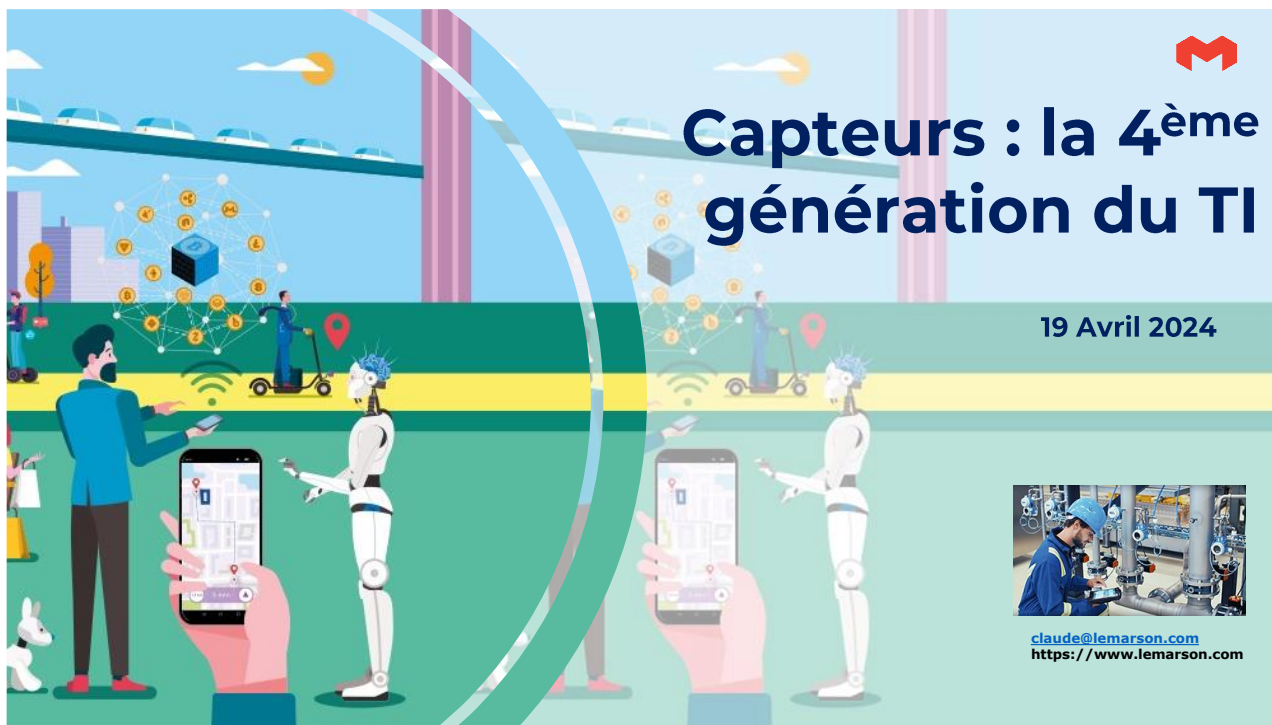




Capteurs : la 4^{ème} génération du TI

19 Avril 2024



claude@lemarson
<https://www.lemarson.com>

SOMMAIRE

IoT : la 4^{ème} génération du TI



- ❖ Une fonction régalienne du TI.
- ❖ Diversité à l'infini.
- ❖ Les grands domaines applicatifs.
- ❖ Ce que sont les capteurs et exemples concrets.
- ❖ Intégration : les problèmes à résoudre.
- ❖ L'architecture à niveaux d'une infrastructure de capteurs : stockage, OS, réseau de transport.
- ❖ La sécurité spécifique des capteurs.
- ❖ Plates-formes d'intégration.



Le marché mondial est attendu à 715 G\$ en 2024 et 4 000 G\$ en 2032 (CAGR de 24,3 %) pour 100 milliards de capteurs (à 2 ou 3 près...).

La 4^{ème} génération du TI

Capteurs : une fonction régaliennne du TI

- ❖ Le terme "Internet of Thing" est apparu en 1999 avec Kevin Ashton pour décrire des puces d'identification par radiofréquences (RFID).
- ❖ C'est une nouvelle dimension nouvelle donnée au TI, historiquement la 4^{ème}, après les mobiles, qui fait remonter directement des données mesurées en temps réel ou non.
- ❖ **L'IoT est une infrastructure d'objets, les capteurs ("sensors") interconnectés en réseau, dont les données sont traitées par différents niveaux intermédiaires et consolidées en central (Cloud ou pas).**
- ❖ L'IoT c'est à la fois de l'électronique, de l'expertise matérielle, du développement, de la gestion de données, etc, mais surtout une connaissance approfondie du métier des usagers.



Au moment où les fonctions du TI sont réduites (Cloud...), la gestion technique et métier des capteurs est une spécialité que l'on n'a aucun intérêt à sous-traiter. C'est une fonction régaliennne du TI liée à la spécialité de l'entreprise. C'est une chance qu'il ne faut pas rater.

