



**ÉCOLE UNIVERSITAIRE  
DE PHYSIQUE ET D'INGÉNIERIE**  
Université Clermont Auvergne

- STAYLAZY -

# Document technique

Réalisé par :

- Amir Amami
- Sarah Aouiche
- Manel Boukli
- Lillian Bret
- Nimase Lesaint
- Hubert Villeneuve

## Table des matières :

1.1 Premiers pas vers le monde de la domotique.....	4
1.2 La domotique et les objets connectés.....	4
2. Théorie.....	5
2.1 Moteur.....	5
2.2 ESP .....	7
2.3 Wireless : .....	8
2.4 Raspberry : .....	10
2.5 Capteur de lumière.....	11
2.6 Servomoteur : .....	12
2.7 Détecteur de présence .....	16
2.8 Capteur de température et d'humidité DHT11 .....	20

## 1. Introduction

Ces dernières années, les expressions **Internet des Objets**, **objet connecté** et **domotique** sont très à la mode. Mais est-ce que tout le monde comprend réellement ces notions ou ils en ont seulement « entendu parler » ? Dans ce qui va suivre, nous allons nous intéresser précisément à la domotique.

Selon le dictionnaire, la domotique est « l'ensemble des techniques visant à intégrer à l'habitat tous les automatismes en matière de sécurité, de gestion de l'énergie, de communication, etc. ». Pour faire plus simple, la domotique est tout ce qui va concerner l'automatisation, la supervision et le contrôle à distance d'un habitat dans le but de le rendre plus **intelligent**. Ces techniques font appel à l'informatique et les objets connectés.

La domotique est utilisée précisément pour améliorer le confort, surtout pour les personnes avec des handicaps. Cela permet de gérer l'énergie, de mesurer les consommations, d'améliorer la sécurité des bâtiments et aussi de commander à distance des dispositifs de bâtiments.

La photo ci-contre est un exemple simple qui illustre la notion de la domotique. Ça centralise le contrôle de plusieurs fonctionnalités de la maison comme la lumière, la température, verrouillage des portes, etc. On voit que la domotique est fondée sur la mise en communication de plusieurs récepteurs (qu'on appelle capteurs) via une centrale domotique (qui peut être une tablette comme sur la photo). Ce type de connexion est référencé par le terme *Wireless* dans l'industrie car le montage et la centrale ne sont pas câblés directement. C'est plus pratique sinon on serait obligé de toujours démonter les appareils.



Figure provenant de l'attribution " optimisation Wi-fi ",  
<https://www.hali-it.de/Leistunge>

Pour mieux illustrer ça, on présente la vidéo suivante réalisée par l'entreprise VITEOS SA qui explique ce qu'est la domotique.



## 1.1 Premiers pas vers le monde de la domotique

D'après ce qu'on a dit auparavant, on peut constater qu'une maison domotique nécessite 3 éléments : ***une centrale de commande, des capteurs / actionneurs et un système qui permet de relier les deux :***

**La centrale** est l'élément principal du système domotique, pour faire une analogie simpliste avec le corps humain, on pourrait parler du cerveau. Cet élément est un petit ordinateur qui comprend toute la logique nécessaire pour interagir avec l'utilisateur, et pour piloter les différents éléments présents dans le système domotique. C'est ce composant qui servira généralement à interagir avec le système, soit directement via un clavier ou un écran incorporé, soit indirectement via un appareil déporté comme une télécommande, ou carrément via une interface web et un smartphone, une tablette ou un ordinateur.

**Les capteurs et actionneurs** présents sur le réseau, pour suivre l'analogie précédente, peuvent être comparés aux muscles et aux organes des sens du corps humain. Tout comme les yeux ou les oreilles, leur rôle est de permettre au système domotique d'interagir avec l'environnement dans lequel il est situé : relever des stores, mesurer la température, détecter la présence d'une personne, etc.

Enfin, tous ces éléments ont besoin de **communiquer** entre eux. Pour reprendre une fois de plus la comparaison avec l'humain, le protocole de communication est la langue employée par l'appareil. Différentes solutions existent pour arriver à ce résultat. La première consiste à utiliser un câblage dédié. Cette solution est la plus onéreuse et la plus compliquée à mettre en œuvre. Mais, elle est la plus efficace, car aucun élément extérieur ne peut venir perturber les communications. Du point de vue sécurité, c'est également la meilleure solution, puisque cela rend les communications entre les différents éléments difficiles à intercepter ou à perturber. Malheureusement, cette solution n'est pas toujours utilisable. Enfin, une dernière méthode consiste à employer des communications par ondes radio, ce qui évite d'utiliser un réseau existant, mais présente des limitations similaires au CPL : risque de brouillage ou d'interférences entre différents systèmes employant les mêmes gammes de fréquences, et possibilité d'intercepter les communications ou de les perturber.

## 1.2 La domotique et les objets connectés

Afin d'améliorer les limitations causées par les différents protocoles de communication abordés auparavant, il existe maintenant des solutions qui se bornent généralement à des solutions packagées par les constructeurs. Cependant, l'engouement actuel du public pour les objets connectés et pour les smartphones pourrait grandement pousser vers l'adoption de standards permettant d'assembler des installations sur mesure selon une logique similaire à celle poussant actuellement au rapprochement de la télévision, de l'internet et des communications.

Il serait ainsi aisé de faire transmettre les informations collectées sur l'utilisateur par son smartphone, les capteurs situés sur les vêtements, etc. à la centrale domotique de l'habitation. En se basant sur le rythme cardiaque et respiratoire des personnes présentes dans une des pièces de la maison, il est relativement aisé de déterminer si elles dorment. Partant de là, la centrale domotique peut prendre d'elle-même la décision de réduire la température de la pièce et de fermer les volets roulants. Cet exemple basique peut aisément s'enrichir, mais on peut rencontrer deux problèmes majeurs : Le premier est le fait de la complexité et de la richesse des informations collectées. Le second est plus insidieux : il s'agit de la protection de la vie privée. En effet, plus la collecte d'informations est grande, plus il est possible de « profiler » une personne.

## 2. Théorie

Cette section a pour but d'expliquer les différents composants utilisés dans l'atelier de domotique StayLazy. Pour chacun, on décrira son utilité, son fonctionnement, sa composition et un exemple d'atelier réalisable dans le cadre de la formation.

### 2.1 Moteur

#### 2.1.1 C'est quoi ?

Un moteur électrique est un dispositif électromécanique fondé sur l'électromagnétisme permettant la conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique. Ce processus est réversible et peut servir à produire de l'électricité.

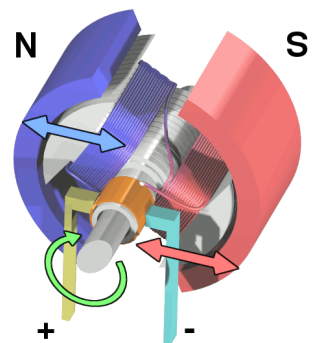
#### 2.1.2 A quoi ça sert ?

Ça sert à créer un mouvement rotatif ou transformé en mouvement linéaire lorsqu'il est associé à d'autres composants.

#### 2.1.3 Comment ça fonctionne ?

Comme toutes les machines tournantes, les machines électriques à courant continu sont constituées d'un stator et d'un rotor. Le stator crée une magnétisation fixe à l'aide d'enroulements (inducteur) ou d'aimants permanents. Le rotor est constitué d'un ensemble de bobines reliées à un collecteur rotatif. Le collecteur rotatif permet la magnétisation du rotor lorsque celui-ci tourne. Ce décalage provoque un couple selon la loi du flux maximum (un pôle nord attire un pôle sud), provoquant ainsi la rotation du rotor.

