



RAPPORT SCIENTIFIQUE DE FIN DE FORMATION
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE LICENCE EN INFORMATIQUE,
TELECOMMUNICATIONS ET RESEAUX

Thème

LES OBJETS CONNECTES



SOUTENU LE :
15 DECEMBRE 2020

RÉDIGÉ ET PRÉSENTÉ PAR :
DAGBEGNON HERMAN DJAKAMI

SOUS LA DIRECTION DE :
M. FALEIZOU JEAN-BAPTISTE GOLBEY

Ingénieur en telecommunications spécialiste
en transmission

PRESIDENT :
M. MAHAMAT ABBAGANA

EXAMINATEUR :
M. HOULTEURBE DARGUELE

Année universitaire
2019 - 2020

Sommaire

Sommaire	1
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	3
LISTE DES FIGURES	4
DEDICACE.....	5
REMERCIEMENT	6
PRESENTATION DE L'UNIVERSITE	7
CONTEXTE JURIDIQUE	8
INTRODUCTION	9
HISTOIRE DES OBJETS CONNECTES	10
I. DEFINITION DES TERMES	11
1. INTERNET.....	11
2. INTERNET DES OBJETS	11
II. COMPOSITION D'UN SYSTEME DES OBJETS CONNECTES	12
✓ Objet connecté :.....	12
✓ Les capteurs :	13
✓ Les sources d'énergie :.....	13
✓ Les actionneurs :	13
✓ La connectivité :.....	13
III. LE RESEAU DES OBJETS CONNECTES	13
A. Les réseaux personnels :.....	14
B. Les réseaux locaux ou domestiques :.....	15
C. Les réseaux LPWAN :	15
IV. MODE DE FONCTIONNEMENT DES OBJETS CONNECTES	16
A. Principe	16
B. Fonctionnement.....	17
C. Mode de connexion	18
V. CONCEPTION	18
1. PLAN DE TRAVAIL.....	19
2. LES MATERIELS	19
a. Mise en place de l'IDE :	20
b. Construction des bases de la sonde :	22
c. Ecriture du code :	24
VI. DOMAINE D'APPLICATION DES OBJETS CONNECTES	28
CAS D'UNE MAISON INTELLIGENTE	28
VII. CONSEQUENCES	31

1. CONSEQUENCES SANITAIRES.....	31
2. CONSEQUENCES SUR LA SECURITE DES DONNEES PRIVES.....	31
CONCLUSION	32
WEBOGRAPHIE	33

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

GSM	Global System for Mobile communication
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
LTE	Long Term Evolution
TCP	Transmission Control Protocol
IP	Internet Protocol
IPv4	Internet Protocol version 4
IPv6	Internet Protocol version 6
IoT ou IdO	Internet of Things ou Internet des Objets (en français)
Kbps	Kilobit par seconde
Mbps	Mégabit par seconde
Gbps	Gigabit par seconde
MHz	Mégahertz
GHz	Gigahertz
LED	Light-Emitting Diode
ARPANET	Advanced Research Projects Agency NETwork
LPWAN	Low Power Wide Area Network
WiFi	Wireless Fidelity
UNB	Ultra Narrow Band
LoRa	Long Range
IHM	Interface Homme – Machine
IDE	Integrated Development Environment
SE	Système d'Exploitation
USB	Universal Serial Bus
Info	Information

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Composition d'un Système IoT	12
Figure 2 : Architecture d'un Réseau IoT	14
Figure 3 : Les trois types de réseaux IoT	14
Figure 4 : Diagramme des inter acteurs	17
Figure 5 : La chaîne d'information	17
Figure 6 : Capture d'écran du dossier d'installation de l'outil Arduino	21
Figure 7 : Terminal de Windows	22
Figure 8 : Le Wemos après soudure	23
Figure 9 : Schéma de liaison	24
Figure 10 : Capture d'écran du gestionnaire de bibliothèque de l'IDE	25
Figure 11 : Uploader le code	28
Figure 12 : Les équipements connectés	29

DEDICACE

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce travail à ceux qui, quels que soient les termes utilisés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

*A mon père **AHOUANSSOU SOUROU Pierre** et à ma mère **REMADJI Bono** qui ne se sont jamais limités pour mon éducation et mes études.*

*A mon frère **SENA Henoc** et à mes sœurs **FIFATI Gloria** et **NOUBAÏSSEM Dorcas** qui n'ont pas cessés de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.*

REMERCIEMENT

S'il est coutume en de telles circonstances d'adresser un remerciement, au-delà d'une simple tradition, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et surtout **M. FALEIZOU Jean-Baptiste GOLBEY**, mon encadreur.

Je tiens aussi à remercier mes amis de la **licence 3 en Télécommunications**, pour leur considération et leur respect à mon égard ainsi que le partage des connaissances tout au long de notre parcours universitaire. Sans oublié les cadets de la **licence 2 en Télécommunications**, mes amis de la **licence 3 en Génie électrique, Génie mécanique, Génie Civil** et ceux du département des **Sciences Infirmiers**.

Enfin, je remercie tous mes enseignants de la faculté des sciences et techniques de l'Université la Francophonie de N'Djamena de m'avoir constamment guidé et soutenu dans ma formation.

PRESENTATION DE L'UNIVERSITE

L'**U**niversité la **F**rancophonie de **N**'Djamena (**UFN**) appelé autrefois **I**nstitut **S**upérieur **P**olytechniques la **F**rancophonie (**ISPF**) est créée en l'an deux mille deux (2002) et est située au quartier Chagoua, dans le 7^{ème} arrondissement de la ville de N'Djamena au Tchad.

Après dix-sept (17) ans de fonctionnement sur le principe des Grandes Ecoles, l'établissement s'est restructuré en l'an deux mille dix-sept (2017) pour s'aligner sur le fonctionnement des Université, en adoptant le système **L**icence–**M**aster–**D**octorat (**LMD**).

L'établissement obtient définitivement sa mutation en Université le 11 décembre 2019. L'Université a fait accréditer ses diplômes par le Conseil Africain et Malgache de l'Enseignement Supérieur (**CAMES**) en 2019.

L'Université fonctionne avec trois faculté et un institut :

- Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et de Gestion (**FSJEG**) ;
- Faculté des Sciences Sociales et Humaines (**FSSH**) ;
- Faculté des Sciences et Techniques (**FST**) ;
- Institut Supérieur des Sciences Médico-Sanitaires (**ISSMS**).

CONTEXTE JURIDIQUE

Ce travail de synthèse est rédigé conformément à la décision du conseil d'administration publié et mis en application le 14 septembre 2020 au sein de l'Université la Francophonie de N'Djamena.

Selon l'article 1^{er}, Le but de cette décision est de restructurer le niveau 3 de licence à l'Université la Francophonie de N'Djamena afin de supprimer les goulots d'étranglement et les chevauchements qui en découlent dans les différentes promotions de la troisième année de Licence, tout en respectant les exigences du Conseil Africain et Malgache de l'Enseignement Supérieur (CAMES).

D'après l'article 2 de cette décision, le niveau 3 de Licence est désormais subdivisé en deux (2) catégories de licences :

1. La Licence appelée « Licence sur Table », s'obtient sans la présentation d'un Rapport Scientifique à la fin du semestre 6 du niveau L3 ;
2. La licence appelée « Licence + Rapport » exige une activité présentielle à la fin du semestre 6, constituée en la présentation, soit d'un rapport de stage, soit du résumé d'une œuvre doctrinale, soit d'une synthèse sur une question scientifique, soumises à l'étudiant(e) par un(e) enseignant(e) ou une personne ressource.

Le document faisant l'objet de la présentation devra contenir au minimum vingt (20) pages et ne pas excéder trente (30) pages, non compris les accessoires. Il devra être disponible au plus tard deux (2) semaines après la fin du semestre 6.

La Licence sur table concerne toutes les filières du Département des Sciences de la Faculté des Sciences et Techniques (FST). Tandis que la Licence + Rapport concerne toutes les filières du Département de Génie Civil et Architecture et du Département de Technologie de la Faculté des Sciences et Techniques (FST) ainsi que toutes les filières des autres facultés et de l'Institut.

INTRODUCTION

Depuis la naissance des réseaux informatiques et des réseaux des télécommunications, le besoin et la nécessité de communiquer ne cesse d'augmenter de manière exponentielle. Il sera donc commode de définir des normes de télécommunications à large bande permettant l'utilisation de plusieurs services de manière simultanée et fluide, et également de définir des protocoles permettant d'identifier sans ambiguïté une entité dans un réseau.