IoT : la 4^{ème} génération du TI

3 / 21

Quelques remarques pour se situer...

Plus de 1 400 milliards \$ d'investissements (OpenMind BBVA)

De plus en plus de cartes SOC pour traiter les nombreux besoins des IoT.

La gestion physique et logique des IoT se déporte dans le Cloud. AWS, Azure, Samsung, Google, Alibaba, etc. sont présents.

Les plates-formes de développement se diversifient, le plus souvent hébergées dans le Cloud.

Le succès des enceintes connectées ne doit pas faire oublier que ce sont de redoutables chevaux de Troie...

L'architecture Edge Computing permet d'optimiser l'usage des ressources et d'effectuer certains traitements au plus près des objets.

On va se préoccuper enfin des vrais problèmes de sécurité IoT. Trop tôt pour évoquer l'éventuel apport de la Blockchain.

Les objets trouvent d'immenses débouchés dans la distribution. Toutes les solutions à venir, dans le retail et la logistique seront fondées sur ces IoT. Amazon Go est un bon exemple de ce qui se fera.

La relation client-fournisseurs (CRM) va vivre une révolution telle qu'elle n'en a jamais connue.

Les capteurs jouent un rôle essentiel dans les projets de villes que l'on cherche à rendre intelligentes. Ce qui ne se fera pas du jour au lendemain.

Le monde IoT manque cruellement de standards clairs. La pile OCF 2, à gagner à introduire les IoT dans leurs processus. On peut considérer les "digital twin" comme une forme avancée de cette maintenance.

La maintenance aura beaucoup de standards clairs. La pile OCF 2, à gagner à introduire les IoT dans leurs processus. On peut considérer les "digital twin" comme une forme avancée de cette maintenance.

La santé de demain sera numérique. Et les IoT joueront un grand rôle dans le suivi des patients, l'aide aux diagnostics et à la chirurgie.

Les IoT ont fait exploser le concept de données personnelles. Avec GDPR, on ne parle plus le même langage.

Il existe une multitude de capteurs (sensors), très spécialisés. Il faudrait plus de spécialités.

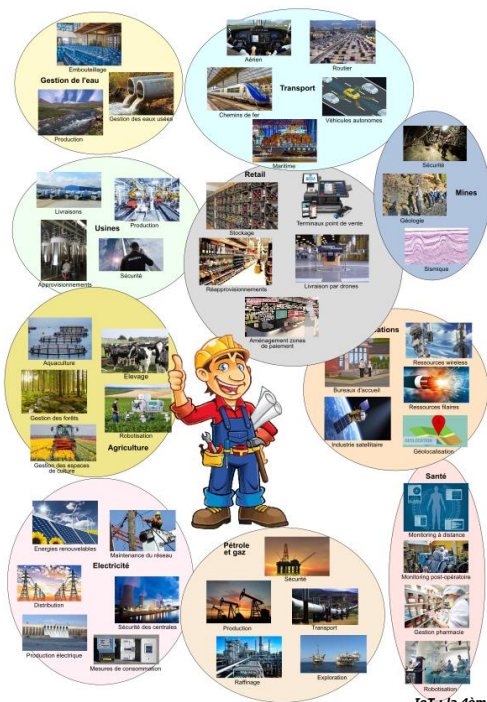
Grâce (ou à cause) des capteurs, les fermes de demain ne ressembleront pas à celles d'aujourd'hui...

Le développement a pris ses marques. On passe à la phase active.

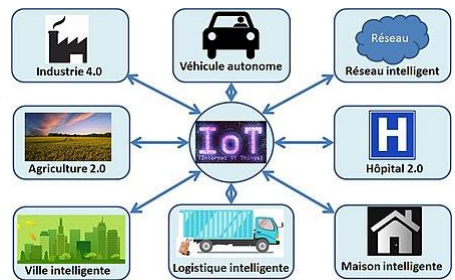
Le nombre de startups dédiées aux IoT va continuer de progresser... en attendant, pour certaines d'être rachetées.

IoT : la 4^{ème} génération du TI

4 / 21



Les grands domaines applicatifs



IoT : la 4ème génération du TI

Ce que sont les capteurs



- ❖ Un capteur permet de mesurer un « mesurande », une valeur : température, pression, choc, de manière exploitable, analogique ou numérique.
- ❖ Un capteur c'est...
 - ❖ Un **moyen de stockage**, pour enregistrer cette valeur ou une série de valeurs, qui se succéderont dans le temps, à une fréquence qui dépendra du capteur
 - ❖ Un **moyen d'affichage**, si l'on veut visualiser la valeur
 - ❖ Un **moyen d'exposition**, qui reviendra à formater les valeurs
 - ❖ Une **interface de connexion** avec un réseau externe, de manière à ce que la valeur puisse être émise à destination d'un serveur de consolidation et traitement
 - ❖ Une **capacité de pré-traitement** ou de traitement, la tendance voulant que le maximum de choses se fasse à l'endroit même où sont générées les données

