



Introduction aux objets connectés

Mais qui est ce gars qui nous parle Objet Connectés ?



Paul Pinault

@disk_91

<https://www.disk91.com>

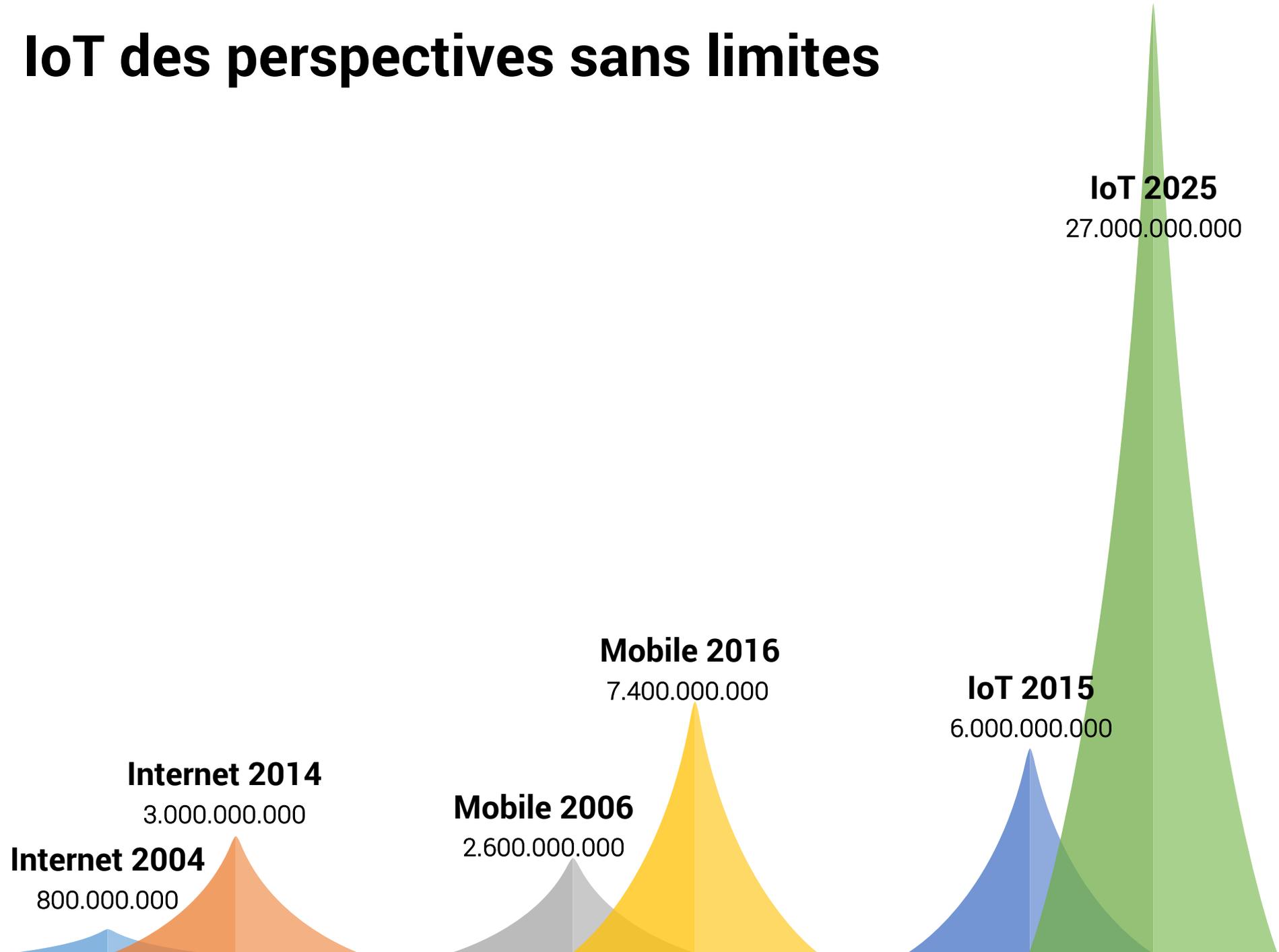
ZZ promo 2000 / F1

Fondateur **ingeniousthings**

Ambassadeur



IoT des perspectives sans limites



Les objets connectés : un domaine, des débouchés pour les Zz

01

20-30Mds d'objets connectés en 2021

- En 2015 nous comptons déjà plus de 6Md d'objets connectés
- L'échelle des objets est bien supérieure à l'échelle de l'humanité

02

Chaque objet est un système informatique autonome

Dans chaque objets on trouve de l'électronique, mais aussi du code embarqué, aujourd'hui plutôt bas niveau C , demain plus haut niveau (Java, C++, C#...)