L'avantage principal des machines à courant continu réside dans leur adaptation simple aux moyens permettant de régler ou de faire varier leur vitesse, leur couple et leur sens de rotation. Voire leur raccordement direct à la source d'énergie : batteries d'accumulateurs, piles, etc.



#### 2.1.4 De quoi est-ce composé ?



STATOR



ROTOR



ROULEMENTS



SOURCE D'ELECTRICITE

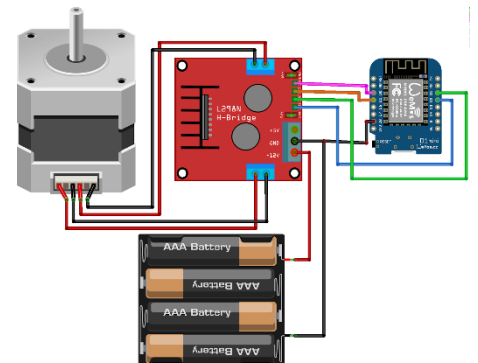
### 2.1.5 Exemple d'atelier

Matériel :

Piles, microcontrôleur, Esp8266, moteur, L298N (Pont en H), ordinateur(code)

Commencer par réaliser le branchement indiqué sur le schéma, ensuite téléverser le code fourni dans le doc (expliquer les grandes lignes du code)

Laisser modifier certaines valeurs aux participants pour faire tourner le moteur dans un sens puis dans l'autre et pourquoi pas faire changer la vitesse de rotation du moteur.



### 2.1.6 Résumé

Il existe deux grandes catégories de moteur le moteur DC par exemple un démarreur alimenté par une batterie de voiture très utilisé dans les véhicules et ensuite le moteur AC alimenté par le réseau EDF par exemple un moteur de machine à laver cette catégorie de moteur est très utilisé dans le domaine industriel. Les moteurs électriques

Cet atelier a pour but de comprendre les bases de fonctionnement du moteur électrique. L'atelier va débiter par le cours théorique et ensuite un petit atelier pratique à l'aide d'un microcontrôleur Raspberry qui a pour but de faire fonctionner le moteur à différentes vitesses et dans différents sens et pourquoi pas organiser une course de petite voiture.

### 2.1.7 Référence :

[https://1.bp.blogspot.com/-q6pbUqZVOD4/XUSIhNWFVYI/AAAAAAAAAH\\_Q/soMy3kd\\_A54-LxphgkyM8S5lwZtJko13QCLcBGAs/s1600/circuit%2Bwemos%2Bpas%2B%25C3%25A0%2Bpas.png](https://1.bp.blogspot.com/-q6pbUqZVOD4/XUSIhNWFVYI/AAAAAAAAAH_Q/soMy3kd_A54-LxphgkyM8S5lwZtJko13QCLcBGAs/s1600/circuit%2Bwemos%2Bpas%2B%25C3%25A0%2Bpas.png)

[http://www.fiches-auto.fr/articles-auto/fonctions/images.php?img\\_url=http://www.fiches-auto.fr/images/illustrations\\_definitions/109-roulement-a-billes.jpg&largeur=600](http://www.fiches-auto.fr/articles-auto/fonctions/images.php?img_url=http://www.fiches-auto.fr/images/illustrations_definitions/109-roulement-a-billes.jpg&largeur=600)

<https://www.sumidelec.com/images/corrente-electrica-sumidelec.jpg>

[https://i.ytimg.com/vi/cQq\\_xwSuqMQ/hqdefault.jpg](https://i.ytimg.com/vi/cQq_xwSuqMQ/hqdefault.jpg)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electric\\_motor.gif?uselang=fr](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electric_motor.gif?uselang=fr)

[https://shop.e-road.fr/3695-large\\_default/moteur-electrique-1000w-pour-trottinette-electrique.jpg](https://shop.e-road.fr/3695-large_default/moteur-electrique-1000w-pour-trottinette-electrique.jpg)

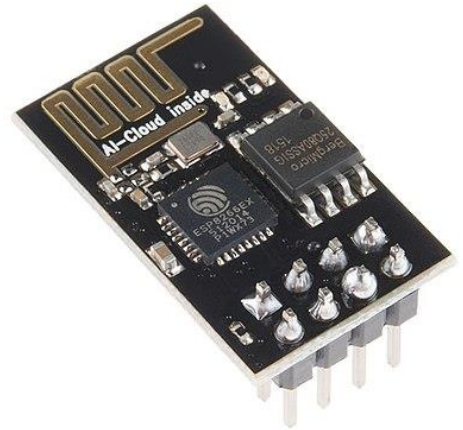
## 2.2 ESP

### 2.2.1 C'est quoi ?

L'ESP est un circuit intégré à microcontrôleur avec connexion Wi-Fi.

### 2.2.2 A quoi ça sert ?

Il permet de connecter un microcontrôleur ou des capteurs à un réseau Wi-Fi ce qui permet de contrôler à distance.



### 2.2.3 Comment ça fonctionne ?

Exemple pour le ESP8266 :

La carte NodeMCU ESP8266 développée par le fabricant chinois : Espressif contient un module ESP-12E contenant un microprocesseur 32bits. Il intègre un émetteur-récepteur WiFi ce qui lui permet de se connecter à des réseaux existants ou bien de mettre en place son propre réseau.

Le réseau WiFi est un réseau Radio qui travaille sur les fréquences 2,45 GHz et 5 GHz

Il est nécessaire d'avoir un composant Ethernet ou Wifi intégré ou ajouter au microcontrôleur pour avoir la capacité de communiquer sur le réseau. Le module ESP-12E possède une interface Wifi. Il ne nécessite donc pas de composant supplémentaire pour se connecter à internet.

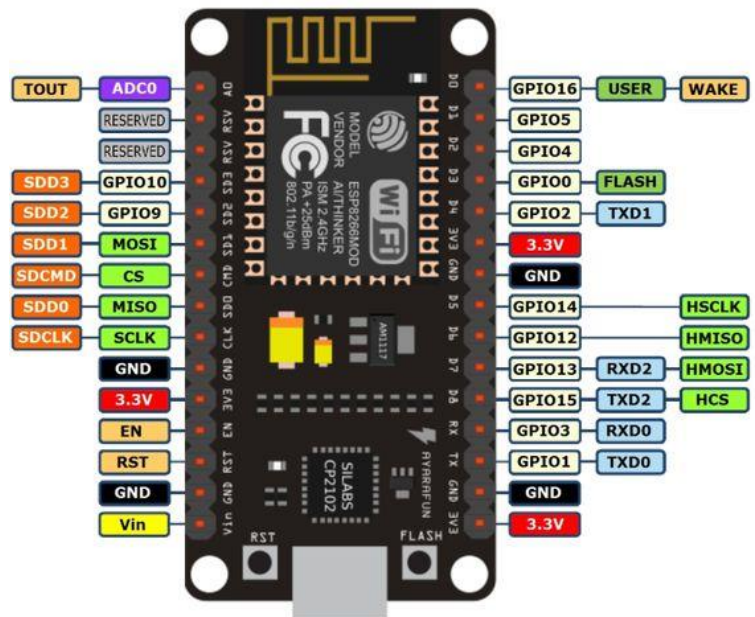
### 2.2.4 De quoi est-ce que c'est composé ?