- ❖ Ne se limitent pas à des "petits boîtiers" de mesure : c'est une fonction qui peut être très complexe.
- ❖ Dépendent de la nature de l'opérande à évaluer, du principe physique que l'on veut mesurer, du signal qu'il propose en sortie : analogique, numérique, logique.
- ❖ Actif ou passif.
 - ❖ Un capteur passif est un capteur dont l'impédance est sensible à l'un des éléments du mesurande que l'on veut évaluer : la valeur de l'impédance change en fonction de la valeur mesurée (l'impédance peut se résumer à une simple résistance)
 - ❖ Le capteur est actif s'il se suffit à lui-même, les variations du mesurande étant automatiquement traduites en valeurs exploitables et des traitements pouvant être effectués localement
- ❖ Capteurs avec ou sans contacts.
- ❖ 2 grandes familles d'usages :
 - ❖ Environnement personnel et professionnel.
 - ❖ Plates-formes industrielles, hôpitaux, sécurité, distribution.

IoT : la 4ème génération du TI

Ce que sont les capteurs

- ❖ Les capteurs exploitent des phénomènes physiques, variation de capacité, d'inductance (champ magnétique créé par le passage d'un courant électrique), l'effet Hall, dans lequel le capteur mesure une tension électrique due au passage d'un courant électrique dans un champ magnétique, l'induction magnétique, l'effet Faraday, qui décrit le lien entre la polarisation de la lumière et un champ magnétique, l'effet photoélectrique qui mesure l'émission d'électrons d'un matériau soumis à une lumière, les phénomènes de dilatation, de déformation mécanique, de piézo-électricité, basé sur la propriété de certains matériaux de se polariser électriquement sous l'action d'une force mécanique, l'effet Doppler...
- ❖ Chacun des capteurs est caractérisé par un certain nombre de critères :
 - ❖ L'étendue des mesures, les valeurs minimale et maximale.
 - ❖ La sensibilité du capteur : la plus petite variation du signal de sortie que le capteur est capable d'afficher.
 - ❖ Ne pas confondre avec la résolution, qui elle précise la plus petite variation du mesurande, que le capteur sera capable de détecter.
 - ❖ Reproductibilité : plusieurs mesures d'un même mesurande doivent donner les mêmes résultats en sortie.
 - ❖ Linéarité, qui s'attache à ce que l'évolution du mesurande doit donner une évolution linéaire (une droite) pour les valeurs de sortie. Il ne doit pas y avoir de distorsions ou d'effets de bords.
- ❖ Les spécialistes des capteurs sont familiers avec les concepts de temps de réponse, de bande passante, d'hystérésis (la caractéristique d'un matériau de rester dans un état donné après que la cause de cet effet a été supprimée).



Des milliers de capteurs pour le trio magique : physique, électronique, informatique



IoT : la 4ème génération du TI

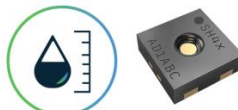
7 / 21

Des exemples concrets de capteurs



Capteurs de température

Pour le contrôle des températures dans un processus de fabrication, de suivi de l'environnement, dans les fermes "numériques"...
4 types de capteurs :
NTC ("Negative Temperature Coefficient") thermistor. Le thermistor est un élément dont la résistance varie avec la température. RTD ("Resistance Temperature Detector" : un film ou une bobine autour d'une céramique, thermocouple, capteurs semiconducteurs.



Capteurs d'humidité

Mesurent un pourcentage d'humidité dans un matériau ou environnement.
3 capteurs principaux :
Capacitifs, résistif, thermique.



Détecteurs de vibrations

Utilisés pour mesurer le degré de vieillissement d'un moteur (entre autres). A la base de nombreux systèmes d'alarmes.



Capteurs de pression

Mesurent des variations de pression.
4 types de capteurs :
Basés sur des jauges de contraintes, métalliques ou films minces appliqués par pulvérisation.
Capteurs de pression capacitifs, capteurs piezo-résistifs, capteurs de pression résonnants.



Capteurs de niveaux

Pour détecter des niveaux de liquides ou de gaz: des poudres ou des matériaux granulaires. Se trouvent dans le traitement des eaux, le manufacturing, la détection de présence de produits nocifs, au-dessus d'un certain seuil...
Nombreuses techniques : électromécanique ou électromagnétiques, laser, micro-ondes, radar à impulsions, capacitif, impulsions sonores.



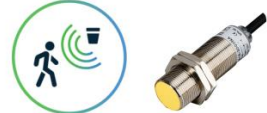
Détecteurs de chocs

Proches des détecteurs de vibrations. Réagissent aux chocs et impacts sur les éléments surveillés. Peuvent être installés dans un véhicule ou une maison.