C'est pourquoi, l'on assiste d'une part à une succession de normes des télécommunications : du **GSM** dit norme de la 2^{ème} Génération (**2G**) ; avec un débit réel de 9,6 Kbps, à l'**UMTS** dit norme de la 3^{ème} génération (**3G**) ; avec un débit réel de 2 Mbps. Puis de l'UMTS à la **LTE** dit norme de la 4^{ème} génération (**4G**) ; avec un débit réel de 30 Mbps. Et dans certains pays, de la LTE (4G) à la **5G** (pas encore normalisé) ; pouvant atteindre le Gbps.

D'autre part, le grand réseau informatique Internet, passe de la 4^{ème} version de son protocole (**IPv4**), codé sur **32 bits** et pouvant adresser en théorie **2³²** entités différentes à sa 6^{ème} version (**IPv6**), codé sur **128 bits** et pouvant adresser en théorie plusieurs centaines de milliards d'entités différentes (**2¹²⁸**).

Disposant de tous ces atouts, il sera possible d'avoir plus de modernisme, afin de s'affranchir des tâches répétitives et des activités les plus complexe et ainsi améliorer le rendement des divers secteurs d'activité. L'objectif est de parvenir à réaliser un monde totalement relationnel dans lequel l'information n'a aucun obstacle pour sa divulgation (tout en respectant le principe de la confidentialité). Un monde qui ne présente aucun problème de communication ; où chaque élément de n'importe quel système est autonome et capable de communiquer avec son entourage.

Cependant, pour atteindre ces objectifs, il faudra impérativement que tous les éléments soient capables de communiquer de manière autonome. Ainsi nous atteindrons un niveau technologique dans lequel la communication, Homme – machine et **Machine – Machine** sera possible. Cette théorie nous amènera à définir et orienter nos recherches vers un nouveau concept : Celles des « **Objets connectés** ».

HISTOIRE DES OBJETS CONNECTES

Le travail d'un historien est sans doute l'une des tâches la plus difficile qui existent, car il n'est pas facile de trouver l'origine d'un mot ou d'un terme, surtout lorsqu'il est encore jeune et peu connu du public à l'exemple du terme « Objet connecté ». Le terme « objet connecté » est un terme nouveau mais son origine ne l'est pas.

Après plusieurs recherches sur divers sites du grand réseau internet, nous sommes parvenus à trouver le père de cette invention. Un entrepreneur français d'origine arménienne et libanaise nommé **Rafi HALADJIAN**. Il est le fondateur du premier opérateur internet français : **FranceNet** en 1994.

En 2001, **Rafi HALADJIAN** vendit son entreprise à *British Telecom* et fonda le fournisseur de connexion Wifi communautaire **Ozone** puis, en 2003, **l'entreprise Violet** à laquelle il donna comme Baseline « *Let all things be connected* », qui signifie « Laissez toute chose être connectée ».

L'entreprise Violet a donc proposé ce qu'on pourrait considérer comme le premier objet connecté : une lampe DAL, connectée en Wifi, qui s'est vendue à une cinquantaine d'exemplaires à 790€ chacun. Grâce à ses 9 LED, le dispositif pouvait s'allumer de différentes couleurs en fonction de différents événements, liés à la météo, la pollution, les alertes Google ou encore des « envois de messages de couleurs » par SMS ou email. Un peu plus tard, en 2005, Violet lança le **Nabaztag**, qui deviendra l'icône des objets connectés. Le Nabaztag est un lapin connecté en Wifi qui 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**.

L'aventure ne s'arrête pas là. En 2010, **Rafi HALADJIAN** lança **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.

I. DEFINITION DES TERMES

Bien que rare au Tchad, les objets communicants existent déjà. On entend beaucoup plus les appellations telle que : Les objets connectés, le web des objets, L'**IdO** ou en anglais **IoT**.

Pour mieux développer le concept des objets connectés, nous allons définir les termes et mots clé qui le compose.

1. INTERNET

Internet est le plus grand réseau informatique sans précédent. Il est défini tout simplement comme le réseau des réseaux car il est constitué d'un ensemble de réseaux nationaux, régionaux et privés. L'ensemble utilise un même couple de protocole de communication : TCP/IP. Internet est basé sur une topologie qui reste complexe, car elle est un mélange de plusieurs topologies (bus, étoile et maillée). Il est le réseau idéal pour une bonne communication (rapide et fiable) et permet l'envoi de courriers électroniques, la navigation sur des sites web et l'échange de fichiers.

Depuis son apparition en **1969** (*ARPANET*) réservé uniquement à l'armée américaine, jusqu'à son évolution et son accessibilité au grand public en **1990**, internet permet de mettre en relation plusieurs personnes. Mais depuis **2010**, les objets se sont introduits dans le réseau et dynamisent beaucoup plus ce dernier.

2. INTERNET DES OBJETS

L'internet des objets est un ensemble d'objets interconnectés par le réseau internet.

Un objet connecté est un matériel, disposant de composants électroniques lui permettant de communiquer des informations vers un autre objet, un serveur informatique, un ordinateur, une tablette ou un smartphone, en utilisant le plus souvent une liaison sans fil vers un réseau dédié.

Un objet connecté peut être contrôlé à distance et remplit généralement deux rôles :

- ✧ **Un rôle de capteur** pour surveiller l'apparition d'un événement ou d'une mesure spécifique (capteur de présence, capteur thermique, mesure du nombre de pas, mesure du rythme cardiaque...);
- ✧ **Un rôle d'actionneur** pour réaliser une action suite à un événement spécifique mesuré ou détecté (déclenchement d'une alarme, ouverture d'une porte, envoi d'un message,...).

Un objet connecté tend aussi à avoir une capacité de traitement qui lui est propre sur les données qu'il capte ou mesure. Ce traitement local permet d'alléger la quantité des informations transmises pour s'adapter à la capacité du lien de communication ou des systèmes de traitement distants.

La capacité de traitement des objets connectés tend aussi à intégrer des logiques dites « Intelligentes » c'est-à-dire capables d'agir sur le comportement de l'objet lui-même ou de moduler la transmission d'informations, en fonction des informations captées ou des mesures effectuées.

II. COMPOSITION D'UN SYSTEME DES OBJETS CONNECTES

Un système IoT réunit de nombreux acteurs et composants technologiques. Il est composé des objets connectés, de réseaux de communications sans fil, de plate-formes de collecte/d'hébergement/de traitement des données, d'applications/services pour les utilisateurs finaux et d'une supervision/sécurisation de toute la chaîne.

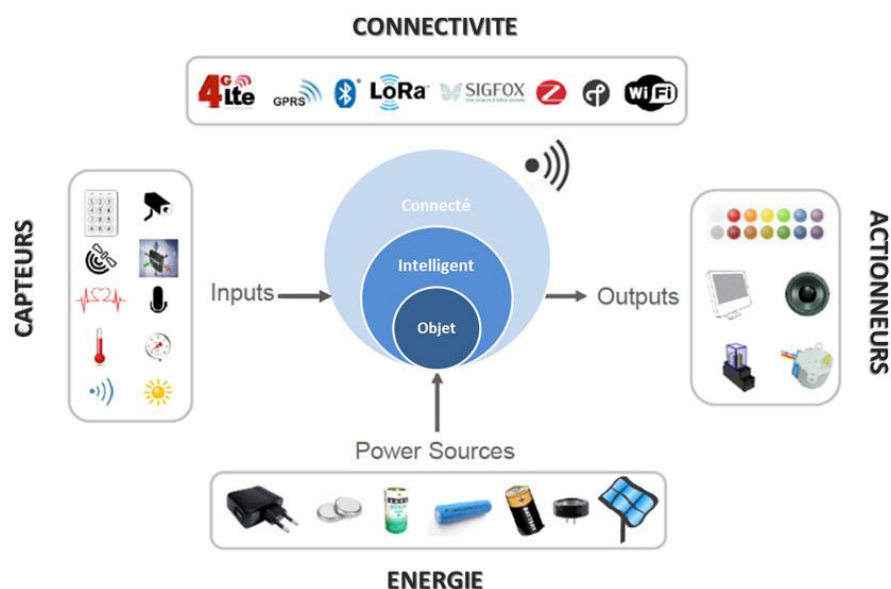


Figure 1 : Composition d'un Système IoT.