Le microcontrôleur possède une entrée analogique et 16 GPIO (11 Digital I/O) disponibles sur les broches de la carte de développement. Sur les 25 broches :

1 entrée analogique

4 sorties PWM

Certaines sont réservées pour les protocoles de communication série (SPI, I2C, Serial).



### 2.2.5 Exemple d'atelier :

Voir pour TP Labview : contrôle T° (capteur temp+rad), ouverture/fermeture volet (moteur, capteur de lumière), ventilation (capteur humidité moteur)

### 2.5.6 Référence :

<https://www.cdiscount.com/pdt2/5/9/0/1/550x550/auc6232683967590/rw/version-amelioree-esp-01-esp8266-module-wifi-sans.jpg>

[https://miro.medium.com/max/1000/1\\*m4XcntOAEadZ7B-m-tZjg.png](https://miro.medium.com/max/1000/1*m4XcntOAEadZ7B-m-tZjg.png)

## 2.3 Wireless :

### 2.3.1 Fonctionnement :

Comme mentionné dans le paragraphe précédent, l'ESP sera chargé d'envoyer les informations récupérées des capteurs au Raspberry afin de les afficher sur une interface ou sur une application sur un smartphone, et de commander des moteurs suivant une commande de ce dernier. Il faut donc utiliser un protocole de communication afin d'établir une Communication entre ces deux périphériques, rôle parfaitement assumé par le MQTT.

MQTT est un protocole de transport de messagerie léger basé sur la messagerie de publication/abonnement et fonctionne au-dessus du TCP/IP. Il est basé sur des sujets hiérarchiques, les clients (Publishers) peuvent publier des messages sur des sujets spécifiques, et les clients peuvent recevoir des messages publiés qui correspondent à leurs besoins/filtres. Les sujets MQTT sont des chaînes UTF-8 composées d'un ou plusieurs niveaux de sujets séparés par des barres obliques "/", ce qui crée une hiérarchie d'informations pour organiser les sujets.

Comme mentionné, MQTT est basé sur un modèle de publication/abonnement. Par conséquent, un gestionnaire de messages (Broker), souvent appelé serveur, est nécessaire pour gérer la connexion entre l'éditeur et l'abonné.

Au total, il y a 3 parties différentes qui interagissent différemment dans une interaction MQTT :

- ▶ L'éditeur (Publisher) :

L'éditeur envoie des informations au Broker.

- ▶ L'abonné (Subscriber) :

L'abonné reçoit des informations du Broker.

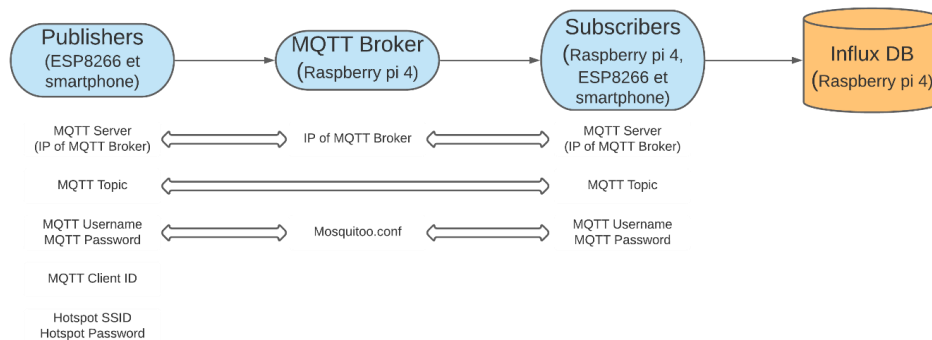
- ▶ Le gestionnaire de messages (Broker) :

Le gestionnaire de messages se charge de transmettre les données aux abonnés, il peut également être éditeur ou abonné en même temps.

Le broker sauvegarde toujours le dernier message de chaque sujet, même s'il n'y a pas d'abonné pour ce sujet. Par conséquent, si un nouveau client s'abonne à un sujet, l'abonné recevra le dernier message au lieu d'attendre la prochaine fois qu'un éditeur envoie des données au gestionnaire de message.



Il existe différents types de gestionnaire de messages. On peut distinguer les brokers auto-hébergés comme Mosquitto ou HiveMQ et les brokers basés sur le cloud comme IBM ou Microsoft (Azure). Vu la nature de notre projet, on a utilisé le gestionnaire de message **Mosquitto** qui est auto-hébergé.



Comme il est spécifié dans la figure 5, il y a trois parties différentes qui interagissent différemment dans notre interaction MQTT :

- L'éditeur (Publisher) :

L'éditeur envoie des informations au Broker. Dans notre cas, L'ESP8266 et le smartphone sont les éditeurs, car ils envoient des informations et des commandes. L'un des avantages du protocole MQTT est que l'éditeur n'a pas besoin d'informations sur les abonnés en termes de quantité et de connexion.

- L'abonné (Subscriber) :

L'abonné reçoit des informations du Broker. Dans notre cas, Le Raspberry et le smartphone reçoivent les données transmises par l'ESP8266 et affichent ces données sur une interface. L'ESP8266 à son tour reçoit les commandes prévenant du smartphone. Comme l'éditeur, l'abonné n'a pas besoin d'informations sur la connexion de l'éditeur.

- Le gestionnaire de message (Broker) :

Le gestionnaire de messages se charge de transmettre les données aux abonnés, il peut également être éditeur ou abonné en même temps. Dans notre projet, on utilise le Raspberry Pi comme serveur, qui est en même temps abonné à tous les éditeurs pour afficher les informations transmises par ces derniers sur l'interface associée au chauffeur.

Le broker sauvegarde toujours le dernier message de chaque sujet, même s'il n'y a pas d'abonné pour ce sujet. Par conséquent, si un nouveau client s'abonne à un sujet, l'abonné recevra le dernier message au lieu d'attendre la prochaine fois qu'un éditeur envoie des données au gestionnaire de message.

Il existe différents types de gestionnaire de messages. On peut distinguer les brokers auto-hébergés comme Mosquitto ou HiveMQ et les brokers basés sur le cloud comme IBM ou Microsoft (Azure). Vu la nature de notre projet, on a utilisé le gestionnaire de message **Mosquitto** qui est auto-hébergé.

Après que ces données sont envoyées à l'abonné, un algorithme se charge de les stocker dans la base de données InfluxDB.

## 2.4 Raspberry :

Pour le bon fonctionnement de la plateforme, il est indispensable d'avoir une bonne base, dans notre cas, la base de la plateforme est le nano-ordinateur. Ce nano-ordinateur se charge principalement d'établir une connexion sans fil entre les différents éléments de la plateforme.

Le nano-ordinateur qu'on a choisi est le Raspberry Pi, c'est un ordinateur peu coûteux, de petite taille, qui se branche sur un écran d'ordinateur ou un téléviseur et utilise un clavier et une souris standard. C'est un petit appareil performant qui permet aux personnes de tous âges d'explorer l'informatique et d'apprendre à programmer dans des langages comme Scratch et Python. Il est capable de faire tout ce que vous attendez d'un ordinateur de bureau, de la navigation sur Internet à la lecture de vidéos haute définition, en passant par la création de feuilles de calcul, le traitement de texte et les jeux.

De plus, le Raspberry Pi a la capacité d'interagir avec le monde extérieur et a été utilisé dans un large éventail de projets. Il a été repris par les industries du développement et du piratage et a été le dispositif central de projets dont personne n'aurait rêvé lors de son développement.

