



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage


École Nationale d'Ingénieurs de
Carthage

Module

**Technologies de
l'Internet des Objets**

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

1




المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Structuration du cours

- 1. Introduction à l'IOT**
- 2. Architecture des systèmes IOT**
- 3. Technologies de l'IOT**
- 4. Plateformes IOT**

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

2



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage


École Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Chapitre 1

Introduction à l'IOT

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

3



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Introduction à l'Internet des Objets

- Définition & Aperçu de l'Internet des Objets
- Objet, connexion & modèle de référence de l'IOT
- Bref aperçu sur les technologies
- Domaines d'applications & nouveaux services

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

4

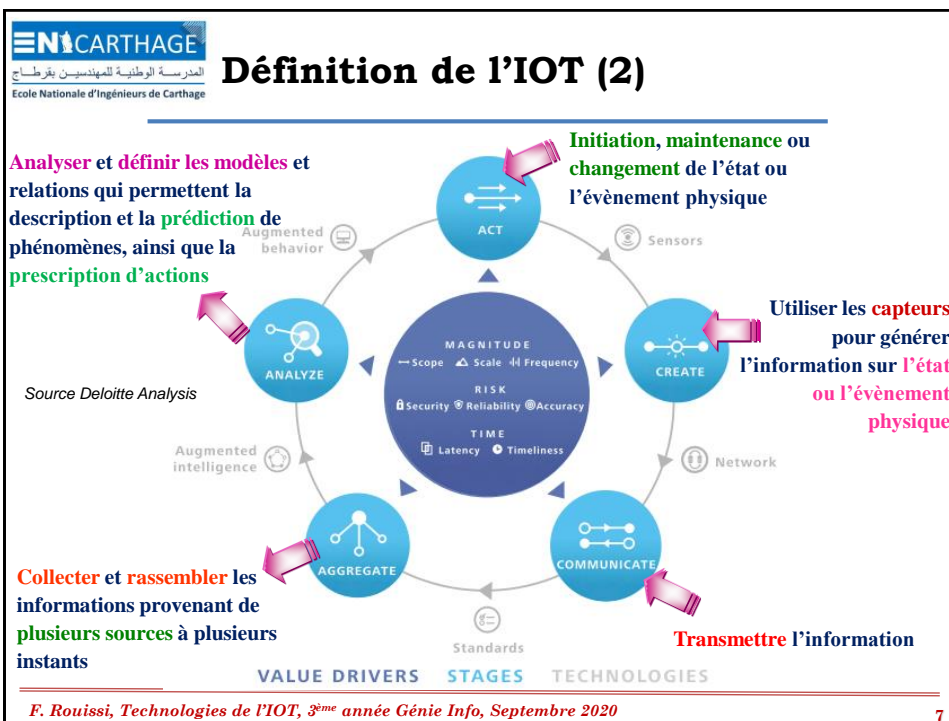
Chapitre 1

Définition & aperçu de l'Internet des Objets

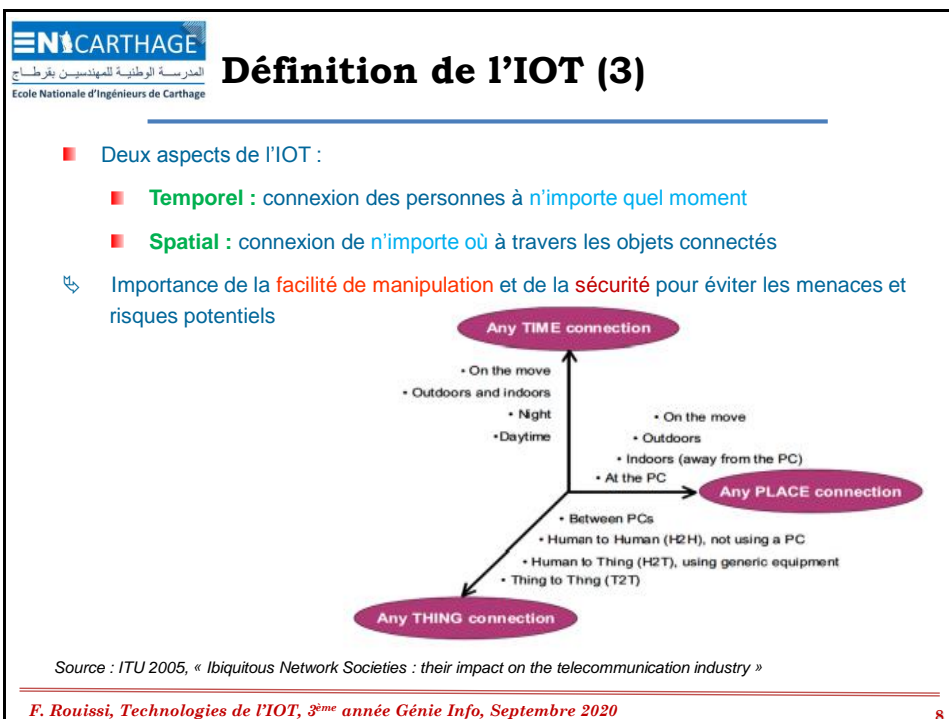
Définition de l'IOT (1)

- **Internet** =
Réseau mondial composé de plusieurs réseaux identifiés (adresses IP publiques) et communicants grâce à un protocole de communications (TCP/IP).
- **Objet** =
Chose qui peut être précisément identifiée
- **Objet connecté** =
Objet possédant la capacité d'échanger des données avec d'autres entités physiques ou numérique
- **Internet des objets** =
« réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels, les données s'y rattachant »