Source : <https://www.connectwave.fr/techno-appli-iot/iot/les-reseaux-iot>

- ✓ **Objet connecté :** L'objet connecté a pour fonction de collecter des données de capteurs, de traiter ces données et de les communiquer à l'aide d'une fonction de connectivité et de recevoir des instructions pour exécuter une action.

- ✓ **Les capteurs :** Les capteurs sont des dispositifs permettant de transformer une grandeur physique observée (température, luminosité, mouvement, ...) en une grandeur numérique utilisable par des logiciels. Il existe une très grande variété de capteurs de tous types, les objets connectés ont souvent la fonction de captation de ces grandeurs physiques sur leurs lieux d'utilisation.
- ✓ **Les sources d'énergie :** Elles sont de trois (3) types :
 - Alimentation filaire : Pour les objets ayant accès à une prise de courant ;
 - Piles ou batteries : Pour ceux qui n'ont pas accès à une prise de courant ou qui y ont accès de manière occasionnelle (recharge).
 - Capteurs d'énergie ou « energy harvesting » : utilisant l'énergie photovoltaïque, piézoélectrique, thermoélectrique, cinétique, ... pour rallonger la durée de vie des objets à très faible consommation.
- ✓ **Les actionneurs :** Ils sont des dispositifs qui transforment une donnée numérique en phénomène physique pour créer une action, ils sont en quelque sorte l'inverse des capteurs.
- ✓ **La connectivité :** La connectivité de l'objet est assurée par une petite antenne Radio Fréquence qui va permettre la communication de l'objet vers un ou plusieurs réseaux. Les objets pourront d'une part, remonter des informations telles que leur identité, leur état, une alerte ou les données de capteurs, et d'autre part recevoir des informations telles que des commandes d'action et des données. Le module de connectivité permet aussi de gérer le « cycle de vie de l'objet », c'est-à-dire, l'authentification et l'enregistrement de l'objet dans le réseau, la mise en service, la mise à jour et la suppression de l'objet du réseau.

III. LE RESEAU DES OBJETS CONNECTES

Dans cet écosystème des objets connectés, l'un des éléments essentiels est le réseau de communication. Depuis les années 2010, la multiplication des objets connectés grand public et professionnels a entraîné la création ou la transformation de multiples réseaux dédiés dont nous pouvons énumérer quelques-uns : les réseaux personnels, les réseaux locaux ou domestiques, les réseaux LPWAN, ...

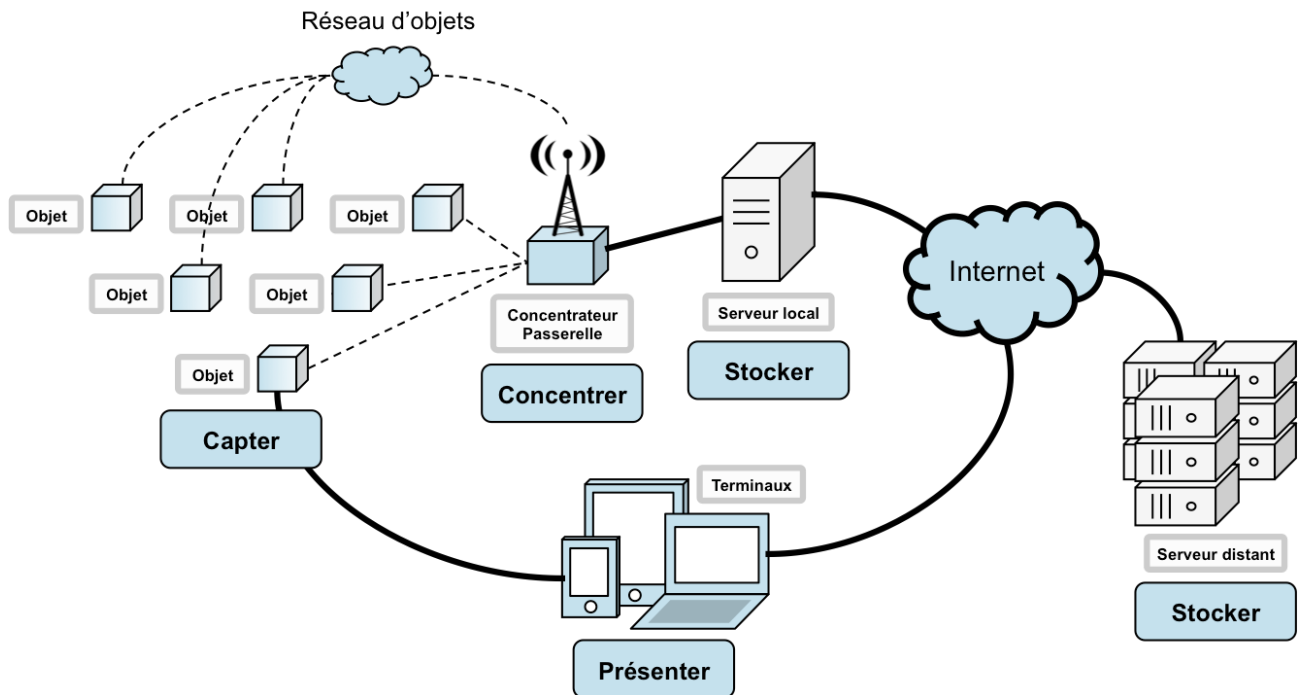


Figure 2 : Architecture d'un Réseau IoT.

Source : <https://blog.octo.com/modeles-architectures-internet-des-objets>

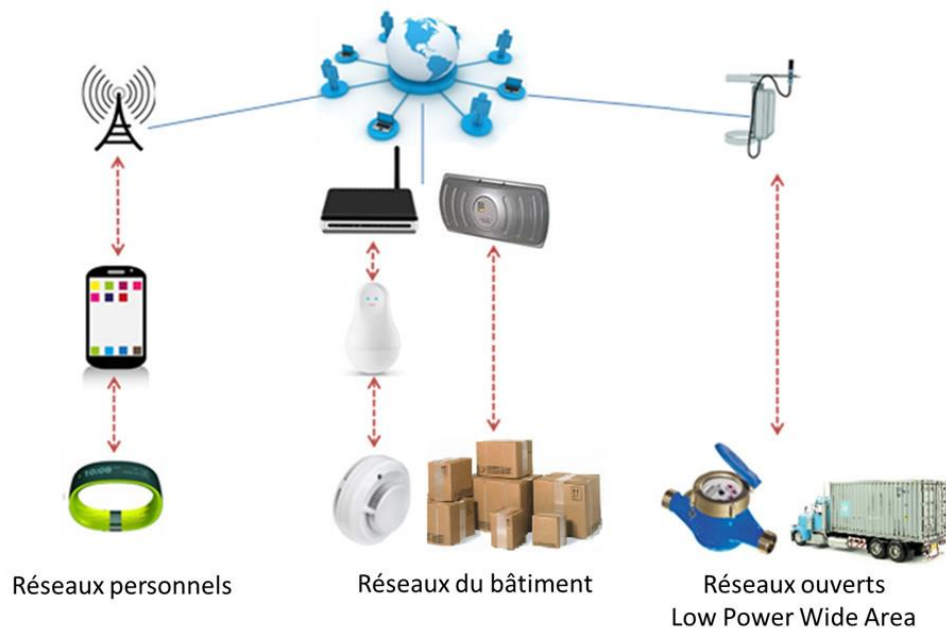


Figure 3 : Les trois types de réseaux IoT.

Source : <https://www.connectwave.fr/techno-appli-iot/iot/les-reseaux-iot>

A. Les réseaux personnels :

Ce sont des réseaux grand public attachés à la personne, orientés autour du sport et du bien-être, des loisirs, des médias, des réseaux sociaux et de l'efficacité personnelle. Ces réseaux sont donc très souvent liés aux smartphones ou à des dispositifs miniaturisés et portables.

Les principaux mode d'accès des réseaux personnels sont :

- **Le Bluetooth** : Il permet une connectivité facile à quelques mètres en utilisant un protocole de communication très largement diffusé et disponible nativement sur de très nombreux appareils ;
- **Le ANT+** : C'est un protocole propriétaire avec de nombreux partenaires industriels et très fortement lié au sport et au bien-être.