On a utilisé le Raspberry pi d'abord parce que c'est un outil très puissant équipé d'une carte WiFi et parce qu'on voulait introduire ces appareils aux participants afin qu'ils puissent l'exploiter dans des futurs projets.

### 2.4.1 Spécifications du Raspberry :

*Tableau 1. Raspberry pi 4*

Raspberry pi 4	
Processeur	Quad-core 64-bit ARM Cortex-A72 CPU @ 1.5 GHz.
Mémoire RAM	Quatre versions : 1 GB, 2 GB, 4 GB, and 8 GB LPDDR4-2400 SDRAM
GPU	Broadcom VideoCore VI (32-bit)
Stockage	Jusqu'à 128GB
Bluetooth	Intégré
WIFI	Intégré
Prix	Version 4 GB pour 55\$

## 2.5 Capteur de lumière

### 2.5.1 C'est quoi ?

Un capteur de lumière réagit en fonction de la lumière ambiante. On peut trouver différents types, soit les photorésistances où l'intensité lumineuse fait varier leur résistance électrique ou les photodiodes qui génèrent des courants électriques en fonction de la lumière. Un exemple de photorésistance<sup>1</sup> :



### 2.5.2 À quoi ça sert ?

Les capteurs de lumière sont surtout utilisés pour des opérations qui dépendent de la nuit ou du jour. Les photorésistances peuvent être d'utilité sécuritaire, soit l'allumage de lampes extérieures avec la venue de la nuit. On retrouve par exemple les projecteurs de stades, phares de voitures ou même l'intensité lumineuse d'un téléphone intelligent. Les photodiodes, générant de l'électricité, sont plutôt utilisées pour alimenter des circuits ou actionner des moteurs.

### 2.5.3 Comment ça fonctionne ?

Les capteurs de lumière réagissent aux longueurs d'ondes de 400nm à 700nm, soit celles du spectre visible. Dans le cas d'une photorésistance, plus elle capte une intensité lumineuse élevée, plus sa résistance sera basse. On peut donc mesurer l'intensité lumineuse à partir de ce composant s'il est traversé par un courant électrique. Une photodiode génère un courant électrique lorsqu'elle est frappée par des particules de lumière par effet photovoltaïque.

### 2.5.4 De quoi est-ce composé ?

Les capteurs de lumière sont composés de matériaux semi-conducteurs. La capacité à conduire l'électricité de ces matériaux étant faible, elle peut augmenter en fonction de certains facteurs comme la luminosité, ce qui en fait des matériaux de choix pour les capteurs de lumière. Le cadmium compose les photorésistances tandis que les photodiodes sont plutôt composées de silicium ou germanium.

### 2.5.5 Exemple d'atelier

Photorésistance : installée face à une lumière extérieure (fenêtre), elle pourrait être reliée à une lumière dans la chambre qui s'allumerait avec la tombée de la nuit.

Photodiode : on peut l'utiliser pour actionner un moteur lorsqu'il fait jour.

### 2.5.6 Référence

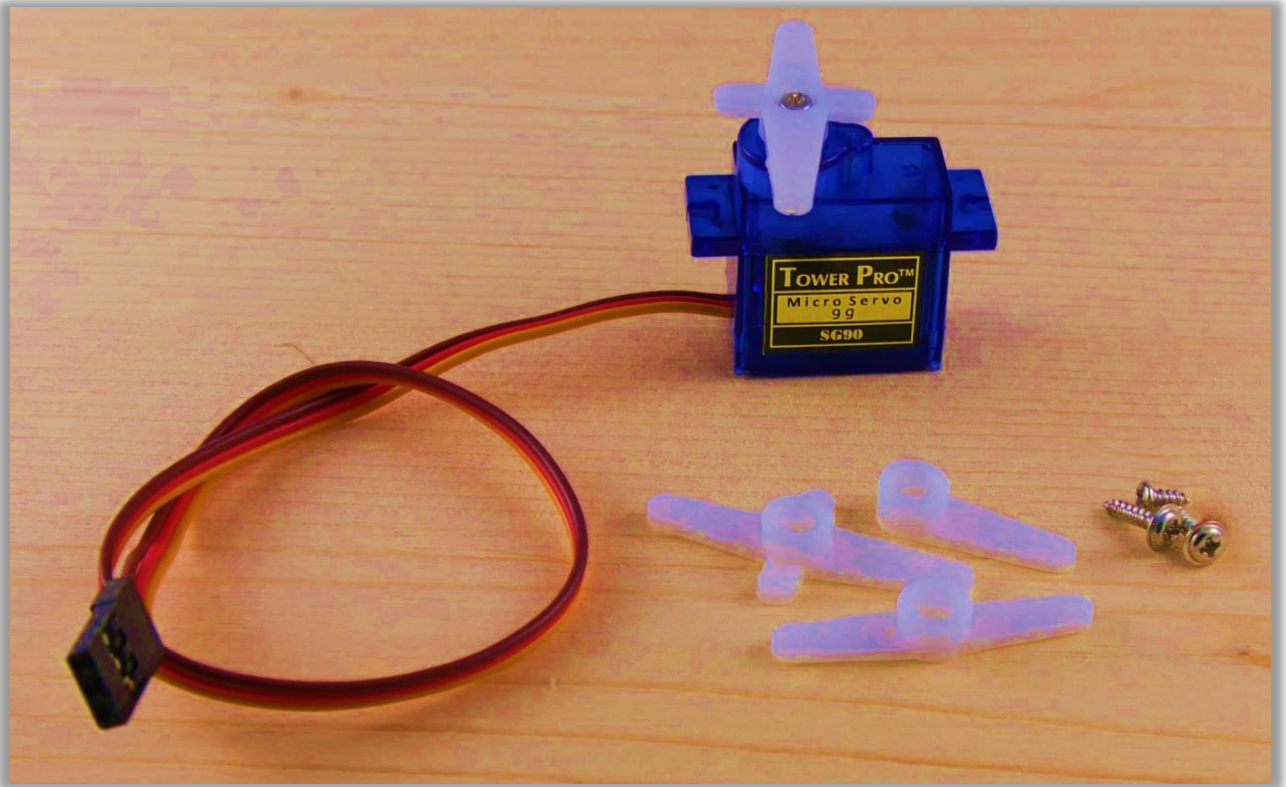
<https://www.digikey.fr/fr/products/detail/adafruit-industries-llc/161/7244927>

---

## 2.6 Servomoteur :

### 2.6.1 C'est quoi ?

Les servomoteurs sont des moteurs un peu particuliers, qui peuvent tourner avec une liberté d'environ 180° et garder de manière relativement précise l'angle de rotation que l'on souhaite obtenir. Le terme «servomoteur» signifie qu'il s'agit d'un moteur asservi<sup>2</sup>, obéissant à une commande externe.



