantage c'est qu'elle est disponible partout, vous pouvez vous connecter depuis n'importe quel poste et retrouver toutes vos données synchronisées.

Il n'y a pas d'installation préalable à réaliser sur son poste de travail ou sur sa tablette (contrairement à un logiciel ou une application mobile), les sauvegardes sont centralisées sur le serveur et il n'y a plus besoin de réaliser des mises à jour sur tous les postes de travail. En cas de remplacement de poste, la mise en place sera beaucoup plus simple et rapide. Une application Web permet la création de comptes multi-accès avec la création de login et de mots de passe [16].

II.9.2 Le cloud computing

II.9.2.1 Définition

Le cloud computing est un modèle qui permet un accès omniprésent, pratique et à la demande à un réseau partagé et à un ensemble de ressources informatiques configurables (comme par exemple : des réseaux des serveurs, du stockage, des applications et des services) qui peuvent être provisionnées et libérées avec un minimum d'administration.

Ce modèle est composé de 5 caractéristiques essentielles, de 3 modèles de services et de 4 modèles de déploiement [17].

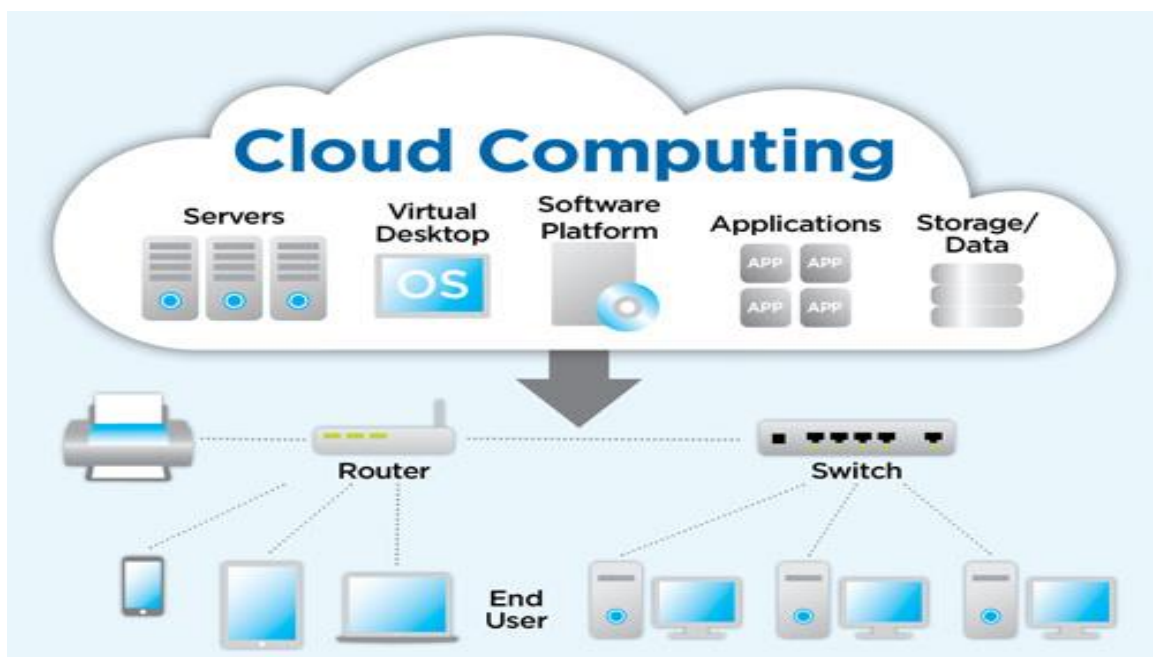


Figure II.21 : Schéma représentatif d'un cloud computing.

II.9.2.2 Types de cloud computing

Tous les clouds ne sont pas identiques et aucun type de cloud computing ne convient à tout le monde. Plusieurs modèles, types et services différents ont évolué pour nous aider à trouver la solution adaptée à nos besoins.

Il existe trois modes de déploiement de services cloud qui sont :

- **Cloud public** : un cloud public est détenu et exploité par un fournisseur de services cloud, qui propose des ressources de calcul, telles que des serveurs et du stockage, via Internet. Microsoft Azure est un exemple de cloud public. Dans un cloud public tous les matériels, les logiciels et l'infrastructure sont la propriété du fournisseur du cloud.

Vous accédez à ces services et vous gérez votre compte par l'intermédiaire d'un navigateur Web.

- **Cloud privé** : c'est l'ensemble des ressources de cloud computing utilisées de façon exclusive par une entreprise ou une organisation. Le cloud privé peut se trouver physiquement dans le centre de données local de l'entreprise. Certaines entreprises paient également des fournisseurs de services pour qu'ils hébergent leur cloud privé. Le cloud privé est un cloud dans lequel les services et l'infrastructure se trouvent sur un réseau privé.
- **Cloud hybride** : Il regroupe des clouds publics et privés, liés par une technologie leur permettant de partager des données et des applications. En permettant que les données et applications se déplacent entre des clouds privé et public, un cloud hybride offre aux entreprises une plus grande flexibilité, d'avantage d'options de déploiement et une optimisation de leur infrastructure, de sécurité et de conformité existantes [17].

II.9.3 Fonctionnement du Cloud Computing

Le cloud Computing (ou informatique dans les nuages) repose sur l'utilisation de serveurs distant, de technologies de mutualisation et de virtualisation des ressources pour traiter des données informatiques traditionnellement gérées sur des postes physiques.

Il est aujourd'hui à la portée de toute entreprise qui souhaite se libérer des contraintes matérielles liées à une infrastructure locale de se doter de ressources informatiques externalisées. L'administration et l'évolution de vos services informatiques s'opèrent à distance, depuis vos postes locaux. Grace au cloud, vous n'avez plus la nécessité de stocker vos applications et données localement, elles sont hébergées et sécurisées dans l'infrastructure haut de gamme.

Le cloud Computing permet également une plus grande flexibilité de votre SI : vous pouvez définir avec précision les ressources matérielles requis pour votre infrastructure et les faire évoluer en quelques clics. Ainsi, vous réduisez le temps nécessaire au déploiement des services nécessaires à votre activité et gagnez en souplesse et en rapidité d'exécution.

Le cloud Computing représente également d'autres avantages majeurs, notamment économiques, avec la réduction des coûts liés aux SI des entreprises, et écologiques, avec des contrôles énergétiques permettant de réduire l'impact en environnemental [18].

II.9.4 Qu'est-ce qu'une plateforme d'IoT ?

Une plateforme d'IoT est un ensemble de services permettant de collecter, stocker, corréler, analyser et exploiter les données.

Une plateforme est donc un ensemble d'APIs et de communications, de bases de données, de services de traitement et de calculs et bien souvent un « Web service » pour générer des tableaux de bords de visualisation et d'exploitation [20].

II.9.5 Comment choisir une plateforme IoT ?

Comme indiqué ci –dessus, une plateforme d'IoT est un ensemble de services et chaque plateforme dispose d'avantages spécifiques en fonction de leurs services. Selon nos besoins, il existe deux types de plateformes :

- Les propriétaires
- Les open-source [20].

Le choix d'une plateforme IoT nécessite de comprendre le principe de base de cette infrastructure particulière. Elle fait le lien entre le composant, l'objet, la Gateway, les données sur le cloud, les applications logicielles, etc. Elle permet de gérer avec granularité ces différents aspects. Elle prend le rôle d'agrégateur de données, d'outils Big Data donc et d'analyse. Les fournisseurs proposent ainsi un ensemble d'outils décisifs dans différents secteurs. Certains se spécialisent dans l'installation d'infrastructures au sein des usines, d'autre s'adressent aussi aux « makers », concepteurs qui voudraient monter une preuve de concept rapidement.

Il faut alors prendre en compte différents aspects comme les infrastructures réseau usités, la compatibilité avec les protocoles de télécommunications standards entre les objets et les Gateway, les Gateway et le serveur cloud [19].

II.10 Conclusion

L'IoT est l'ensemble de solution techniques permettent aux machines supportées par des capteurs, des actionneurs et des unités de traitement de communiquer via Internet pour analyser des données et prendre une décision intelligente.

En effet, plus les nouvelles technologies évoluent, plus l'IoT prend de la place dans notre vie. Cette liaison nous amène à un monde virtuel de plus en plus connecté au monde réel. Cette fusion entre les mondes nous facilite notre quotidien en nous offre des solutions plus innovantes.

Au cours de ce chapitre, nous avons vu des notions sur l'internet des objets, les concepts d'objet connecté et web des objets, les caractéristiques de la carte Arduino et le logiciel Arduino IDE, ensuite nous avons présenté les parties matérielles et logicielle que nous allons utiliser dans la réalisation de notre projet. Les étapes de la conception et de la réalisation seront clarifiées dans le chapitre suivant.

CHAPITRE

3

**Conception et réalisation du
prototype IoT**

III.1 Introduction

En Algérie, à chaque saison hivernale plusieurs centaines de personnes sont victimes d'une intoxication au monoxyde de carbone. Dans notre projet, nous avons proposé deux solutions pour réduire ces accidents dans notre pays.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les étapes de la conception et la réalisation de notre système de détection de fuite de gaz à domicile en utilisant l'IoT. Cette technologie nous offre l'interconnexion entre Internet et des objets, des lieux et des environnements physiques.

Nous avons déjà présenté les composants utilisés dans notre projet dans le chapitre précédent. Dans les prochaines sections, nous allons voir les différentes étapes de la réalisation des deux solutions mais avant cela, nous présenterons une description de notre projet.

III.2 Description du prototype IoT

La figure III.1 représente un diagramme qui illustre l'idée générale de notre système qui est basé sur la programmation de la carte WeMos D1 mini.

Les sketches en exécution permettent de transférer la valeur du gaz captée par le MQ2 et agir suivant la solution choisie dont nous avons exposé les programmes et les schémas de fonctionnement.

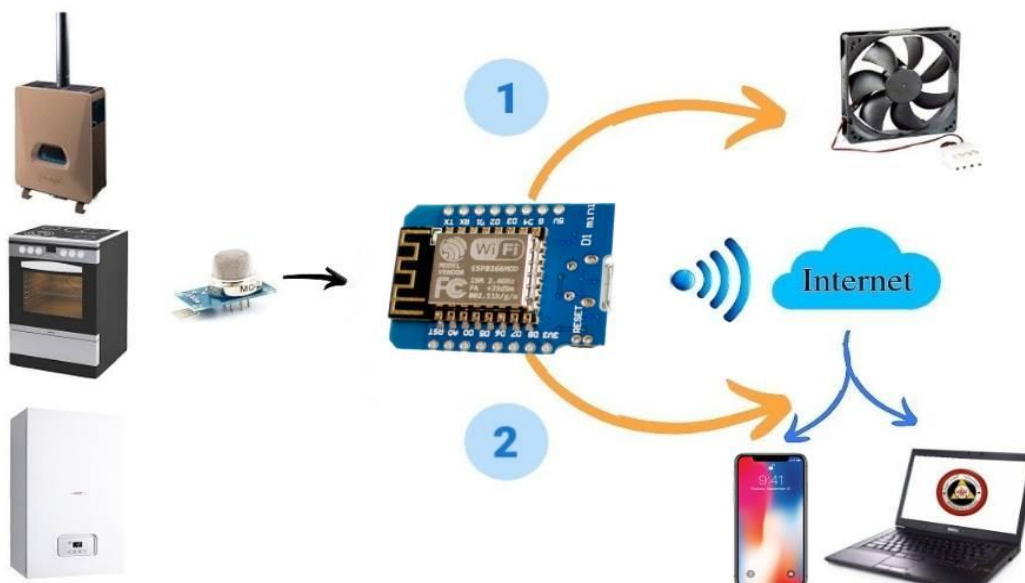


Figure. III.1 : Prototype de haut niveau du projet.

III.3 La première solution

Cette solution n'a pas besoin d'une connexion internet, les composants qu'on a utilisés sont :

- Un capteur MQ2, placé au niveau de chaque source du gaz.
- La carte Arduino Mega2560, qui contient notre programme et qui va contrôler notre système.
- Un ventilateur DC, pour l'aération.
- Un afficheur LCD, pour afficher la valeur du gaz capté.