Détecteurs de mouvements

Les capteurs de mouvements détectent les mouvements d'un objet dans une scène surveillée. Plusieurs technologies sont utilisées. La plus courante est l'envoi d'un faisceau infrarouge et l'analyse du faisceau réfléchi. Il existe des capteurs passifs, à hyperfréquences (installés dans des équipements et sont invisibles). D'autres systèmes utilisent des micro-ondes, un laser, etc.



Capteurs de proximité

Détection sans contact d'objets près du capteur. Emettent souvent un champ électromagnétique ou un faisceau de radiations infrarouges. Très utilisés dans la distribution pour détecter un client intéressé par un produit, pour alerter le client sur une offre spéciale, pour lui signaler des places de parking libres...
Cinq techniques principales, fondées sur la détection de la modification d'un élément du fait de la proximité d'un objet :
induction, capacitif, optique, magnétique, ultrasons.

IoT : la 4ème génération du TI

8 / 21

Des exemples concrets de capteurs



Les accéléromètres

Capteurs qui détectent des variations de vitesse de translation (éventuellement de gravité). Equipent des flottes de véhicules, des smartphones. Peuvent faire office d'anti-vols.
 Nombreux modes de détection : **piézoélectrique, capacitif, optique, ondes de surface, inductif...**



Détecteurs d'infrarouges

A la fois détecteurs et émetteurs d'infrarouges. Peuvent mesurer la chaleur émise par un objet. Utilisés dans de très nombreux domaines : santé (surveillance de la pression artérielle), dans les TV, dans l'art pour détecter des couches cachées dans les tableaux...



Détecteurs optiques

Convertissent des rayons lumineux en signaux électriques. Très utilisés dans l'industrie automobile pour détecter les obstacles, dans les smartphones pour mesurer la luminosité de l'environnement.



Détecteurs de gaz

Détectent la présence de gaz dans l'environnement. Sont utilisés pour contrôler la qualité de l'air, dans la sécurité (gaz dangereux), dans la détection du dioxyde de carbone dans les maisons et usines.



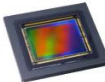
Les gyroscopes

Capteurs qui mesurent des variations de vitesse angulaire (autour d'un axe). S'appliquent sur plusieurs axes. Très utilisés dans les systèmes de navigation, dans le contrôle de stabilité. Embarqués dans un smartphone, ils peuvent contribuer à une forme limitée de navigation aérienne.



Détecteurs de qualité de l'eau

De plus en plus utilisés. Nombreuses solutions techniques : mesure du chlore résiduel, présence d'éléments organiques, présence d'éléments solides en suspension, mesure de la conductivité, pH, données sur les réactions d'oxydation/réduction.



Détecteurs d'images

Convertisseurs d'images en signaux électriques. Utilisés dans les caméras numériques, l'imagerie médicale, les systèmes de vision nocturne, les dispositifs d'imagerie thermique, les radars, sonars, en biométrie...

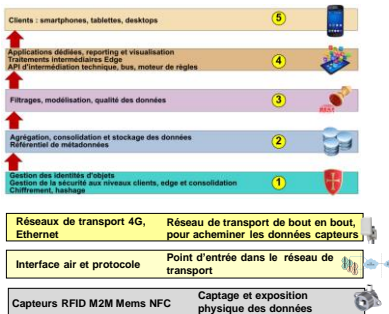


Détecteurs de fumée

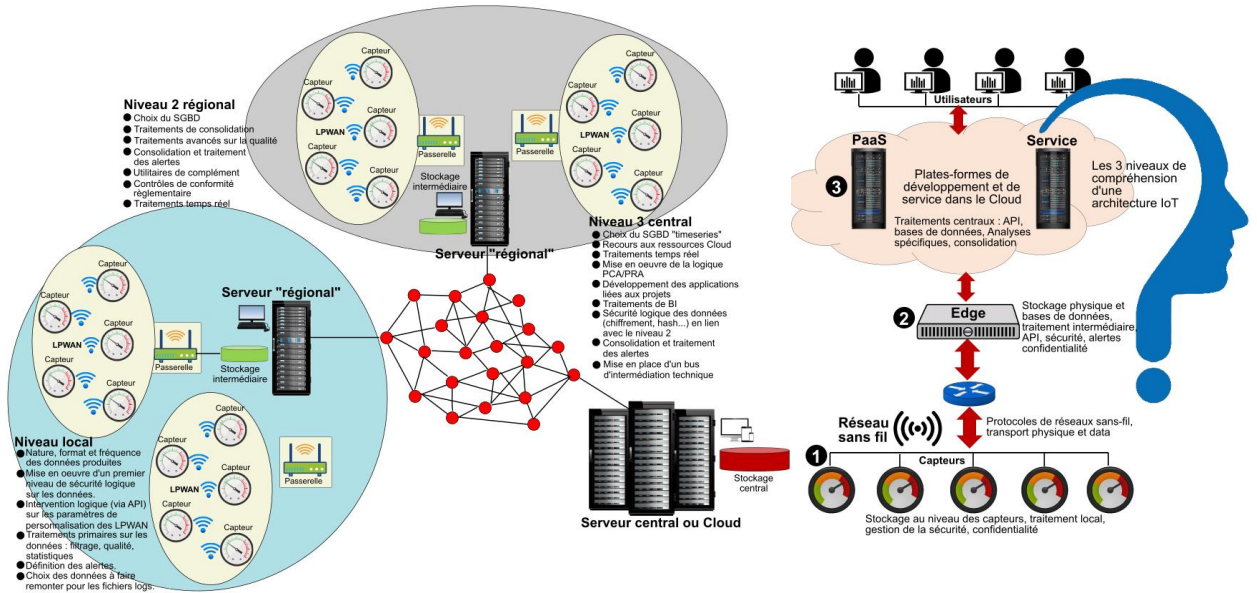
Occupent une place de plus en plus importante. Utilisés dans l'industrie manufacturière, les systèmes HVAC de climatisation et circulation d'air, dans les immeubles et usines pour prévenir les incendies. Deux techniques : photoélectrique et ionisation.