03

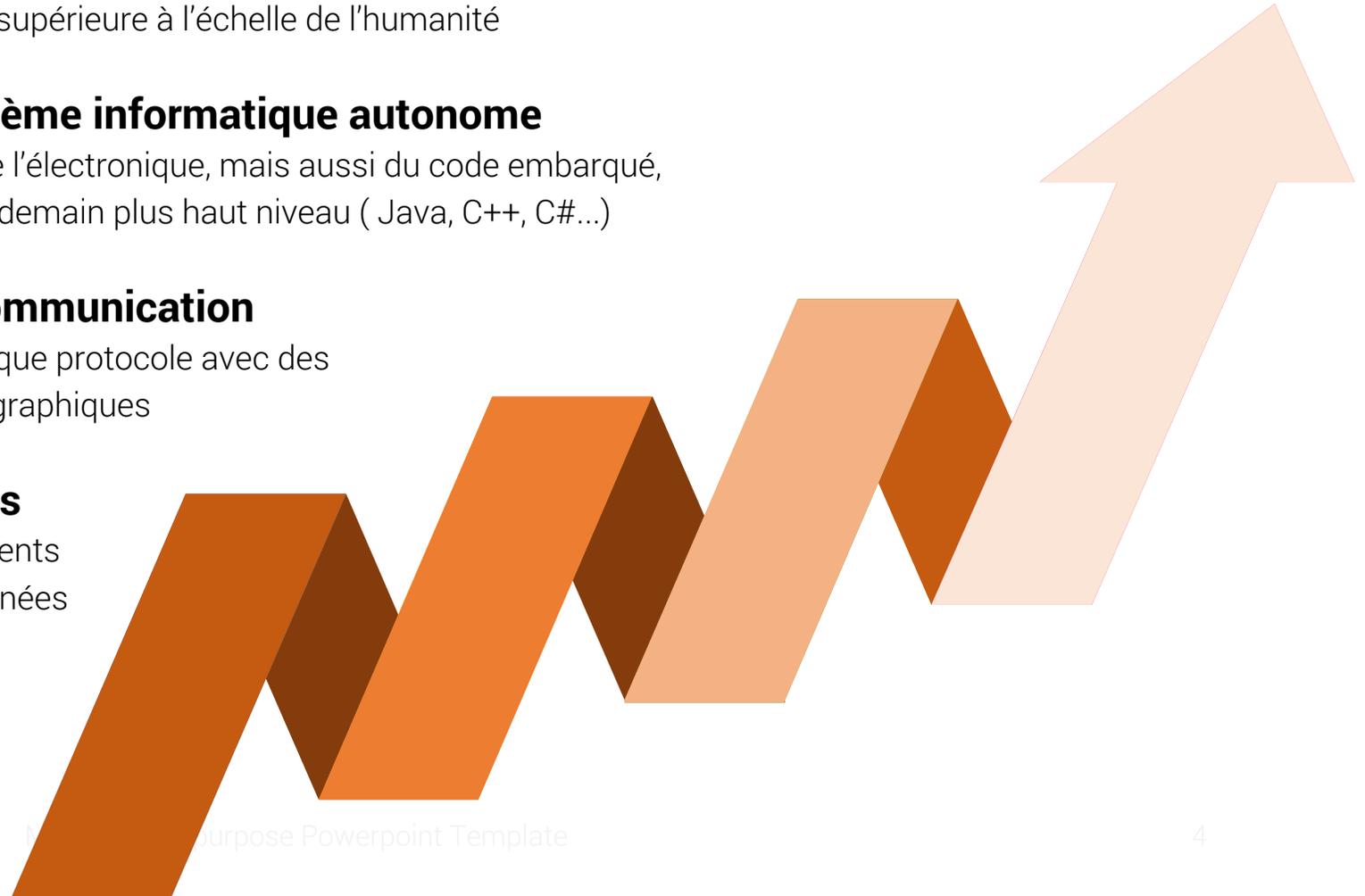
Des problématique de communication

Autant d'un point de vue réseau que protocole avec des composantes sécurité et cryptographiques

04

Pour délivrer des services

Ce qui implique des développements web et mobile, de la base de données et généralement du big-data.



Connecter les lampadaires, une
idée lumineuse ?



Connecter des objets

Le M2M est connu depuis bientôt 20 ans pour des communications Machine à Machine, entre autre dans l'industrie. L'Internet des objets ne semble pas une nouveauté et pourtant, si une machine est un objet, un objet n'est pas forcément une machine :



Nécessaire connectivité sans fil

Le plus indépendant possible de l'infrastructure domestique ou industrielle,



Autonomie d'alimentation

Sur la durée de vie du produit autant que possible



Pérennité des solutions

La encore sur la durée de vie du produit



Indépendance géographique

Se doit de fonctionner n'importe où sans impacter la fabrication ou la supply.





Connecter des objets à l'homme

Un domaine particulier du monde de l'objet connecté où le téléphone sert de passerelle entre l'Objet et l'internet. Ce domaine est aujourd'hui le plus ancien et le plus développé à ce jour.

- La technologie est mature
- Le cout de la technologie (investissement) est de l'ordre de 2€ par objet
- Il n'y a pas de coût récurrent d'usage visible (il est porté par le téléphone)