III.3.1 Câblage des composants

Pour la représentation des câblages des composants dans les figures suivantes, nous avons utilisé le logiciel Fritzing qui est un logiciel gratuit fonctionnant sur Mac, Windows et Linux, développé à l'Université de Potsdam. Fritzing est un projet de logiciel libre, destiné aux non-professionnels de l'électronique. Il a notamment pour vocation de favoriser l'échange de circuits électroniques libres et d'accompagner l'apprentissage de la conception circuits.

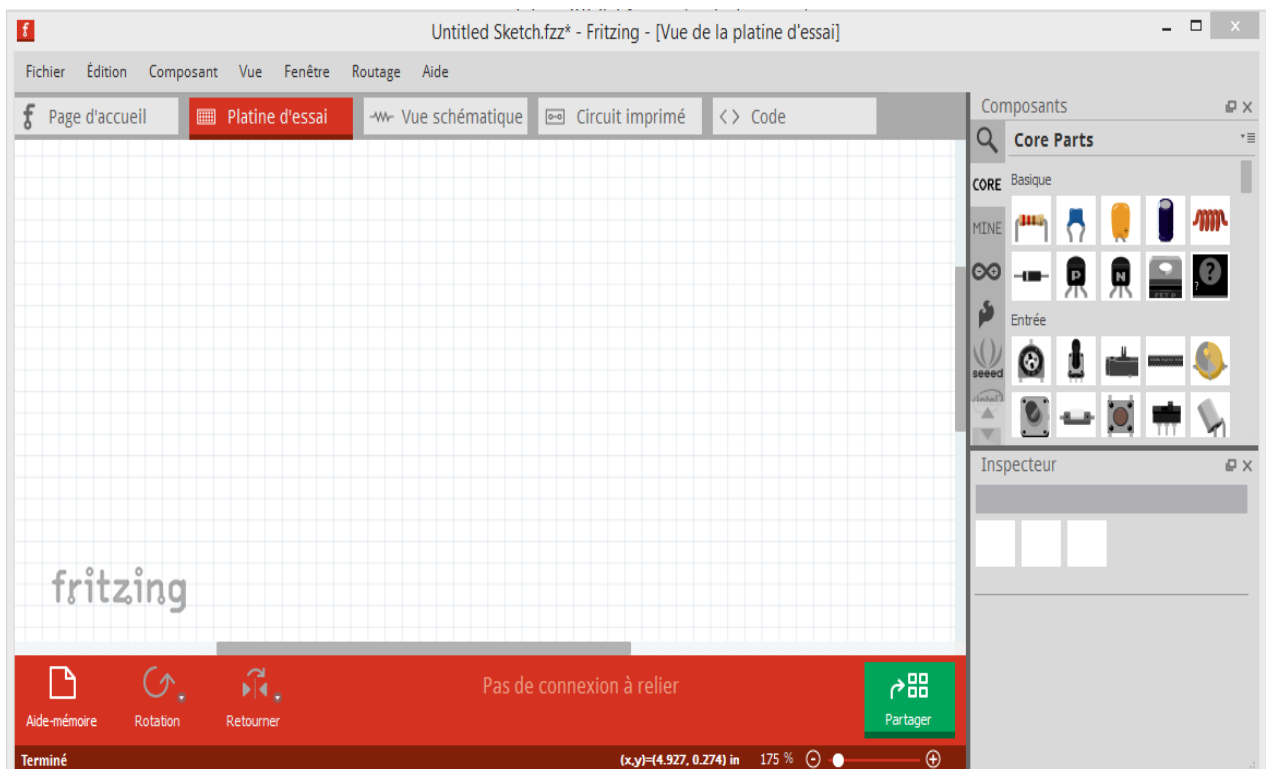


Figure. III.2 : Interface du logiciel Fritzing.

III.3.1.1 Branchement d'un capteur de gaz MQ-2 avec ARDUINO

Pour brancher le capteur MQ-2 à la carte Arduino, il faut brancher les broches suivantes :

- La broche AO du capteur à la broche analogique A0 de la carte.
- La broche VCC du capteur à l'alimentation 5 V de la carte.
- La broche GND du capteur à la broche GND de la carte

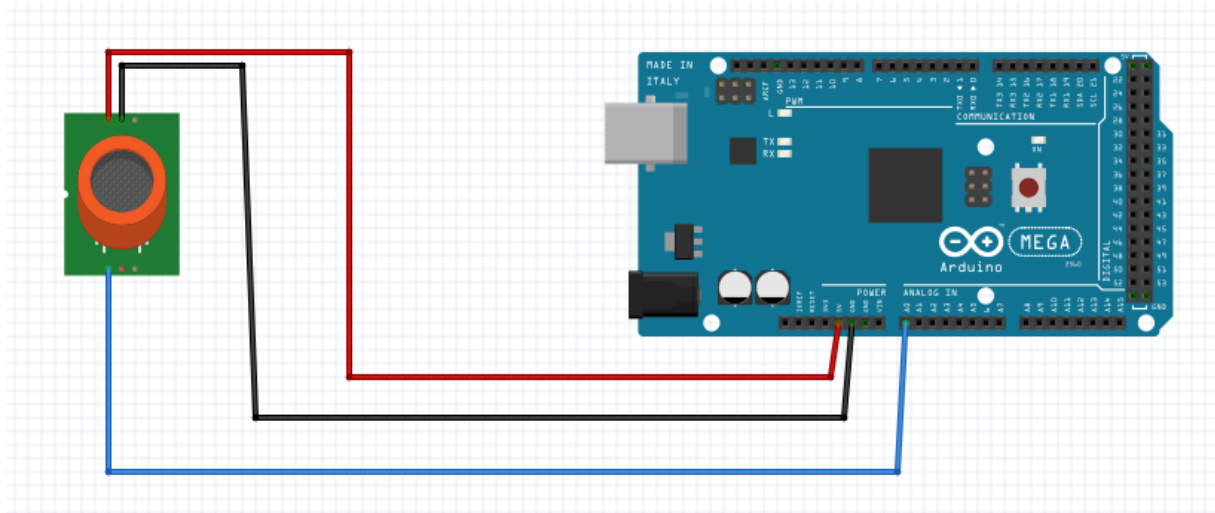


Figure. III.3 : Câblage de capteur du gaz avec l'Arduino Méga

III.3.1.2 Branchement d'un afficheur LCD avec ARDUINO MEGA

Pour brancher l'écran LCD à la carte, connectez les broches suivantes :

- Broche RS LCD à la broche numérique 12.
- La broche LCD Enable à la broche numérique 11.
- Broche LCD D4 à la broche numérique 5.
- Broche LCD D5 à la broche numérique 4.
- Broche LCD D6 à la broche numérique 3.
- Broche LCD D7 à la broche numérique 2.

En outre, une résistance de 220 ohms est utilisée pour alimenter le rétroéclairage de l'écran, habituellement sur les broches 15 et 16 du connecteur LCD.

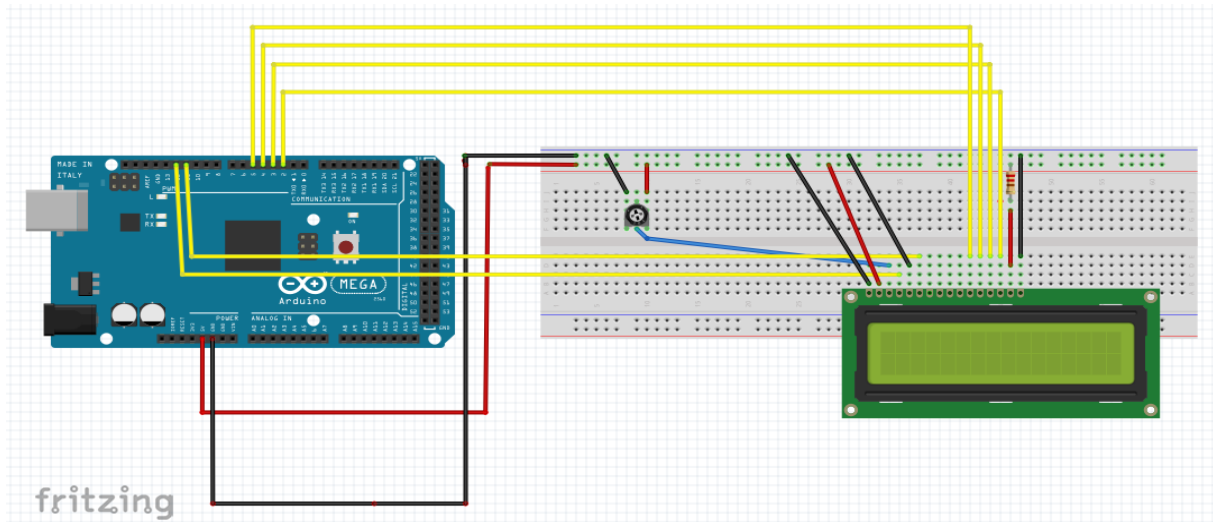


Figure. III.4 : Câblage de l'afficheur LCD avec l'Arduino Méga.

III.3.1.3 Branchement d'un ventilateur avec ARDUINO MEGA

Branchez l'alimentation et la masse sur les deux côtés de la carte.

- La broche d'alimentation à la broche 13 de la carte.
- La broche GND à la broche GND de la carte.

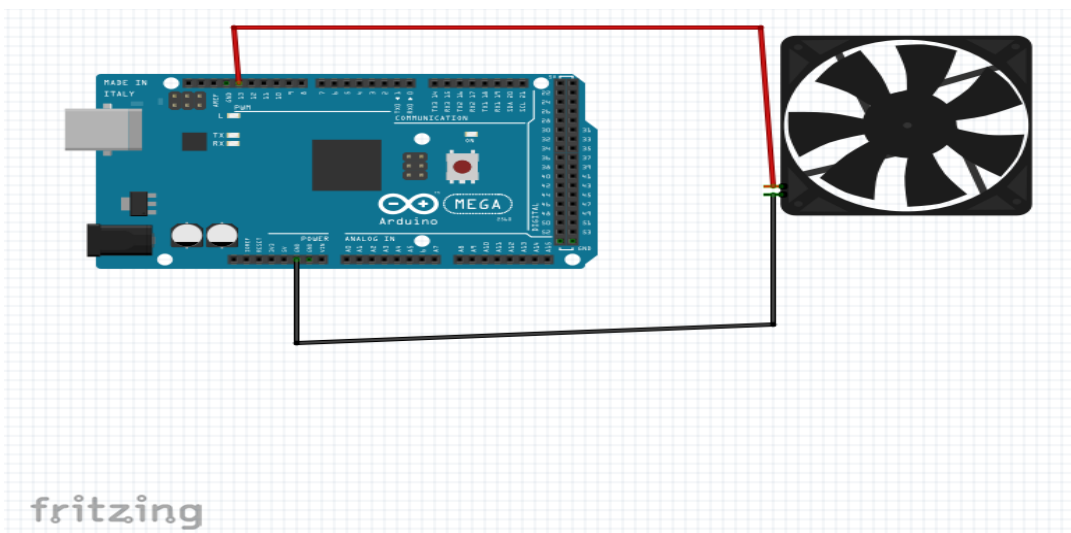


Figure. III.5 : Câblage du ventilateur DC avec l'Arduino Mega.

III.3.1.4 Branchement de tous les composants à Arduino Mega

La figure ci-dessous montre le branchement de tous les composants électroniques à la carte Arduino Mega.