Intégration : les problèmes à résoudre

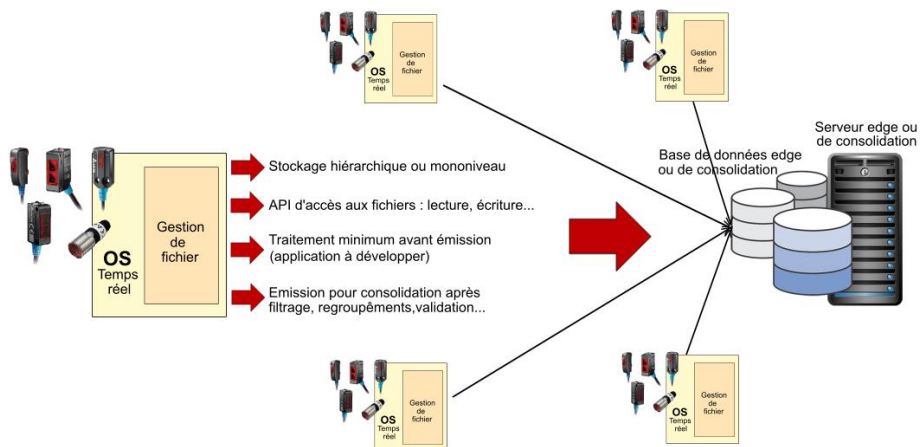
- ❖ Cinq situations types et 3 fonctions de base : fabriquer ou acheter un capteur, l'intégrer dans le TI, développer des applications liées aux données fournies.
- ❖ **Concevoir un objet de type IoT (éventuellement)**, qui sera chargé d'une tâche précise : mesurer une valeur et la transmettre au système d'information pour traitement.
 - ❖ On passera par une carte de développement qui nous fournira les ressources physiques nécessaires, fondées sur un micro-contrôleur ou sur un kit complet.
- ❖ **Développer une application** pour une installation existante ou non, qui nécessitera un IDE local ou Cloud, compatible avec le capteur à prendre en compte.
- ❖ **Résoudre le problème de la connectivité** entre des objets physiques existants et le reste du système d'information.
- ❖ **Effectuer des analyses** sur les données issues des capteurs et les transformer en informations utiles, avec déclenchement de fonctions.
- ❖ **Traiter le problème des IoT dans leur globalité**, de bout en bout : aspects matériels, connectique et intégration.



L'architecture d'une plate-forme de capteurs



Le stockage dans les capteurs



Les OS de capteurs

- ❖ Classification des OS (IETF) :
 - ❖ Classe 0 : les objets les plus petits, avec moins de 10 KB de RAM et 100 KB de mémoire flash, des capteurs de base sans fil, par exemple.
 - ❖ Classe 1 : environ 10 KB de RAM et 100 KB de flash, capables d'embarquer des applications plus diversifiées (sécurité, routage...).
 - ❖ Classe 2 : beaucoup plus de ressources, mais sans commune mesure avec celles des IoT de haut de gamme et les serveurs Internet.
- ❖ Il faut un OS et un système de gestion de fichiers minimal, voire une base de données qui pourra être synchronisée avec une base Edge ou centrale.
- ❖ On pourra envisager d'embarquer les applications portées par les objets intelligents dans un container, chaque objet contribuant à une architecture de micro-services.
- ❖ Exemples :
 - ❖ ThreadX de Microsoft.
 - ❖ TinyOS : 4K d'empreinte mémoire.
 - ❖ Contiki : ouverture réseaux très large (Open Source).
 - ❖ RIOT (Open Source), pour capteurs légers.
 - ❖ OpenWSN : projet de plusieurs universités groupées (Berkeley, Calatogne, Inria)
 - ❖ VxWorks de WindRiver.
 - ❖ Mbed d'ARM.
 - ❖ Brillo de Google (version allégée d'Android).
 - ❖ Lite OS d'Huawei.
- ❖ C'est là que se situe le retour aux sources.



