

## Partie2: Protocoles et standards IoT

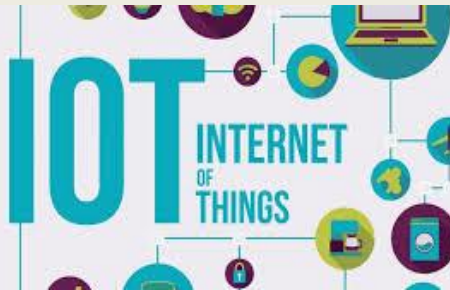
ELABORÉ PAR:



*ABIDA MOUNIR*

(TECHNOLOGUE À ISET MAHDIA)

GLSI3-A/B-2020/2021



### Les 5 étapes d'un projet IoT



Capteurs



Réseaux



Données



Informations



Application  
d'exploitation

[www.digora.com](http://www.digora.com)



# Caractéristiques des objets connectés

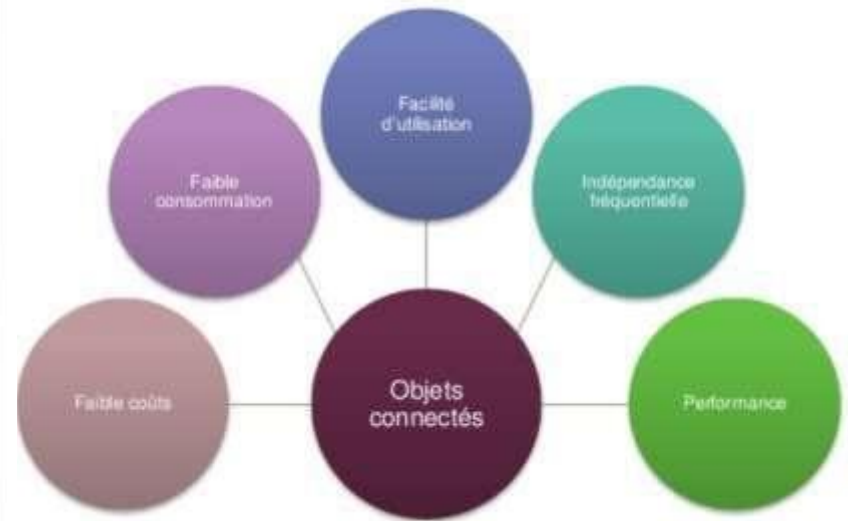
1. **Faible coût :**
  - CAPEX : limiter les coûts
  - OPEX : facture télécom allégée
2. **Faible consommation d'énergie :**

*Afin d'allonger l'espérance de vie de la batterie, réduire l'entretien, être indépendant du réseau électrique et de la localisation*
3. **Facilité d'utilisation :**

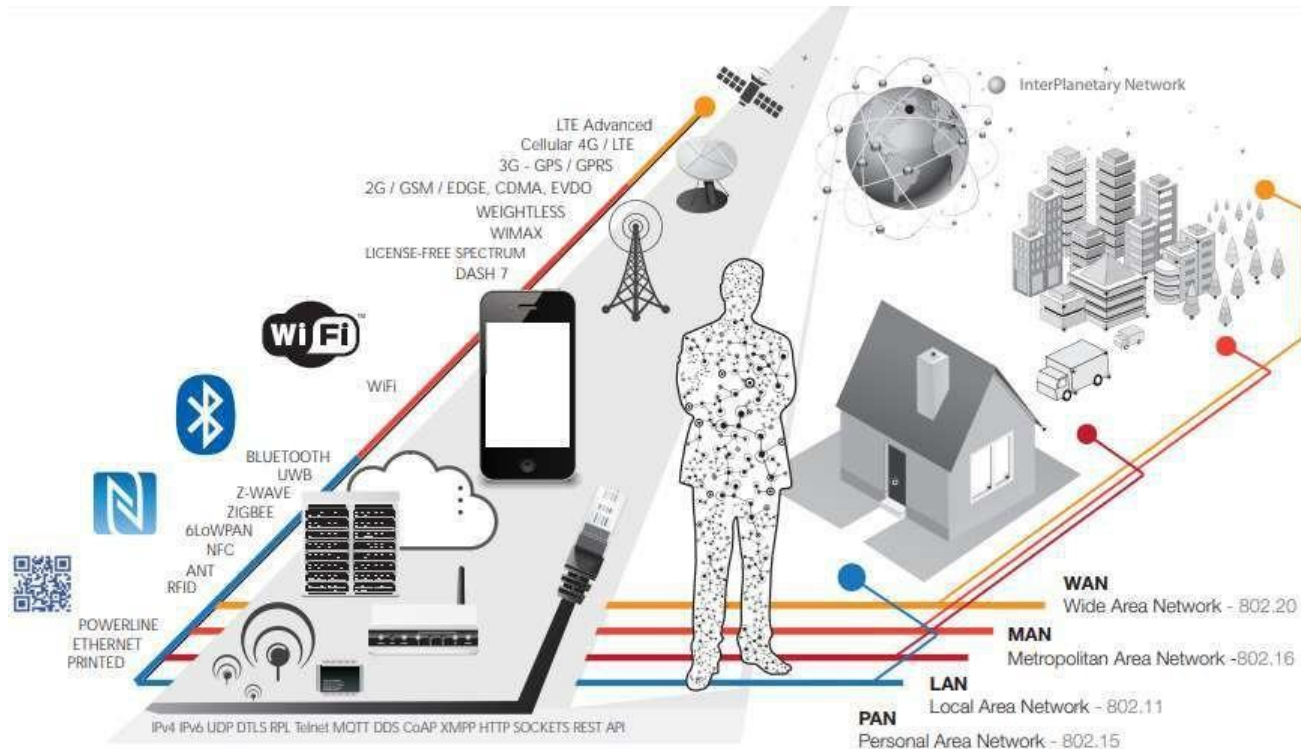
*En ce qui concerne l'intégration dans les objets mais aussi en ce qui concerne la gestion et l'intégration avec les systèmes informatiques objet*
4. **Indépendance fréquentielle :**

*Utilisation de fréquences sans licence, gratuites pour une universelle (Bandes ISM ou Lumière)*
5. **Authentification embarquée :**

*Pour éviter des frais supplémentaires (et la gestion de cartes SIMs par exemple)*
6. **Technologie performante :**
  - Longue portée
  - Authentification embarquée
  - pénétration (eau/béton)
  - Utilisation des normes de transport/réseaux (IPv6)
  - Sécurisation



# Technologies de connectivité



# Critères de communication

- Bandes de fréquences
- Débit de transfert de données : dépend de la largeur de bande passante
- Topologies
- Portée
- Puissance consommée
- Appareils contraints
- Réseaux à nœuds contraints

# Bandes de fréquence

- Choix de la bande de fréquence
- Plusieurs fréquences sont disponibles
- Chaque bande de fréquence possède ses propres qualités et contraintes