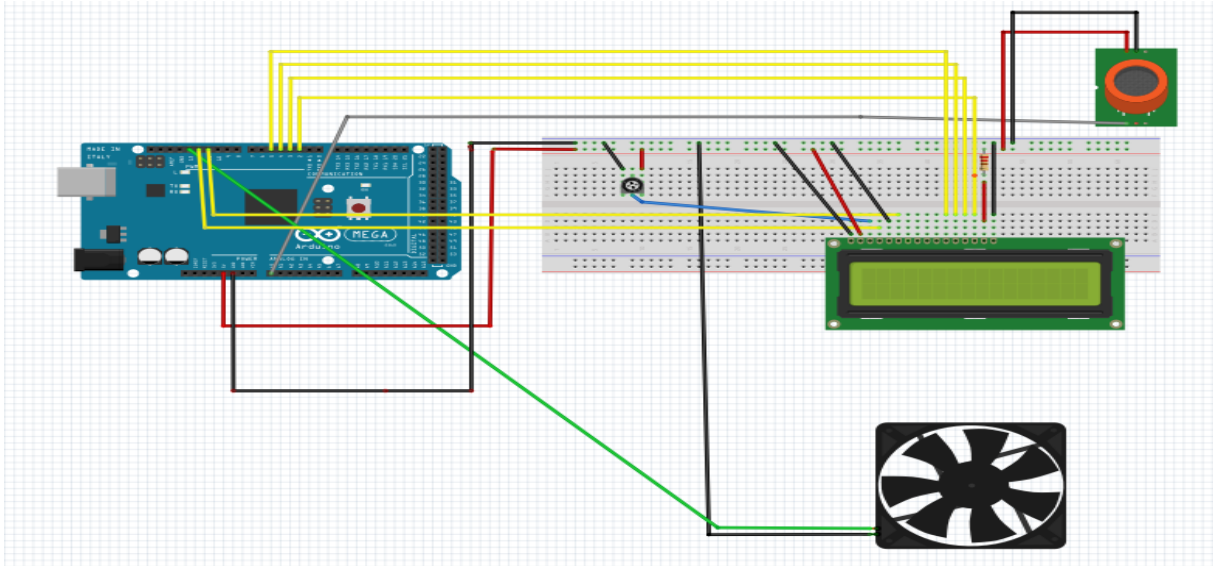


Figure III.6 : Câblage de toutes les composantes.

III.3.2 Programmation de la carte Arduino Mega 2560

La programmation de la carte Arduino est faite par le logiciel open-source Arduino IDE comme il est décrit dans le chapitre précédent.

```
MQ2 $

#include "LiquidCrystal.h"//déclaration de la bibliothèque LCD.
int pin=A0;//lecteur des mesures.
int fan=13;//l'entrée du ventilateur
int threshold = 340;
LiquidCrystal lcd(12,11,5,4,3,2);

void setup() {
  pinMode(fan, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
}

void loop() {
  int gaz = analogRead (pin);
  Serial.println(gaz);
  if(gaz > threshold)
    digitalWrite (fan,HIGH);
  else digitalWrite (fan,LOW);
  //Affichage dans l'afficheur LCD
  lcd.clear();
  lcd.print("gaz=");//afficher la valeur du co
  lcd.print(gaz);|
  //Affichage dans le moniteur série
  Serial.println(gaz);

  delay(1000);
}
```

Figure III.7 : Capture du programme dans Arduino IDE pour la carte Arduino MEGA.

Les valeurs du gaz sont affichées dans le moniteur série comme le montre la figure III.8.

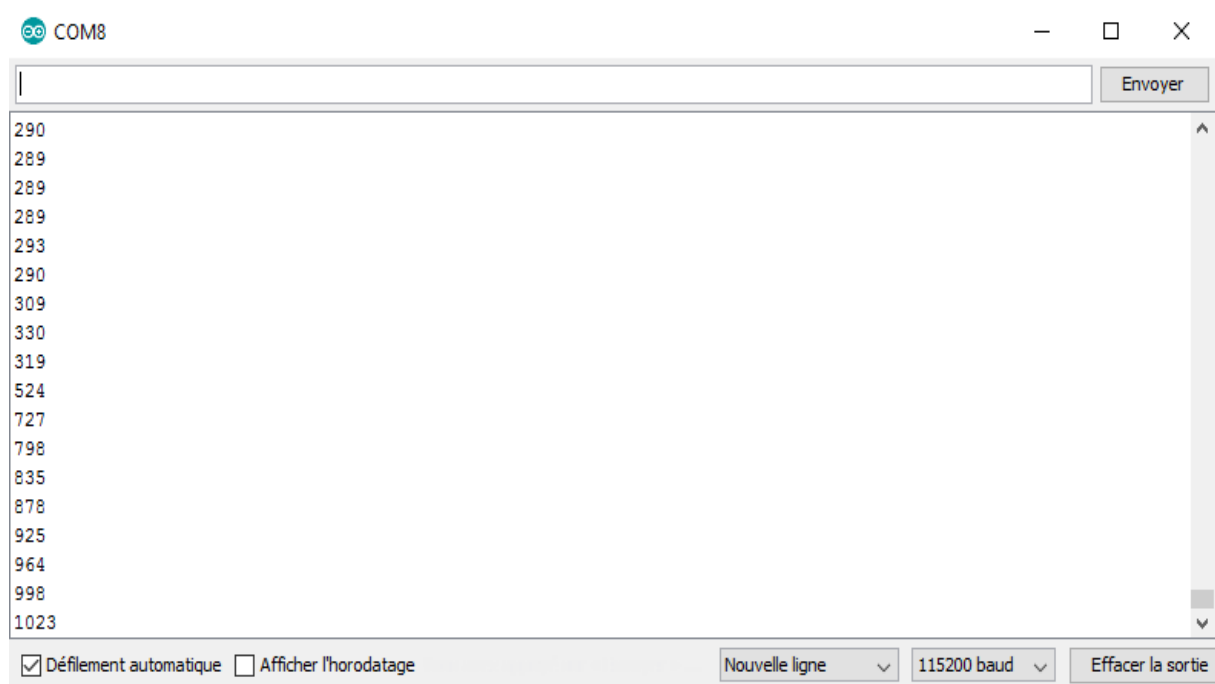


Figure III.8 : Affichage des valeurs de gaz dans le Serial Monitor

III.4 La deuxième solution

Dans cette solution, nous allons remplacer la carte Arduino par le WeMos D1 mini qui est basé sur le microcontrôleur ESP8266 et contient un module WiFi intégré. L'objectif est de surveiller la valeur du gaz détecté par le capteur et d'envoyer cette valeur périodiquement à l'aide d'un message de notification si elle dépasse un certain seuil.

Nous verrons dans un premier temps comment configurer l'IDE Arduino pour qu'il considère le WeMos D1 mini comme un "type de carte" à part entière, comme c'est le cas pour un Arduino Mega ou un Uno. Nous ferons après le montage permettant d'uploader les programmes sur le module, grâce à un module d'interface USB/Série (le FT232RL), ensuite nous allons voir comment utiliser la plateforme Pusbulet pour envoyer des messages d'alertes.

Il est possible de diviser ce projet en ces étapes :

- Configuration du système de notification.

- Faire un programme simple pour lire les données du capteur et déclencher la notification.

III.4.1 Configuration de l'Arduino IDE

- **Installer les pilotes**

Lorsque nous connectons la mini-carte WeMos D1 pour la première fois sur notre ordinateur Windows via un câble USB, l'installation d'un pilote USB-à-SERIAL peut s'avérer utile.

La carte est dotée d'un convertisseur USB vers série (puce CH340).

Pour le D1 Mini, voici où vous téléchargez le pilote : <https://wiki.wemos.cc/downloads>.

- **Nous allons ajouter un nouveau groupe de cartes dans le gestionnaire de cartes Arduino IDE, car le WeMos n'est pas présent par défaut.**

Dans l'IDE Arduino, nous sélectionnons Fichier > Préférences. Une fenêtre apparaîtra et, en bas, se trouve un champ intitulé "URL supplémentaires du gestionnaire de planches".

Nous copions et collons simplement le lien suivant dans ce champ, puis nous appuyons sur OK.

http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

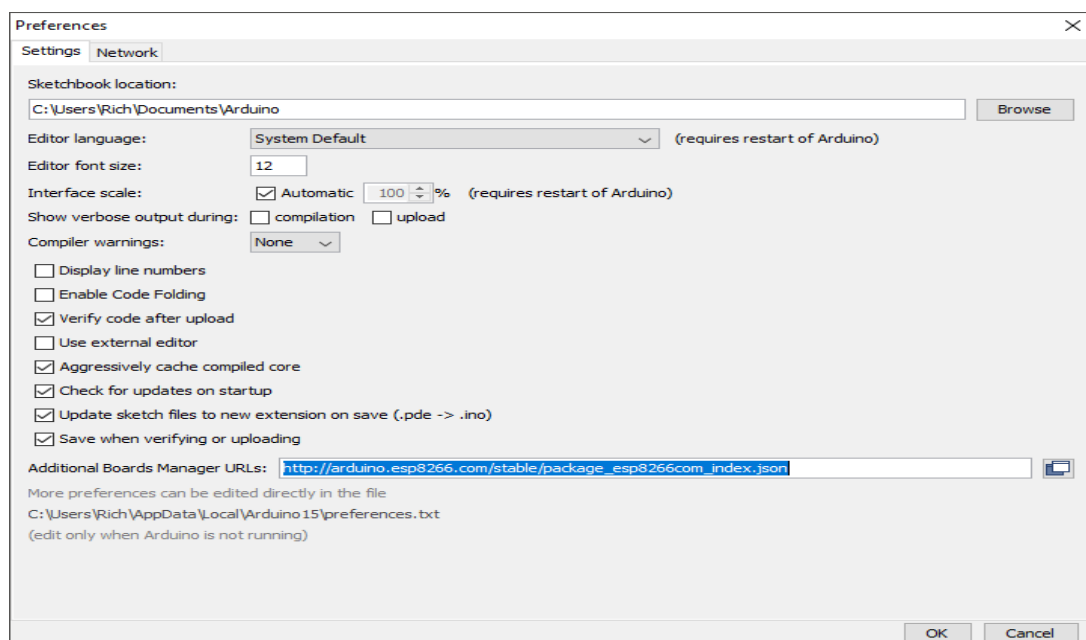


Figure III.9 : Ajout de la carte NodeMCU à l'Arduino IDE

Ensuite, nous installons les cartes de manière à ce qu'elles apparaissent dans le menu des outils à côté des Arduino, etc.

Allons dans Outils> Type de carte> Gestionnaire de carte, puis recherchons "ESP8266".

Nous installons l'option ESP8266 Community.

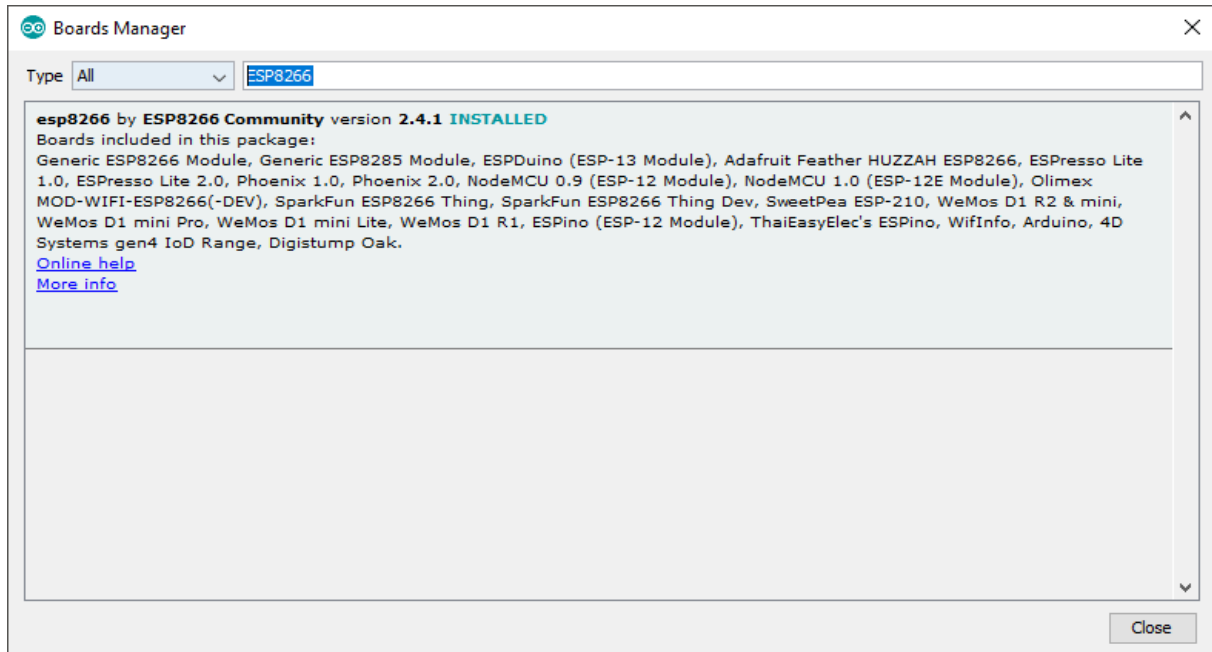


Figure III.10 : L'installation de la bibliothèque ESP8266

Branchons notre WeMos sur un port USB de notre PC (assurons-nous qu'il s'agit d'un bon câble de données, et non d'un méchant crapper d'alimentation).