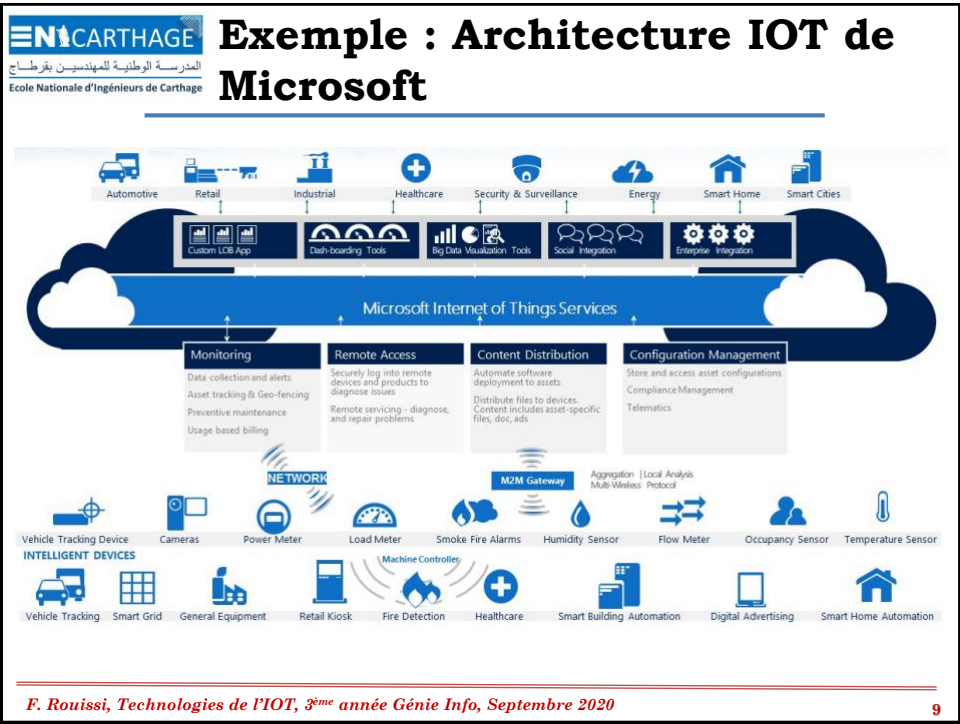
Source : L'internet des objets, Pierre-Jean Benghozi, Sylvain Bureau et Françoise Massit-Folléa, Edition MSH



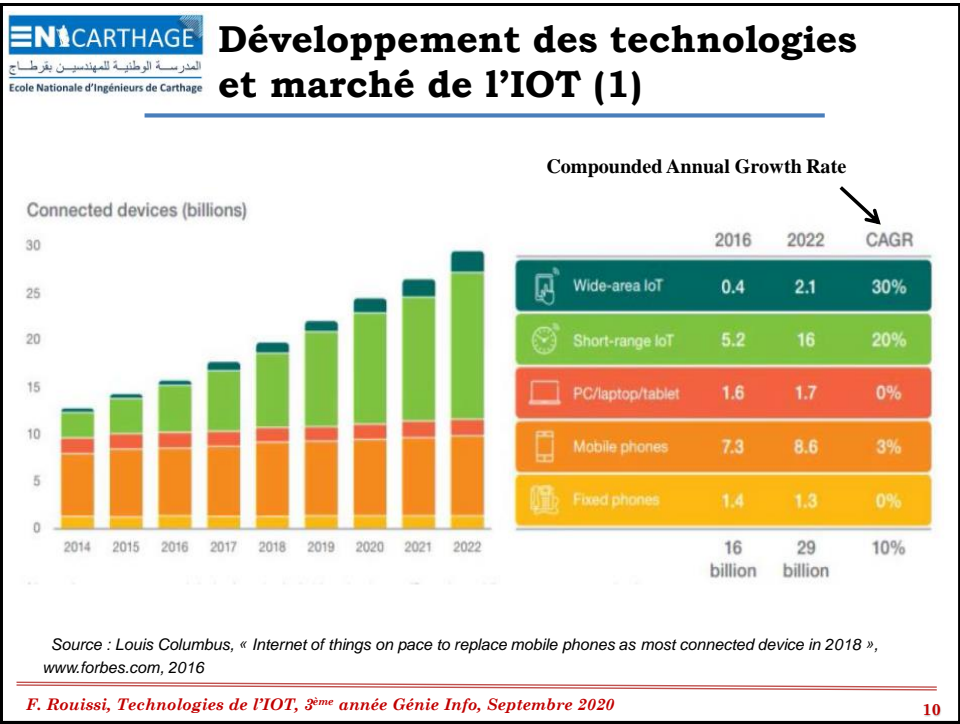
7



8



9



10

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Développement des technologies et marché de l'IOT (2)

Internet of Things Market Size
(in trillions of dollars)

Year	Market Size (trillions of dollars)
2013	2.0
2020	7.0

Rappel : 1 trillion = 1000 milliards

Source: IDC

Countries with the most IoT devices

Devices online per 100 people

Country	Devices online per 100 people
Korea	37.9
Denmark	32.7
Switzerland	29
United States	24.9
Netherlands	24.7
Germany	22.4
Sweden	21.9
Spain	19.9
France	17.6
Portugal	16.2
Belgium	15.6
United Kingdom	13

Data: Shodan/OECD Source: Quartz

Données publiées en mars 2016

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Domaines touchant l'IOT (1)

Technologie	Définition	Exemples
Capteurs	Dispositif qui génère un signal électronique suite à un évènement physique	<ul style="list-style-type: none">• Accéléromètre• plusieurs marques de capteurs à faible coût et suffisamment robustes pour créer de l'information de n'importe où et à n'importe quel moment
Réseaux	Mécanismes de communication des signaux électroniques	<ul style="list-style-type: none">• WLANs• WWANs• Réseaux CPL• ...
Standards	Règles de communications, prescriptions d'actions	<p>Permettant :</p> <ul style="list-style-type: none">• Traitement de données collectés• Interopérabilité des données, technologies et réseaux utilisés

Source Deloitte Analysis

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

12

6

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Domaines touchant l'IOT (2)

Technologie	Définition	Exemples
Intelligence augmentée	Outils d'analyse qui améliorent la description, la prédiction et la décision sur les événements détectés	<ul style="list-style-type: none">Technologies de Big Data avec des tailles de 1015 octes, permettant l'analyse des données même non structurées et hétérogènesSoftwares d'apprentissage qui remplacent l'analyse et la décision humaine
Comportement augmenté	Techniques qui améliorent les décisions et actions prescrites	<ul style="list-style-type: none">Interfaces M2M qui remplacent efficacement l'intervention humaineTechniques basés sur les biais cognitifs humains permettant une meilleure efficacité de l'intelligence augmentée