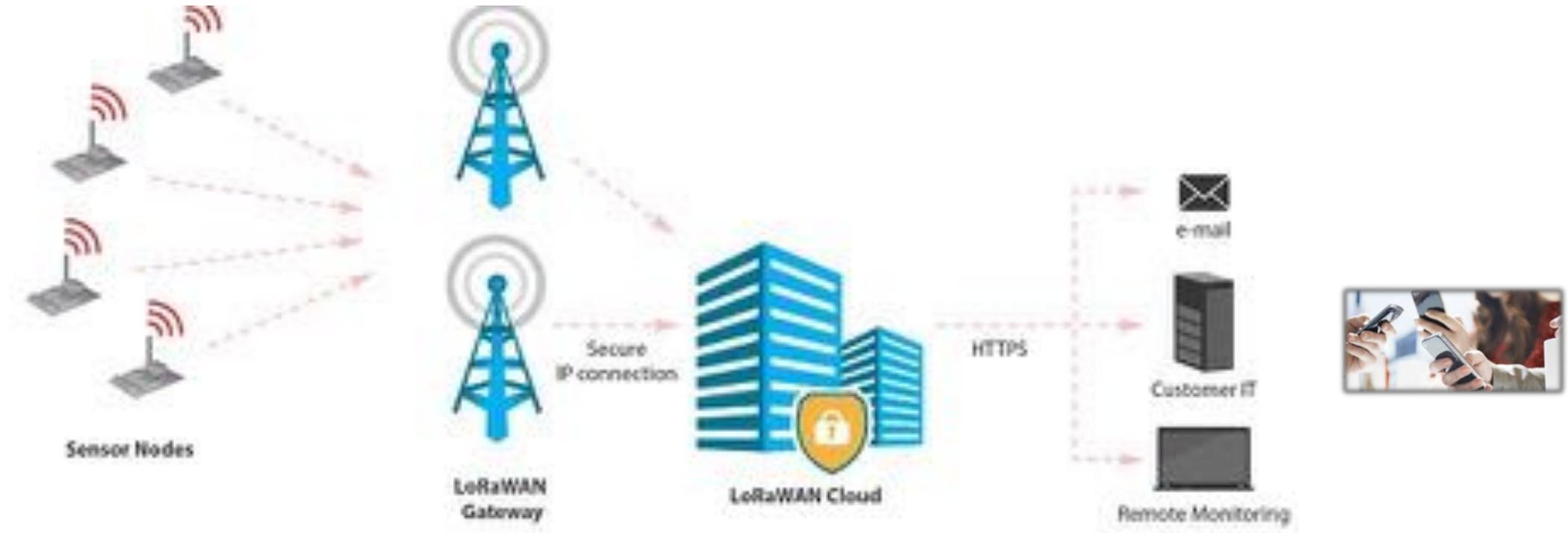


Les objets autonomes

Ce sont tous les objets qui pourraient communiquer sans être à proximité d'un humain ou qui ont besoin de communiquer même en l'absence de l'humain

Les domaines sont immenses :

- Agriculture
- Industrie
- Véhicules
- Services
-



Architecture des objets connectés

Les objets communiquent vers des Gateway, plusieurs gateway peuvent capter les messages émis par les objets.

Chaque Gateway remontent un message enrichi vers un Cloud opérateur qui gèrent les objets, le stockage des messages et communication avec les application métiers.

Le Cloud opérateur pousse ensuite les messages bruts vers l'application métier : callback HTTP/S sous la forme d'une requête de type PUSH ou GET.

Cette interface Cloud <> Application métier est spécifique à chaque opérateur, chaque technologie.

1 – les objets

Informatique embarquée légère optimisée pour une grande autonomie généralement associée à un faible encombrement et de faibles coûts.

Leur design peut être un critère important.