Fréquences	Propagation
433 MHz	● Béton +++ ● Eau +++ ● Métaux ---
700-900 MHz	● Béton ++ ● Eau - ● Métaux ---
2,4 GHz	● Béton + ● Eau -- ● Métaux ---
3 GHz-3 THz SHF, EHF, THz	● Béton --- ● Eau --- ● Métaux ---

Sources: <https://fr.slideshare.net/MartialAbissi/internet-des-objets-55908847>

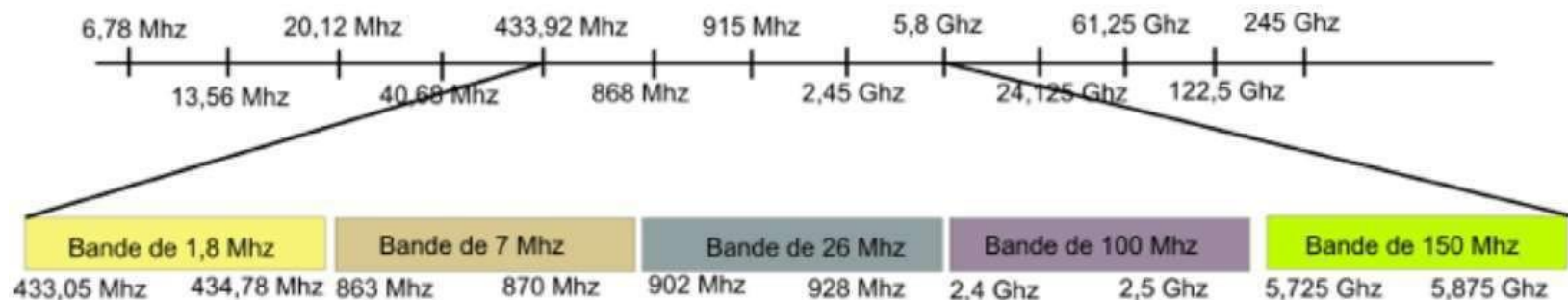
# Bandes libres & bandes licenciées

- L'utilisation de l'onde radioélectrique (onde hertzienne) pour faire transiter des données dans l'espace est soumises à des régulations.
- Deux catégories : bandes libres et bandes licenciées)

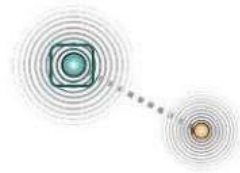
Bandes libres	Bandes licenciées
<ul style="list-style-type: none"><li>- Pas de demande d'autorisation</li><li>- - Gratuité d'utilisation des fréquences</li><li>- Droit collectif d'utilisation</li><li>- Sans garantie de protection</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Autorisation individuelle préalable</li><li>- Redevance d'utilisation des fréquences</li><li>- Garantie exclusif d'utilisation</li><li>- Garantie de protection</li></ul>

# Les bandes libres ISM (Industriel, scientifique, et médical)

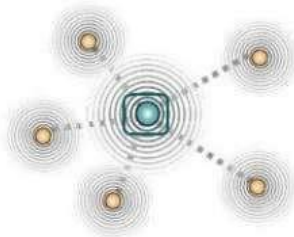
- Bandes de fréquences désignées par l'UIT
- Réservées pour des applications industrielles, scientifiques, médicales, domestiques, ou similaires.
- Les utilisations les plus courantes des bandes ISM: WiFi, Bluetooth, Zigbee, RFID, NFC.



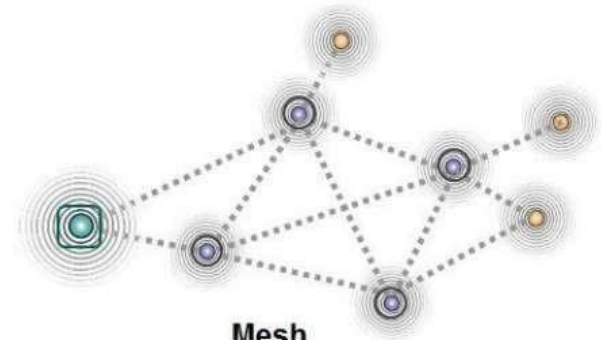
# Choix de la topologie



**Point-to-Point**



**Star**



**Mesh**



Gateway Node



Sensor Node w/ routing



Sensor Node



# Choix de la topologie

## Point à point

- Un réseau point à point établit une connexion directe entre deux nœuds de réseau : la communication ne peut avoir lieu qu'entre ces deux nœuds ou périphériques.
  - **Avantages** : simple et faible coût.
  - **Limitations** : ne permet pas le passage à l'échelle (évolutivité, scalabilité) . La portée du réseau est donc limitée à un saut

# Choix de la topologie

## Etoile (Star)

- Un réseau étoile se compose d'un seul concentrateur auquel tous les nœuds sont connectés.
- Ce concentrateur central agit comme un point de connexion commun à tous les autres nœuds du réseau : tous les nœuds périphériques peuvent ainsi communiquer avec tous les autres en transmettant et en recevant du concentrateur central uniquement.
  - **Avantages** : faible latence, haut débit, communications fiables.
  - **Limitations** : la portée du réseau est limitée à un seul saut.

# Topologie des réseaux

## Topologie Mesh

- Un nœud est connecté à un ou plusieurs autres nœuds du même réseau. Cela forme un maillage dans lequel une donnée émise est relayée potentiellement par plusieurs nœuds avant d'arriver à destination, c'est ce qu'on appelle une route.
- Les nœuds peuvent établir de nouvelles routes en fonction de leurs états (par exemple en panne) et des caractéristiques du support physique (par exemple une diminution du bruit).

# Topologie des réseaux

## Topologie Cellulaire

- Elle repose sur un découpage d'un territoire en zones appelées cellules. Le rayon d'une cellule peut varier de quelques centaines de mètres (milieu urbain) à plusieurs kilomètres (milieu rural).
- Au cœur de la cellule, une antenne assure la liaison radio entre les objets et internet.
- Ce type de topologie est la base des réseaux mobiles (par exemple 2G/GSM, 3G/UMTS et 4G/LTE).

# Topologie des réseaux

## Topologie à diffusion (Broadcast)

- Dans ce type de topologie, un objet transmet un message sans préciser de destinataire en particulier. Ce qui fait que le message est analysé par tous les objets qui auront reçu correctement le message.
- Ce fonctionnement convient lorsque l'on souhaite atteindre plusieurs appareils sans distinction, c'est par exemple le cas des protocoles LoRaWAN et Sigfox.