Source Deloitte Analysis









F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 202013

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

De l'IOT à Internet everywhere :
5G use cases

<div>Broadband access in dense areas</div> <div>PERVASIVE VIDEO</div> <div></div>	<div>Broadband access everywhere</div> <div>50+ MBPS EVERYWHERE</div> <div></div>	<div>Higher user mobility</div> <div>HIGH SPEED TRAIN</div> <div></div>	<div>Massive Internet of Things</div> <div>SENSOR NETWORKS</div> <div></div>
<div>Extreme real-time communications</div> <div>TACTILE INTERNET</div> <div></div>	<div>Lifeline communications</div> <div>NATURAL DISASTER</div> <div></div>	<div>Ultra-reliable communications</div> <div>E-HEALTH SERVICES</div> <div></div>	<div>Broadcast-like services</div> <div>BROADCAST SERVICES</div> <div></div>

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 202014

Etat de l'art de l'IOT (1)

- **Milieu des années 90** ⇒ premiers autres dispositifs connectés à Internet : grille-pains et des machines à café
- **1995** ⇒ livre de Bill Gates « *the Road Ahead* » mentionne le nouveau concept de l'Internet des objets
- **1999** ⇒ laboratoire Auto-ID de l'institut MIT (Massachusetts Institut of Technology) spécialisé dans la création d'objets connectés à l'aide de l'identification par radiofréquence et des réseaux de capteurs sans fil
- **2000** ⇒ LG annonce le **premier réfrigérateur** connecté sur Internet
- **2005** ⇒ l'ITU (International Telecommunication Union) publie « *IUT Rapport d'Internet 2005 : l'Internet des objets* »
- **2009** ⇒ la commission européenne publie un rapport qui propose un plan développement et d'actions autour de l'Internet des objets : « *L'internet des objets : le plan d'action européen* »
- **2012** ⇒ environ 8,2 milliards d'objets connectés dans le monde
 ↳ nombre estimé à atteindre **50 milliards** en 2020

Etat de l'art de l'IOT (2)

- Premiers pas vers l'IOT : le M2M
 - **M2M = machine-to-machine**
 - Communication entre machines
 - Technologie permettant à des objets « intelligents » (≡ doués de possibilités de calcul) d'obtenir des informations et d'inter-agir sans intervention humaine
 - **Domaines proches :**
 - Les réseaux sans fil : Wi-Fi 802.11 abg, Bluetooth, Zigbee.
 - Les technologies sans contact : RFID, NFC.
 - QR code
 - **Exemples :**
 - Système de freinage anti-bloquant
 - Régulateur de vitesse des automobiles
 - Télésurveillance de lieu
 - ...

ENICARTHAGE
المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Contraintes technologiques de l'IOT (1)

1. Problème de déluge de données :

→ 1 ZB = 10^{21} Bytes

→ **Solution** = utilisation du **Big Data** et bases de données **NoSQL** / temps réel, Mais :

- Données trop volumineuses et redondantes
- Difficile à travailler sans relation entre elle

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

17

ENICARTHAGE
المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Contraintes technologiques de l'IOT (2)

2. Problème d'énergie et puissance :

→ Pour les Data centers :

- Consommation maximale quasiment atteinte
- Difficulté d'ajouter d'autres machines aux infrastructures existantes

→ Pour les objets connectés :

- Sources d'énergie transportable (ex: batteries LiPo)
- Autonomie des composants
- Consommation en énergie faible

→ **Solutions :**

→ Pour les data centers : plus de puissance générée :

- Transistors MOSFET
- Ordinateur quantique

→ Pour les objets connectés :

- Batteries LiPo
- Générateurs et convertisseur d'énergie

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

18

ENICARTHAGE
المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Contraintes technologiques de l'IOT (3)

3. **Problème de fiabilité de connexion :**

- **Performance** de l'inter-connectivité des objets communicants :
 - Antennes multi-fréquences
 - Taille optimisée
 - PLL performants
- **Délai toléré** pour les connexions temps réel
- **Portée**,
- **Débit**,
- **Redondance** des dispositifs
- ...

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

19

ENICARTHAGE
المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Contraintes technologiques de l'IOT (4)

4. **Problème de sécurité :**

- **Problème** qui dépasse le vol de données, à provoquer des **dégâts matériels et/ou humains**
- **Exemple** : bloquer le trafic routier d'une ville, ouvrir les portes d'un magasin
- **Trois piliers** essentiels de sécurité en IOT:
 - Sécurisation de l'**appareil (matériel)**
 - Sécurisation du **cloud (données et métadonnées)**
 - **Gestion** du cycle de vie de la sécurité
- **Enjeux pour la sécurité** : nombre élevé d'objets et emplacement, types et quantité des données, absence de mise à niveau

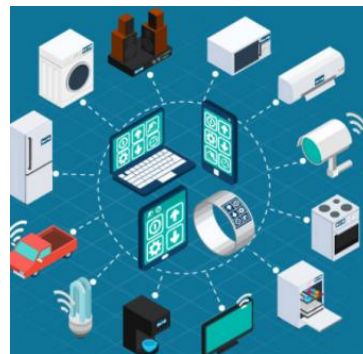
F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

20

Contraintes technologiques de l'IOT (5)

5. Problème d'interopérabilité :

- S'assurer que les appareils IOT émergents, de tout type, peuvent se connecter entre eux et sur Internet
- Infrastructure encore en cours de développement : LoRaWAN, SigFox...
- Besoin en technologies et des **standards cohérents et reconnus**
- Besoin en standard ouvert (ex : TCP/IP)
- Besoin en **contribution des organisations de standardisation** (*Industrial Internet, OpenFog consortium...*)



F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

21

Concepts généraux (1)

Types d'objets connectés

- **Objets « traditionnels »** : ordinateur, tablette, smartphone,....



- **Nouveaux objets connectés** : appareils électroménagers, instruments de mesure, robots, serrures, machines-outils, drones, jouets, montres, véhicules...