Prototypage fonctionnel

S'assurer que le service attendu est possible et générateur de valeur



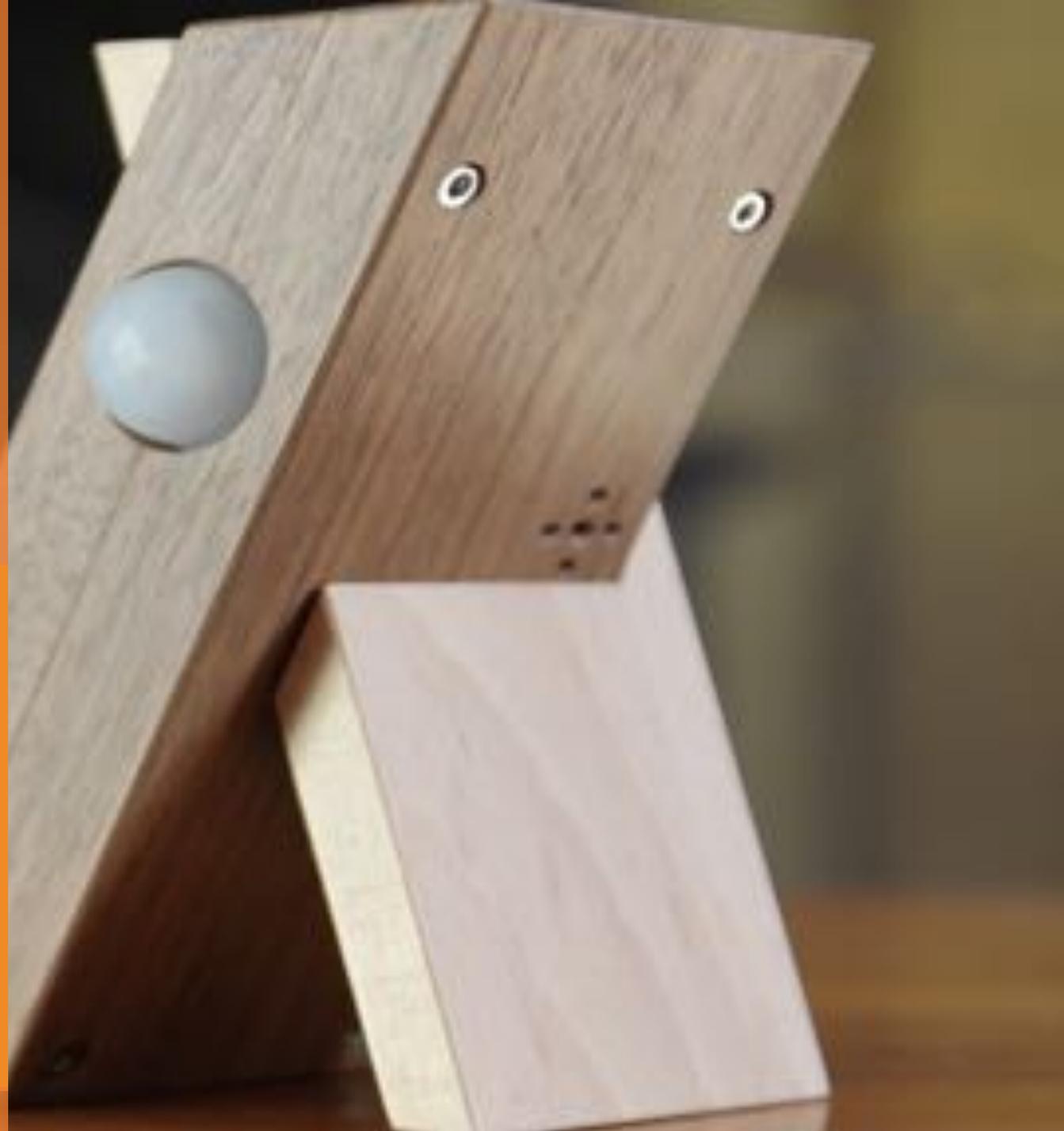
Prototypage technique

S'assurer qu'une solution technique existe et en déterminer le prix, l'encombrement, l'autonomie.



Industrialisation

Avoir la capacité de produire le produit en série à un coût raisonnable et en respectant l'ensemble des normes en vigueur.



Du prototype au produit



Prototypage fonctionnel

Utilisation de kit de dev ou mini-machines

RaspberryPI, Arduino, KIT STM32

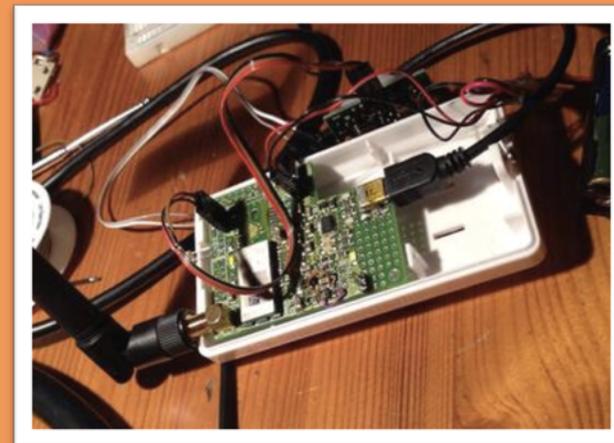
Coté Back/Front : outils de prototypage rapide permettant de rapidement dessiner des écrans et des graphiques.