B. Les réseaux locaux ou domestiques :

Ce sont des réseaux des objets connectés à l'échelle d'un bâtiment (le réseau d'un smart house ou d'une industrie par exemple). Les principaux sont :

- **BLE industriel** : Issu du Bluetooth grand public fiabilisé pour l'industrie, il permet la création de réseaux denses dans les entrepôts ou le tertiaire pour suivre les biens et les capteurs, avec une distance de communication typique de 20 à 200m. Pouvant associer les étiquettes BLE avec des balises, des répéteurs et des routeurs, ces réseaux permettent de très nombreuses applications allant jusqu'à la géolocalisation à l'intérieur des bâtiments ;
- **Zigbee** : Réseau maillé du bâtiment permettant de connecter les objets de proche en proche, basé sur un protocole propriétaire géré par la *Zigbee Alliance*, souvent utilisé en domotique pour remplacer le câblage électrique (lampes, capteurs de confort, capteurs d'alertes) ;
- **Z-Wave** : Réseau maillé assez similaire à Zigbee, reposant aussi sur une alliance d'industriels *ZWave Alliance* ;
- **Wifi Hallow** : Réseau maillé pour la domotique, basé sur l'IPv6 et un protocole Wifi adapté, protocole propriétaire piloté par la Wifi Alliance.

C. Les réseaux LPWAN :

Ce sont des nouveaux réseaux (cellulaire ou non) dédiés aux objets connectés en extérieur. Ils sont idéaux pour remonter des informations simples, de capteurs et de localisation vers des plateformes de gestion d'objets, sur le cloud ou sur des réseaux privés.

Ces réseaux sont basés sur des protocoles privilégiant :

- ✓ La très basse consommation (autonomie de 5 à 10 ans) ;
- ✓ La très longue distance de communication (plusieurs km) ;
- ✓ La bonne couverture à l'intérieur des bâtiments ;
- ✓ La très forte densité d'objets connectables ;
- ✓ Les faibles coûts d'opération.

La contrepartie de ces avantages est le débit limité de communication et la limitation du nombre de communications bidirectionnelles (à partir de l'objet ou vers l'objet).

Les principaux réseaux LPWAN sont :

- **Sigfox** : C'est le premier réseau cellulaire créé spécifiquement pour les objets connectés. C'est un réseau opéré par *Sigfox* ou ses partenaires en fonction des pays, et qui repose sur un protocole de communication UNB pour favoriser la portée et le nombre d'objets connectés sur une même antenne ;
- **LoRa** : Réseau cellulaire concurrent de Sigfox dédié aussi aux objets connectés, qui a vu ses premiers déploiements massifs à partir de 2017. Il utilise un protocole de communication ouvert géré par la *LoRa Alliance*, qui permet aux utilisateurs de créer leur propre réseau interne ou bien d'utiliser les différents réseaux nationaux et internationaux des opérateurs.

IV. MODE DE FONCTIONNEMENT DES OBJETS CONNECTES

Tout objet est susceptible d'être connecté : montre, téléviseur, lunette, portes, fenêtre, lampes, voiture, etc. Cependant leur utilité est très diverse mais le point commun reste le mode de fonctionnement.

IMAGE DE QUELQUES OBJETS CONNECTES



Lunette connectée



Voiture connectée



Montre connectée



Téléviseur connecté



Nabaztag



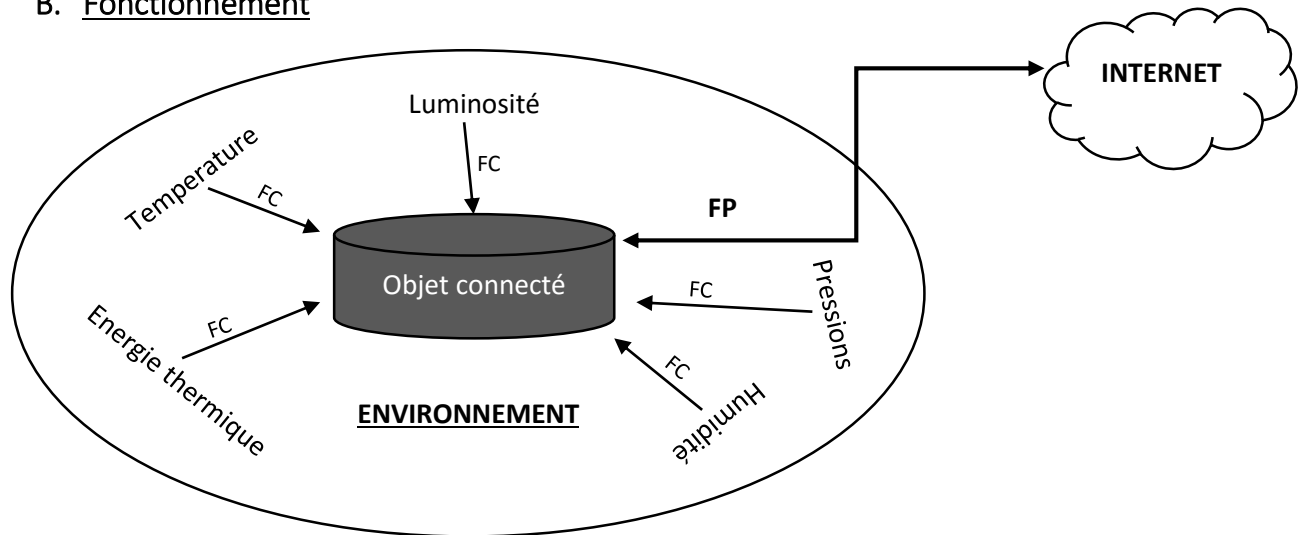
Lampe DAL

Source : Pinterest

A. Principe

Le principe consiste à identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, traiter et transférer, sans discontinuité entre le monde physique et virtuel, les données s'y rattachant.

B. Fonctionnement



FP : Fonction principale

FC : Fonction contrainte

FIGURE 4 : Diagramme des inter acteurs

◆ FIGURE 4

Cette figure nous montre le fonctionnement basique des objets connectés qui consiste à acquérir des informations du milieu dans lequel ils se trouvent (température, énergie thermique, la luminosité, l'humidité, la pression atmosphérique ou autre pression, le temps, ...) grâce à la **fonction contrainte** (FC), et ensuite de transmettre ces informations sur le réseau (internet ou autre) par la **fonction principale** (FP) pour qu'elles soient utilisées par d'autres objets connectés ou des personnes. Notons que les informations captées par l'objet peuvent directement servir à son utilisateur via une connexion directe (Bluetooth, ou autre) sans utiliser internet.

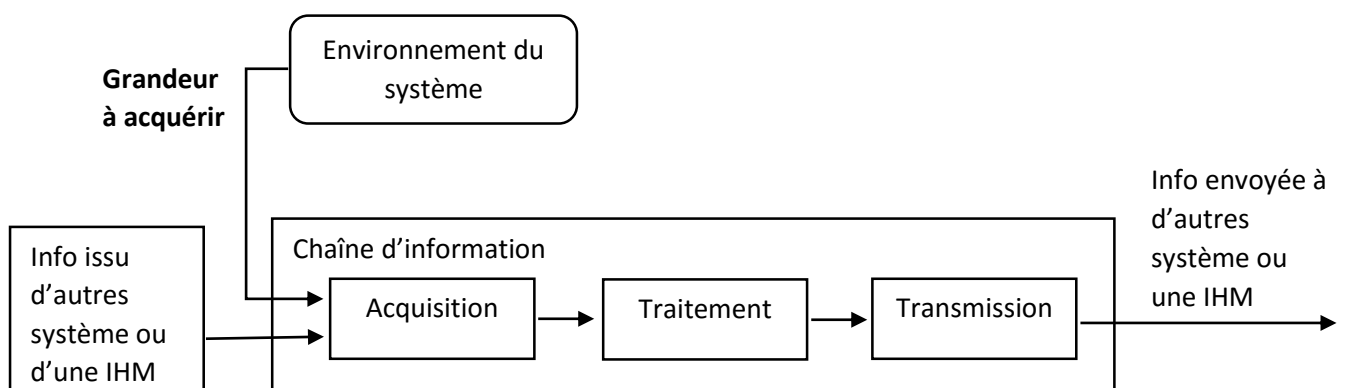


FIGURE 5 : La chaîne d'information

◆ FIGURE 5

L'objet peut acquérir des informations provenant de l'environnement du réseau auquel il est connecté ou d'une Interface Homme Machine (téléphone, tablette, ordinateur, ...). L'information va ensuite être traitée : il peut s'agir d'une interprétation des informations acquises ou tout simplement du stockage de ces informations. Puis l'objet va enfin transmettre l'information traitée à d'autres objets via un réseau dédié ou à un utilisateur via l'IHM.