Nous devons maintenant dire à l'EDI Arduino quelle carte nous utilisons. Sélectionnons Outils> Type de carte> WeMos D1 R2 & mini.

Nous assurons que notre port COM WeMos est sélectionné :

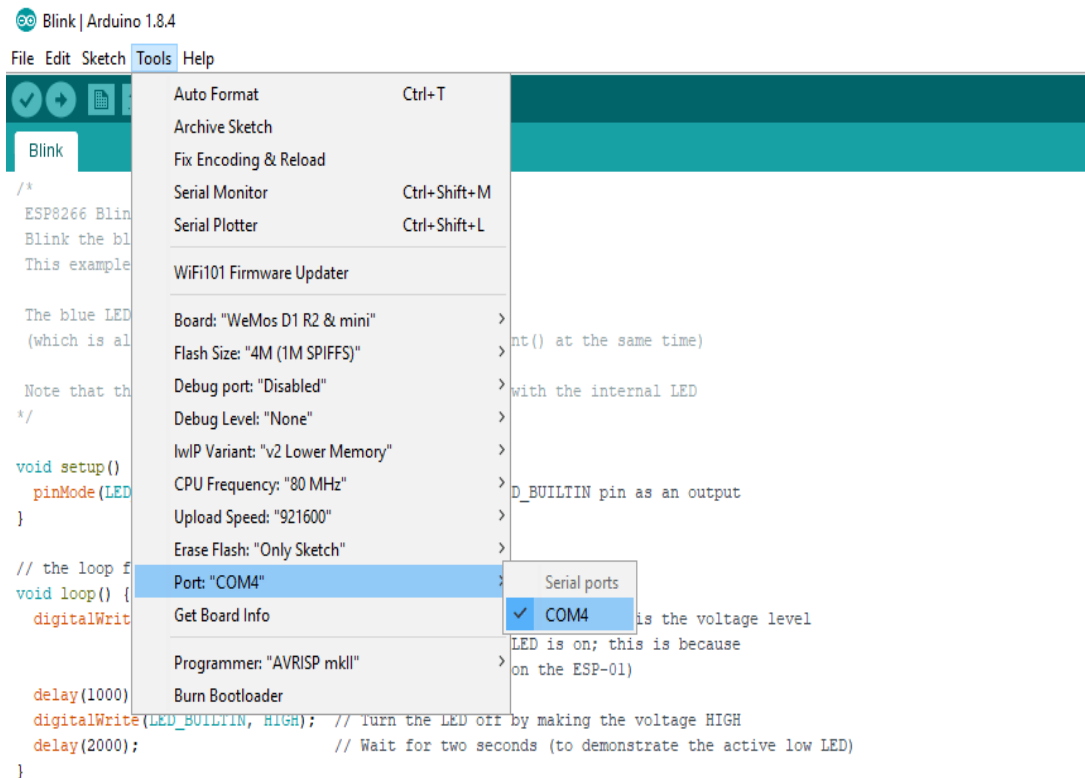


Figure III.11 : Choix du port pour la carte WeMos D1 mini.

III.4.2 Plateformes utilisées

III.4.2.1 Définition de Pushbullet

Pushbullet est une application multi-plateforme qui est utilisé pour "transmettre" des fichiers, des liens, des photos et des notifications sur différents appareils. Pushbullet agit comme un pont entre les périphériques et les ordinateurs, offrant une expérience fluide aux utilisateurs en leur permettant de voir et de rejeter leurs notifications entrantes sur leurs ordinateurs, d'envoyer des messages texte depuis leur PC et de déplacer facilement des liens et des fichiers entre tous leurs périphériques.

PushBullet permet donc de vous transmettre à vous-même, mais aussi à vos amis, des fichiers, des liens, des messages et vous pouvez aussi rédiger et lire vos SMS directement depuis votre ordinateur [21].

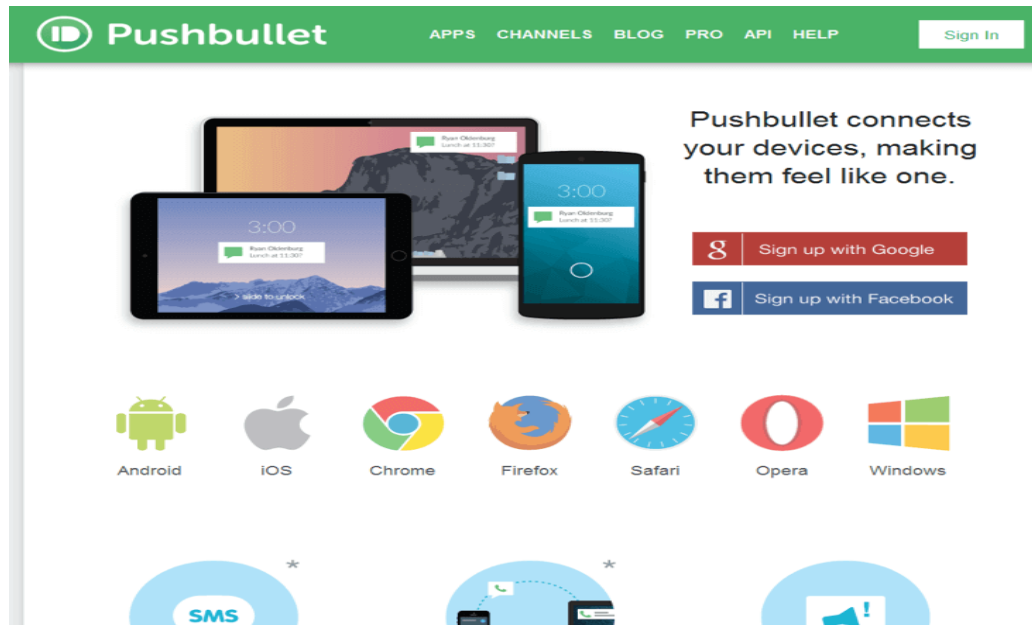


Figure III.12 : Interface Pushbullet

III.4.2.2 Description du service PushingBox

PushingBox est un service de notification qui gère aussi bien les mails, Twitter, le Karotz, Prowl, Pushme.to, Toasty, Notifry, Notify my Android, et Getnote... autant dire qu'il gère TOUT ![22].

Ce service est gratuit, complet, performant (les notifications arrivent rapidement), facile à utiliser, et possède une interface soignée.

PushingBox est donc un service de notification qui regroupe de nombreux services, comme on peut le voir dans la figure suivante :



Figure III.13: Les services de PushingBox.

III.4.2.3 Configuration de la plateforme Pushbullet et PushingBox

PushingBox et Pushbullet sont deux plates-formes gratuites incroyables et puissantes que vous aidez si vous construisez un projet d'Internet des objets.

Les prochaines étapes vont montrer comment un smartphone Android ou iOS, ou bien un PC recevra une notification push, en utilisant la plateforme Pushbullet.

Étape 1 : Configurer le service Pushbullet (gratuit).

Pushbullet est un service Internet qui permet l'envoi de SMS, la gestion des notifications et l'envoi de fichiers entre vos appareils mobiles et votre ordinateur. Tout d'abord, vous devez aller à Pushbullet et faire un nouveau compte gratuit. Activez votre compte, connectez-vous dans le site Web et vous verrez l'écran suivant :

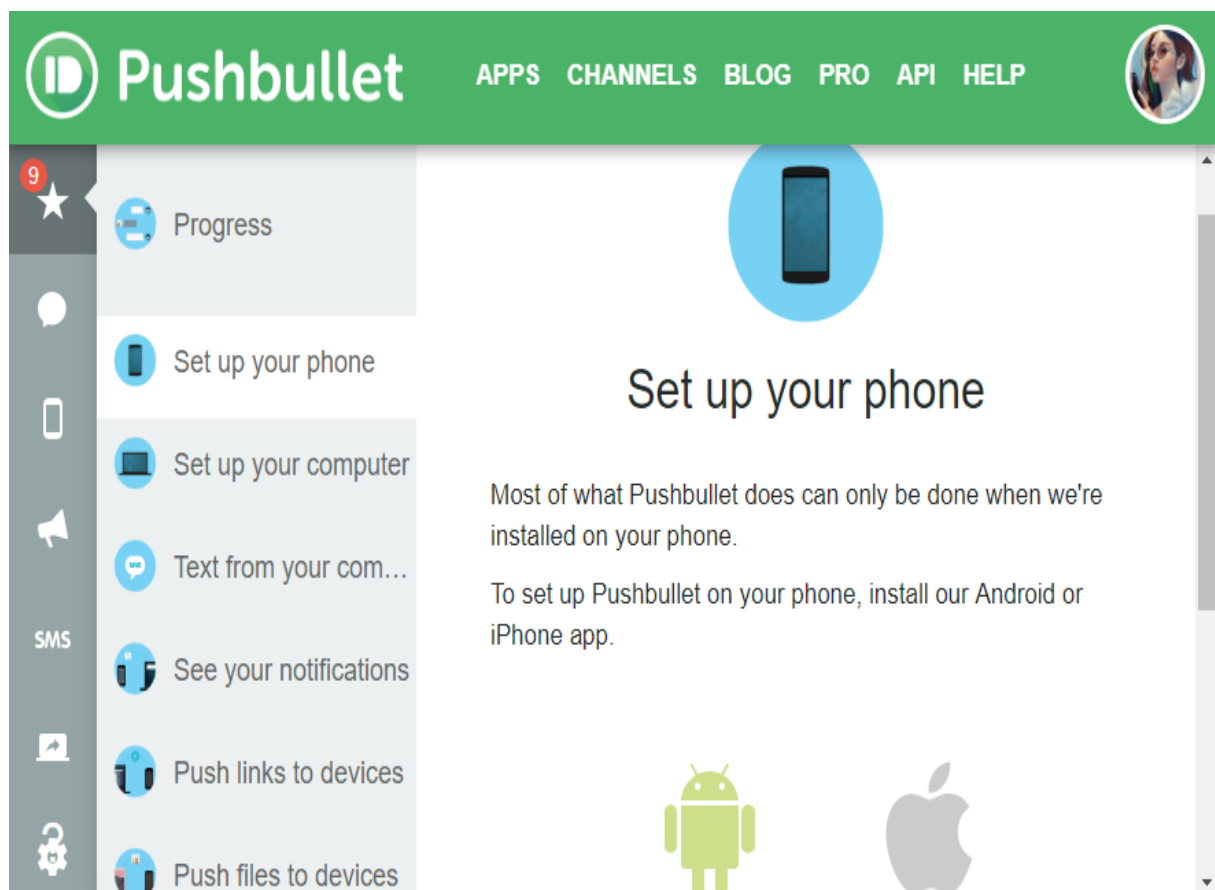


Figure III.14 : Interface de la plateforme Pushbullet

Cliquez sur votre type de système d'exploitation mobile (Android ou iOS) ou allez sur **apps market / Google Play** et recherchez Pushbullet et configurez l'application sur votre

appareil mobile en utilisant le même compte que vous venez de créer. Après cela, vous devriez voir votre smartphone mobile dans le menu Appareils (**Devices**).