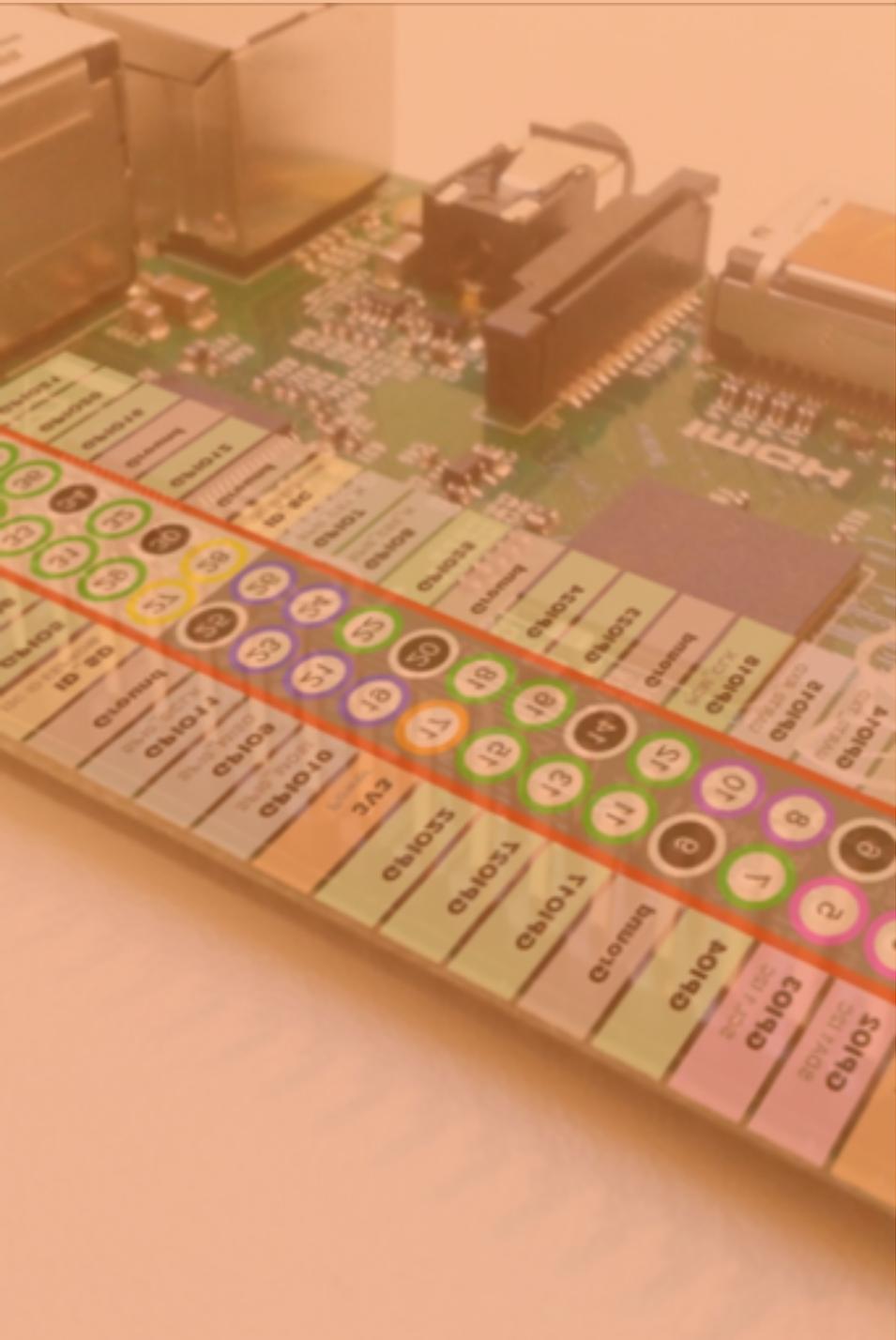
Prototypage technique

Utilisation de micro-contrôleurs cibles

ARM Cortex M0 à M3,AVR...

Coté Back nous allons commencer à travailler avec les protocoles de communication cible





Raspberry PI ?

Processeur 4 core @ 1200 MHz

1Go de RAM + 16-128Go de Flash

Fait tourner Linux

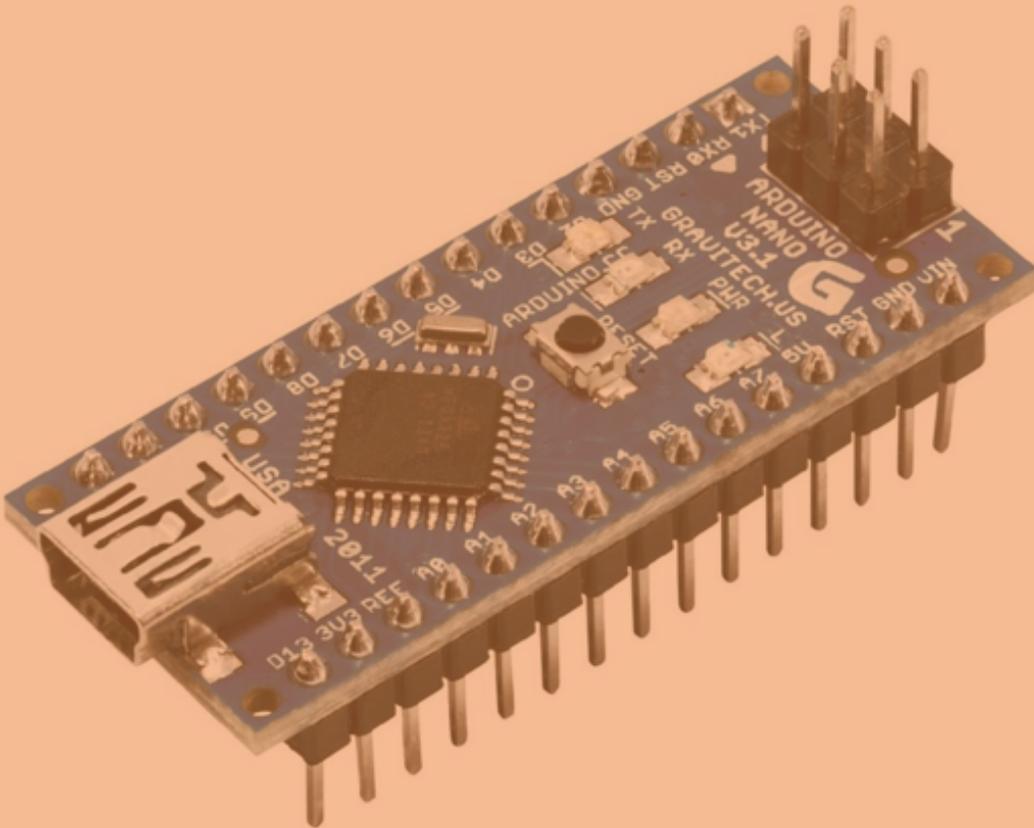
Communique nativement en Ethernet, Wifi, BLE

Slot d'extension 40 broches (GPIO)

30 euros

Consomme 200 à 300 mAh

Autonomie de 1 an => 8000 piles AA



Arduino ?