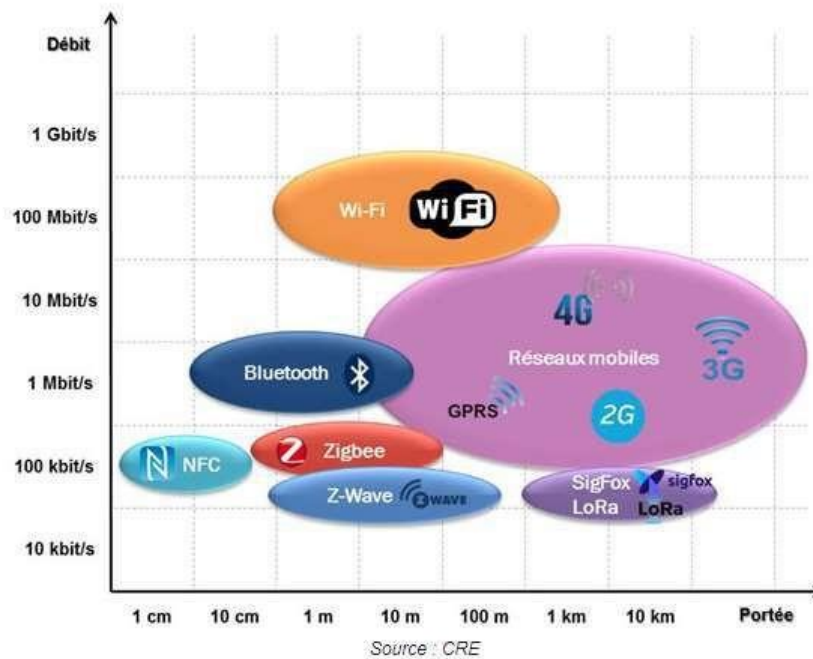
# Portée des réseaux

- Il existe deux grandes catégories de réseaux qui permettent de transmettre des informations entre plusieurs objets connectés avec une consommation maîtrisée et minimale d'énergie :
  - Les réseaux à longue portée (Réseaux radio bas-débit (Sigfox, LoRa), réseaux cellulaires mobiles)
  - Les réseaux à moyenne portée (Bluetooth LE, Wifi, z-Wave)
  - Les réseaux à courte portée (RFID, NFC, Bluetooth, )

# Choisir un réseau adapté à son besoin

- La diversité des technologies de radiocommunication répond à l'hétérogénéité des objets communicants :
  - pluralité des usages : domotique, maintenance prédictive, téléphonie, transfert et traitement de données, etc.
  - pluralité des publics visés : consommateurs résidentiels ou industriels, collectivités locales, etc.
  - pluralité des réglementations : bandes de fréquences d'utilisation libre ou sous licence, etc.

# Portée des réseaux

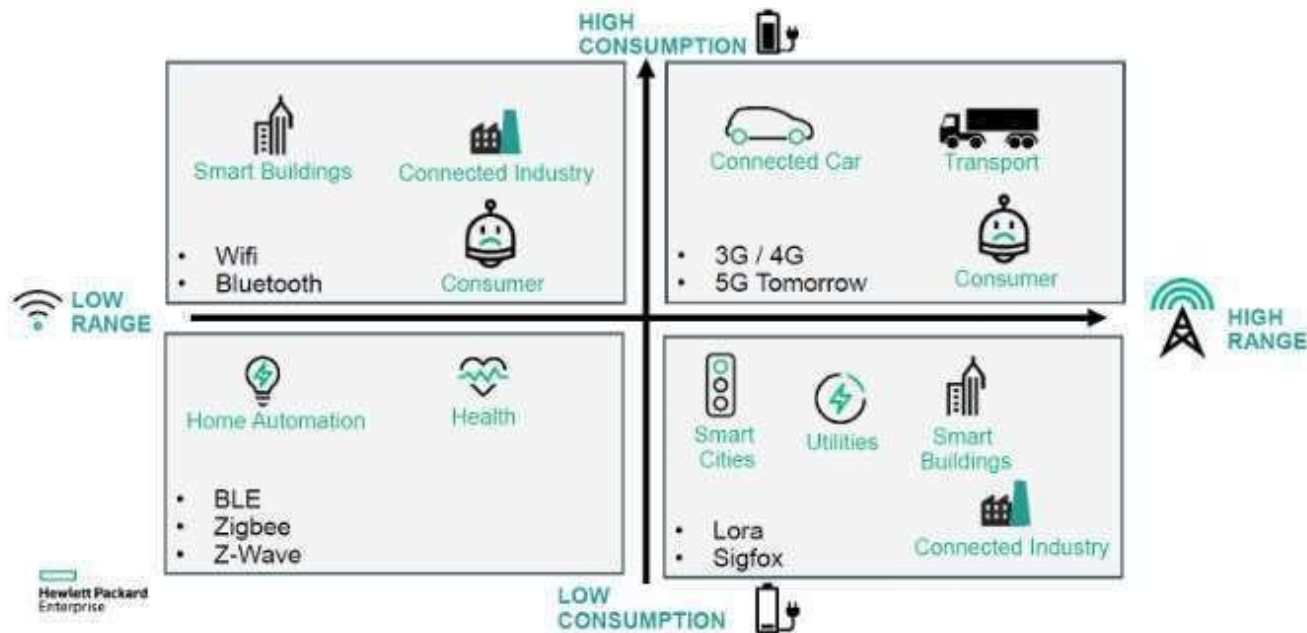




# Technologies de connectivité

## Vertical Industries

Different devices and network

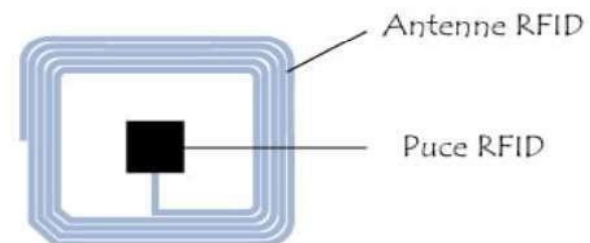


Source : <https://www.silicon.fr/hub/hpe-intel-hub/les-differentes-couches-dune-infrastructure-iiot>

# Partie 1: Technologies à courte portée

# RFID

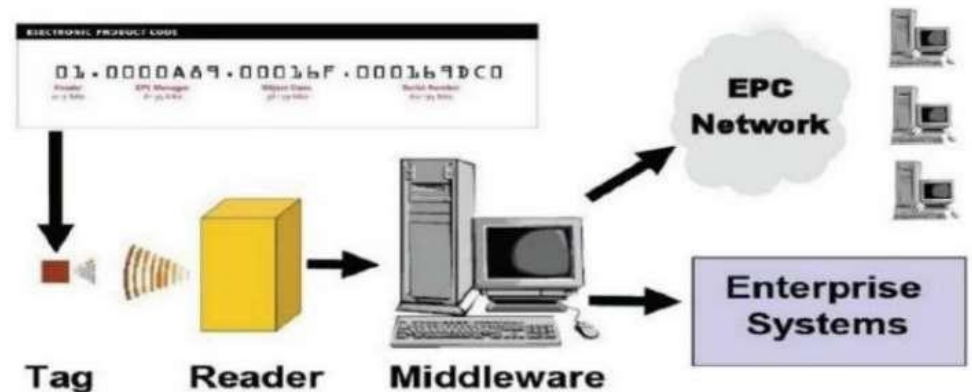
- La radio-identification ou les étiquettes (balises) RFID stockent les identifiants (UII Unique Item Identifier or EPC, Electronic Product Code) et les données et elles sont attachées aux objets.
- Exemple : les étiquettes autoadhésives, qui peuvent être collées ou incorporées dans des objets ou produits et même implantées dans des organismes vivants (animaux, corps humain).
- Les radio-étiquettes comprennent une antenne associée à une puce électronique qui leur permet de recevoir et de répondre aux requêtes radio émises depuis l'émetteur-récepteur.)
- L'étiquette RFID, qui est composée d'une puce reliée à une antenne encapsulée dans un support, est lue par un lecteur qui capte puis transmet l'information.