Le difficile choix du réseau de transport

- ❖ LPWAN ("Low Power Wide Area Network") : terme générique qui englobe différentes technologies, cellulaires ou non et se partagent un certain nombre d'impératifs.
- ❖ Deux choix possibles : cellulaire (famille LTE, 5G...) ou non-cellulaire (Lora, SigFox)
- ❖ ABI Research : en 2026 les cellulaires LTE-M et NB-IoT représenteront 60 % du marché et les non-cellulaires Lora et Sigfox, 40 %, c'est un signe...
- ❖ Sigfox et Lora capteront 80 % des installations non-cellulaires.
- ❖ Ne pas fonctionner de manière parcellaire : il faut un schéma directeur de la connectique objets sur le long terme, des catégories de capteurs utilisés ou susceptibles de l'être, des perspectives applicatives.
- ❖ On ne fonctionne pas avec un POC sur une technologie non représentative, qui ne pourra pas être étendue.



IoT : c'est parti pour un long marathon de ...plusieurs dizaines d'années... Il vaut mieux bien se préparer...



Les technologies issues du cellulaire

- ❖ **LTE-M** est le standard proposé par le 3GPP : LTE-M1 (ex LTE-M) et LTE-M2 (ex NB-IoT).
- ❖ **LTE-M1** est une adaptation des réseaux cellulaires LTM aux contraintes des capteurs, en termes de consommation surtout, avec deux innovations qui concernent les batteries : **LTE eDRX** (eXtended Discontinuous Reception) et **LTE PSM** (Power Saving Mode).
- ❖ **LTE-M1** réduit la bande passante d'un canal LTE de 20 à 1,4 Mhz, pour un débit montant de 375 Kbps et descendant de 300 Kbps, en mode FDD semi-duplex.
- ❖ **LTE-M2** (release 13 de LTE-M) baisse encore les valeurs de **LTE-M1**, avec une bande passante de 200 Khz et des débits respectifs, en montée et descente, de 55 et 40 Kbps.
- ❖ **LTE-M** exploite des fréquences LTE, mais peut aussi être implanté en ISM, comme **SigFox** et **LoRa**.
- ❖ 5G maintenant, même évolution prévisible.



NB-IoT

- ❖ Narrow-Band IoT, bande passante étroite (200 Khz).
- ❖ Un standard 3GPP, sorti en 2016... qui se développe.
- ❖ Différentes dénominations : LTE Cat-NB, LTE Cat-NB1 ou Cat N1.
- ❖ Standards : release 13 3GPP : LTE Cat-NB1 et release 14 : LTE Cat-NB2.
- ❖ Technologie qui étend l'efficacité du cellulaire LTE-M à de très grandes flottes de capteurs de plus de 20 000 devices.
- ❖ Très bonne pénétration dans les immeubles et sous-sols.
- ❖ Débits de 20 à 250 Kbps (download et upload).
- ❖ Faible consommation.
- ❖ Comparaison avec LTE-M :
 - ❖ Moins performant, la vraie comparaison est avec les LPWAN non cellulaires.
 - ❖ Moins adapté aux applications qui nécessitent une réactivité élevée.
 - ❖ N'est pas adapté à la voix et aux mobiles (des choses intéressantes dans la R 14).
 - ❖ Sécurité "a priori" moins sophistiquée qu'avec LTE/5G mais suffisante : authentification des "devices" et confidentialité des usagers, intégrité des données.

IoT : la 4ème génération du TI

15 / 21

LPWAN, non cellulaires

- ❖ Réseaux à longue portée, faiblement consommateurs.
- ❖ Optimisés pour transporter des trames courtes émises par un grand nombre de capteurs.
- ❖ Les critères :
 - ❖ Faible bande passante, adaptée à des volumes très réduits : quelques dizaines ou centaines d'octets par émission.
 - ❖ Batteries à longue durée : entre 5 et 15 ans sans les changer.
 - ❖ Très large couverture géographique : un campus au minimum, typiquement de 3 à 50 km.
 - ❖ Débits de 0,1 à quelques centaines de Kbps.
 - ❖ Très faibles coût des composants et équipements liés.



L'avenir : le mode SDR

Mais on n'y est pas encore...

- ❖ L'avenir appartient à des solutions plus souples, telles que les « SDR », « Software Defined Radio » : les fonctions sont implémentées sous forme logicielle dans les objets, grâce à une intelligence embarquée, taillée sur mesure.
- ❖ L'objet pourra changer sa technique de modulation, le spectre de fréquences, les bandes passantes utilisées, les protocoles d'accès, les techniques de codage/décodage, les algorithmes de chiffrement/déchiffrement, etc, en fonction des conditions d'usage à un moment donné. Flexibilité.
- ❖ La technologie SDR est l'avenir des systèmes d'attribution de fréquences, tel qu'on le pratique avec l'ISM.
- ❖ Il faudra toujours des fréquences, mais leur usage sera plus dynamique et changeant : il faut plus de liberté, car les fréquences ne sont pas une ressource inépuisable.
- ❖ C'est la même dynamique que les SD-WAN.