*Figure 1 : Servomoteur chinois "9 grammes"*

<https://www.carnetdumaker.net/images/photographie-servomoteur-chinois-9-grammes/>

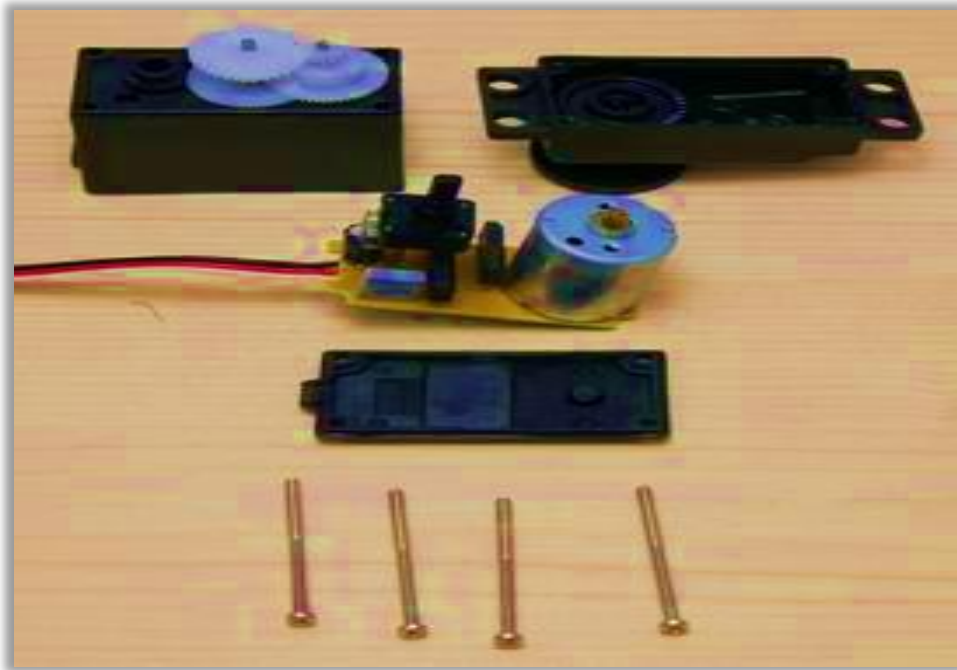
### 2.6.2 De quoi est-ce composé ?

Un servomoteur est un ensemble complet de mécanique et d'électronique, qui contient :

- un moteur à courant continu (CC) souvent de petite taille ;
- une carte électronique d'asservissement ;
- un réducteur de vitesse ;
- un potentiomètre, pour contrôler la position de l'axe du moteur ;
- un axe dépassant hors du boîtier avec différents bras ou roues de fixation.

---

<sup>2</sup> Un asservissement est un système dont l'objet principal est d'atteindre le plus rapidement possible sa valeur de consigne et de la maintenir, quelles que soient les perturbations externes. Le principe général est de comparer la consigne et l'état du système de manière à le corriger efficacement et c'est ce que fait le servomoteur.



*Figure 2 : Vue éclatée d'un servomoteur*

<https://www.carnetdumaker.net/images/vue-eclatee-dun-servomoteur/>

### 2.6.3 Comment ça fonctionne ?

Le fonctionnement interne d'un servomoteur est assez basique. Un petit circuit électronique permet de contrôler un moteur à courant continu en fonction de la position d'un potentiomètre intégré au servomoteur. La sortie du moteur à courant continu est reliée mécaniquement à une série d'engrenages qui augmente la force (le couple) du servomoteur en réduisant la vitesse de rotation de celui-ci. Quand le moteur tourne, les engrenages s'animent, le bras bouge et entraîne avec lui le potentiomètre. Le circuit électronique ajuste continuellement la vitesse du moteur pour que le potentiomètre (et par extension le bras) reste toujours au même endroit. Il suffit de donner une consigne au servomoteur ("reste à 45°" par exemple) et le servomoteur fera son maximum pour rester au plus près de cette consigne. Cette consigne est transmise au moyen d'un signal numérique, d'une impulsion pour être précis. Pour que le servomoteur reste à une position donnée, il faut transmettre toutes les 20 millisecondes (soit à une fréquence de 50Hz) une impulsion d'une longueur comprise entre 1 et 2 millisecondes.

- Une impulsion de 1 milliseconde correspond à un angle de 0°.
- Une impulsion de 2 millisecondes correspond à un angle de 180°.
- En envoyant une impulsion d'une longueur intermédiaire, on obtient des angles différents, 90° avec une impulsion de 1.5 milliseconde par exemple.

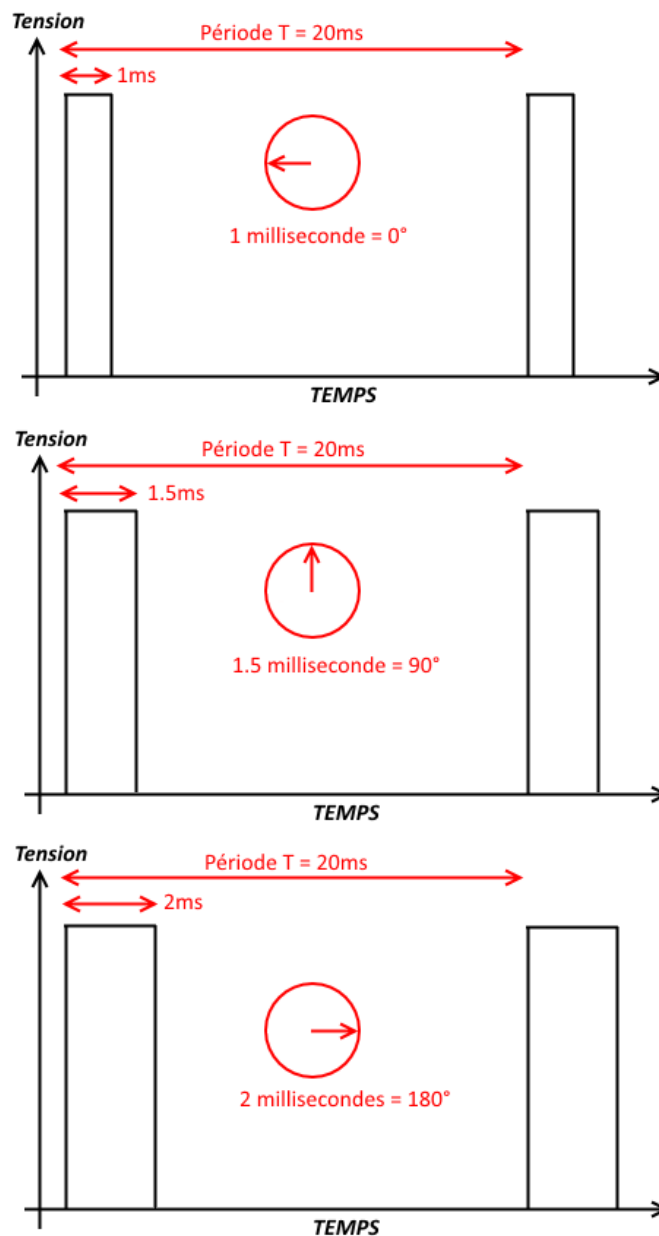


Figure 3: Illustration du signal de contrôle

<https://www.carnetdumaker.net/images/illustration-du-signal-de-contrôle-dun-servomoteur-de-modelisme/>

#### 2.6.4 Alimentation électrique d'un servomoteur ?

Il faut alimenter un servomoteur en restant dans la gamme de tension spécifiée dans la documentation du constructeur. Si la tension est trop faible, le servo ne fonctionnera pas, si la tension est trop forte, il sera détérioré. La plupart des servomoteurs fonctionnent en 5 volts, mais certains fonctionnent en 3.3 volts. Pensez à bien lire la documentation du servomoteur avant de l'utiliser.