F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

22

ENICARTHAGE
المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Concepts généraux (2)

Jonction entre monde physique et monde numérique

Avant IOT

Monde numérique Monde physique

Séparation du monde numérique au monde physique

Avec IOT

Monde numérique Monde physique

Plus de séparation, même réseau permettant la connectivité de tous type d'objet

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

23

ENICARTHAGE
المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Concepts généraux (3)

Types de messages échangés

1. **Signaux issus du monde réel :**
 - Capteurs, transcription de grandeurs physiques en grandeurs électriques
 - Numérisation et envoi vers des systèmes informatiques ou d'autres systèmes physiques
2. **Signaux actions sur le monde physique :**
 - Actionneurs
 - **Exemple :** déclenchement de fonctionnement de dispositifs, extinction de feux, ouverture d'une porte, mise en/ hors service d'une machine...
 - **Source du signal :** système informatique ou autre objet physique connecté

Ajouter de l'intelligence et des moyens de communication plus sophistiqués aux objets de la vie courante

🔧 **Microcontrôleur à bas pris**

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

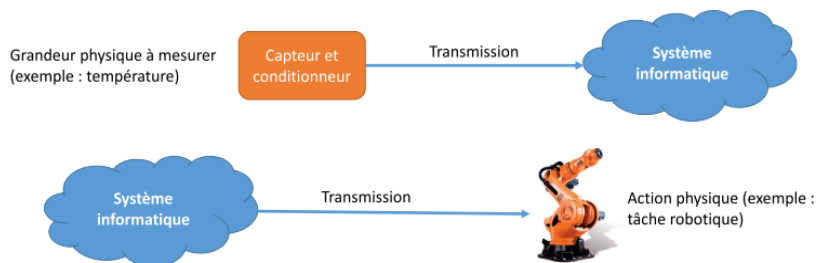
24

Chapitre 1

Objet, connexion & Modèle de référence pour l'IOT

Eléments de base d'un système IOT (1)

→ L'IOT met en œuvre deux types d'éléments pour interagir avec le monde physique : **des capteurs & des actionneurs**

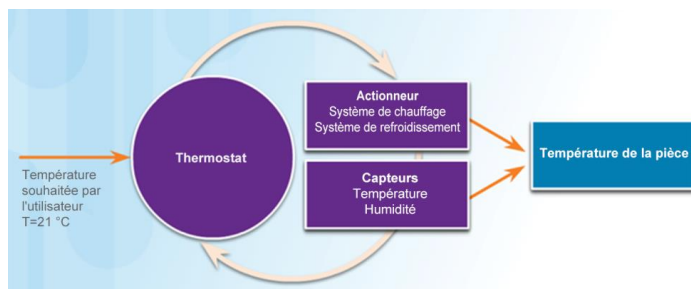


▪ Déroulement du processus IOT :

- Un simple système IoT comprend **des capteurs** reliés à des **actionneurs** ou à des **contrôleurs** via une **connexion filaire ou sans fil**.
- Certains appareils possèdent plusieurs fonctions

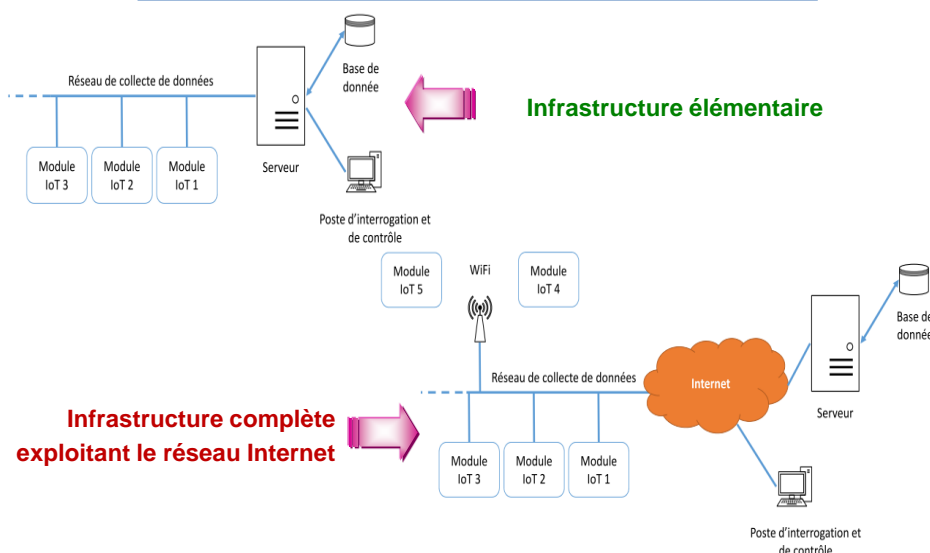
Eléments de base d'un système IOT (2)

- Le système IOT est contrôlé et généralement basé sur des **boucles de rétroaction**
- Dans une boucle fermée, les **capteurs du contrôleur** lui envoient des informations en continu
- Le **contrôleur** analyse et traite ces informations en continu, et utilise des **actionneurs** pour modifier les conditions



- Exemples de capteurs : analogiques (température, humidité, gaz, lumière...) ou Numériques (présence, contact, impulsions...)
- Exemples d'actionneurs : Relais, moteurs, lampes, variateurs...

Types d'infrastructures pour l'IOT



ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Modèle de référence pour l'IOT (1)

Rappel du modèle OSI

7

Application

6

Présentation

5

Session

4

Transport

3

Réseau

2

Liaison de données

1

Physique

Utilisé pour décrire les connexions réseau et sont souvent considérés interchangeables.

Modèle de référence pour l'IOT proposé par Cisco à World Forum :

▪ Développé en tant que cadre commun pour guider et accélérer les déploiements IoT.

▪ Son but est de fournir une terminologie commune et d'aider à clarifier la manière dont les informations circulent et sont traitées, afin d'unifier le secteur de l'IoT.