Processeur 1 core @ 16 MHz

2Ko de RAM + 32K Flash

Communique nativement en Serial TTL

Slot d'extension 14 broches (GPIO)

5 euros

Consomme quelques milliampères
(optimisables)

Autonomie de 1 an => 100 piles AA

Optimisé => 3 piles AA



ARM Cortex M3

Processeur 1 core @ 40-72 MHz

16Ko – 80Ko de RAM + 32K à 512K Flash

Communique nativement en Serial TTL parfois BLE

Slot d'extension 10 - 50 broches (GPIO)

< 1 euros

Consomme quelques micro-ampère

Autonomie sur plusieurs années => 2

piles AA

Du prototype au produit



Pré-série

Utilisation d'impression 3D, réalisé à la main

Le circuit est finalisé, il est nécessaire de s'occuper de la fabrication en prenant en compte la testabilité.

Coté firmware il faut prendre en compte la gestion du parc futur, les mises à jour.

Coté Back il faut géré les Devices.

Coté Front il faut une application finalisée, user-friendly

Produit industriel

La fabrication doit être automatisée

Injection plastique. Banc de test, outillage d'assemblage...

Le logiciel doit aussi automatiser toutes les actions d'enrolement gestion d'abonnement...



Les principaux points de décision structurants

01

Autonomie souhaitée

Impacte le volume, la capacité à communiquer, le cout de production de l'objet

02

La taille souhaitée

La taille de l'objet touche directement l'autonomie mais aussi le choix du boitier et la qualité radio atteignable.

03

La qualité radio souhaitée

Impacte le design de l'objet, sa taille et l'énergie consommée

04

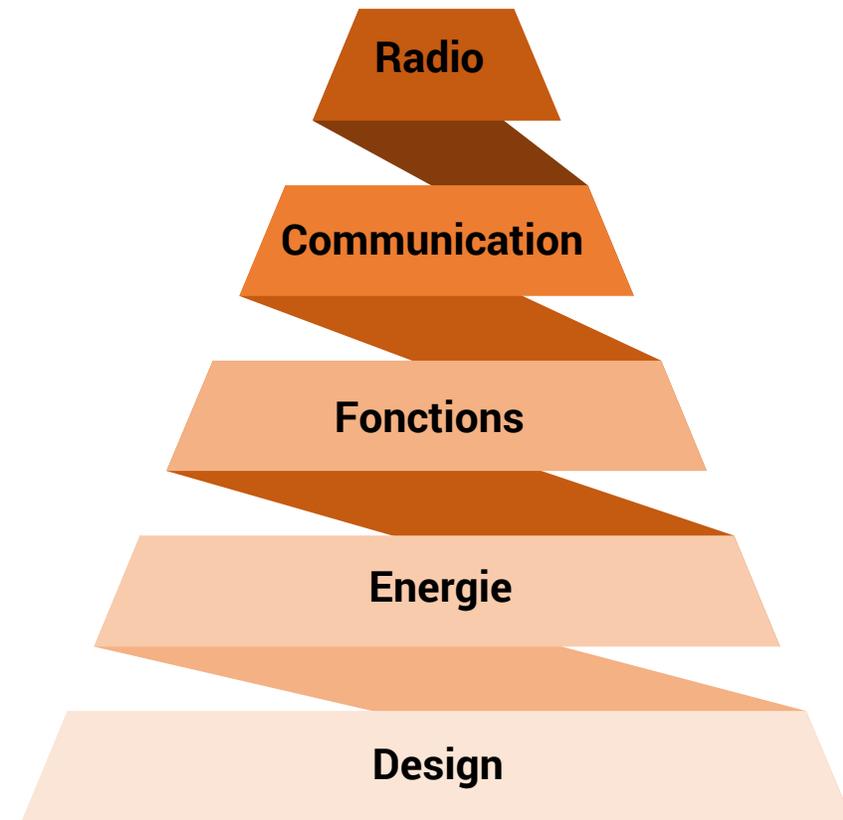
Les fonctions réalisées

Impactent directement la consommation énergétique au travers de l'utilisation de capteur mais aussi la fréquence de communication.

05

Le niveau d'investissement dans l'industrialisation

Impacte le cout unitaire de production et les choix en terme de design et de matériaux



2 – le réseau

Permet à l'objet de communiquer avec le monde extérieur. Son choix est structurant autant pour des raisons techniques que fonctionnelles que pour le business modèle.



Adapté au contexte d'utilisation

Si l'objet est fixe dans un bâtiment, porté par une personne ou isolé, les choix diffèrent



Adapté aux contraintes énergétiques

Selon les besoins de communication (fréquence, distance, contexte, les choix sont différents)



Adapté au business modèle

Selon que l'objet puisse supporter un abonnement et le niveau de l'abonnement les choix sont différents





Communication basse consommation intégrée dans tous les smartphones modernes

Permet une communication entre deux capteurs/objets sur un mode Maître-Esclave. Le fait que chaque téléphone soit équipé et assure le relai vers Internet permet d'offrir une connectivité à de très nombreux objets en relation avec l'humain : fitbit, montres connectées, détecteur de pertes d'objets...

Emission à 4dB => 3mW



Solution de basse consommation à courte portée

Communication à courte distance (15-30m).

Transmission entre quelques Kb/s et 1Mb/s.

Consommation électrique de l'ordre de 100uAh à quelques mAh.