### 2.6.5 A quoi ça sert ?

On utilise des servomoteurs couramment en modélisme pour contrôler des systèmes mécaniques (gouverne d'avion, accélérateur de moteur thermique, etc.). Les servomoteurs sont beaucoup utilisés en robotique ainsi que dans les systèmes télécommandés comme les voitures ou les avions télécommandés pour amateur et aussi en domotique -qui est l'objet de cet atelier ! - pour commander l'ouverture et la fermeture des portes, fenêtres, serrures et volets ...etc. Dans cet atelier en particulier on l'utilisera pour commander uniquement les éléments d'une chambre "pour ado si vous voulez !".

### 2.6.6 Exemples d'atelier :

- Utiliser le servomoteur en tant que serrure pour verrouiller la porte : en utilisant un capteur de présence, quand la personne soit à une distance précise de la porte le capteur va envoyer un signal au servomoteur qui va être actionné et ouvrir la porte.
- Utilisation de servomoteur pour l'ouverture/fermeture des volets quand il fait jour/nuit à l'aide de capteur de lumière.

## 2.7 Détecteur de présence

Un détecteur de présence est conçu pour mesurer et signaler une activité dans une zone de détection précise. On distingue généralement les détecteurs volumétriques, basés par exemple sur l'analyse des mouvements, et les détecteurs périmétriques, chargés de surveiller les événements qui surviennent au niveau des problèmes. Il existe donc plusieurs sortes de capteurs de présence, à sélectionner selon vos besoins : le détecteur de chocs et d'ouverture, le détecteur de passage, le capteur de mouvement ou encore le détecteur de présence extérieur. Dans cet article, découvrez les différentes catégories de capteurs de présence, et comment faire votre choix parmi les modèles.



### 2.7.1 Comment choisir son détecteur de présence ?

Pour bien choisir votre capteur de présence, il convient d'analyser tous vos besoins. Parmi les critères les plus importants lorsque l'on recherche un détecteur de présence, on peut notamment citer :

- L'angle de détection, qui correspond à l'espace couvert par le capteur de présence ;
- Le temps d'émission du signal, qui dépend en grande partie du système choisi ;
- La portée de détection, qui relève du système sélectionné ainsi que de la qualité de l'appareil ;
- Les fonctionnalités offertes par l'appareil, qui dépend avant tout de l'entreprise.

### 2.7.2 Principe de fonctionnement

Dans le jargon des professionnels, un détecteur de mouvements se différencie d'un détecteur de présence par sa grande sensibilité.

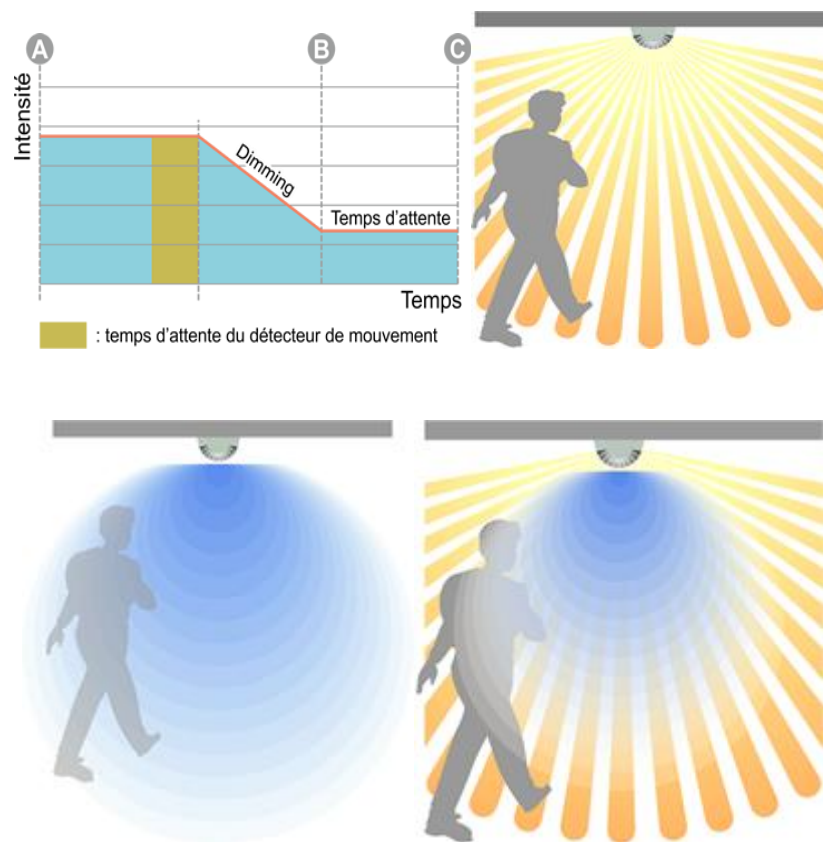
Différentes technologies existent sur le marché. La technologie à infrarouge (IR) est la plus répandue dans le domaine de l'éclairage. Cependant, quelques applications de gestion d'éclairage, comme dans les sanitaires par exemple, font appel aux technologies ultrasoniques (US), combinées IR et US ou encore sonore.

En général, l'électronique des détecteurs permet de développer des logiques de gestion de l'éclairage en détection de présence ou d'absence. En d'autres termes :

- Pour une gestion de présence, le détecteur peut travailler seul. Dès qu'une personne entre dans la zone de détection, l'éclairage est allumé. Ce principe est applicable dans les locaux où les détections sont fréquentes, mais de courte durée.
- Pour une gestion d'absence, le détecteur doit être combiné avec un système de commande volontaire (type bouton-poussoir). Une personne entrant dans un local avec accès à la lumière naturelle peut choisir d'allumer ou pas l'éclairage en fonction du niveau d'éclairement régnant dans le local. Si elle choisit d'allumer, le détecteur ne coupera l'éclairage qu'après un délai réglable d'absence de la personne. Ce principe permet, en général, de responsabiliser les occupants.
- Ces détecteurs permettent en réalité d'imaginer toute sorte de fonctionnement. Par exemple, pour des couloirs : en cas d'absence la lumière est régularisée (intensité réduite) et dès



détection de présence, l'éclairage est remis à 100%. L'extinction arrive seulement en cas d'absence plus longue.

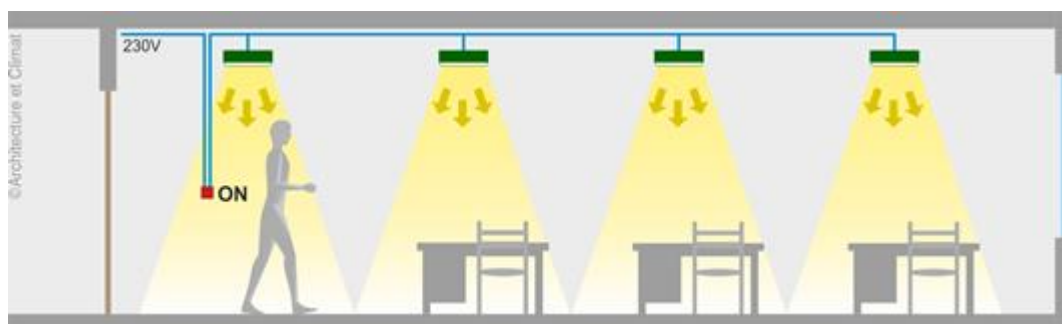


Le principe est simple :

