

Un didacticiel



L'Internet industriel des objets Les nouvelles architectures de systèmes d'automatisme et de contrôle

V6.0 janvier 2025

Auteur : Jean-Pierre HAUET

Avertissement

Le présent ensemble de diapositives constitue une œuvre originale dont les droits moraux et patrimoniaux appartiennent à l'auteur.

En conséquence, toute reproduction, totale est partielle, est subordonnée à accord préalable, y compris au sein d'une même entreprise.

Sommaire (1)



- Aperçu sur l'IoT
- Introduction à l'IloT
- Architecture générale de l'IloT
- Edge computing et cloud computing
- Les plates-formes de l'IloT
- Les réseaux de communication
 - Avant la 5G : trois niveaux de réseaux
 - Rappels sur les radiocommunications
 - Les progrès constants des réseaux sans fil
 - Les principales solutions de radiocommunication utilisées en IloT

- L'alimentation électrique des capteurs : energy harvesting
- Les protocoles IIoT
 - Aperçu général – Le rôle central de l'Internet Protocol
 - Rappel sur les protocoles classiques
 - L'IPV6
 - Les protocoles d'adaptation de la couche IP aux niveaux inférieurs
 - Les protocoles de niveau supérieur
- La cybersécurité de l'Internet industriel des objets
 - Exemples d'attaques sur l'IoT
 - Comment se protéger
- Quelques exemples de produits et systèmes IIoT
- Annexes

L'Internet industriel des objets

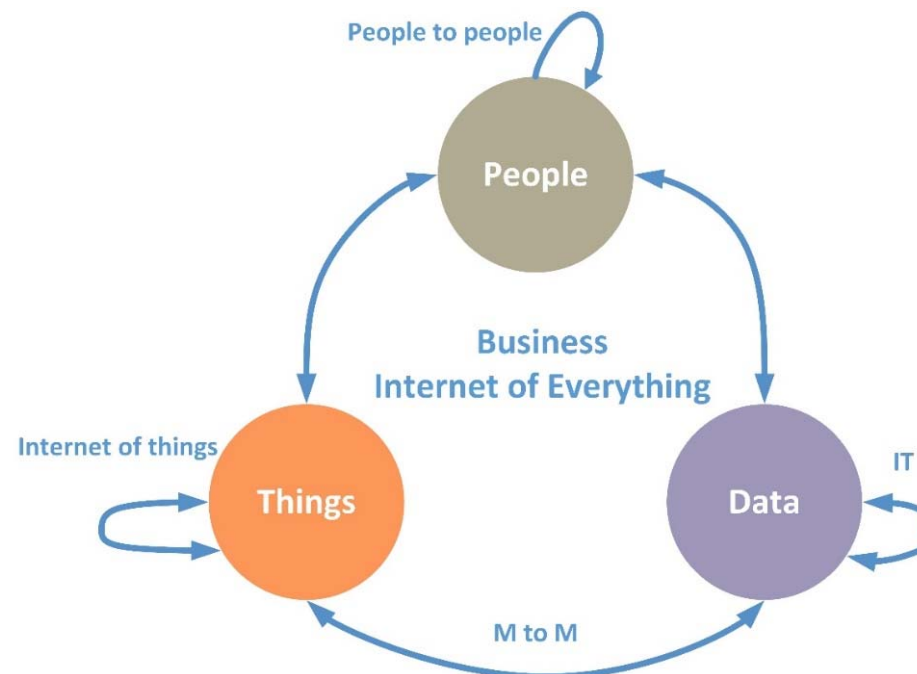
Les futures architectures de systèmes d'automatisme et de contrôle

Aperçu sur l'IoT



Introduction (1)

- L'Internet des Objets (IoT : Internet of Things) représente l'extension de l'Internet au monde des choses (les objets « connectés »)
- Les connexions, complétant celles d'humains à humains, se forment d'objets à objets, d'objets à humains ou d'humains à objets
- Les objets peuvent être matériels ou logiciels → Notion d'IoE de Cisco (Internet of Everything)



Comment définir l'IoT ?