# RFID

- On distingue deux types d'étiquette RFID :
  - **RFID passif** : alimentation RF depuis le lecteur. La durée de vie est illimitée. Et la portée 3-5m.
  - **RFID actif** : batterie interne incorporée dans la balise. la durée de vie est limité (approximativement 10 ans). Portée jusqu'à 100m. Les objets RFID sont lus par des lecteurs de carte (reader). Le lecteur passe le numéro à une application spécifique pour consulter les détails depuis une base de données.

- Technologie prometteuse pour IoT : ouverte, évolutive.
- Supporte les exigences IoT : identifiant objet, découverte service.



# NFC

- NFC (Near Field Communication) est une technologie favorisant des interactions bidirectionnelles simples et sûres entre deux dispositifs électroniques (les smartphones en particulier), pour permettre aux consommateurs d'effectuer des transactions par paiement sans contact, d'accéder à des contenus numériques et de se connecter à des dispositifs électroniques.
- Norme : ISO/CEI18000-3
- Fréquence : 13,56MHz (ISM)
- Portée : 10 cm
- Vitesses de transmission : 100–420 Kbit/s



# Bluetooth : 802.15.1

- Technologie basée sur la norme IEEE 802.15.1.
- La technologie Bluetooth est un acteur incontournable pour les réseaux de courte portée (WPAN). Low power, Low cost.
- Technologie évolutive : du Bluetooth classique vers le Smart Bluetooth.
- Fréquence : 2,4 GHz (ISM).
- Portée : 10 m (Téléphone mobile, écouteurs, équipement médical).
- Vitesses de transmission : 1 Mbit/s (version 1.2), 24Mbit/s (version 3.0).

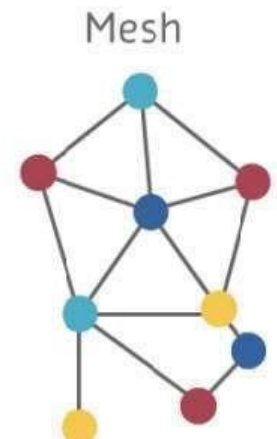
<https://www.ubuntupit.com/top-15-standard-iot-protocols-that-you-must-know-about/>

# Bluetooth Low Energy (BLE) / Smart Bluetooth: 802.15.1

- Basée sur la norme IEEE 802.15.1
- Sous classe de la famille Bluetooth 4.0 mais issue d'une solution Nokia indépendante.
- Commercialisée sous le nom Smart Bluetooth.
- La norme BLE offre une consommation réduite d'énergie (Tx 2.9mW, Rx 2.3mW).
- Prise en charge d'IOS, Android, Windows et GNU / Linux.
- Utilisée dans les smartphones, tablettes, montres intelligentes, appareils de surveillance de la santé et de la condition physique.
- Les caractéristiques sont les suivantes :
  - **Portée : 50-150m (extérieur)** avec des temps de latence 15 fois plus courts que Bluetooth.
  - **Vitesses de transmission : 1 Mbit/s**
  - **Utilisation** : applications envoyant un volume réduit de données.
- BLE n'est pas compatible avec Bluetooth.

# Bluetooth Low Energy (BLE) / Smart Bluetooth: 802.15.1

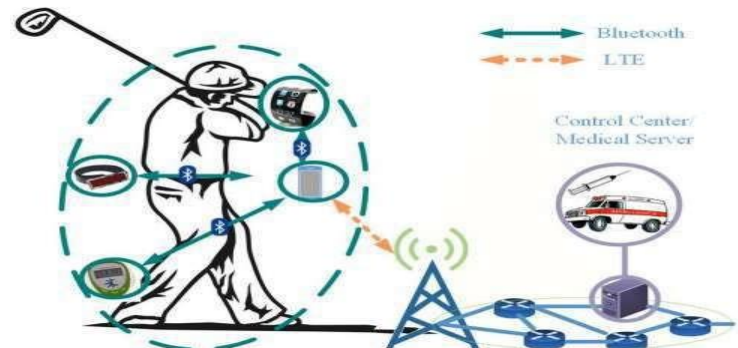
- La technologie Bluetooth a deux topologies : étoile et maillée.
  - **Topologie étoile (réseau piconet)**: Consiste d'un nœud maître (master) et des nœuds esclaves (slaves) sur un rayon de 10m. Les esclaves ne peuvent pas communiquer entre eux.
  - **Topologie mesh (réseau sacctternet)**: Consiste en des interconnexions de nœuds. Ces réseaux sont formés par des réseaux piconets reliés ensemble (les esclaves peuvent avoir plusieurs maîtres).





# Bluetooth Low Energy (BLE) / Smart Bluetooth: 802.15.1

- Objets prêt-à-porter (shoes, glasses, belt, etc.) peuvent être utilisés pour détecter les information biométriques.
- Les objets communiquent avec un centre de communication ou un serveur médical.

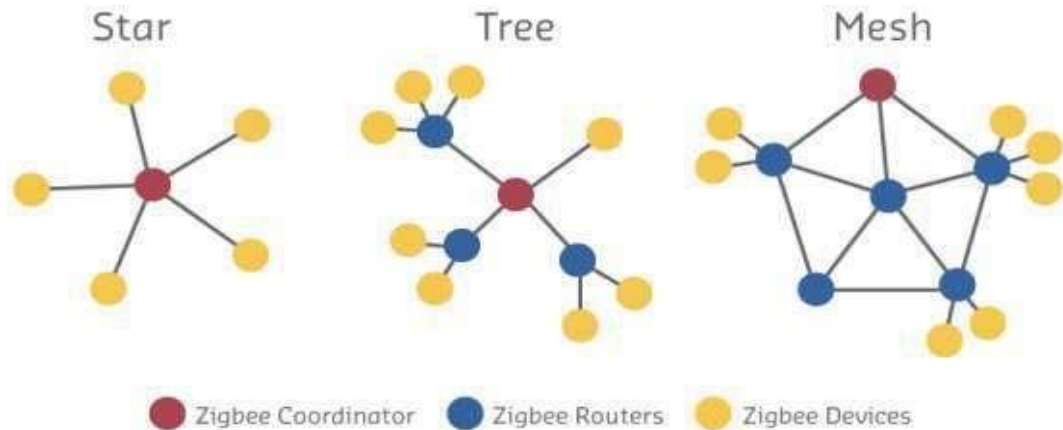


# ZigBee

- Créée par Zigbee Alliance et est basée sur la norme IEEE 802.15.4.
- ZigBee est un protocole non IP cible les applications nécessitant des échanges de données relativement peu fréquents à de faibles vitesses de transmission sur un espace restreint et dans une portée de 100 m (résidence ou bâtiment, par exemple).
- Les caractéristiques sont les suivantes :
  - Fréquence : (2,4 GHz, 250 kbps), (868 MHz, 20 kbps), (915 GHz, 40 kbps) (ISM).
  - Portée : 10-100 m.
  - Vitesses de transmission : 250 Kbit/s (low data rates).