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

29

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Modèle de référence pour l'IOT (2)

Modèle de référence pour l'IOT proposé par Cisco à World Forum

Levels

7

Collaboration & Processes

(Involving People & Business Processes)

6

Application

(Reporting, Analytics, Control)

5

Data Abstraction

(Aggregation & Access)

4

Data Accumulation

(Storage)

3

Edge Computing

(Data Element Analysis & Transformation)

2

Connectivity

(Communication & Processing Units)

1

Physical Devices & Controllers

(The "Things" in IoT)

Center

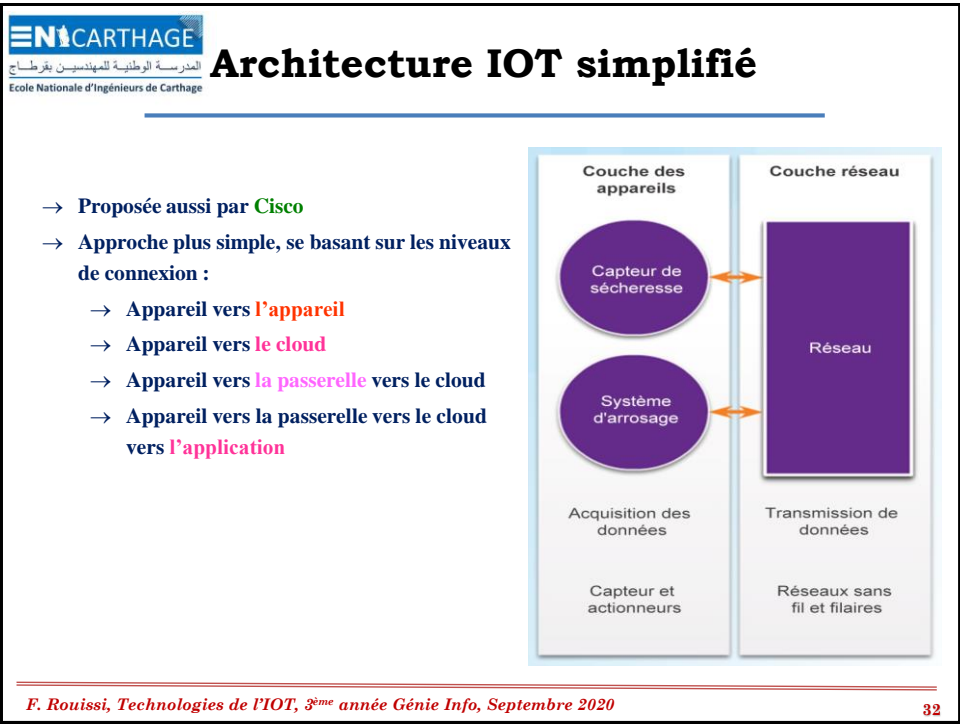
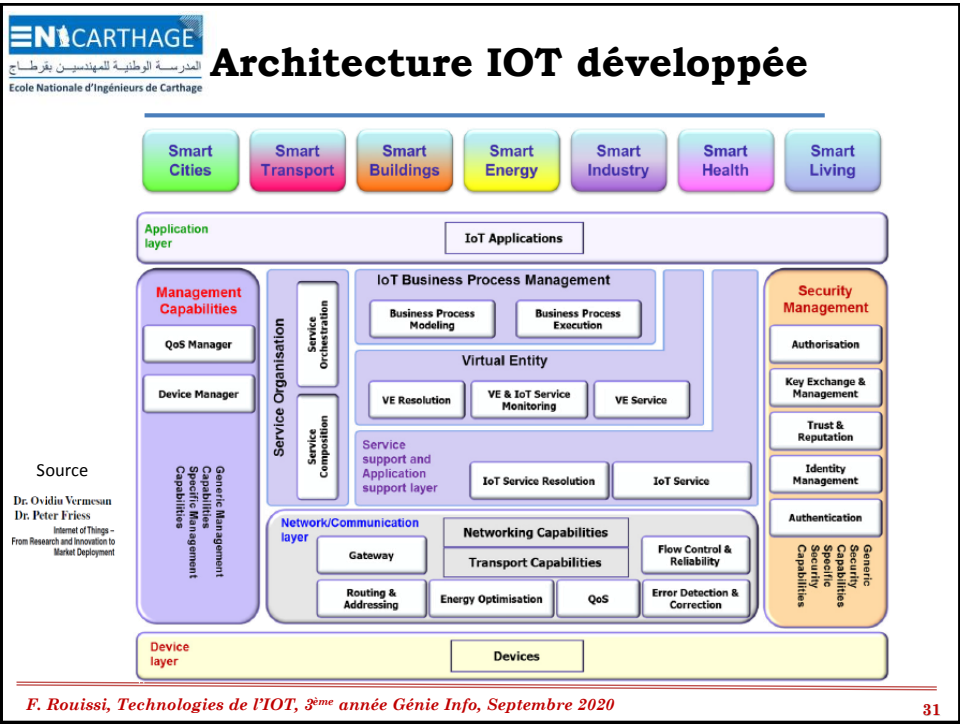
Edge

Sensors, Devices, Machines, Intelligent Edge Nodes of all types

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

30

15



Couches de connexion pour l'IOT

Connexions physique :

- Désignent le support et le type de câble

Connexions liaisons de données & réseaux :

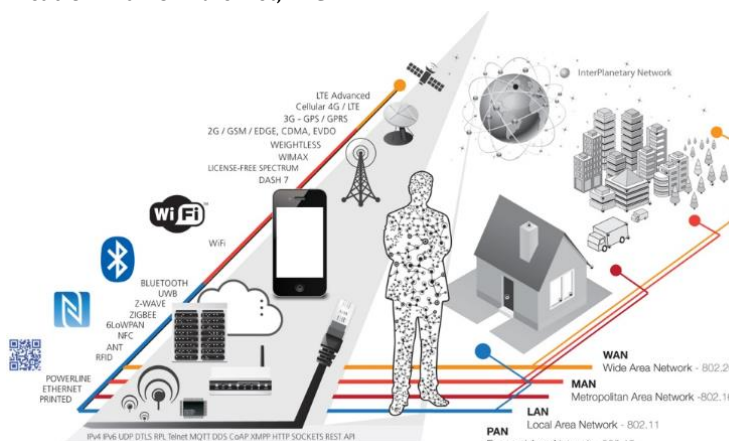
- Permettent et contrôlent l'accès aux supports ainsi que la détection d'erreurs
- Incluent les standards sans fil tels que **IEEE 802.11 (Wi-Fi)**, **IEEE 802.15 (Bluetooth)** et les réseaux cellulaires **3G** ou **4G**.
- **LoRaWAN** et **NB-IoT** sont des exemples de technologies émergentes prenant en charge l'IoT