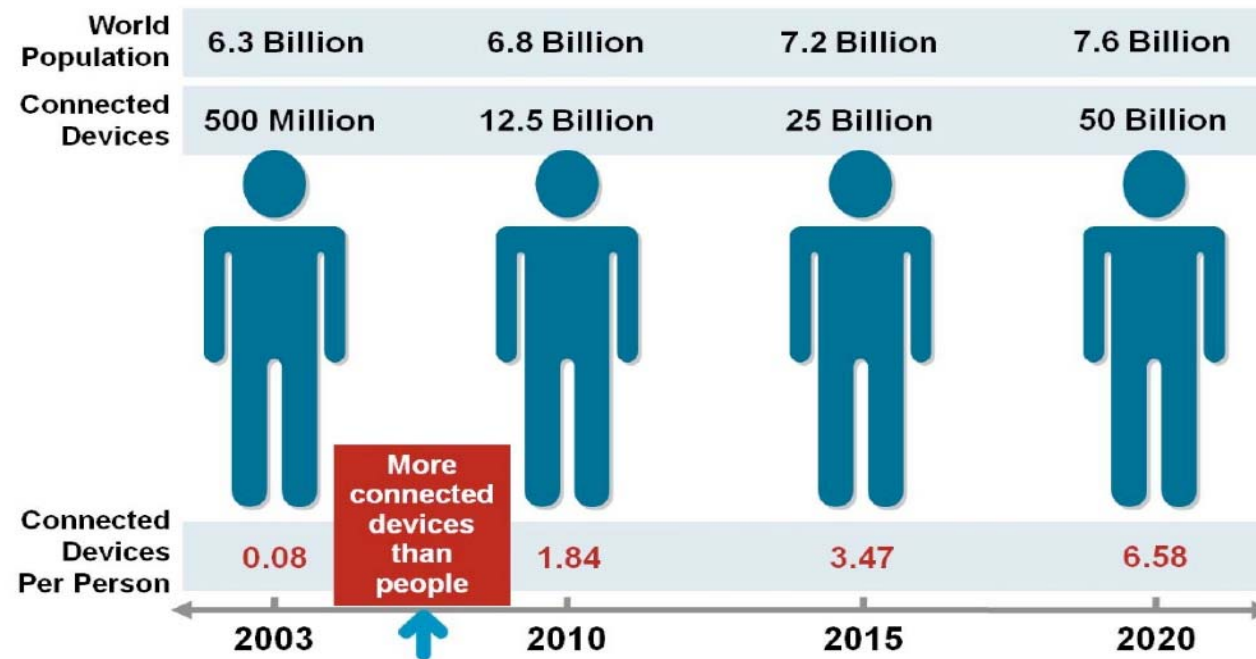


- L'IoT est un concept associant les capacités locales de collecte de données, de traitement et de communication d'objets les plus divers, au potentiel de mise en réseau offert par l'Internet. Très nombreuses définitions proposées :
- UIT (Union Internationale des Télécommunications) :
 - « *L'IoT est infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution* ».
- Notre définition :
 - « *Un réseau de réseaux qui permet, via des dispositifs d'identification électronique d'entités physiques ou virtuelles dites « objets connectés » et des systèmes de communication appropriés, sans fil notamment, de communiquer directement et sans ambiguïté, y compris au travers de l'Internet, avec ces objets connectés et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter sans discontinuité les données s'y rattachant* »

Les prévisions initiales de Cisco (2011)