# ZigBee

- Trois topologies sont possibles : étoile, maillée, cluster tree.
- Les objets connectés avec Zigbee prennent trois rôles : Coordinateur, routeur, client. Le coordinateur est responsable de la gestion des clients, la formation et la maintenance du réseau.
- Chaque coordinateur peut se connecter à 8 objets (clients & routeurs). Les routeurs jouent le rôle d'un pont de données entre le client et le coordinateur.



# Z-Wave

- Z-Wave est une technologie télécoms RF à faible consommation, principalement conçue pour la domotique et les produits tels que les contrôleurs de lampe ou les capteurs.
- Les caractéristiques sont les suivantes :
  - **Norme:** Z-Wave Alliance ZAD12837/ITU-T G.9959.
  - **Fréquence :** 900MHz (ISM).
  - **Portée :** 30 m.
  - **Débit :** 9,6 / 40 / 100 Kbit/s.
  - **Topologie :** Mesh.

# **Partie 2: Spectre et technologies mobiles**

# **Partie 3: Spectre et technologies des satellites**

# Partie 4: Spectre et technologies

## 3GPP

Standards LPWAN Cellulaires 3GPP



# Standards IoT Cellulaires 3GPP

- Deux solutions LPWA (Low Power Wide Area) normalisées par le 3GPP sous forme de profils additionnels aux profils 4G LTE : LTE-M (LTE for Machine Type Communication) et NB-IoT (Narrowband IoT).
- **LTE-M (ou e-MTC)** : extension logicielle de la 4G LTE, dédiée au trafic M2M. LTE-M peut offrir un débit allant à 1Mbps.
- NB-IoT : intégrée dans la 4G LTE et utilisant une interface radio distincte. NB-IoT offre un débit, adaptée aux applications IoT, de quelques dizaines de Kbps.
- LTE-M et NB-IoT ont été développés avec les objectifs suivants :
  - Couverture intérieure améliorée
  - Coût du device ultra-faible
  - Faible consommation d'énergie du device
  - Architecture réseau optimisée
- Les technologies LTE-M et NB-IoT sont appelées CIoT (Cellular IoT) pour les distinguer des autres solutions LPWA.



# NB-IoT

- NB-IoT pour Narrow Band IoT, Release 13 de 3GPP (Rel-13, Juin 2016). Prend en charge l'Internet des Objets (Cellular IoT: CIoT) à très faible complexité et à faible débit.
- Basée sur la spécification de la norme LTE : reprise de quelques fonctions LTE existantes avec suppression d'autres telles que : surveillance canal, transfert intercellulaire, etc. et ce pour optimiser la consommation de l'énergie et pour un coût minimal.
- Coexiste avec GSM et LTE sous les fréquences sous licence : 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz.
- Portée : NB-IoT permet d'atteindre des portées de 15 Km.
- Débit : débit limité à 200 kbps (downlink) et 20 kbps (uplink).
- Durée de vie batterie : 10 ans (200 octets par jour).

# eMTC

- **eMTC (ou LTE-M)** qui est une extension logicielle de 4G LTE. Il requiert un canal de 1,4 MHz (à l'intérieur d'un canal LTE de 20 MHz) et permet des débits de 1 Mbit/s. C'est une solution adaptée au trafic M2M.
- **NB-IoT** qui est intégrée dans LTE mais utilise une interface radio spécifique. Le profil vient en compétition avec LoRa. Il requiert un canal de 200 kHz et permet des débits de quelques dizaines de kbit/s.

# Partie 5: Protocoles IoT

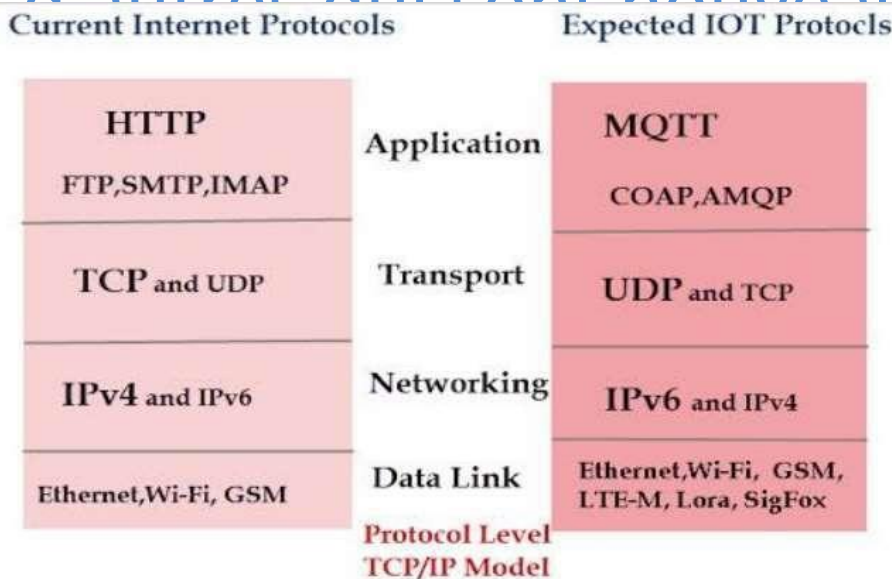
# Protocoles IoT

- **Infrastructure** (ex: 6LowPAN, IPv4/IPv6, RPL)
- **Identification** (ex: EPC, uCode, IPv6, URIs)
- **Comms / Transport** (ex: Wifi, Bluetooth, LPWAN)
- **Discovery** (ex: mDNS, DNS-SD)
- **Data Protocols** (ex: MQTT, CoAP, AMQP, Websocket)
- **Device Management** (ex: TR-069, OMA-DM)
- **Semantic** (ex: JSON-LD, Web Thing Model)

<https://www.postscapes.com/internet-of-things-protocols/>

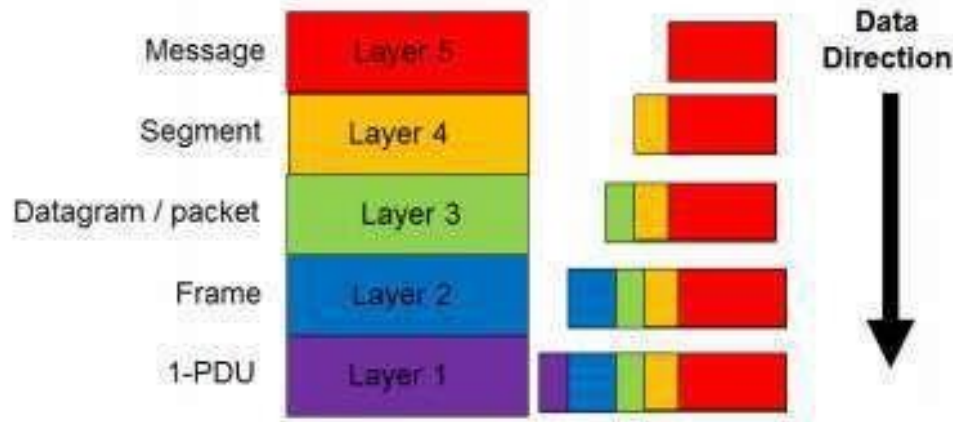
# Modèle OSI Vs. Modèle TCP/IP

- L'IoT utilise des protocoles Internet existants et introduit d'autres qui sont nouveaux.