IoT : la 4ème génération du TI

16 / 21

Sécurité des objets : ce dont il faut se préoccuper

Identity in the IoT World
L'identité d'un objet ne se limite pas à IP

En conditions de haute sécurité, les objets doivent être inaccessibles

Les données véhiculées devront parfois être garanties en termes d'intégrité

L'OS de l'objet est toujours le vecteur de pénétration le plus prisé.

Les réseaux LPWAN, RFID, CPL...peuvent être inquiétants

Les applications IoT devront respecter les mêmes règles d'écriture

Les gateways de réseaux IoT constituent souvent un moyen pratique de pénétration

INTERNET OF THINGS

Le stockage local peut être une source de faiblesses

Un proxy placé devant un objet permettra de cacher son identité et sa localisation physique

Chiffrement des transferts de données sensibles

Il peut être utile d'avoir un peu d'imagination et d'opter pour des mots de passe sécurisés

Nécessité d'isoler un objet et de l'associer à un groupe restreint

Opter pour un outil de monitoring et de management adapté

Application (CoAP, XML)
Security (DTLS)
Transport (UDP)
Network (IPv6)
PHY/MAC (IEEE 802.15.4)

Les protocoles de communication peuvent être très bavards

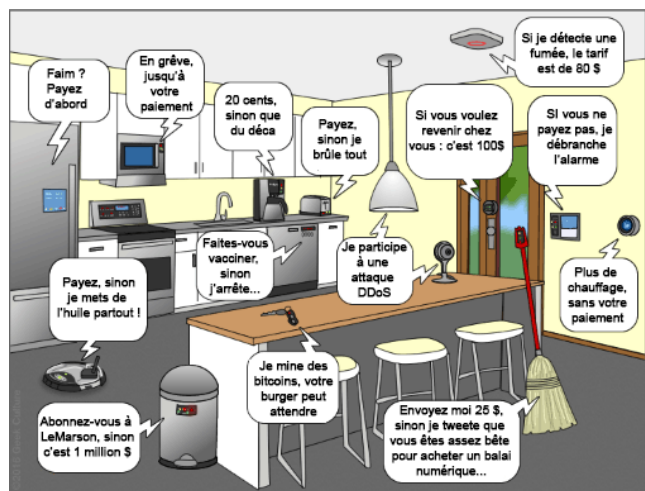
END-TO-END IoT MONITORING

IoT : la 4ème génération du TI

17 / 21

Les relais d'attaques domestiques

- ❖ Les capteurs "domestiques" servent de relais à des attaques en tous genres : spams et malware :
 - ❖ Equipements domestiques : réfrigérateurs, TV...
 - ❖ Les équipements sont "hackés" et c'est eux qui lancent les attaques.
- ❖ Comment se protéger :
 - ❖ Statuer sur l'obligation des équipements d'être "smart" : un grille-pain n'est pas obligatoirement intelligent.
 - ❖ Considérer que les IoT sont hostiles par défaut.
 - ❖ Segmenter les réseaux et isoler les IoT pour mieux les surveiller.
 - ❖ Changer les paramètres d'authentification émis par défaut et choisir des identifiants et mots de passe difficiles à casser : il n'y a aucune obligation à choisir notre date de naissance ou notre lieu de résidence.
 - ❖ Stocker les "credentials" avec les meilleures conditions de protection possibles, selon la dangerosité des données émises par les capteurs




D'après Nitrozac & Snaggy (The Joy of Tech)

IoT : la 4ème génération du TI

18 / 21


Les plates-formes d'intégration dans le Cloud



Orienté IA et analytique

Google Cloud IoT
Plate-forme très utilisée, avec intégration de nombreux services (énergie, parkings intelligents, transport et logistique).
Google IoT Core, pour capturer et gérer les données des "devices". Comporte un "device manager" pour enregistrer les devices et les configurer. Protocoles HTTP et MQTT.
Cloud Pub/Sub, service de routage de messages. Inter médiation.
Google BigQuery, Analyse en temps réel.
AI Platform, Moteur de ML ("Machine Learning").
Google Data Studio, visualisation des données dans les dashboards.
Google Maps Platform, affichage de la localisation des ressources connectées.


Avantages :
AI et ML
Analyse en temps réel
Dataviz et dashboard
Tracking par géolocalisation



Très bonne gestion des devices et architecture Edge. Prêt pour la 5G.

Cisco IoT Cloud Connect
Fournisseur d'équipements réseaux : switches, points d'accès, routeurs, gateways...
Cisco IoT Control Center, intégration des ressources
Extended Enterprise Solution, prise en charge de Edge et report au système central.
Edge Intelligence Industrial Asset Vision, exploite ses propres capteurs pour surveiller les installations clients.
Domaines cibles : véhicules connectés, usines et manufacturing, villes intelligentes.