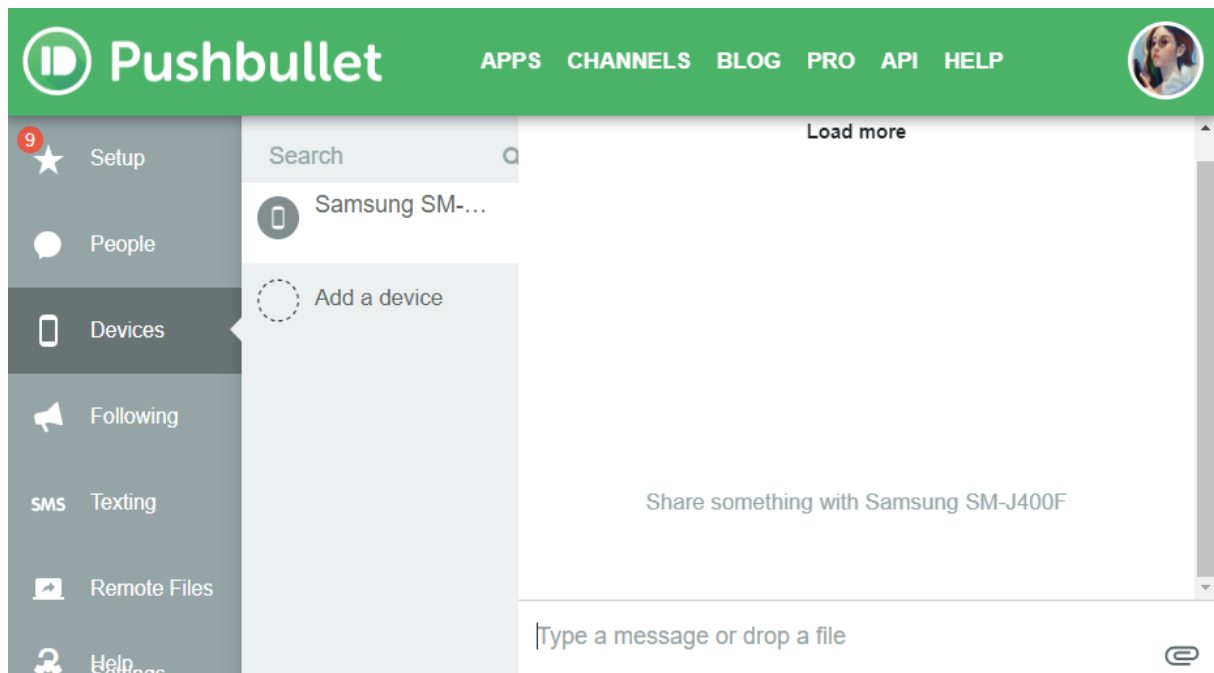


Figure III.15: Smartphone mobile dans le menu Appareils (**Devices**).

Allez dans **Settings menu** et créez un nouvel **Access Token** en appuyant sur **Create Access Token Button**.

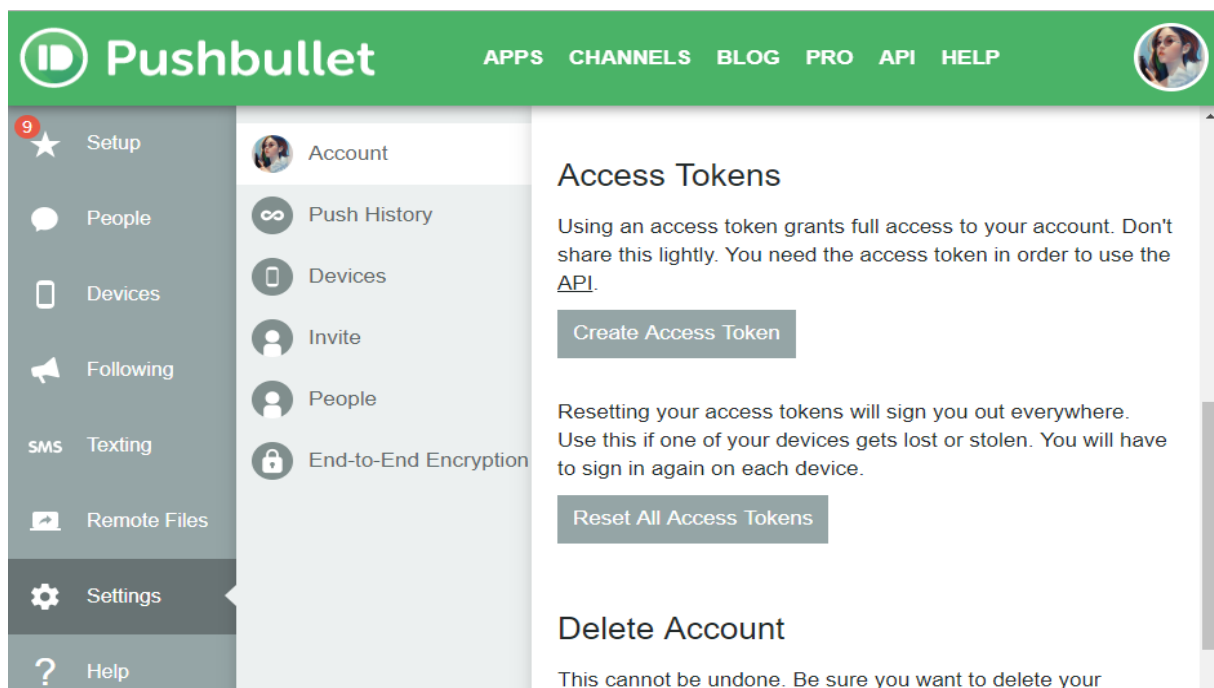


Figure III.16: Création d'un nouvel Access Token.

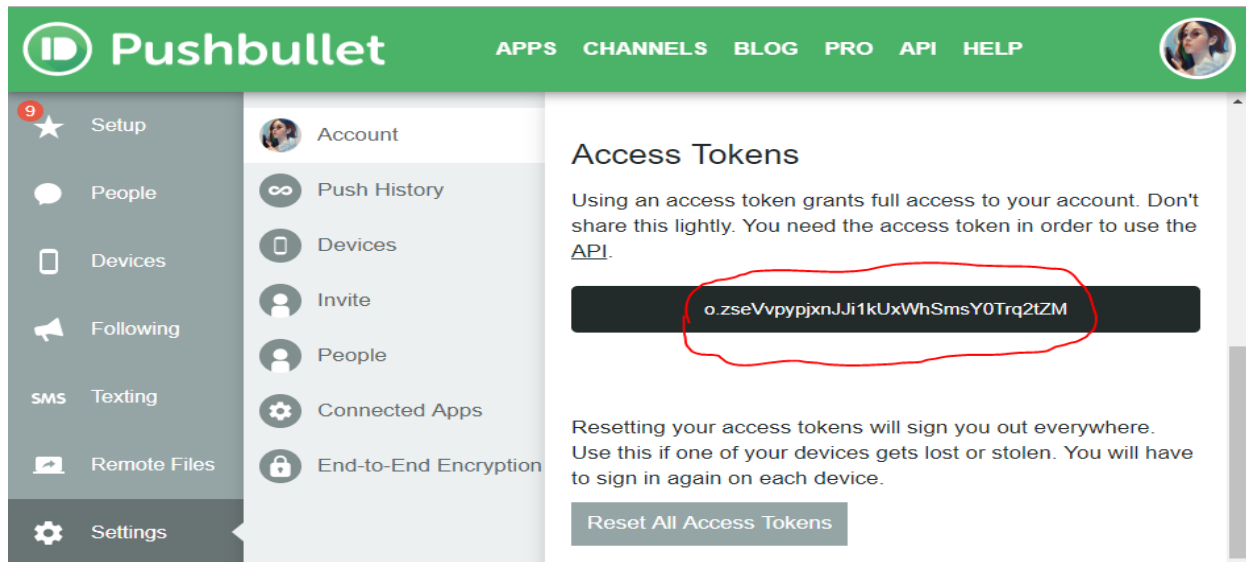


Figure III.17 : Récupération le Access Token.

Récupérez **Access Token** et enregistrez-le dans un fichier texte.

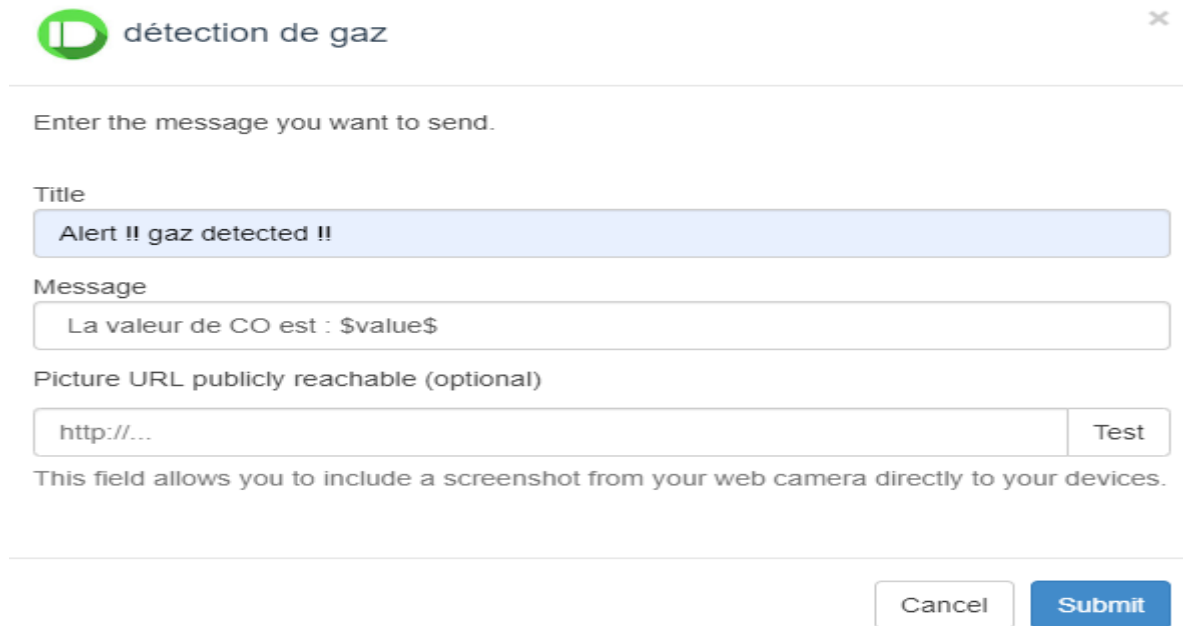
Étape 2 : Setup PushingBox, centre de notification IoT (gratuit)

PushingBox est un cloud qui peut envoyer des notifications, des e-mails et des tweets en fonction des appels de l'API en temps réel.

Allez à PushingBox, créez un nouveau compte gratuitement et ouvrez une session. Allez au **Dashboard** et cliquez sur **services** – > **Ajouter un service**. Sélectionnez Pushbullet service dans la liste et vous devriez voir l'écran suivant :

Figure III.18: Interface d'ajout d'un Pushbullet service.

Donnez-lui un nom, et collez votre **pushbullet token** que vous devriez avoir dans votre fichier de texte Notepad et soumettre le formulaire. Ensuite, allez à **My scenario** et ajoutez **new scenario**. Vous devriez maintenant être en mesure d'ajouter **new action** à votre scénario.



déttection de gaz ×

Enter the message you want to send.

Title
Alert !! gaz detected !!