# Encapsulation

- Flux de données dans la pile de protocoles



# Pile de protocoles IoT

Application Protocol		DDS	CoAP	AMQP	MQTT	MQTT-NS	XMPP	HTTP REST
Service Discovery		mDNS				DNS-SD		
Infrastructure Protocols	Routing Protocol	RPL						
	Network Layer	6LoWPAN					IPv4/IPv6	
	Link Layer	IEEE 802.15.4						
	Physical/ Device Layer	LTE-A	EPCglobal		IEEE 802.15.4		Z-Wave	
Influential Protocols		IEEE 1888.3, IPsec					IEEE 1905.1	

# Protocoles de la couche application

- Une application IoT permet aux objets connectés d'envoyer leurs données à un serveur Web Internet ou une plateforme Cloud.
- Les protocoles de la couche application permettent de transmettre des commandes depuis les applications utilisateurs aux actionneurs des objets connectés.
- L'infrastructure Web classique n'est pas adaptée à la majorité des applications IoT qui sont dotées d'équipements de faibles ressources : petits microcontrôleurs, petites quantités de mémoire RAM, énergie limitée, etc.
- Les protocoles applicatifs qui utilisent un nombre limité de messages de petites tailles sont utilisés pour les applications IoT, et sont classés en 4 familles:
  - Protocole de transfert web: Web REST, COAP
  - Protocole de messagerie: MQTT, XMPP et AMQ.
  - Protocole réseau: WebSocket

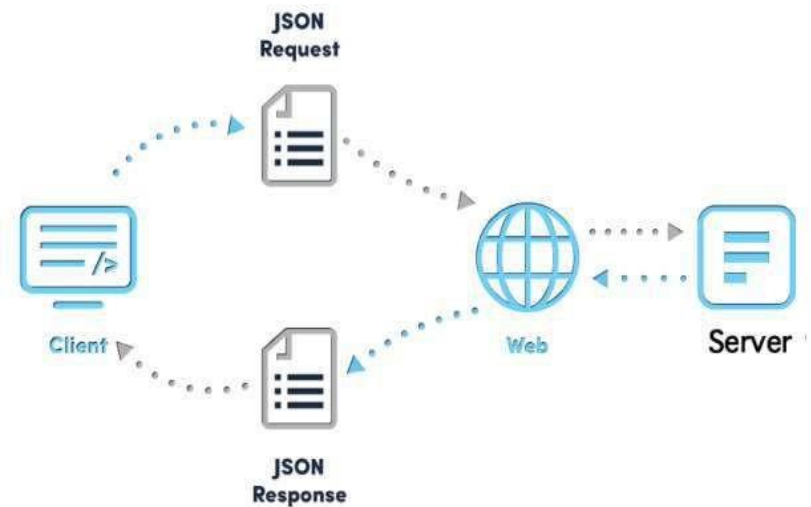


# Services Web REST

- REST (Representational State Transfer) n'est pas un protocole mais plutôt un style d'architecture Web client-serveur qui permettant de gérer, identifier et manipuler des ressources.
- Les capteurs, les actionneurs et les systèmes de commande en général peuvent être représentés comme des ressources et peuvent ainsi exposer leurs services via un service Web RESTful.
- Web REST est une interface de programmation d'application qui utilise des requêtes HTTP avec les méthodes {GET, PUT, POST, DELETE} pour demander un service Web.
- L'importance de REST découle de la simplicité de la communication et du fait qu'il est complet : on peut réaliser n'importe quel service Web avec l'architecture REST.
- En plus REST est supporté par toutes les plateformes M2M Cloud.

# Services Web REST ( Representational State Transfert )

- Chaque ressource est définie par un unique URI (Uniform Resource Identifier).
- REST utilise plusieurs formats pour représenter les ressources : Text, JSON, XML. JSON est le format le plus utilisé.
- L'importance du REST découle de la simplicité de la communication et du fait qu'il est supporté par toutes les plateformes M2M Cloud.

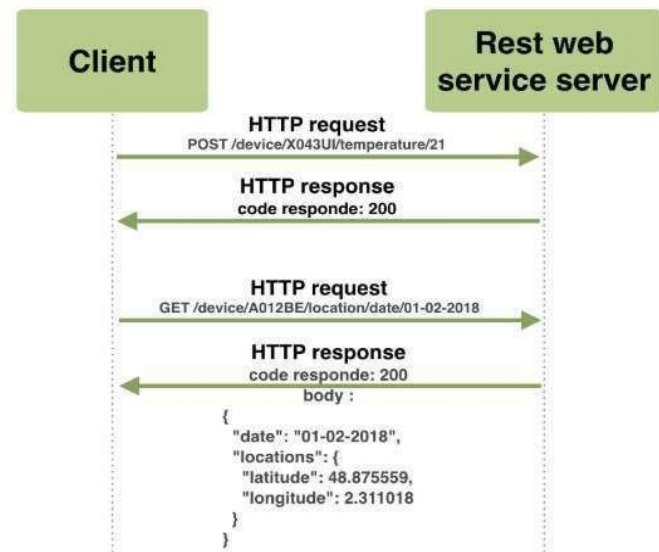


Source: Pietro Manzoni. Intro to MQTT. Workshop on Rapid Prototyping of IoT for Science (smr3268) – January 2019

# Services Web REST

URI	Méthode	Signification
/device/:device/temperature/:temperature	POST	Effectuer un POST en spécifiant, pour l'objet :device, une nouvelle valeur de température :temperature en °C
/device/:device/location/date/:date	GET	Effectuer un GET pour obtenir la position GPS d'un objet :device à une date donnée :date