Avantages :
Monde industriel
Sécurité
Edge
Gestion centralisée de la connectivité




Orienté relation client

Salesforce IoT Cloud
Fonctionne avec Salesforce CRM. Les données issues des capteurs sont envoyées directement sur le CRM. Réactions en fonction des contextes.
Mécanisme simple pour créer les règles de gestion, via une interface unique.
Compatible avec les portails Web de partenaires et autres services dédiés.

Avantages :
Intégration directe avec la gestion de la relation client.
Simplicité d'usage et ergonomie.

Réapprendre l'économie :


- ❖ Usage de la mémoire.
- ❖ Codage "proche" des capteurs.
- ❖ Compréhension de ce que "font" les capteurs.
- ❖ Architectures applicatives simples.
- ❖ Performances très limitées.
- ❖ Gestion de fichiers.
- ❖ Bases de données dédiées.
- ❖ Pour le TI, c'est une spécialité nouvelle... passionnante.



Orienté Big Data

IRI Voracity
Le Big Data dans un contexte d'IoT. Utilise une grande variété de formats et de sources de données : JSON, LDIF (LDAP), Hive, PostgrésSQL, MongoDB.

Avantages :
Administration centralisée pour l'organisation des données, chiffrement.
Un ETL très rapide avec de gros volumes de données.



De bout en bout, de la conception à la production en Cloud.


Particle IoT
Plate-forme Edge vers Cloud, avec une offre matérielle importante, des kits de développement, un gestionnaire de "devices", etc.

Avantages :
Intégration avec des partenaires, via une API REST.
Peut fonctionner avec des données issues de Google Cloud ou Azure.
Ne nécessite pas d'expertise technique.

IoT : la 4ème génération du TI

19 / 21


Les plates-formes d'intégration dans le Cloud



Background d'IBM. Force de l'IA.

IBM Watson IoT
Solution complète et administrée de capteurs, dans les véhicules, les engins agricoles, l'industrie, les bâtiments intelligents.


Avantages :
Intégration de données issues de sources variées, avec MQTT.
Dashboards de surveillance des ressources.
Services analytiques.
Archivage sur le long terme avec "Cloud Object Storage".



Très utilisé dans les smart cities. Solution très diversifiée. Puissance de frappe d'AWS.

AWS IoT
L'une des solutions phares du marché. Fondée sur le Cloud, avec connectivité directe et administration des ressources (serveurs...). Peut gérer des millions de capteurs. Connectivité très diversifiée : LoRa... Messagerie applicative diversifiée : MQTT, HTTP, MQTT sur WSS...
Nombreux services AWS disponibles : Lambda, Amazon Kinesis, Amazon DynamoDB, Amazon CloudWatch, Alexa Voice...
Chiffrement de bout en bout.
Algorithmes de Machine Learning.


Avantages :
Très populaire sur les SDK Android et iOS.
Exploité sur systèmes embarqués C, C++, JavaScript, Python.



Intégration des IoT dans le monde Microsoft local et Cloud.

Microsoft Azure IoT Hub
Open Source pour des architectures Edge vers Cloud. Intégration avec d'autres services Azure. Solution IIoT très performantes.


Avantages :
Environnement connu.
Algorithmes d'IA avancés.
Trois grands domaines : santé, Industrie et fabrication, retail.



Orienté industrie

thingworx
Plate-forme spécialement conçue pour les IoT. Accès à de multiples sources de données. Outils d'analyse temps réel, pour optimisation proactive. Contrôle total des "devices".

Avantages :
Assistance spécialisée.
Produit phare, pas de déperdition.
Nombreux clients IoT.



Intégration des IoT dans les solutions Oracle : bases de données, grands logiciels

**ORACLE
INTERNET OF THINGS
CLOUD SERVICE**

Oracle IoT
Analyses en temps réel, agrégation de données, filtrage.
Synchronisation des flux de données avec Oracle Business Intelligence Cloud Service. Gestion avancée de l'identification des "devices".

Robustesse et performances. Diversité de la connectivité. Personnel déjà formé aux outils Oracle. Diversité des formats de données. Ouverture aux grands standards du développement.

IoT : la 4ème génération du TI

20 / 21



Capteurs : la 4^{ème} génération du TI

19 Avril 2024

Nos prochains webinaires

- 3 mai 2024 : **Le monde glaçant du "deep web" et du "dark web"**
- 17 mai 2024 : **Comprendre les consensus de la Blockchain**
- 31 mai 2024 : **IBN : La programmation du comportement des réseaux**
- 14 juin 2024 : **L'impossible protection des données personnelles**
- 28 juin 2024 : **Au cœur des technologies LLM et transformers**
- 13 septembre 2024 : **Nomophobie : un pied chez les fous**
- 11 octobre 2024 : **Le monde nouveau de l'argent**



claudio@lemarson.com
<https://www.lemarson.com>