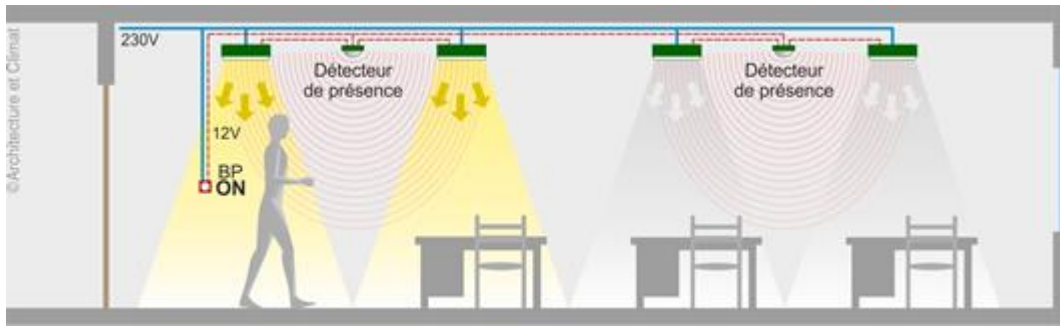
- Dans un local inoccupé, l'éclairage de confort visuel des utilisateurs est éteint.
- En période d'occupation, ce même éclairage peut être allumé en fonction d'un scénario bien précis lié principalement à l'accès du local à la lumière naturelle.

La gestion de présence en fonction de l'occupation se retrouve sous différentes formes dans les bâtiments tertiaires :

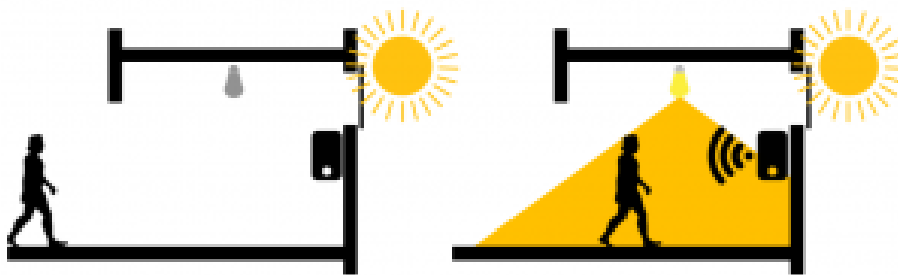
- De la plus simple, comme l'interrupteur ON/OFF à l'entrée du local.



- À la plus sophistiquée comme la gestion centralisée par adressage d'un ou de plusieurs groupes de luminaires en fonction d'une détection de présence.



Cas d'un store fermé avec détecteur de présence :



#### 2.7.4 Capteur de proximité

Le capteur de proximité FC-51 est composé d'une diode infrarouge (émetteur) et d'une photodiode (récepteur).

Suivant la distance à laquelle se trouve l'obstacle, le récepteur recevra plus ou moins de lumière infrarouge réfléchi.

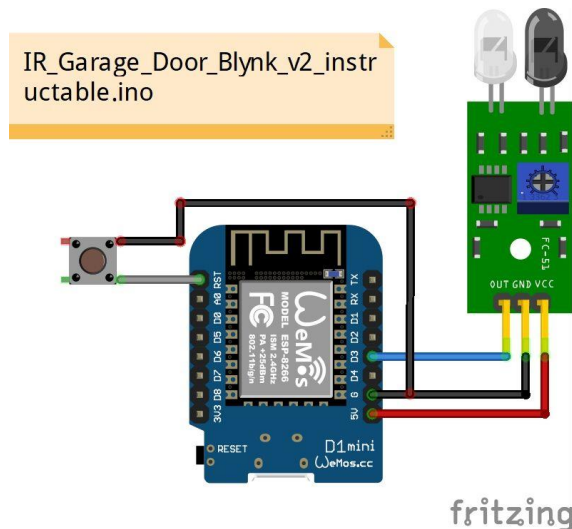
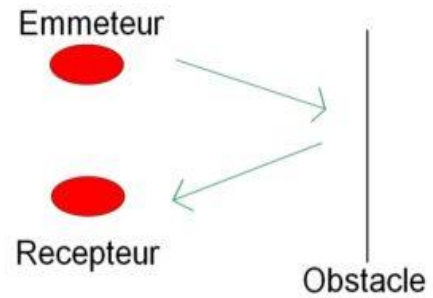


Suivant la distance à laquelle se trouve l'obstacle, le récepteur recevra plus ou moins de lumière infra-rouge réfléchi.

Caractéristiques :

- Distance de détection : de 2 à 30 cm
- Dimensions : 3.1 cm \* 1.5 cm
- Alimentation : 3.3 – 5 V.
- OUT : interface de sortie numérique de la carte (0 si détection, et 1 si aucune détection)

Il est à noter que lors du branchement, une LED verte s'allume sur le capteur si un obstacle est détecté. Celle-ci permet de savoir si votre capteur est en état de fonctionnement ou non. La distance de détection peut être ajustée à l'aide d'un potentiomètre disponible sur le capteur.



## 2.7.5 Référence :

<https://www.mysecurite.com/wp-content/uploads/2013/04/Placer-detecteurs-de-mouvement-pour-alarme.jpg>

[https://energieplus-lesite.be/wp-content/uploads/2019/03/RTEmagicC\\_tmps\\_attente\\_detecteur\\_mouvement.png.png](https://energieplus-lesite.be/wp-content/uploads/2019/03/RTEmagicC_tmps_attente_detecteur_mouvement.png.png)

[https://energieplus-lesite.be/wp-content/uploads/2019/03/detecteur\\_ir-us.png](https://energieplus-lesite.be/wp-content/uploads/2019/03/detecteur_ir-us.png)

<https://energieplus-lesite.be/wp-content/uploads/2019/03/Interr1.png>

[https://cdn.bodanuis.com/media/1/ed8100155\\_Infrarood-object-detectie-module\\_x.jpg](https://cdn.bodanuis.com/media/1/ed8100155_Infrarood-object-detectie-module_x.jpg)

[https://www.mataucarre.fr/wp-content/uploads/2017/05/capteur\\_ir-300x225.jpg](https://www.mataucarre.fr/wp-content/uploads/2017/05/capteur_ir-300x225.jpg)

<http://noveselectric.com/wp-content/uploads/2020/05/jgkhftdfcvgjfg.jpg>

## 2.8 Capteur de température et d'humidité DHT11

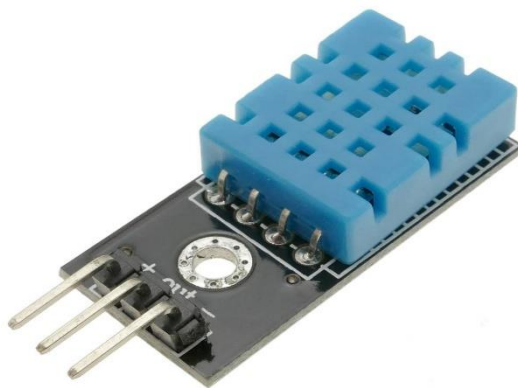
### 2.8.1 C'est quoi le capteur de température et d'humidité ?

Le capteur de température et d'humidité est un détecteur qui permet, comme son nom l'indique, de mesurer l'humidité et la température ambiante. C'est un composant qui convertit directement la température physique et les niveaux d'humidité atmosphérique en informations numériques. Dans le marché il y a de nombreux capteurs de plages de mesures et précision différentes, le plus répandu c'est le DHT11 qu'on utilisera dans cet atelier.