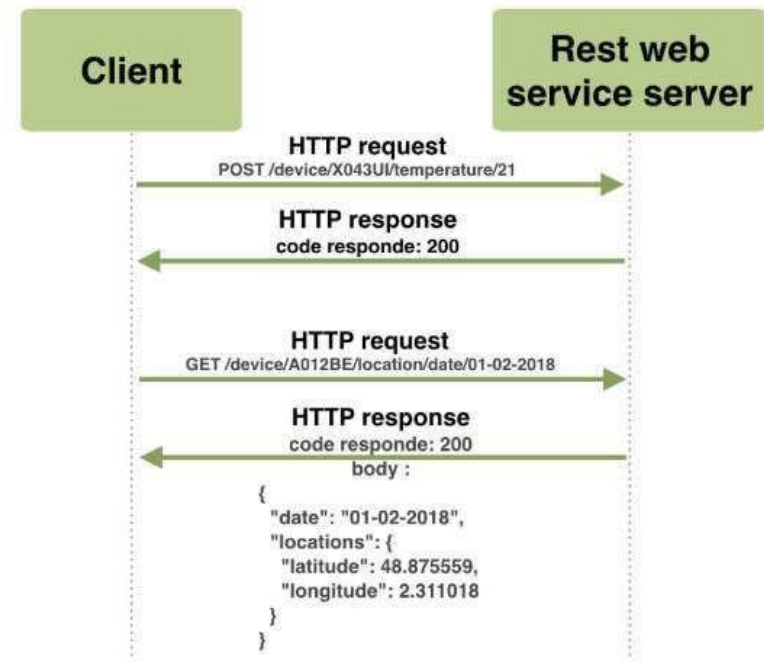
- Le client envoie une requête POST pour indiquer au serveur une nouvelle température de 21°C, pour l'objet X043UI.
- Le serveur lui répond avec un code de 200 pour indiquer que tout est OK.
- Le client envoie une requête GET pour demander la localisation de l'objet A012BE à la date du 01-02- 2018.
- Le serveur répond en envoyant les coordonnées.



Source: <https://blog.engineering.publicissapient.fr/2018/04/16/internet-des-objets-quels-protocoles-applicatifs-utiliser-1-2/>

# Services Web REST ( Representational State Transfert )

- Le serveur ajoute également un code réponse HTTP, à trois chiffres, afin d'indiquer l'état de la réponse dont la forme est comme suit :
  - 2xx indique le succès du traitement de la requête du client (exemple : 200 pour OK)
  - 3xx redirige le client vers un autre lien
  - 4xx indique une faute dans la requête du client (exemple : 404 pour Not Found)
  - 5xx indique une erreur de la part du serveur (exemple : 500 pour Internal Server Error)



[Source: https://blog.engineering-publicissapient.fr/2018/04/16/internet-des-objets-quels-protocoles-applicatifs-utiliser-1-2/](https://blog.engineering-publicissapient.fr/2018/04/16/internet-des-objets-quels-protocoles-applicatifs-utiliser-1-2/)

# CoAP ( Constrained Application Protocol )

- CoAP (Constrained Application Protocol) est un protocole web basé sur une architecture client/serveur.
- CoAP est une version légère de REST conçu pour des communications UDP.
- CoAP est destiné à l'utilisation sur des appareils électroniques à faible consommation d'énergie : —use with constrained nodes and constrained (e.g., low-power, lossy) networks.||
- IETF CoAP utilise les URI pour identifier les ressources.
- HTTP est basé sur la suite TCP/IP alors que CoAP se base sur UDP/IPv6/6LoWPAN.

Suites TCP/IP et UDP/IPv6/6LowPAN



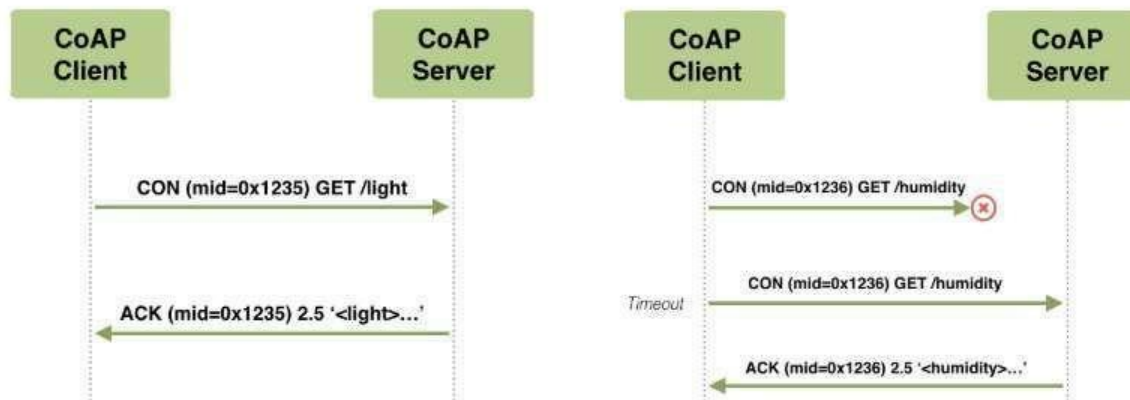
Source: [http://www.efort.com/r\\_tutoriels/COAP\\_EFORT.pdf](http://www.efort.com/r_tutoriels/COAP_EFORT.pdf)

# CoAP ( Constrained Application Protocol )

- Les requêtes CoAP sont équivalentes à celles de HTTP : un client envoie une requête à un serveur pour demander un service d'une ressource, identifiée par URI.
- CoAP utilise les méthodes HTTP {GET, PUT, POST, DELETE}.
- Les messages CoAP ont une taille (4 octets) allégée par rapport à celle des messages HTTP (variable).
- CoAP utilise quatre types de messages :
  - Confirmable (CON) : Message envoyé avec une demande d'accusé de réception.
  - Non-Confirmable (NON) : Message envoyé sans demande d'accusé de réception.
  - Acknowledgment (ACK) : Accusé de réception du message de type CON.
  - Reset (RST) : Accusé de réception d'un message qui n'est pas exploitable.

# CoAP ( Constrained Application Protocol )

- Si la requête est du type CON alors le serveur retourne une réponse dans laquelle se trouve ; le type du message (ACK), le même mid que celui de la requête et un code réponse (2.xx, 4.xx ou 5.xx) et une représentation de la ressource.



Source: <https://blog.engineering.publicissapient.fr/2018/04/16/internet-des-objets-quels-protocoles-applicatifs-utiliser-1-2/>

# CoAP

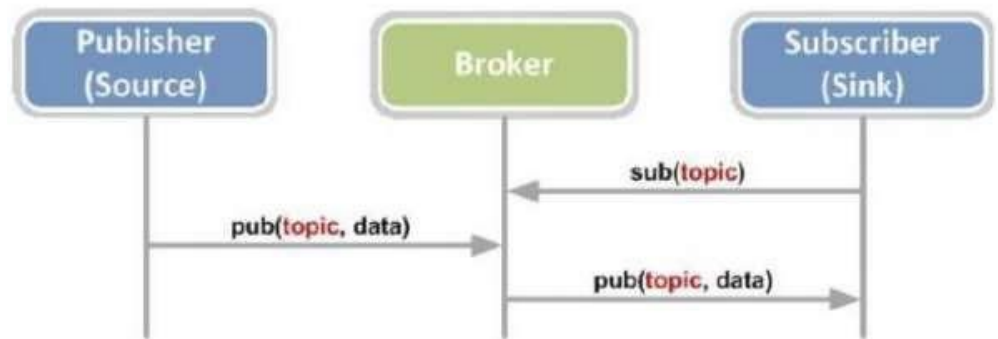
- Le client (objet) envoie une requête CoAP, sur une ressource identifiée par une URI, au serveur en spécifiant : le type de message (CON, NON), l'identifiant du message (mid) et une action (POST, GET, PUT, DELETE).
- La signification du code réponse est la suivante :
  - 2.xx signifie que la requête a été correctement reçue et traitée
  - 4.xx signifie que une erreur a été rencontrée par le client
  - 5.xx signifie que le serveur n'est pas capable de traiter la requête