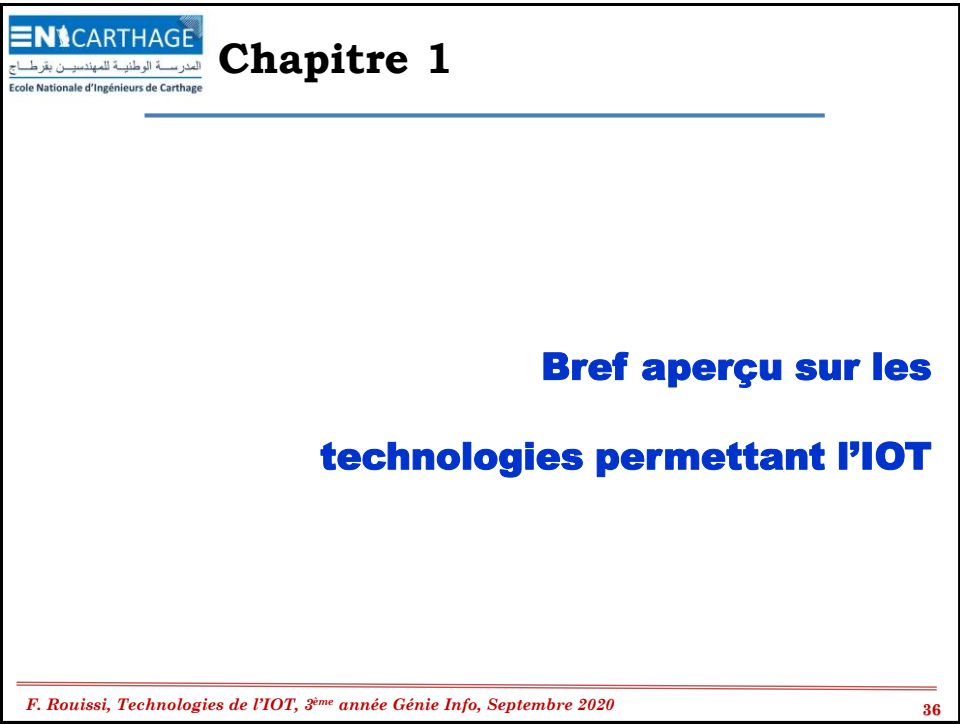
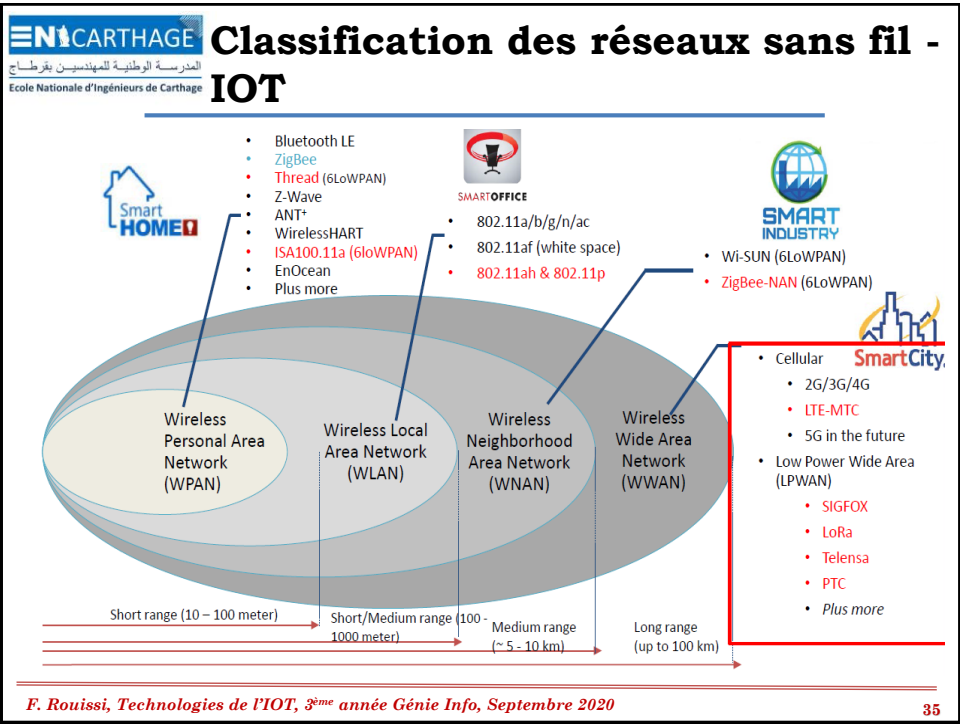
Connexions d'applications :

- L'application en IOT dépendra des appareils et du type de connexion impliqués
- **MQTT** et **REST** sont les protocoles d'application IOT les plus récents:
 - prennent en charge les appareils IoT qui se connectent avec les nombreux types de configurations à distance
 - **MQTT** = protocole de messagerie léger avec une charge minimale, avec intégrité des données et sécurité de haut niveau.
 - **REST** ou **RESTful** = services web, type d'API qui facilitent l'interaction des programmes sur Internet.

Types de connectivité pour l'IOT

- Communication radio courte portée : RFID, NFC, Zigbee, Bluetooth, WiFi...
- Communication radio moyenne & longue portée : Weightless, LTE, LoRa, SigFox...
- Communication filaire : Ethernet, PLC...