Evolution en cours vers les solutions domotiques

Nouvelle norme parue en Juin 2016 étend la portée à 300m dans un but de développer des applications domotiques concurrençant Zigbee/Zwave qui sont enfermés dans cette niche sans large succès.

Communication courte portée



Communication de forte consommation jusqu'aux 802.11ah

Le wifi communique à 100mW de puissance ce qui est raisonnable, mais il communique tout le temps pour maintenir la connexion.

Il est possible de le couper entre deux communication mais la reprise demande de nombreux échanges.



Solution adapté à des habitations, entreprises, usines...

Communication à moyenne distance (30m-100m).

Transmission de plusieurs MB/s

Consommation électrique de l'ordre de 100mAh



Utilise des infrastructures existantes

S'adapte bien aux infrastructure existantes, mais le problème tient souvent de la façon de la configurer pour l'y insérer. Par ailleurs la gestion IP rend le design complexe et l'exposition sur le réseau impacte la sécurité.

Communication très longue portée

Les LPWA



Communication très longue portée à basse énergie

Sigfox et LoRa communiquent avec 25mW de puissance, le premier à 60km, le second à 15km. Ils utilisent des modes déconnectés où la consommation n'est nécessaire que lorsque l'objet a des données à transmettre.



Solution adaptées aux lieux isolés mais pas seulement

Reposant sur une infrastructure réseau publique (ou privée dans le cas de LoRaWan) il est possible de disposer les objets dans des lieux isolés.

Communication électrique que l'ordre de 25mAh, débit de 100b/s à 6Kb/s



Sans besoin de configuration ou câblage

Autonome et configurés pour accrocher un réseau publique ou privé dédié il ne nécessitent pas d'étape d'installation sur site : déploiement rapide et à faible couts. Non accessibles par un reseau classique ils sont peu exposés aux attaques.

Communication télécom



Communication très longue portée forte puissance

Les réseaux GSM utilisent des puissances d'émission de l'ordre de 1W à 2W selon les gammes de fréquence. Soit 10x plus que le Wifi et 40x plus que les LPWAN et 300x plus que le BLE. Leur couverture en 3G est presque universelle. La connexion demande beaucoup d'échanges avant de pouvoir émettre.



Des solutions en devenir (NB-IOT)

Reposent sur les infrastructures classique qui supportent les réseaux cellulaires
Proposent des communication adaptées aux Objets connectés : émissions à 23dB => 200mW et débit 200Kbps



L'éternel problèmes des télécoms

Un secteur segmenté par pays avec des règles de roaming complexe à traiter au niveau objets.
Un déploiement qui va prendre du temps à cause de la taille des cellules de l'ordre de 10km.
Des modem encore très cher.
Mais sans doute l'avenir à horizon 10 ans pour la plus grosse partie du volume des objets.

3 – la passerelle

Fait le lien entre l'objet et Internet.

- Peut être un simple smartphone (BLE)
- Peut être un routeur (Wifi)
- Peut être un cœur de réseau (LPWA)

En général lié à un opérateur qu'il soit public ou privé.



Permettre le lien vers l'Internet

L'objet n'accède généralement pas directement à l'Internet



Gère les droits

L'objet a des droits sur un réseau et fonction d'un abonnement éventuel à ce réseau.



Gère le routage des données

Les données de l'objet sont transmises au service qui est capable d'interpréter les données pour les transformer en service.





Smartphone

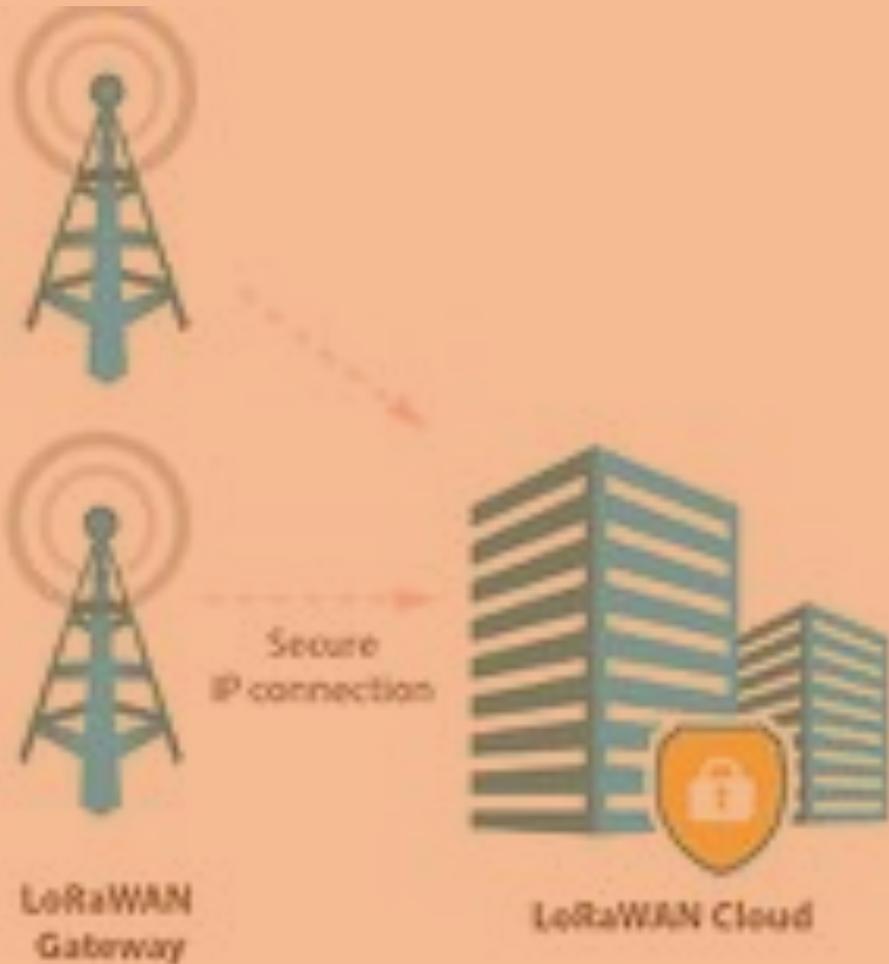
Permet aux objets bluetooth de communiquer sur l'Internet par l'intermédiaire d'une application qui collecte les données et les transfert.