# MQTT

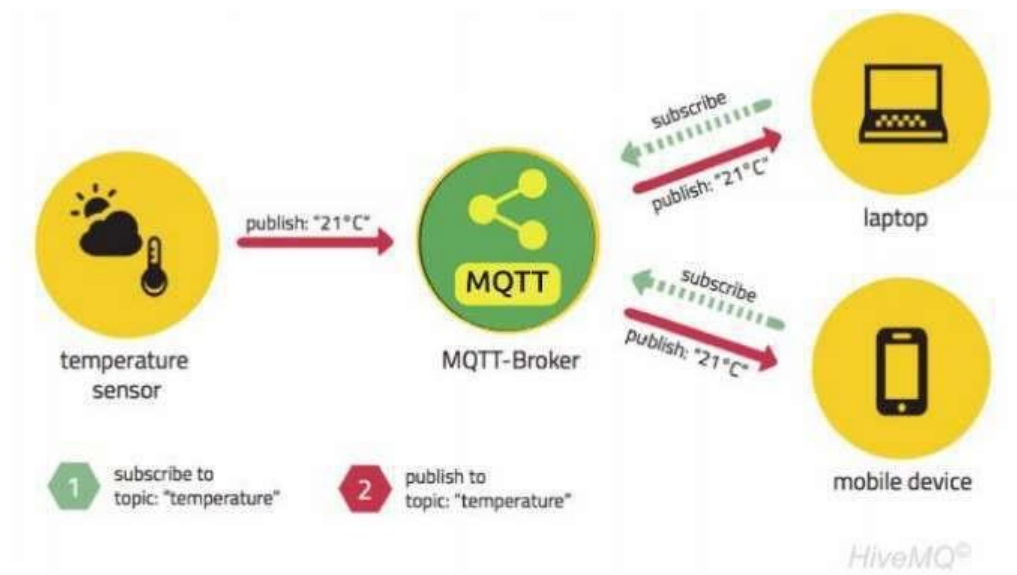
- MQTT (Message Qeuning Telemetry Transport) est un protocole de messagerie de publication et d'abonnement (publish/subscribe) basé sur le protocole TCP/IP.
- L'approche publish/subscribe classifie les messages par catégories (topics) auxquelles les destinataires s'abonnent (subscribe).
- Le client qui envoie un message (topic) est nommé publisher, celui qui reçoit le message est nommé subscriber.

- Un élément du réseau appelé broker, connu par le publisher et le subscriber, filtre les messages reçus et les distribue.

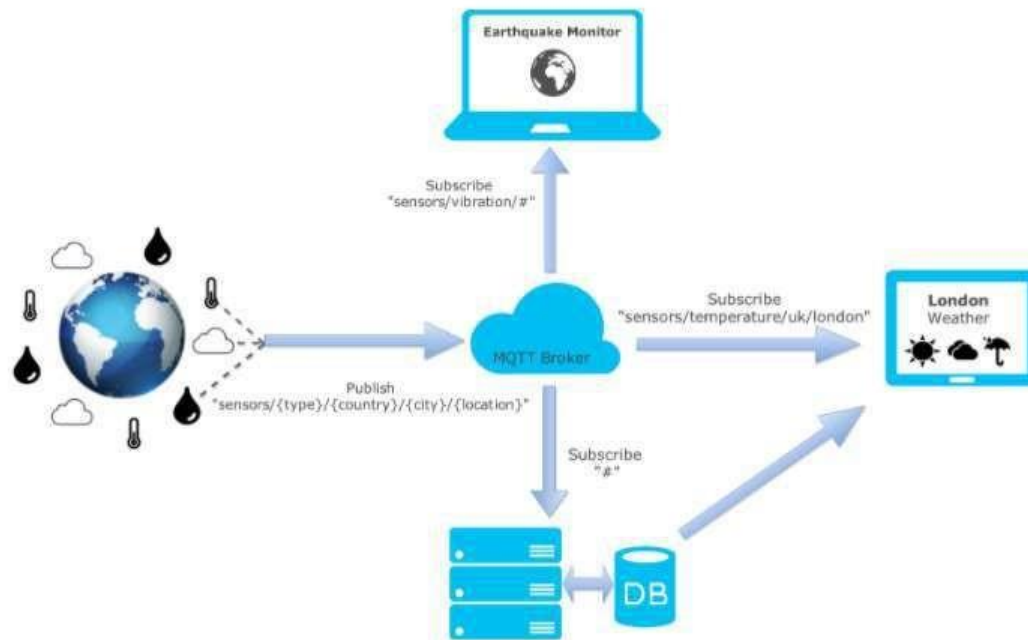


Source : Antonio Linan, Collina et al. Internet of Things in 5 days-v1.1 2016

# MQTT



# MQTT

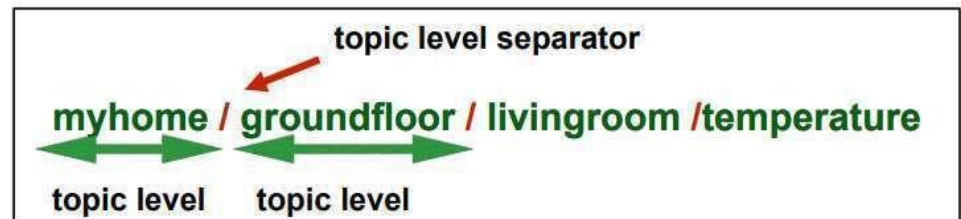


Source: <https://zoetrope.io/tech-blog/brief-practical-introduction-mqtt-protocol-and-its-application-iot/>

# MQTT

- MQTT est caractérisé par :

- faible consommation d'énergie
- Entêtes compressées MQTT topics sont structurées d'une façon hiérarchique.
- Les topics sont sensibles à la casse, codées en UTF-8 et doivent comporter au moins un caractère.
- Les topics peuvent être génériques : possibilité de faire des souscriptions à des topics qui ne sont pas encore définies.
- « + » : correspond à tout à un niveau donné
  - « # » : correspond à toute l'arborescence



# MQTT

- Exemple:
  - La souscription à la topic house# couvre :
    - house/room1/main-light
    - house/room1/alarm
    - house/garage/main-light
    - house/main-door
  - La souscription à la topic house/+/main-light couvre :
    - house/room1/main-light
    - house/room2/main-light
    - house/garage/main-light

# MQTT

- Les caractéristiques du protocole MQTT en font un protocole adapté aux réseaux IoT car il répond aux besoins suivants :
  - Adapté aux réseaux à faible bande passante
  - Idéal pour l'utilisation sur les réseaux sans fils grâce notamment à un nombre limité de messages de petite taille
  - Faible consommation en énergie car la publication et la consommation des messages est rapide
  - Nécessite peu de ressources de calculs et de mémoires
  - Transmet un message à plusieurs entités en une seule connexion TCP