Message
La valeur de CO est : \$value\$

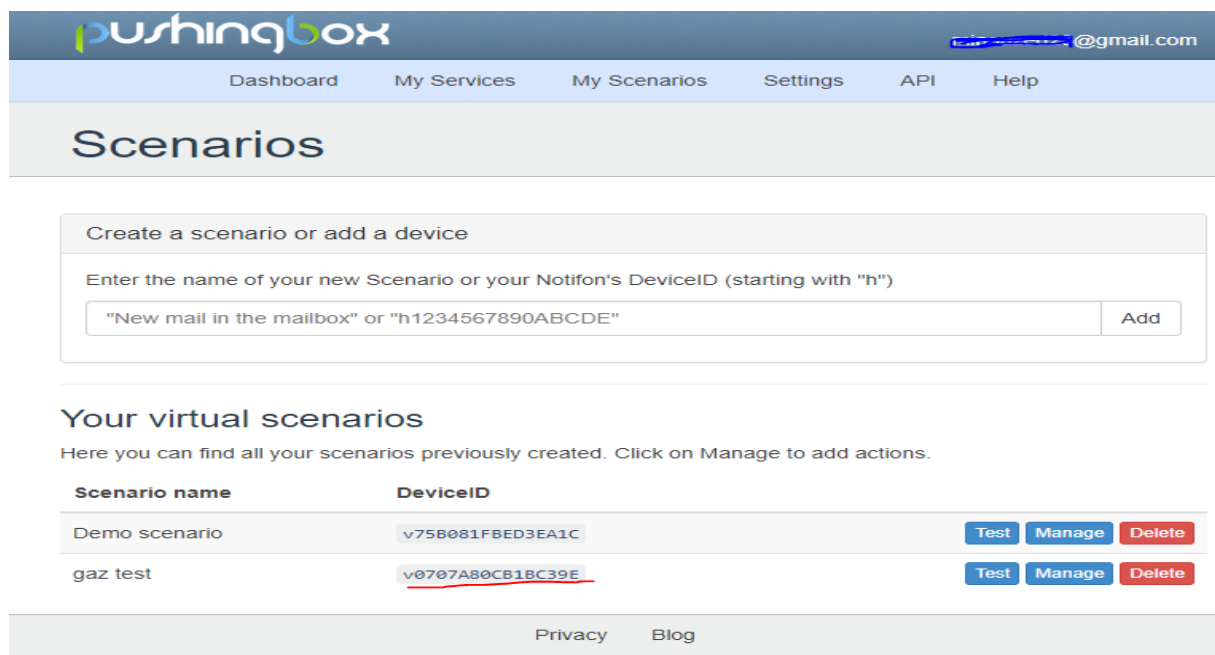
Picture URL publicly reachable (optional)
http://... Test

This field allows you to include a screenshot from your web camera directly to your devices.

Cancel Submit

Figure III.19 : Création d'une nouvelle action à notre scénario.

Sauvegardez l'action et retournez à votre liste de scénarios virtuels. Vous devriez être en mesure de voir votre nouveau scénario et de copier le DeviceId.



pushingbox @gmail.com

Dashboard My Services My Scenarios Settings API Help

Scenarios

Create a scenario or add a device

Enter the name of your new Scenario or your Notifon's DeviceID (starting with "h")

"New mail in the mailbox" or "h1234567890ABCDE" Add

Your virtual scenarios

Here you can find all your scenarios previously created. Click on Manage to add actions.

Scenario name	DeviceID			
Demo scenario	v75B081FBED3EA1C	Test	Manage	Delete
gaz test	<u>v0707A80CB1BC39E</u>	Test	Manage	Delete

Privacy Blog

Figure III.20 : Liste de scénarios.

Etape 3 : Le code pour le module WiFi sous Arduino IDE

Ce code est très simple à utiliser, il se connecte simplement à votre routeur Wi-Fi et envoie ensuite une requête HTTP à l'API PushingBox liée à votre identifiant unique de périphérique.

III.4.3 Connexion des composants à la carte WeMos D1mini

La connexion devient facile avec un module comme le montre la figure ci-dessous. Pour le capteur MQ-2, le branchement ne change pas comme nous avons montré précédemment pour la carte Arduino MEGA ; c'est le même pour la carte WeMos D1mini.

Pour le ventilateur, c'est le même branchement que de la carte Arduino MEGA, en remplaçant la broche 13 dans la carte Arduino par son équivalent dans la carte WeMos D1mini, donc nous allons la remplacer par la broche 16.

Le branchement est illustré par la figure suivante :

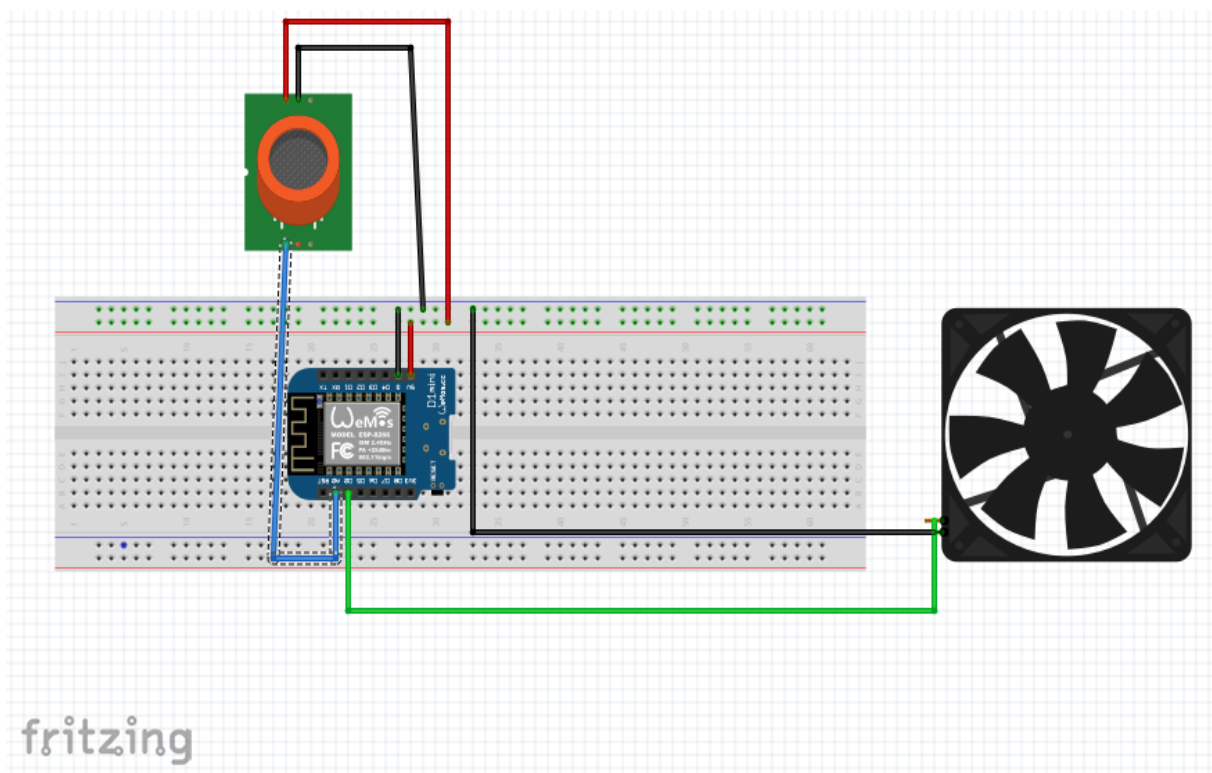


Figure III.21 : Schéma de branchement des composants à la carte Wemos D1mini.

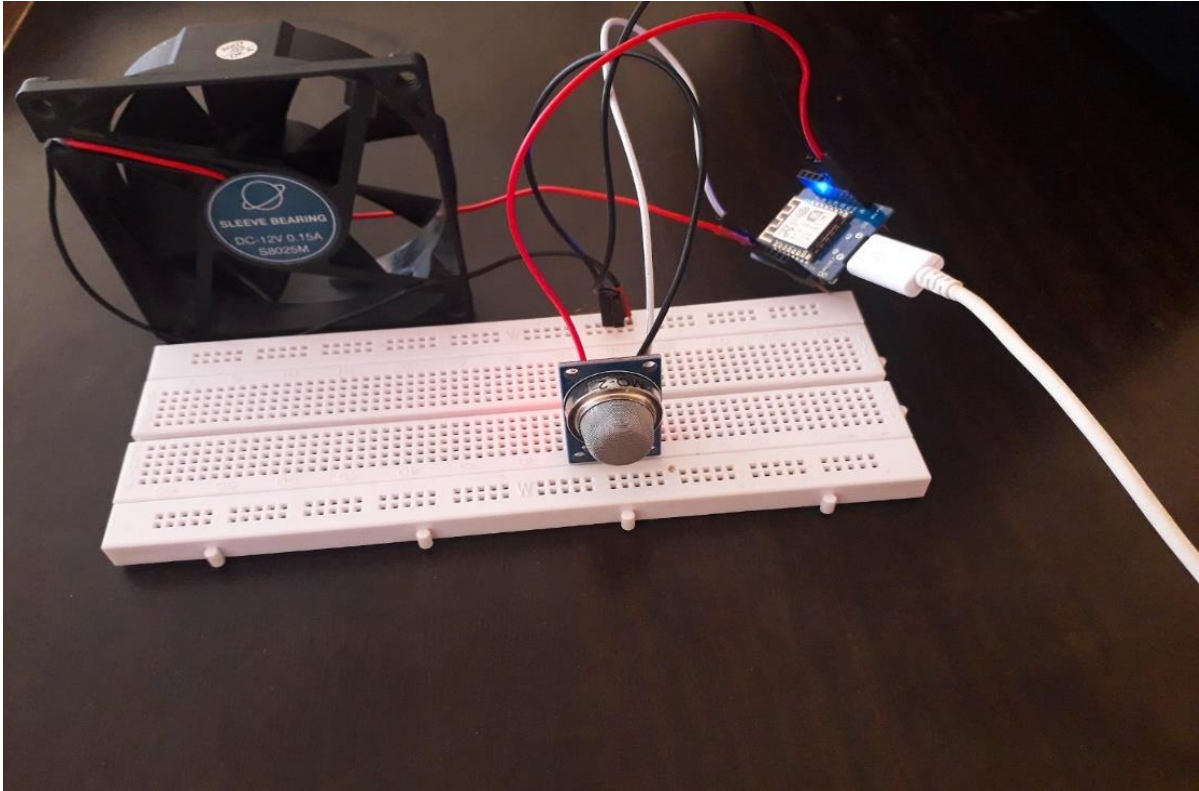


Figure III.22: Une photo pour la maquette finale.

III.4.4 Programmation de la carte WeMos D1mini

III.4.4.1 Organigramme du programme utilisé :

Le rôle principal de cet organigramme est de détecter les fuites de gaz. Ceci est assuré par le capteur de gaz MQ-2.

Ensuite, d'activer le ventilateur, et d'informer les personnes en temps réel lorsque la valeur de gaz est très grande.

L'organigramme est présenté dans la figure suivante :

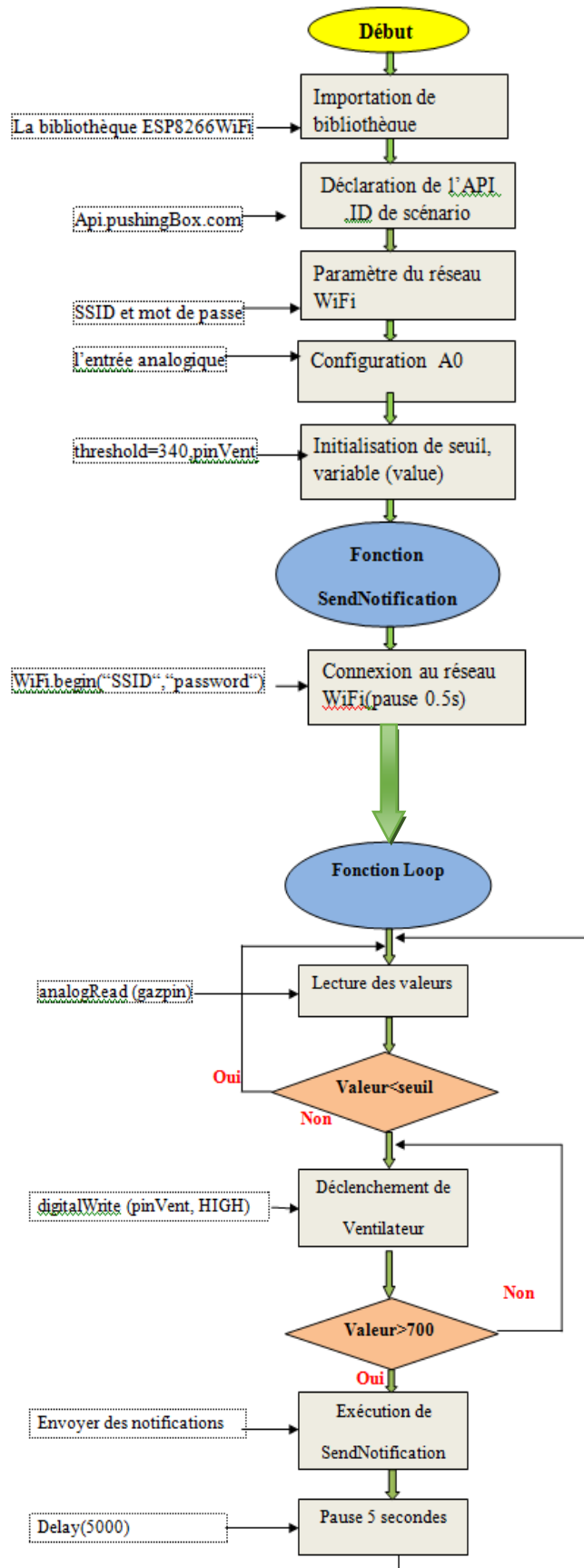


Figure III.23 : Organigramme du programme utilisé.