C. Mode de connexion

L'acquisition ou la transmission de l'information par l'objet peut se faire via une connexion filaire ou une connexion sans fil.

- Connexion par fil

Cette technique est beaucoup plus utilisée dans les maisons intelligentes et sur des objets immobiliers (cuisinière, lampe, alarme murale, climatiseur ...). Cette connexion permet, soit à l'objet d'avoir accès à internet via la ligne téléphonique soit d'être lié à un autre objet de la maison : par exemple la lampe peut être connectée au détecteur de présence ou l'alarme à la porte, etc.

- Connexion sans fil

La technologie sans fil (Bluetooth, wifi, ...) est la plus utilisée par les objets communicants car elle permet une mobilité et offre un débit beaucoup plus intéressant.

V. CONCEPTION

La conception d'un objet connecté nécessite des connaissances en programmation informatique et quelques notions élémentaires en électronique. Pour notre part, nous n'avons pas pu concevoir un objet connecté dû au manque de composants électroniques. Néanmoins, nous allons décrire comment construire le prototype d'un objet connecté.

L'objet dont nous allons décrire la conception est une sonde de température wifi capable d'envoyer la température dans un système plus évolué.

1. PLAN DE TRAVAIL

- a. Mise en place de l'IDE ;
- b. Construction des bases de la sonde ;
- c. Ecriture du code.

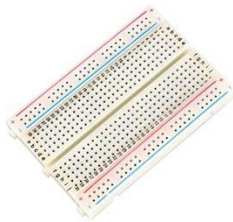
2. LES MATERIELS



**Wemos D1 mini basé
sur un ESP8285**



**Thermomètre
numérique DS18B20**



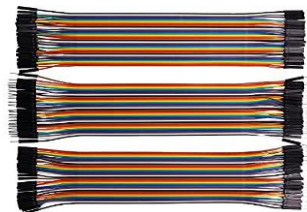
Breadboard : Une
plaque de prototypage



Résistance 4K7



Fer à soudé



Jumper wire (câbles)

Source : Pinterest

a. Mise en place de l'IDE :

Pour programmer la carte Wemos, nous devons tout d'abord installer l'IDE. Pour coder sur ces plateformes, il est généralement conseillé de manipuler le langage C ou le C++. Il est donc nécessaire de mettre en place un environnement de développement adapté permettant d'écrire, de compiler et d'uploader le code sur la carte.

Les logiciels ci-dessous sont donc important pour cette partie et surtout pour la suite.

⤴ **Le Gestionnaire de version GIT**



Git est un logiciel de gestion de versions décentralisé. C'est un logiciel libre géré par *Linus Trovalds*, auteur du noyau Linux, et distribué selon des termes de la licence publique générale GNU version 2.

Lien de téléchargement : <https://git-scm.com/downloads>

⤴ **Python :**



Python est un langage de programmation qui permet de travailler rapidement et d'intégrer les systèmes plus efficacement.

Pour notre cas, nous aurons juste besoin des bibliothèques offert par Python afin d'avoir plus de fonctionnalités.

Lien de téléchargement : <https://www.python.org/downloads>

⤴ **Installation de l'IDE**

Il existe en réalité plusieurs IDE que nous pouvons utiliser, mais il nous a été conseiller spécialement dans le cadre de ce projet d'utiliser l'outil Arduino téléchargeable sur le lien suivant : <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

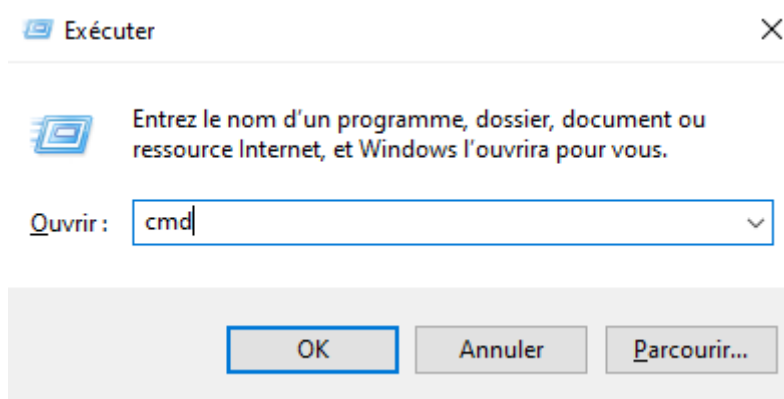
Procédure d'installation : En fonction de la version choisie sur le site de téléchargement, le fichier peut être compressé ou non. *Si le fichier est compressé, il va falloir le décompresser.* Ouvrons le dossier contenant les exécutable du logiciel.

Nom	Modifié le	Type	Taille
drivers	14/08/2018 08:51	Dossier de fichiers	
examples	14/08/2018 08:51	Dossier de fichiers	
hardware	14/08/2018 09:48	Dossier de fichiers	
java	14/08/2018 08:54	Dossier de fichiers	
lib	14/08/2018 08:54	Dossier de fichiers	
libraries	14/08/2018 08:55	Dossier de fichiers	
reference	14/08/2018 08:56	Dossier de fichiers	
tools	14/08/2018 08:57	Dossier de fichiers	
tools-builder	14/08/2018 08:57	Dossier de fichiers	
arduino.exe	14/08/2018 08:51	Application	395 Ko
arduino.l4j.ini	14/08/2018 08:51	Paramètres de co...	1 Ko
arduino_debug.exe	14/08/2018 08:51	Application	393 Ko
arduino_debug.l4j.ini	14/08/2018 08:51	Paramètres de co...	1 Ko
arduino-builder.exe	14/08/2018 08:51	Application	3 214 Ko
libusb0.dll	14/08/2018 08:51	Extension de l'app...	43 Ko
msvcp100.dll	14/08/2018 08:51	Extension de l'app...	412 Ko
msucr100.dll	14/08/2018 08:51	Extension de l'app...	753 Ko
revisions.txt	14/08/2018 08:51	Document texte	84 Ko
wrapper-manifest.xml	14/08/2018 08:51	Document XML	1 Ko

Figure 6 : Capture d'écran du dossier d'installation de l'outil Arduino

Source : <https://www.devotics.fr/apprendre-a-construire-son-premier-objet-connecte>

Nous allons maintenant ajouter les différents éléments nécessaires afin que l'IDE puisse prendre en charge le **Wemos**. Pour se faire, ouvrons un terminal au niveau du dossier de l'installation que nous venons d'identifier. *Comme nous utilisons le SE Windows, nous avons utilisé la combinaison + R, puis nous avons tapé cmd.*



Validons en cliquant sur Ok pour ouvrir le terminal du SE

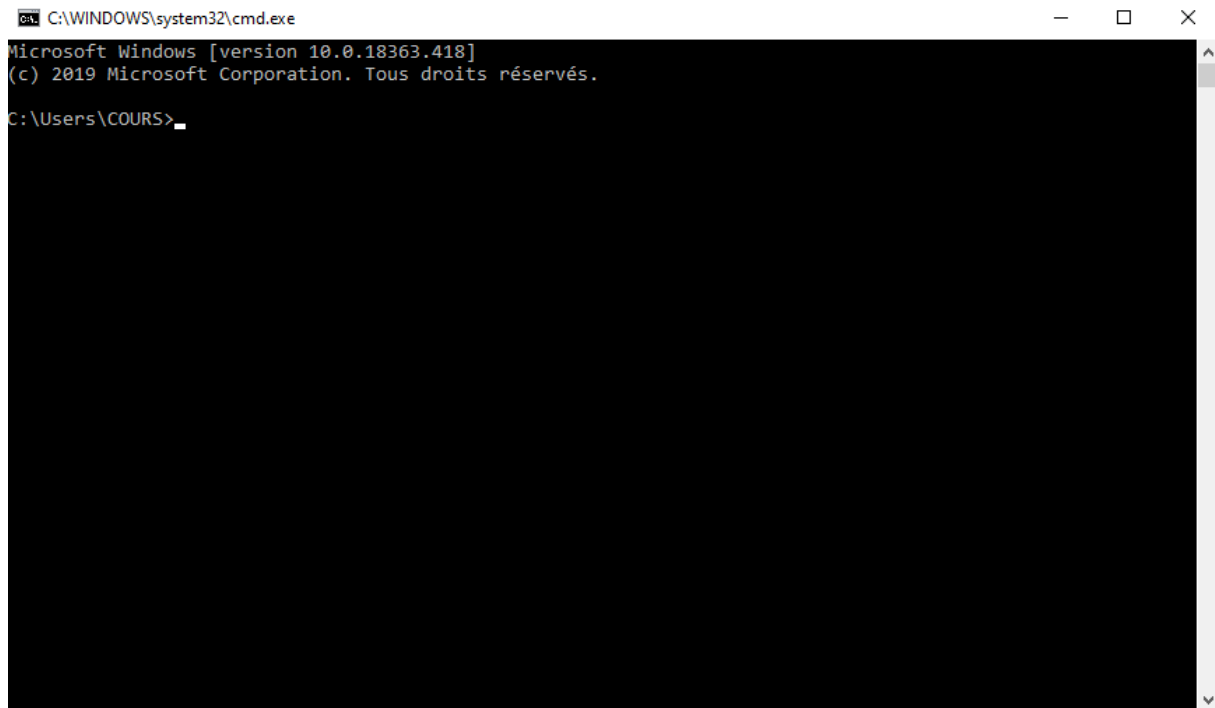


Figure 7 : Terminal de Windows

Plaçons nous dans le dossier d'installation en utilisant la commande *cd (suivi du chemin du dossier)* et lançons les commandes suivantes :