Wi-Fi

- **Choix évident pour les application IOT**
- **Avantages :**
 - **Omniprésence partout**
 - **Facilité de déploiement et maintenance**
 - **Faible coût d'installation**
- **Points faibles pour l'IOT :**
 - **Consommation élevée d'énergie**
 - **Portée limitée**
 - **Congestion de spectre**



↪ **Deux nouvelles spécifications de Wi-Fi :**

1. **WiFi HaLow (802.11ah)** ⇒ résoudre le problème de consommation d'énergie (optimisation par utilisation de période de réveil/ somnolence de points d'accès) et de portée (rayon de diamètre ~ 1 km)
2. **HEW (802.11ax)** ⇒ version plus sophistiquée de Wifi Halow avec plus d'économies en énergie pour les clients et évitement de collisions

Zig-Bee

- Technologie de réseau sans fil très exploitée en milieu industriel
- Cible les applications à échange de données relativement peu fréquents, à de faibles vitesses de transmission (~ 250 Kbit/s)
- Dans un espace restreint et dans une portée de 100 m
- Fonctionne à 2,4 GHz
- Profils ZigBee disponibles & reposant sur le protocole IEEE802.15.4 : ZigBee PRO et ZigBee Remote Control (RF4CE)



RFID

- **RFID (Radio Frequency Identification) ≡ Technologie d'identification automatique qui utilise le rayonnement radiofréquence pour identifier les objets porteurs d'étiquettes lorsqu'ils passent à proximité d'un interrogateur.**
- **ne peut pas se résumer à une seule technologie : plusieurs fréquences radio & plusieurs types d'étiquette ayant différents types de mode de communication et d'alimentation.**
- **Trois fréquences de tags RFID :**
 - **RFID UHF à 900 MHz ⇒ antennes imprimées ou gravées, sensibles à l'environnement, performances réduites**
 - **RFID HF à 13,56 MHz ⇒ antennes boucle imprimées ou gravées, tags fins, largement répandus, applications de transport & d'identité (passeport, pass Navigo...)**
 - **RFID LF à 125 KHz ⇒ poids et taille réduits, peuvent être intégrés dans tout type de matériaux, textiles, métaux...**

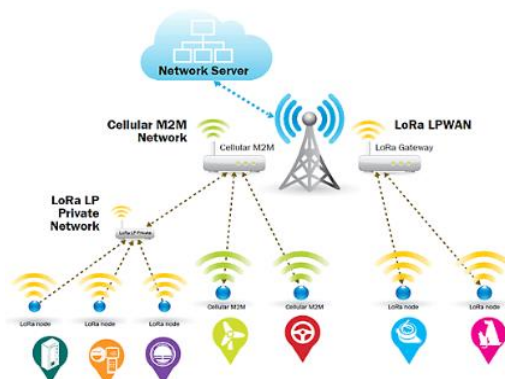



LoRa



- **Ou LoRaWAN ≡ Technologie de réseau étendus à faible consommation d'énergie**
- **Permet des fonctionnalités indispensables à la communication bidirectionnelle sécurisée dans les applications urbaines et industrielles intelligentes, ainsi que IoT et M2M**

- **Conçu pour grands réseaux comprenant des millions de circuits**
- **Fréquence : variable**
- **Portée : 2 à 5 km dans un environnement urbain, et 15 km dans un environnement suburbain**
- **Débit : ~ 0,3 à 50 Kbits/s**







المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage


SigFox

- Autre technologie à longue, s'insère entre Wi-Fi et cellulaire
- Fait appel à la technologie UNB (Ultra Narrow Band) pour des débits très faibles qui ne dépassent pas 1 Kbits/s
- Consommation d'énergie très faible (≤ 50 milliWatts), + durée de veille des batteries type de 20 ans .
- Réseau permettant de connecter des millions de dispositifs
- Applications type : compteurs intelligents, moniteurs de patients, dispositifs de sécurité, éclairage de rue et capteurs d'environnement
- Fréquence : 900 MHz
- Portée : de 30 à 50 km en environnement rural, et de 3 à 10 km en environnement urbain
- Débit : ~ 10 à 1000 bits/s






Secure element for
Sigfox Ready™ IoT devices



F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

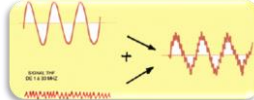
41

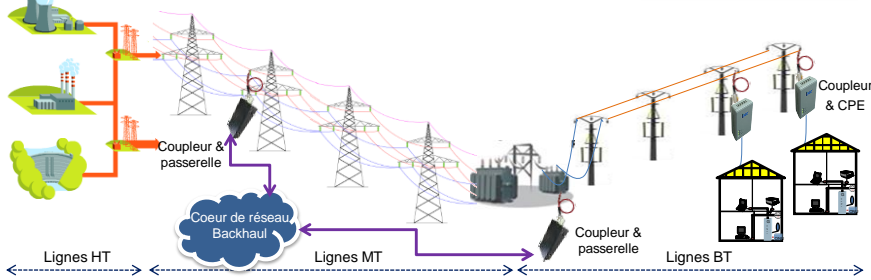


المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

CPL

La technique PLC permet aux lignes électriques de transporter des données à travers la superposition au courant électrique 50Hz des signaux VLF et VHF modulés par l'information à transmettre





Réseaux CPL Outdoor

Utilisation des réseaux de distribution électrique, opérés par les sociétés d'électricité, comme support des communications bande étroite ou haut débit

Réseaux CPL Indoor

Utilisation du câblage électrique à l'intérieur des bâtiments pour offrir une connectivité en bande étroite ou haut débit aux équipements d'utilisateurs

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

42

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Chapitre 1

Domaines d'application &

nouveaux services

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020


43

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Applications de l'IOT



Smart Living

Entertaining, Leisure

- Independence through technology
- Information when you need it
- Connected when you need it

Smart Health

Healthcare System

- People monitoring
- Bio sensors, probes
- Remote health

Smart Transport

ITS, HEVs, EVs

- Electric Mobility, EVs and HEVs
- High Speed Trains
- Infrastructure, V2I, V2V, V2I+I

Smart Energy

Electric Grid

- Voltage and power sensors
- Meters and breakers
- Fault detection

Smart Buildings

Buildings, Smart Homes

- Thermostats, HVAC, lighting
- Presence sensors, lockers, actuators
- Meters, smart-plugs, HEC

Smart Planet

Green Environment

- Environmental sensors
- Water, power leak detection
- Pollution, weather monitoring

Smart Cities

Connected Communities

- Lighting, water management
- Monitoring & security
- Traffic control

Smart Industry

Industrial Environments

- Lightning, security, actuators
- Production control
- Robotics

Source

Dr. Ovidiu Vermesan

Dr. Peter Friess

Internet of Things -

From Research and Innovation to

Market Deployment

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

44

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Exigences communication par application