Comme l'Arduino, la carte WeMos D1 mini est programmée par le logiciel Arduino IDE.

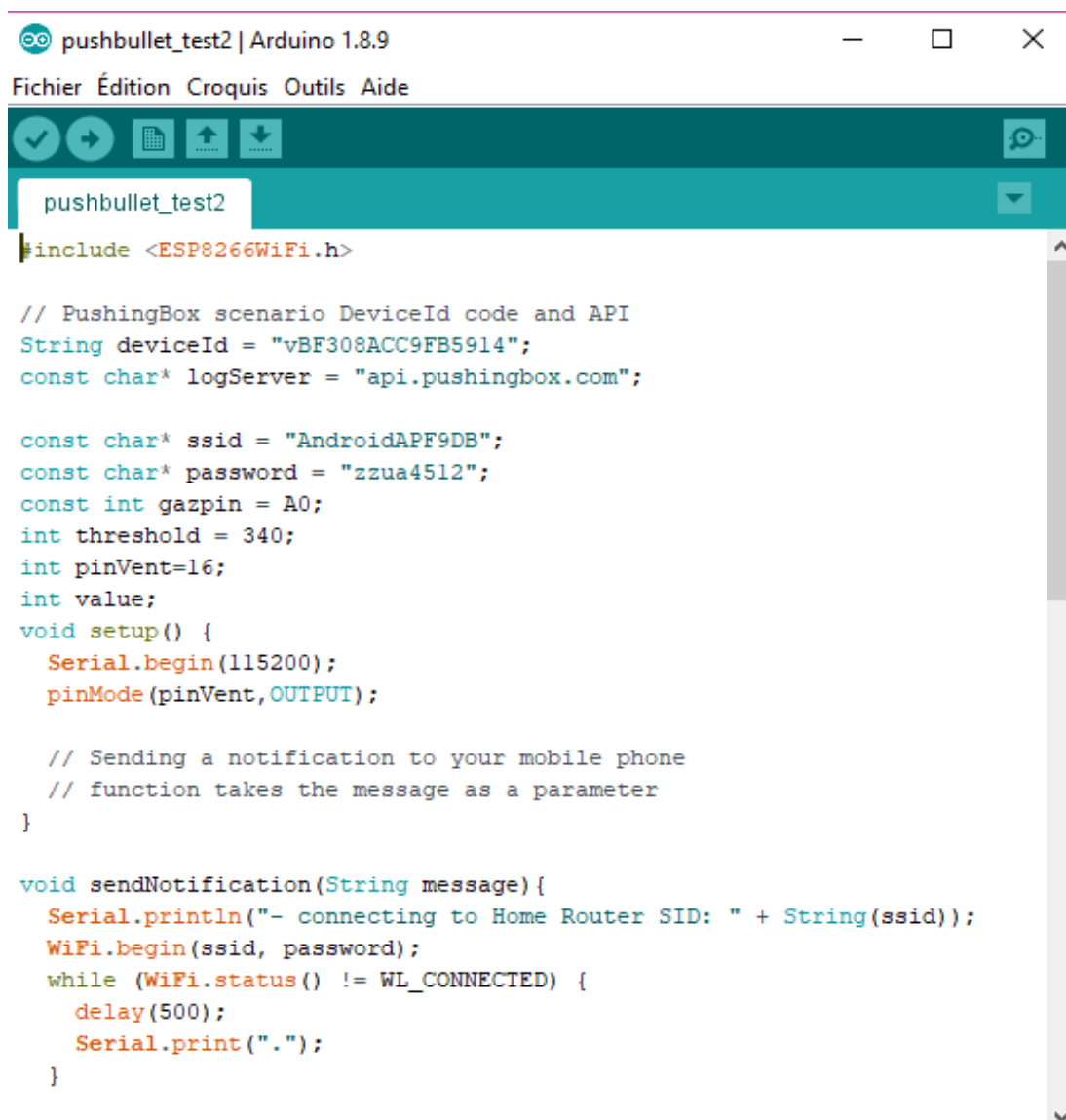
Le programme dans la figure ci-dessous va nous aider à connaître la valeur de CO, et de prendre 2 solutions.

La 1^{ère} solution : sans connexion ; on va commander un ventilateur qui démarre lorsque la valeur de CO augmente.

La 2^{ème} solution : avec connexion ; On va maintenant envoyer des notifications à un de nos appareils, à un autre utilisateur (identifié par son mail), ou à un client Web.

Cette notification va nous alerter lorsque la valeur de CO dépasse un certain seuil.

Enfin, il faut écrire le code ci-dessous :



```
pushbullet_test2 | Arduino 1.8.9
Fichier Édition Croquis Outils Aide

#include <ESP8266WiFi.h>

// PushingBox scenario DeviceId code and API
String deviceId = "vBF308ACC9FB5914";
const char* logServer = "api.pushingbox.com";

const char* ssid = "AndroidAPF9DB";
const char* password = "zzua4512";
const int gazpin = A0;
int threshold = 340;
int pinVent=16;
int value;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(pinVent, OUTPUT);

  // Sending a notification to your mobile phone
  // function takes the message as a parameter
}

void sendNotification(String message){
  Serial.println("- connecting to Home Router SID: " + String(ssid));
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
}
```

```
Serial.println();
Serial.println("- succesfully connected");
Serial.println("- starting client");
WiFiClient client;

Serial.println("- connecting to pushing server: " + String(logServer));
if (client.connect(logServer, 80)) {
  Serial.println("- succesfully connected");
  String postStr = "devid=";
  postStr += String(deviceId);
  postStr += "&value=" ;
  postStr += String(value);
  postStr += "\r\n\r\n";

  Serial.println("- sending data...");

  client.print("POST /pushingbox HTTP/1.1\n");
  client.print("Host: api.pushingbox.com\n");
  client.print("Connection: close\n");
  client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
  client.print("Content-Length: ");
  client.print(postStr.length());
  client.print("\n\n");
  client.print(postStr);
}
client.stop();
Serial.println("- stopping the client");

void loop() {
  value= analogRead(gazpin);
  Serial.println(value);
  if (value < threshold )
    digitalWrite (pinVent, LOW);
  if (value > threshold && value<700)
    digitalWrite (pinVent, HIGH);
  if (value>700)
  sendNotification("Hello World from ESP8266!\n ");
  delay(5000);
}

Compilation terminée.

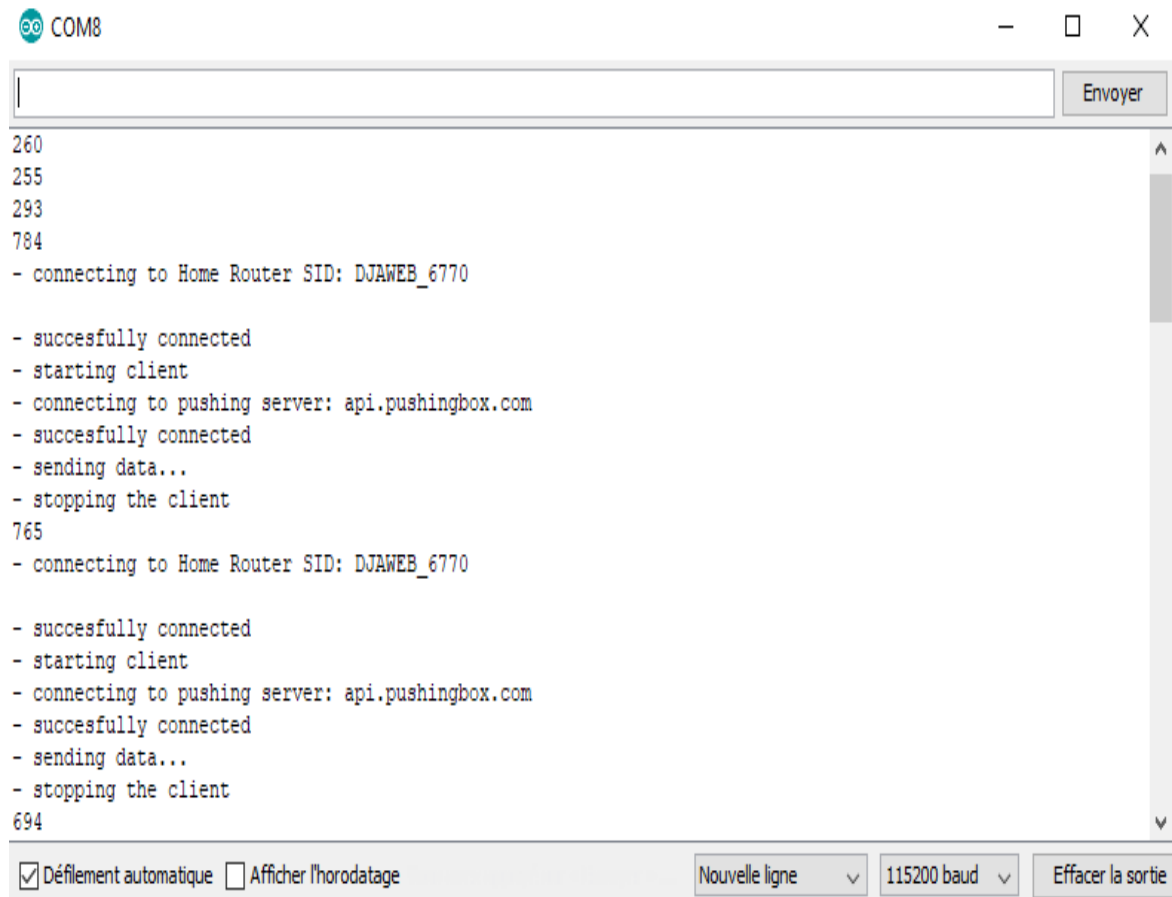
Le croquis utilise 274544 octets (26%) de l'espace de stockage de programme
Les variables globales utilisent 27196 octets (33%) de mémoire dynamique, d

< >
```

Figure III.24 : Capture du programme dans l'Arduino IDE.

III.5 Les résultats du programme

➤ **Résultat affiché dans le Serial Monitor par le programme précédent**



The screenshot shows a Serial Monitor window titled 'COM8'. The window contains a text area with the following output:

```
260
255
293
784
- connecting to Home Router SID: DJAWEB_6770

- succesfully connected
- starting client
- connecting to pushing server: api.pushingbox.com
- succesfully connected
- sending data...
- stopping the client
765
- connecting to Home Router SID: DJAWEB_6770

- succesfully connected
- starting client
- connecting to pushing server: api.pushingbox.com
- succesfully connected
- sending data...
- stopping the client
694
```

At the bottom of the window, there are several controls: a checked checkbox for 'Défilement automatique', an unchecked checkbox for 'Afficher l'horodatage', a dropdown menu for 'Nouvelle ligne', a dropdown menu for '115200 baud', and a button for 'Effacer la sortie'. An 'Envoyer' button is located at the top right of the text area.

Figure III.25 : Résultat afficher dans le Serial Monitor.

➤ **Les notifications reçues par le smartphone**

- Des notifications instantanées reçue sur notre Smartphone.
- Les notifications s'affichent sur tous les appareils avec lesquels on a partagé.
- Si une notification arrive sur le smartphone, elle s'affiche sur tous les appareils.