- 1 mkdir -p hardwar
- 2 cd hardware
- 3 mkdir esp8266com
- 4 cd esp8266com
- 5 git clone https://github.com/esp8266/arduino.git esp8266
- 6 cd esp8266/tools
- 7 python fet.py

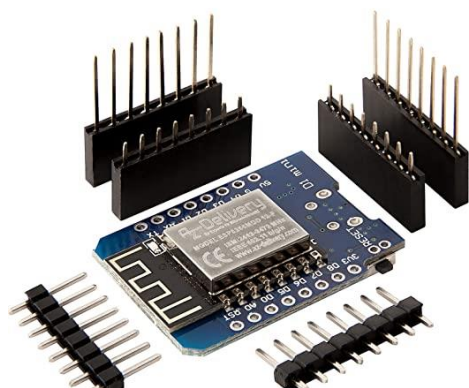
ces commandes nous ont été fournies par Arduino, sur le lien :

<https://gist.github.com/quentinchap/5702fd1a89d31fa68cc81ca2eefcbca5>

L'IDE devrait être prêt après ces étapes. Passons maintenant au montage du Wemos.

b. Construction des bases de la sonde :

- ✦ **Montages du Wemos :** Il faut tout d'abord installer les broches du Wemos en utilisant un fer à soudé sans se servir du breadboard. C'est une opération qui demande l'habileté, ... car il n'y a pas beaucoup d'espace entre les pins. Si la soudure est mal faite, les branchements seront difficiles à faire par la suite. Voici la figure des éléments du Wemos à soudé.



Les éléments du Wemos à souder



Fer à soudé

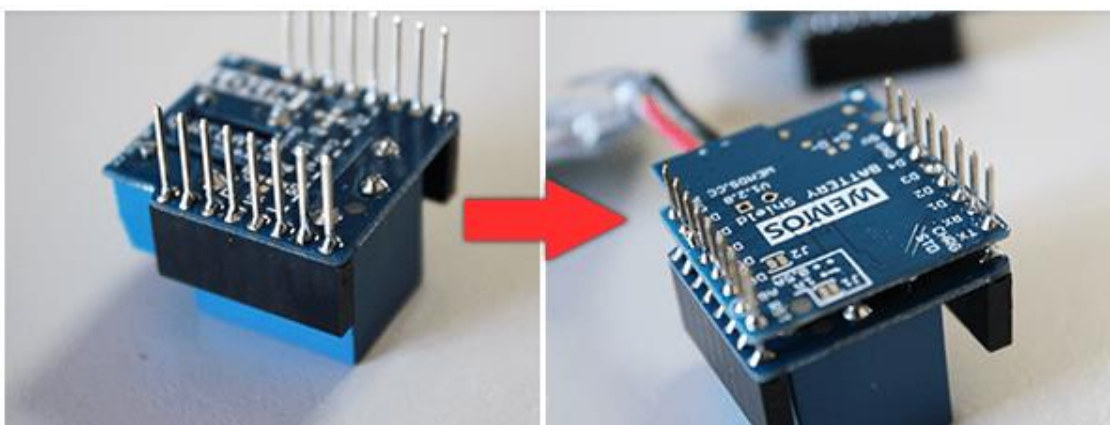


Figure 8 : le Wemos après soudure

Source : <https://weldybox.com/faire-une-commande-connecte>

- **Les schémas :** N'ayant pas les composants électroniques pour la réalisation de notre travail, nous nous sommes servi du schéma proposé par le guide de ce projet. Le schéma comporte les éléments suivants :
- Le Wemos qui sera branché en USB au PC ;
 - La résistance dite de tirage positionnée entre la patte de donnée et +5V du capteur ;
 - Le capteur qui est branché sur le +5V, le GNC et le D2 du Wemos.

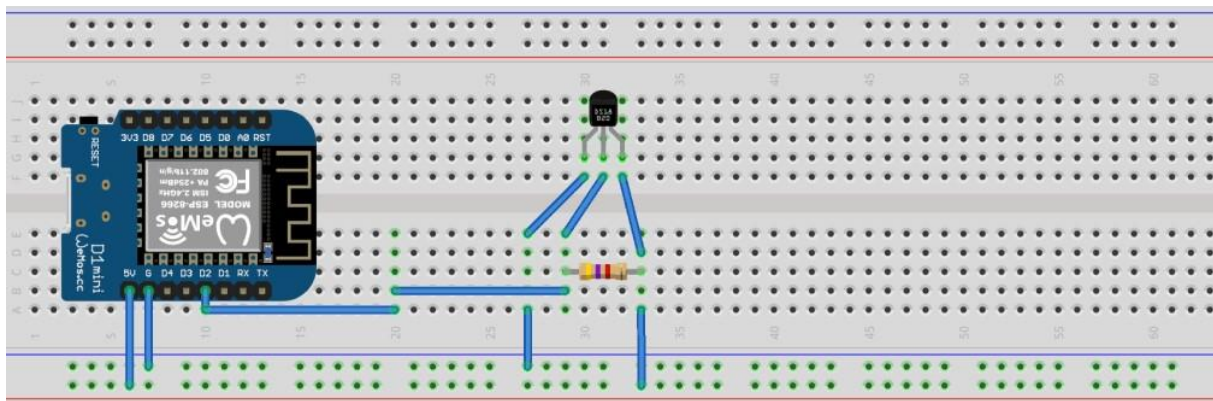


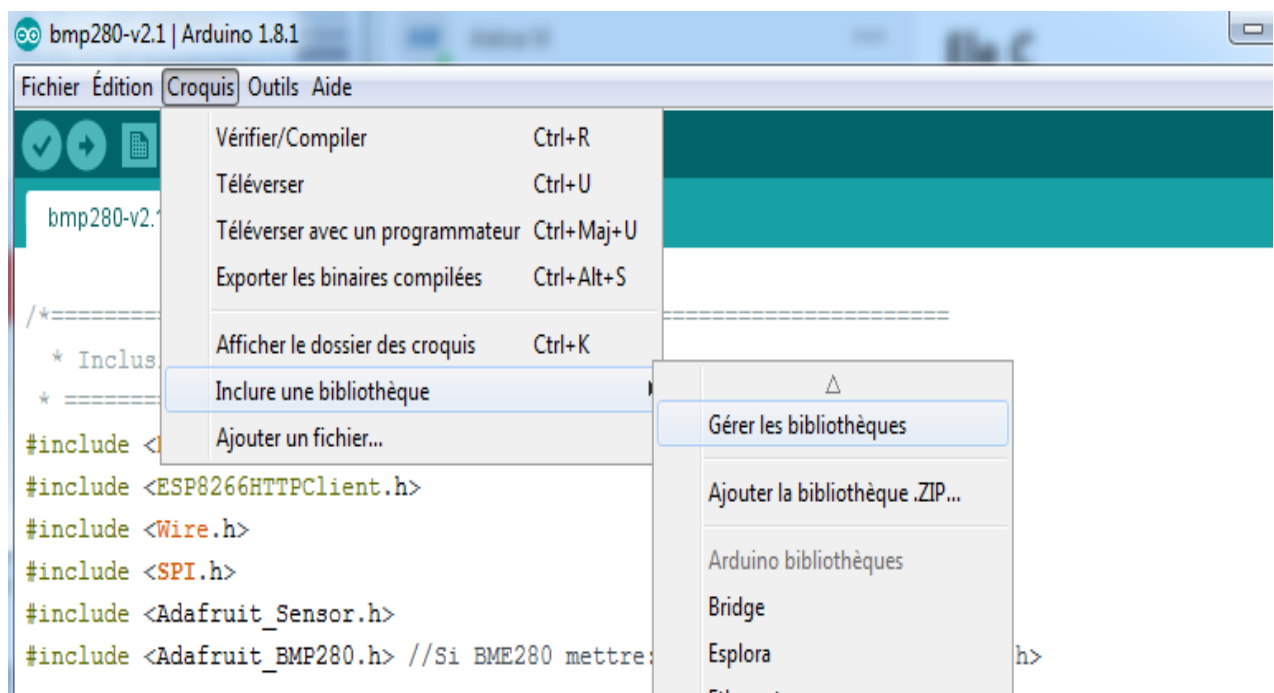
Figure 9 : Schéma de liaison

Source : <https://www.devotics.fr/apprendre-a-construire-son-premier-objet-connecte>

c. Ecriture du code :

Grâce au code, nous allons apprendre à lire les informations de température et à l'afficher dans notre moniteur série. Mais dans un premier temps, nous allons devoir télécharger et installer deux bibliothèques qui nous permettront d'utiliser la sonde de température.