### 2.8.2 Qu'est-ce que DHT11 ?

Le **DHT11** est un capteur peu coûteux et populaire pour mesurer la température et l'humidité, tout en un, et il est parfait pour débiter ou pour des applications peu exigeantes en précision et vitesse de mesure. Il est capable de mesurer des températures de 0 à +50°C avec une précision de +/- 2°C et des taux d'humidité relative de 20 à 80% avec une précision de +/- 5%. Une mesure peut être réalisée toutes les secondes.

Ce capteur est assez lent et d'une précision limitée, mais c'est un capteur idéal pour réaliser vos expériences!



*Figure 4 : Capteur de température et d'humidité DHT11*

<https://cablematic.com/fr/produits/capteur-electronique-dhumidite-relative-et-de-temperature-dht11-AJ008/>

### 2.8.3 Un produit similaire !

Il existe un produit similaire à **DHT11** qui pourrait vous intéresser. Il est le **DHT22** (aussi connu sous la référence AM2302). C'est aussi un capteur de température et d'humidité intégré, il est capable de mesurer des températures de -40 à +125°C avec une précision de +/- 0.5°C et des taux d'humidité relative de 0 à 100% avec une précision de +/- 2%, par conséquent, vous pourriez être intéressé par celui-ci pour les projets où vous devez mesurer l'humidité de 0 à 100%. Une mesure peut être réalisée toutes les 500 millisecondes (soit deux fois par seconde). Par contre, il est deux fois plus cher que le **DHT11**.



Figure 5 : Capteur de température et d'humidité DHT22

<https://www.hwlibre.com/fr/dht11/>

Le DHT11 et le DHT22 sont aussi tous les deux compatibles 3.3 volts et 5 volts (le fabricant recommande cependant de toujours alimenter le capteur en 5 volts pour avoir des mesures précises). Ils ont aussi le même câblage et le même protocole de communication.

Pour résumer, voici les caractéristiques des deux capteurs sous forme de tableau comparatif :

	DHT22 / AM2302	DHT11
Humidité (relative %)	0 ~ 100 %	20 ~ 80%
Précision (humidité)	+/- 2% (+/- 5% aux extrêmes)	+/- 5%
Température	-40 ~ +150°C	0 ~ +50°C
Précision (température)	+/- 0.5°C	+/- 2°C
Fréquence mesure max	2Hz (2 mesures par seconde)	1Hz (1 mesure par seconde)
Tension d'alimentation	3 ~ 5 volts	3 ~ 5 volts
Stabilité à long terme	+/- 0.5% par an	+/- 1% par an

Figure 6 : Caractéristiques des deux capteurs DHT11 et DHT22.

<https://www.carnetdumaker.net/articles/utiliser-un-capteur-de-temperature-et-dhumidite-dht11-dht22-avec-une-carte-arduino-genuino/>

#### 2.8.4 De quoi est composé le DHT11?

Ce capteur comprend un composant de mesure d'humidité de type résistif et un composant de mesure de température NTC (passif) avec une sortie de signal numérique étalonnée (il comprend un système pour effectuer la conversion et peut être connecté directement à une entrée numérique de l'Arduino/ entrée GPIO du Raspberry Pi).

On peut trouver ce module indépendant avec quatre pins (l'une des broches est pour l'alimentation ou Vcc, l'autre pour les E/S pour transmettre des données « data », une broche NC qui ne se connecte pas et GND pour la connexion à la terre), ou inséré dans un circuit imprimé avec trois pins seulement (PCB, printed circuit board). La version PCB comporte parfois une résistance de 5 kΩ et une LED qui nous alerte du fonctionnement.

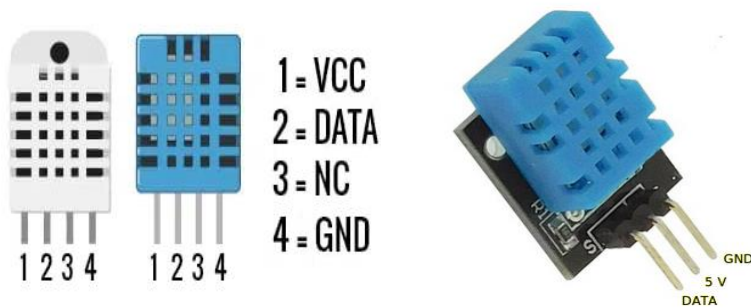


Figure 7 : Module DHT11 et brochage

<https://www.hwlibre.com/fr/dht11/>

<https://tutoduino.fr/debuter/capteur-temperature/>

<https://french.alibaba.com/product-detail/robotlinking-dht11-temperature-and-humidity-sensor-mode-with-led-and-cable-62495592753.html>

#### 2.8.5 Comment ça fonctionne le DHT11 ?

Le principe de fonctionnement du module DHT11 est basé sur la combinaison de fonctionnement des différentes parties qui le composent. La composant de mesure de température NTC (coefficient de température négatif) est une thermistance, c'est-à-dire un capteur de température passif avec une résistance qui varie en fonction de la température : elle diminue de façon uniforme lorsque la température augmente, et inversement.

Le composant de mesure d'humidité de type résistif, quant à lui, joue sur la sensibilité à l'humidité de la résistivité de certains matériaux, le chlorure de lithium par exemple. Ce dernier présente, en effet, une résistance élevée lorsqu'il est sec et une résistance faible lorsqu'il est humide. Ce type de composant ne fonctionne que sur une plage d'humidité réduite.

Concernant les données, **diffusées en numérique**. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de passer de l'analogique au numérique comme dans d'autres capteur, mais dans ce cas, ce n'est pas nécessaire et c'est beaucoup plus facile. Bien que le capteur lui-même soit analogique, il comprend un système pour effectuer la conversion et peut être connecté directement à une entrée numérique.

Le signal analogique, qui est une variation de la tension du capteur est converti au format numérique pour être envoyé au microcontrôleur Arduino / Raspberry Pi. Il est transmis en une trame de 40 bits qui correspondent aux informations d'humidité et de température capturées par le DHT11. Les deux premiers groupes de 8 bits concernent l'humidité, c'est-à-dire les 16 bits les plus significatifs de cette trame. Puis les 2 autres groupes 8 bits restants pour la température. Autrement dit, il a deux octets pour l'humidité et deux octets pour la température. Par exemple:

0011 0101 0000 0010 0001 1000 0000 0000 0011 1001

Dans ce cas, 0011 0101 0000 0010 est la valeur d'humidité et 0001 1000 0000 0000 est la température.

#### 2.8.6 A quoi ça sert le DHT11?

La mesure de la température et de l'humidité est très courante dans de nombreux projets de fabricants électroniques et également essentielle pour la surveillance de l'environnement dans et autour des équipements électroniques sensibles. Dans le bricolage, il est courant de devoir mesurer ces paramètres pour contrôler certains systèmes. Par exemple, pour pouvoir créer un système de réfrigération, d'entretien des plantes ou de climatisation qui démarre si la température ou l'humidité atteint une certaine valeur.

Cette mesure utile en matière de météorologie, mais aussi dans le secteur de l'habitat. En effet, l'humidité et la température dans une maison peut poser des problèmes. Un air trop humide, ou trop sec, chaleur ou froid, peut être source de désagréments, voire engendrer des risques sanitaires.

#### 2.8.7 Exemple d'atelier :

- Utilisation de capteur DHT11 pour réguler la température et l'aération de la chambre en utilisant un ventilateur (climatisation).
- On peut l'utiliser pour un système d'arrosage de plante en s'appuyant sur l'état de l'environnement de la plante (humidité/ température).