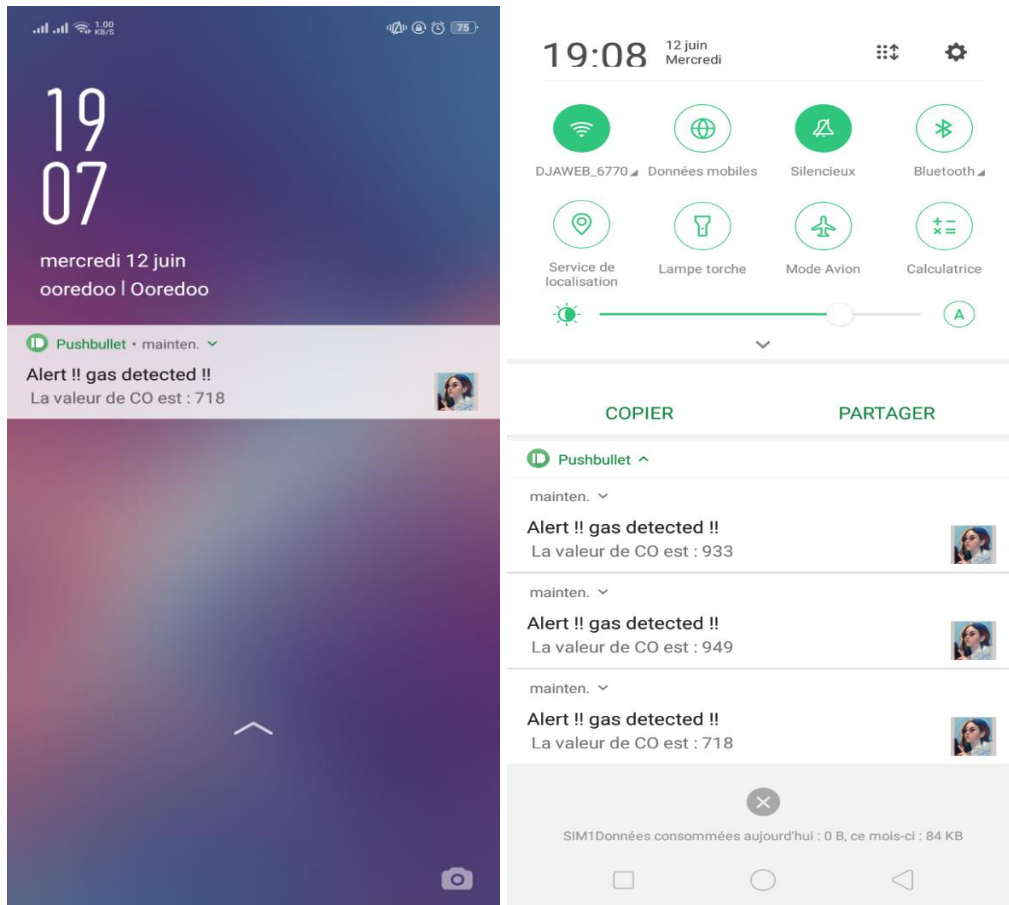


Figure III.26 : Notifications reçues sur le smartphone

➤ La notification reçue par Chrome sur un poste Windows

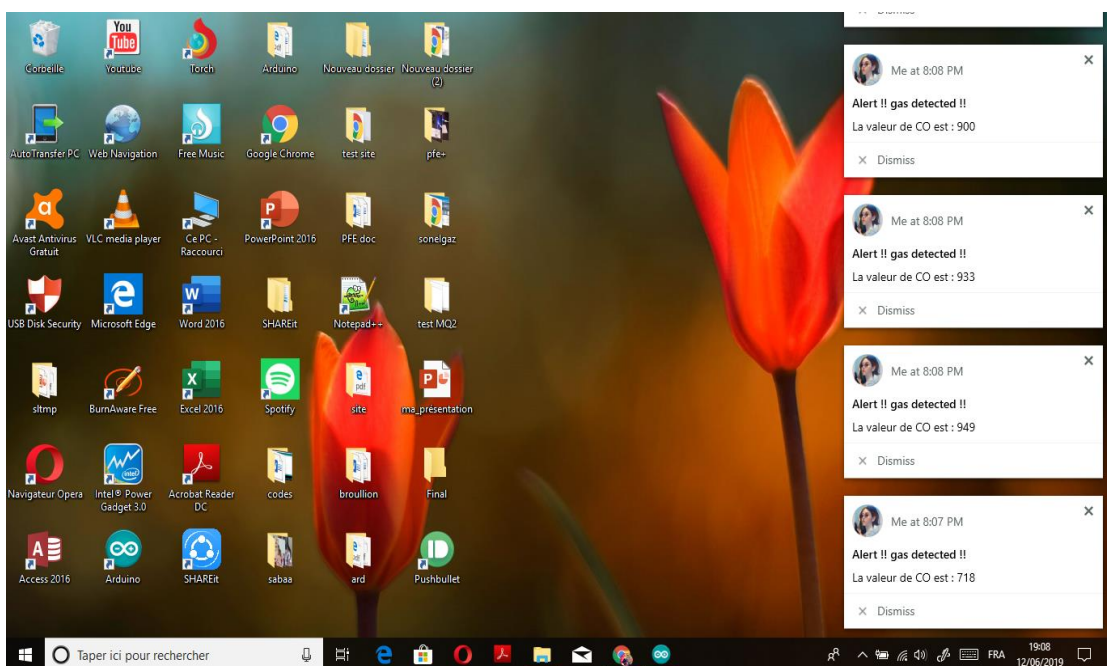


Figure III.27: Notifications reçues sur le PC.

III.6 Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons présenté les étapes de la conception et réalisation de notre prototype IoT. Nous avons commencé par le branchement des composants et la configuration des cartes. Ensuite, une illustration a été faite sur les plateformes Pushbullet et PushingBox, et la connexion de ces derniers avec la carte WeMos D1 mini pour l'envoi des alertes à nos appareils.

L'expérience menée durant ce chapitre nous a permis d'acquérir plusieurs concepts, et a permis la réalisation d'un système de détection de gaz, de prévention et d'alerte.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

La multiplication des décès provoqués par le monoxyde de carbone, en Algérie, est en train de prendre des proportions inquiétantes. La majorité des décès par asphyxie causés par des gaz sont dus à une erreur de prévention en matière de sécurité.

Le nombre de décès par inhalation de gaz a atteint des proportions alarmantes ces dernières années. Le monoxyde de carbone, qualifié de « tueur silencieux », est la principale cause d'intoxication accidentelle en milieu domestique.

Nous avons exposé dans notre mémoire des solutions optimales pour éviter ce genre d'accidents en exploitant le développement technologique de l'internet des objets.

Les résultats achevés montrent l'efficacité du système dans la détection et l'alerte en temps réel de la présence d'un gaz dangereux.

Nous espérons développer notre système de façon à ajouter plus de fonctionnalités à ce système actuel tel que :

- ✓ Développement de notre système en ajoutant une application Android qui nous permet de surveiller et contrôler les sources de gaz à domicile.
- ✓ Amélioration de notre système d'aération par développement d'un système qui permet d'ouvrir automatiquement les fenêtres lors la présence d'un gaz dangereux.
- ✓ Détection automatique par GPS de l'adresse d'envoi afin de localiser le lieu de la fuite.
- ✓ Notre projet peut également servir d'autres projets universitaires plus complexe comme étant une plateforme de base.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Robert Malbosc, INTOXICATIONS AIGUI ET CHRONIQUE PAR LE MONOXYDE DE CARBONE : ASPECT ANALYTIQUE ET INTERPRETATION DES OXYCARBONEMIES, Revue Française des Laboratoires, mai/juin 2000, N ° 323
- [2] http://www.elwatan.com/actualite/les-chauffages-defectueux-a-l-origine-de-plusieurs-drames-11-01-2015-284587_109.php, consulté le **4/02/2019**.
- [3] RP_Spéciale_Risques_au_Monoxyde_de_Carbone_et_les_Intoxications_Alimentaires_2018.pdf
- [4] MONOXYDE DE CARBONE, [www.Centre Antipoison belge.com](http://www.CentreAntipoisonbelge.com), **consulté le 5/02/2019**.
- [5] <http://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/sante-environnementale/monoxyde-de-carbone/> **consulté le 5/02/2019**.
- [6] MONOXYDE DE CARBONE, Ligne directrice sur la qualité de l'air intérieur résidentiel, (Santé canada, 2010)
- [7] www.objetconnecte.net/histoire-definitions-objet-connecte/ **consulté le 10/03/2019**.
- [8] L'Internet des objets de Pierre-Jean Benghozi, Sylvain Bureau et Françoise Massit-Folléa (Edition MSH)
- [9] HAMDI Wissam, Développement d'un système de gestion d'objets connectés, mémoire de master, Université Larbi Ben M'hidi -Oum El Bouaghi, juin 2018
- [10] internet et web des objet 8-iot, class de terminal SI .odt
- [11] <https://blog.octo.com/modeles-architectures-internet-des-objets/>. **consulté le 13/03/2019**.
- [12] Chris Mills, Avancées et avantages de l'Internet des Objets, www.journaldunet.com, **Consulté le 15/03/2019**.
- [13] <https://fr.flossmanuals.net/arduino/historique-du-projet-arduino/>
- [14] John Nussey, Arduino_pour_les_Nuls_poche_2017_, 2^e édition.
- [15] EMBOUAZZA Imad-Eddine et MAZOUNI Mohammed, Sofiane Conception et réalisation d'un système de télémétrie avec ARDUINO et Android, mémoire de master université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen.
- [16] <https://www.syloe.com/glossaire/application-web/>, **consulté le 20/04/2019**.
- [17] <https://azure.microsoft.com/fr-fr/overview/what-is-cloud-computing/>, **consulté le 20/04/2019**.
- [18] <https://www.qualit-cloud.fr/qu-est-ce-que-le-cloud-computing>, **consulté le 20/04/2019**.
- [19] Comparatif des plateformes IoT ; www.objetconnecte.com, **consulté le 11/05/2019**.
- [20] <https://www.digora.com/fr/b>

log/plateforme-iot-comment-choisir, **consulté le 11/05/2019.**

[21] <https://korben.info/pushbullet.html>; **consulté le 12/05/2019.**

[22] <https://www.planete-domotique.com/blog/2012/02/21/pushing-box-un-service-de-notifications-dans-le-cloud/>; **consulté le 12/05/2019**

Résumé

Le monoxyde de carbone est un gaz très toxique indétectable par l'être humain, il se produit lorsqu'un appareil brûle un combustible comme (le gaz, le bois, le pétrole et ses dérivés, etc.) et se diffuse très rapidement à l'intérieur des logements. Dans ce modeste travail nous avons présenté un prototype IoT pour la détection d'un gaz dangereux basé sur la carte Wemos D1 mini est programmé par le logiciel Arduino IDE pour prévenir les accidents d'asphyxie, la technologie IoT ou l'internet des objets nous donne des grandes capacités pour le développement des applications web qui connectent le monde réel au monde numérique. Dans ce prototype, En utilisant le capteur de gaz MQ-2 pour la détection, lorsque le système détecte que la concentration de gaz dépasse un certain seuil, il va déclencher le ventilateur et si la valeur détectée dépasse un seuil très grand il avertit immédiatement les utilisateurs en envoyant des Alertes via la plateforme Pushbullet.

Mots-clés : Arduino, l'internet des objets, la carte Wemos D1 mini, le monoxyde de carbone, le capteur MQ-2, la plateforme Pushbullet.

Abstract

Carbone monoxide is a very toxic gas, undetectable by human, it occurs when a device burns a fuel like (gas, wood, oil and its derivatives, etc.) and it diffuses very quickly inside housing.

In this modest work we presented a prototype IoT for dangerous gas detection, it based on the WeMos D1 mini board which is programmed by Arduino IDE software to prevent asphyxiation

accidents, IoT technology or the Internet of Things giving us big opportunities to develop Web

application which connect the real world to the digital world.

In this prototype, we used the MQ-2 gas sensor for detection, when the system detects that the concentration of gas exceeds a certain threshold, it will trigger the fan and if the detected value

exceeds a very large threshold it warns immediately the users by sending Alerts via the Pushbullet platform.

Keywords: Arduino, Internet of things, WeMos D1 mini board, Carbone monoxide, MQ-2 gas sensor, Pushbullet platform.