Pour ce faire, dans l'IDE, cliquons sur Croquis > Inclure une bibliothèque > Gérer les bibliothèques. Recherchons OneWire et Dallas Temperature et installons les.



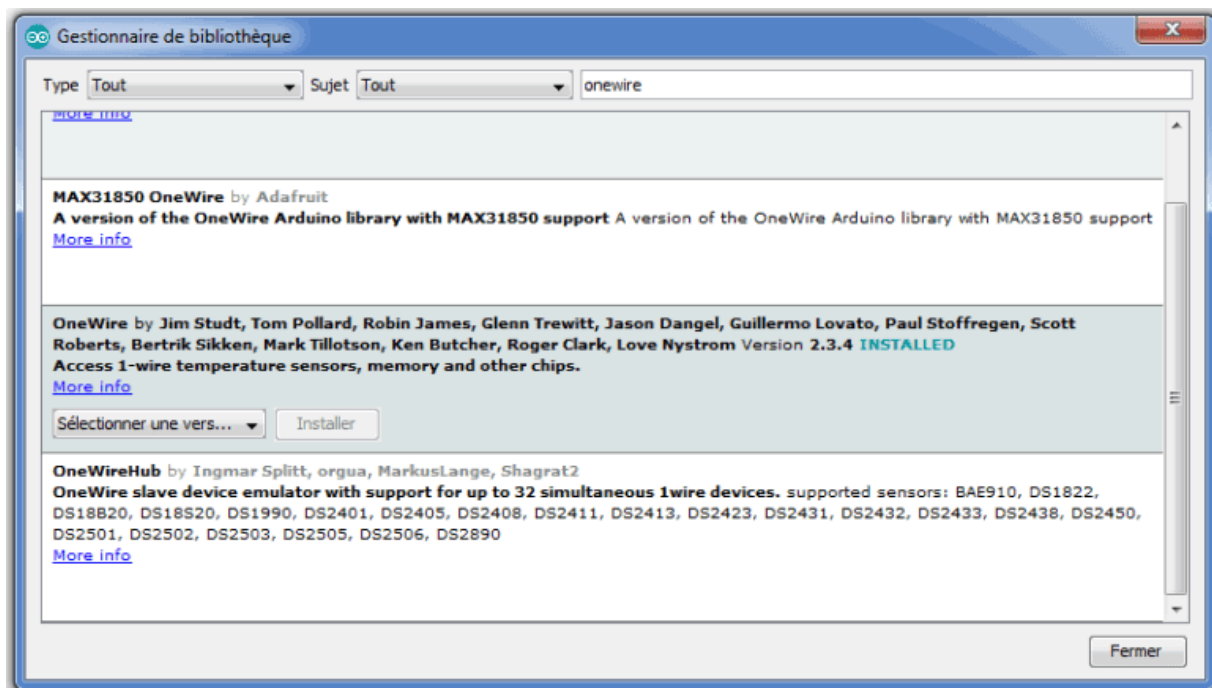


Figure 10 : Capture d'écran du gestionnaire de bibliothèque de l'IDE

Source : <https://www.devotics.fr/apprendre-a-construire-son-premier-objet-connecte>

Enfin nous pouvons passer au code.

ALGORITHME

1. Déclaration des librairies et des constantes
2. Initialisation des fonctions :
 - OneWire : cette fonction nous permet d'utiliser une broche pour la communication série ;
 - Sensor : cette fonction nous permet de lire la température.
3. Lancement du bus au démarrage du wemos (Fonction setup)
4. Lecture des données de température
5. Affichage de la température sur le port série
6. Arrêt du programme après une second.

CODE

```

1 //Importer les bibliothèques
2 #include <OneWire.h>
3 #include <DallasTemperature.h>
4 /*
5     Définition d'une constante représentant le pin sur la carte.
```

```

6      On pourrait croire que la valeur devrait être 2 puisque nous utilisons
7      le pin 2 (selon le schéma de liaison) mais le Wemos suis un mapping particulier :
8      D0 -> 16;
9      D1 -> 5;
10     D2 -> 4;
11     D3 -> 0;
12     D4 -> 2;
13     D5 -> 14;
14     D6 -> 12;
15     D7 -> 13;
16     D8 -> 15;
17     RX -> 3;
18     TX -> 1;
19
20     */
21
22     #define ONE_WIRE_BUS 4
23
24
25     //Initialisation de OneWire
26     OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
27
28     //Initialisation du sensor permettant la lecture de la température
29     DallasTemperature sensors(&oneWire);
30
31     //Première fonction lancée au démarrage du Wemos
32     void setup()
33     {
34         //Définition de la vitesse de transmission de données sur le port série
35         Serial.begin(115200);
36         //Lancer le bus
37         sensors.begin();
38     }
39
40     void loop()

```

```

38 {
39     //Ecrire un log sur le port série
40     Serial.println("Demande de température");
41     //Lancer la commandes pour obtenir la température
42     sensors.requestTemperatures();
43     //Ecrire un log sur le port serie.
44     Serial.print("La température est de : ");
45
46     /*
47         Ecrire la température sur le port serie.
48         Le paramètre 0 correspond au premier capteur de température. Il est possible
49         de mettre plusieurs DS18B20 sur le même bus.
50
51         Il suffit alors de jouer avec ce paramètre pour obtenir les températures de chaque
52         capteur.
53     */
54     Serial.println(sensors.getTempCByIndex(0));
55
56     //Attendre une seconde
57     delay(1000);
58 }

```

Le code s'arrête là. Il ne reste plus qu'à lancer la compilation et d'uploader le programme dans le Wemos. Ceci se fait en cliquant sur la flèche en haut, à droite du nom du fiche source dans notre IDE. Mais il va falloir d'abord connecter grâce à une prise USB le Wemos au PC avant d'uploader.



Figure 11 : Uploader le code

Source : <https://www.devotics.fr/apprendre-a-construire-son-premier-objet-connecte>

Une fois ces tâches exécutées, notre objet pourra normalement capter la température du milieu. Pour plus de précision, il est indispensable de calibrer le capteur DS18B20, mais nous ne nous en tiendrons qu'au codage pour clore cette partie de conception de l'objet.

Le travail restant est remarquable car il nous reste encore à exploiter les températures captées et à configurer la partie Wifi du Wemos afin d'envoyer les données à un système externe. Notons qu'il est également possible d'intégrer ces valeurs à une installation domotique.