Il porte l'abonnement télécom permettant la communication ce qui donne l'impression que les objets BLE n'ont pas de cout de communication.

Cœur de réseau

Les LPWA utilisent un cœur de réseau public ou privé qui collecte l'information par un réseau d'antennes, gère les droits, le routage et le stockage temporaire de la données.

Ces infrastructures sont soit payées au travers d'un abonnement par objets dans les réseaux public, soit payée par une entreprise ou des tiers dans les réseaux privés et open.



4 – le backend

Collecte les informations transmises par l'ensemble des objets d'un même service. Stocke les données dans le temps et les transforme en service. Gère l'ensemble des fonctions nécessaires à la fourniture du service final.



Gère la flotte des objets

Une partie importante des fonctions du backend est de gérer la flotte des objets : version, fonctionnement, état du réseau, batteries ...



Gères les droits et abonnements

Gère l'enrolement des devices, les droits des utilisateurs comme le paiement des services.



Fournit le service au client final

Traite les données reçues pour les transformer en service.



Des fonctions de gestion de flotte ... de plus en plus intégrées dans des plateformes IoT



Gestion du cycle de vie

Capacité d'ajouter des devices à la flotte, de les sortir de la flottes ou de les mettre en maintenance à distance, suivi de batterie. Capacité à les mettre à jour à distance, de les rebooter, resetter en usine. Capacité de gérer la puissance d'émission de l'objet dynamiquement.



Configuration

Capacité à changer à distance le comportement de l'objet. Capacité de suivre la prise en compte de ces nouveaux paramètres.



Gestion des versions et modèles

Capacité pour la plateforme de prendre en compte des données qui peuvent venir d'objets différents utilisant des réseaux ou des protocoles différents. Ayant des capacités différentes liées à leur version ou leur gamme.

Un service qui peut être rendu de plusieurs façons



Un service unitaire

Le cas le plus simple : un objet délivre une information qui est directement transformée en une action. Par exemple l'objet détecte une présence et le backend envoie un email d'alarme. Des températures sont relevées et affichées au propriétaire de l'objet.



Un service d'agrégation

Les données collectées par chaque capteurs sont mise en commun pour obtenir une valeur supérieure à la données unitaire. Par exemple je capte des niveaux sonore dans les villes et construit une carte des quartier calmes/bruyant.



Un service d'intelligence collective

Le groupement des informations provenant de plusieurs objets permet de prendre des décisions qui sont individualisées. Associable à une approche big-data et machine learning. Par exemple je captes des information de cardio individuelles et petit à petit je suis capable de prévenir des risques cardio-vasculaires.

5 – le frontend

Affiche les informations à l'utilisateur. Il se nourrit généralement d'API provenant du Backend. Il se déploie sur mobile et web. Ce composant est la vitrine du service connecté.



Développement perpétuel

Le front est l'interface avec l'utilisateur. Si l'objet doit vivre 10 ans en totale autonomie sans être touché, le front doit lui être mis à jour très régulièrement.



Multi Canal

Le front-end est très souvent multi-canal : web et mobile en même temps, il peut aussi être mis à disposition sous forme de portlet, de tchatbot, utiliser des SMS ou une interface vocale...



Approche économique

Prototypage

Quelques milliers d'euro / 1 shot



Industrialisation

A partir de 50K€, souvent 100K€
beaucoup plus selon les volumes cible



Backend

A partir de 50K€ selon l'utilisation d'un PaaS IoT et la complexité des traitements à réaliser. Cout de hosting récurrents.



Télécommunication

A l'objet et à l'année ou investissement dans un réseaux avec des cout de maintenance annuels



Front End

A partir de 50K€ mais qui peuvent rapidement se multiplier en fonction du nombre de canaux.
Maintenance annuelle importante et cout de hosting récurrents.





Construction

Des couts en général à partir de 200K€ pour un premier objet qu'il faut amortir sur l'ensemble de produits qui seront par la suite commercialisés

Induit une prise de risque importante dès le départ du projet et un besoin de financement qu'il faut prendre en compte.

Demande d'être inventif si l'on veut réduire ces coûts.

Implique des cibles de volume en 10 aine de milliers de pièces pour rendre ces investissements marginaux sur le produit final.

Implique une durée de vie des produits longue pour permettre cet amortissement.



Merci de votre attention
Questions ?