	Utilities	Healthcare	Transportation and Automotive	Smart Cities
Range	Up to 20 km	Most < 20 m Some >5 km	V2X < 50 m Connected Car >5 km Rail and Bus - >5 km	Up to 20 km and some < 100 m
Data Rate	< 1 kbps	100 kps - 1 Mbps	100 kps - 1 Mbps	Most <100 kps Some >1 Mbps
Battery Life	Smart Meter: 10-15 years	1-5 years	Most powered from host vehicle or asset. Some > 5 years	10 years. Some powered from street furniture
Mobility	No	Most limited inside building. Some full mobility	Yes	Most fixed or nomadic. Some full mobility
Latency	Smart Meter: 10-100 ms Smart Grid : 1-10 ms	Some very low latency <10 ms others 10-100 ms	V2X < 15 ms Others 10 – 100 ms	10 – 100 ms
Security and Resilience	Encryption and two-way communication Smart Grid requires high resilience	Encryption and two-way communication	Encryption and two-way communication	Some – no. Some require encryption and two-way communication
Modem Cost (USD)	< US\$10	US\$10 - \$25	US\$10 - \$50	< US\$10

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

45


ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage


Objets connectés existants sur le marché

SMART THERMOSTATS




Save resources and money on your heating bills by adapting to your usage patterns and turning the temperature down when you're away from home.

CONNECTED CARS




Tracked and rented using a smartphone. Car2Go also handles billing, parking and insurance automatically.

ACTIVITY TRACKERS




Continuously capture heart rate patterns, activity levels, calorie expenditure and skin temperature on your wrist 24/7.

SMART OUTLETS



Remotely turn any device or appliance on or off. Track a device's energy usage and receive personalized notifications from your smartphone.

PARKING SENSORS



Using embedded street sensors, users can identify real-time availability of parking spaces on their phone. City officials can manage and price their resources based on actual use.

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

46

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Exemples d'applications émergentes (1)

Smart Home :

→ **Domaine domotique : pilotage des portes & fenêtres, contrôle de chauffage sophistiqué, éclairage intelligent, live video & image capture ...**

The diagram shows a house with various IoT applications labeled around it:

- SMART ROOF:** Smart roof with an integrated sustainable solution for solar, wind and water energy, which creates energy for the house.
- SMART APPLIANCE:** Smart automatic home appliances not only bring convenience to life but also save energy consumption.
- SMART LIGHTING:** Smartly control the lights with automation signal system to save energy.
- SMART METER:** Smart Meter makes electricity consumption more accurate, manageable and convenient.
- SMART SECURITY:** Build-in alerts and smart surveillance system with facial and voice identification to enhance home safety.
- SMART ENTERTAINMENT:** Smart entertainment boosts entertaining experience with flexibility and saves energy consumption.
- SMART ELDERLY CARE:** Via home automation to make it possible for older adults and people with disabilities to remain at home, safe and comfortable.

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{me} année Génie Info, Septembre 2020

47

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Exemples d'applications émergentes (2)


Smart Home :

■ **Use case : Amazone remplacerait le supermarché**

The diagram illustrates the Amazon smart home use case. It shows a sequence of icons: a house, a document, a shopping cart, a truck, and a house. Below the first house icon, the word "AMAZON" is written. Below the truck icon, the word "UBER" is written. The diagram shows a person interacting with a smart home system. The system includes an Amazon Dash Button, a Dash Replenishment Service, an Amazon Dash wand, and an Amazon Echo. The person is shown holding a smartphone and a smart home device. The diagram also shows a smart home system with a washing machine and a dryer. The text "La maison intelligente équipée d'appareils permet à Amazon de détecter ce qui manque" and "La commande est passée automatiquement et livrée par Amazon Services, qui met en place un mode de livraison de type Uber" is shown. The source is cited as "Source: OLIVER WYMAN".

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{me} année Génie Info, Septembre 2020

48

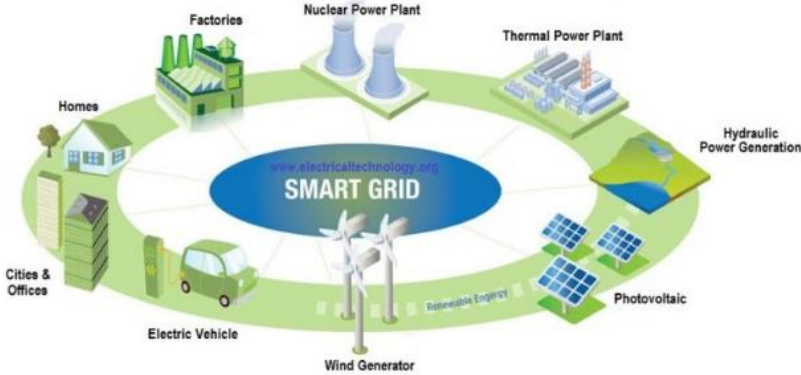


المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Exemples d'applications émergentes (3)


Smart Grid :

→ **Domaine d'énergie :** optimisation de la production, télé-relève de la consommation, contrôle du réseau électrique, équilibrage et prédiction de la charge...



F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

49

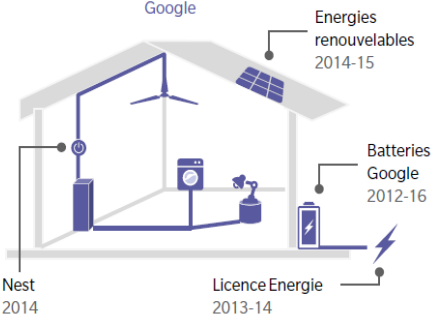


المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Exemples d'applications émergentes (4)

Smart Grid :

■ Use case : Google deviendrait un fournisseur de service énergétique



“ Rush Hour Rewards ”

“ Des batteries Google permettraient une autonomie durable en électricité ”

“ Communiquer avec l'électroménager Whirlpool est désormais possible ”

“ Un hub unique pour contrôler les appareils électroniques ”

F. Rouissi, Technologies de l'IOT, 3^{ème} année Génie Info, Septembre 2020

50

Exemples d'applications émergentes (5)

Domaine de de mode :

→ « Wearable technologies » : combinaison ultra-connectée (Wi-Fi, GPS, bluetooth), chargement du portable en marchant (smart shoes), cape d'invisibilité...