VI. DOMAINE D'APPLICATION DES OBJETS CONNECTES

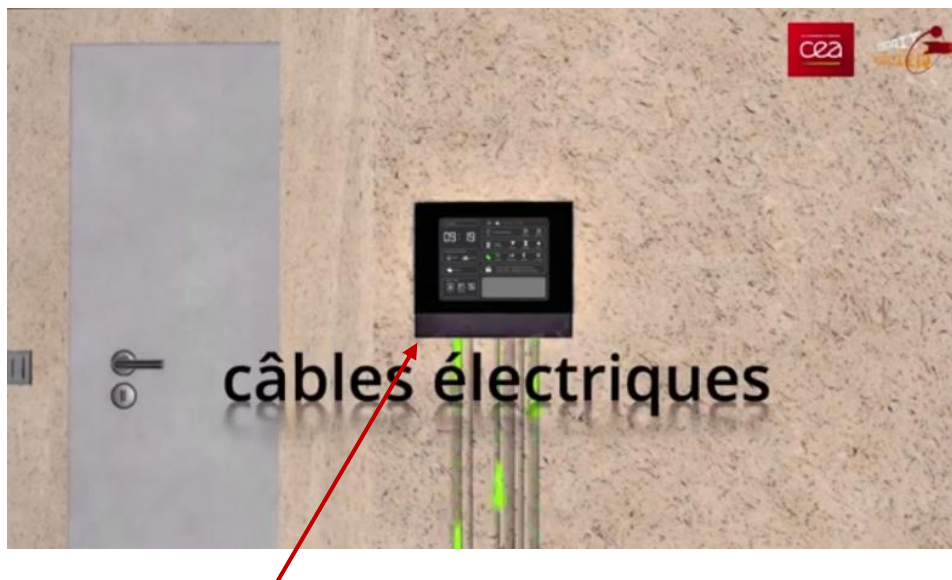
Internet des objets est applicable dans n'importe quel écosystème : dans les maisons, les établissements, les entreprises, les villes et même les pays.

CAS D'UNE MAISON INTELLIGENTE

Equipements utilisés :

- ✧ Le messager (le contrôleur ou la tablette ou encore un smartphone) ;
- ✧ Les objets (lampe, volet de la fenêtre, climatiseur, thermostat...) ;
- ✧ Les supports de transmission (câble électrique, câble téléphonique, onde radio) ;
- Cas d'une liaison filaire

Tous les objets communicants de la maison sont reliés au contrôleur (installé parfois contre un mur) par un réseau électrique. Le contrôleur permet à l'utilisateur de superviser le fonctionnement des équipements mais aussi de communiquer avec eux.



Le Messenger ou contrôleur

Source : <https://www.lespritsorcier.org/la-maison-intelligente>

Il peut s'agir de la lampe, du thermostat ou des volets des fenêtres comme le montre la figure 12.



Figure 12 : Les équipements connectés

Source : <https://www.lespritsorcier.org/la-maison-intelligente>

Par exemple le thermostat est équipé d'un capteur de température et aussi d'un capteur de présence, ce qui lui permet de régler le climatiseur en fonction du climat et de la présence ou absence d'une personne dans la pièce.

Le cas de la lampe est très simple : elle s'allume quand le capteur l'informe de la présence d'une personne dans la pièce et s'arrête dans le cas contraire. Elle peut aussi augmenter sa luminosité et changer éventuellement sa couleur d'éclairage : cette fonctionnalité est l'invention de GOOGLE.



Absence d'une personne (pas d'éclairage)



Présence d'une personne (éclairage)



Lumière en couleur blanche atténuée



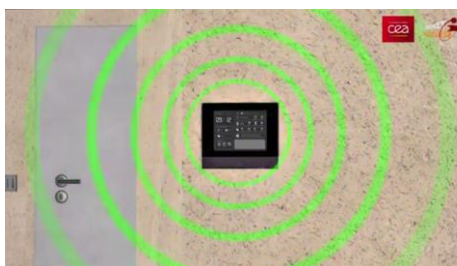
éclairage changer en magenta grâce à GOOGLE.

Source : <https://www.lespritsorcier.org/la-maison-intelligente>

Il existe beaucoup d'autre exemples illustratifs mais nous ne nous limiterons qu'à ceux-ci.

- Cas d'une liaison sans fil

Le principe reste le même, sauf dans ce cas les objets se communiquent grâce aux ondes radio. Ils utilisent le même moyen pour accéder à internet.



Le contrôleur communiquant par onde radio



Le thermostat envoie son rapport par wifi

Source : <https://www.lespritsorcier.org/la-maison-intelligente>

VII. CONSEQUENCES

1. CONSEQUENCES SANITAIRES

D'un point de vue technique, on ne peut mentionner aucune conséquence de l'utilisation des Objets connectés. Mais le débat reste tendu entre les espères en télécommunications et le corps sanitaire. Ces dernières se plaignent du fait que les technologies utilisées par l'internet des objets (la 4G et la 5G) utilisent des ondes millimétriques qui sont nuisibles à la santé humaine d'après leurs remarques. La gamme de fréquence pour la 4G est de 800 à 2600 MHz selon les pays et celle de la 5G est de 24,25 à 27,5 GHz ou 3,4 à 3,8 GHz selon les pays. Tous ces spectres fréquentiels détruit d'une manière ou d'une autre l'organisme humain.

Il n'y a pas une liste exacte des maladies causées par les ondes millimétriques, néanmoins leurs effets indésirables sur l'Homme reste visible. Des articles sur la santé humaine montre que ces ondes pourraient être à l'origine des troubles cardiovasculaires, des troubles des hémoglobines, cancer, infertilité etc. D'autres preuves montrent que les personnes qui habitent à proximité des objets rayonnants présentent divers symptômes (migraines, nausée, trouble de sommeil, de la concentration, ...), qui montrent leurs allergies face à ces ondes.

2. CONSEQUENCES SUR LA SECURITE DES DONNEES PRIVES

Le fait que les objets communiquent de manière autonome des informations sur internet, présente un risque élevé sur la vie privée des usagers. Les objets peuvent fournir des informations sensibles à la sécurité d'une personne : exemple d'une lunette connectée qui peut fournir les informations sur l'identité (nom, prénom, adresses, fonction, ...) d'une personne s'il possède un compte (Gmail, Facebook ou autre).

La montre connectée quant à elle, peut également mettre à la disposition des pirates des informations relatives à la santé, les activités ou même la position en temps réel de l'utilisateur. Par le biais des smart house (maison intelligent), les hackers peuvent avoir des informations relatives aux activités d'une famille, chose qui peut faciliter un cambriolage...

A cause de l'évolution de la technologie, les risques potentiels présentés par les objets connectés sont nombreux. Cela ne veut pas dire que l'utilisation des objets connectés est dangereuse, simplement qu'il faut être averti et que ce ne sont pas des objets anodins. C'est leur capacité à nous connaître qui en fait des assistants au quotidien, mais entre de mauvaises mains, ils peuvent nuire.

CONCLUSION

On parle d'objets connectés pour définir des types d'objets dont la vocation première n'est pas d'être des périphériques informatiques ni des interfaces d'accès au web, mais auxquels l'ajout d'une connexion internet a permis d'apporter une valeur supplémentaire en termes de fonctionnalité, d'information, d'interaction avec l'environnement ou l'utilisateur. On peut ainsi considérer qu'une imprimante n'est pas un objet connecté (bien qu'elle le soit au sens commun) dans la mesure où sa vocation première est d'être un périphérique informatique.

De façon simple, un objet connecté est un objet qui est connecté à un réseau (le plus souvent internet), capable d'envoyer des informations en temps réel et d'interagir avec son environnement. Un objet connecté a donc deux fonctions principales : **La collecte d'informations** d'une part provenant de son environnement, et **Le déclenchement d'une action** d'autre part, en fonction des informations captées et transmises.

Les applications sont variées et recouvrent de nombreux domaines : industrie, sciences, santé, etc. Cette grande évolution technologique a redéfini le mode de vie humaine et a donné naissance à une intelligence artificielle. Les objets pouvant s'adapter et réagir tout seuls en fonction des contraintes du milieu dans lequel ils se trouvent, permettent ainsi d'améliorer de manière exponentielle les activités de l'Homme (sur le plan du confort, de la sécurité, de la santé, ...). Néanmoins, leurs caractères destructifs ne restent pas inaperçus.

WEBOGRAPHIE

- <https://www.commentcamarche.net/contents/107-fonctionnement-du-bluetooth>
(consulté le 08 octobre 2020)
- <https://www.youtube.com>
(consulté tout au long de la rédaction en octobre, novembre et décembre 2020)
- <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/LoRaWAN>
(consulté le 02 décembre 2020)
- <https://devotics.fr/mon-objet-connecte-et-home-assistant>
(consulté le 09 novembre 2020)
- <https://www.connectwave.fr/techno-appli-iot/iot/les-reseaux-iot>
(consulté le 29 octobre 2020)
- <https://www.1min30.com/dictionnaire-du-web/objet-connecte>
(consulté le 08 octobre 2020)
- <https://www.objetconnecte.net/histoire-definitions-objet-connecte/amp>
(consulté le 08 octobre 2020)
- <https://www.lespritsorcier.org>
(consulté tout au long de la rédaction en octobre, novembre et décembre 2020)