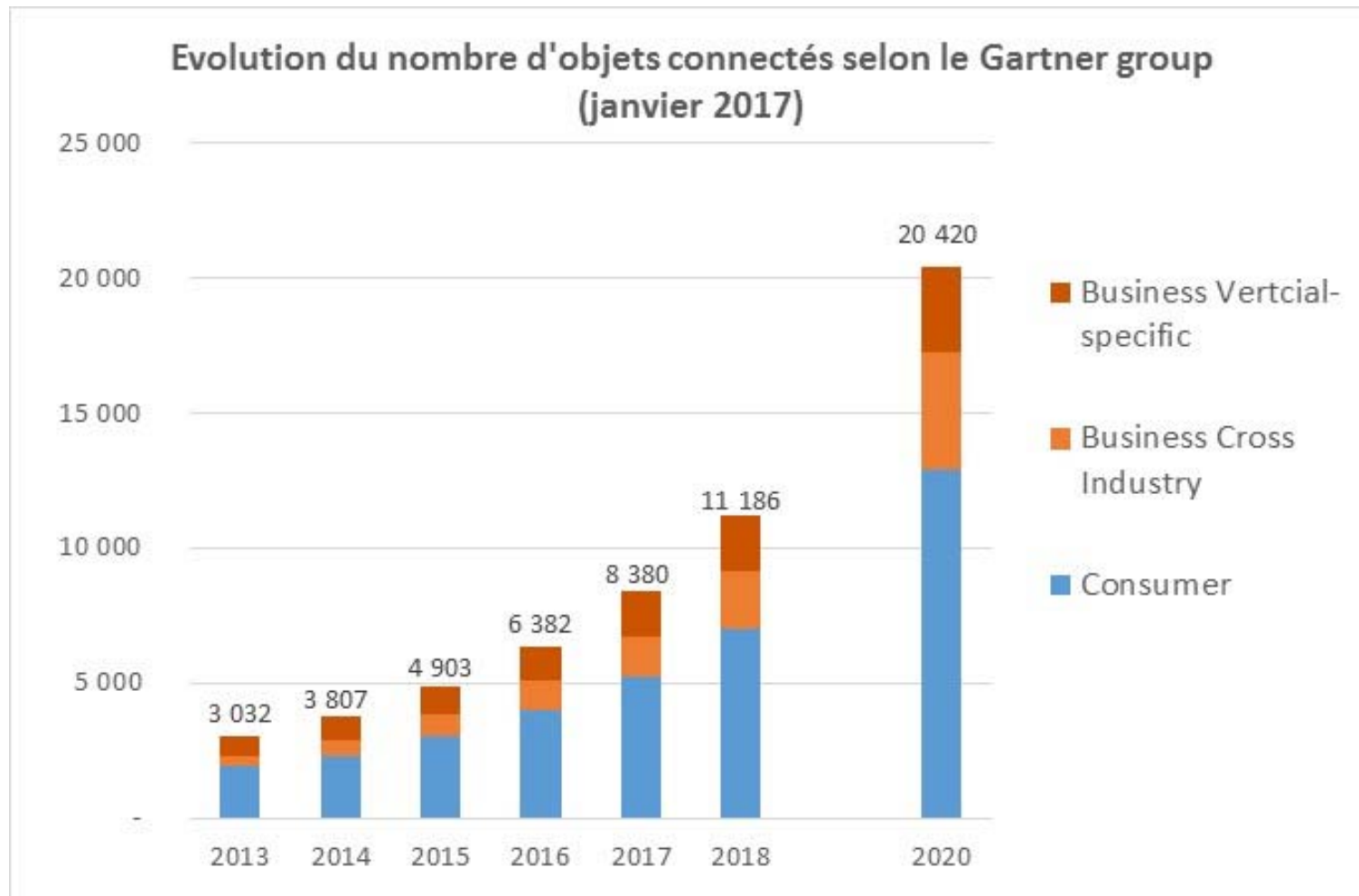
- 50 milliards d'objets connectés en 2020



- 50 milliards d'objets = 3 % du nombre des objets susceptibles d'être connectés (200 objets par personne en moyenne)

Des prévisions revues en 2017

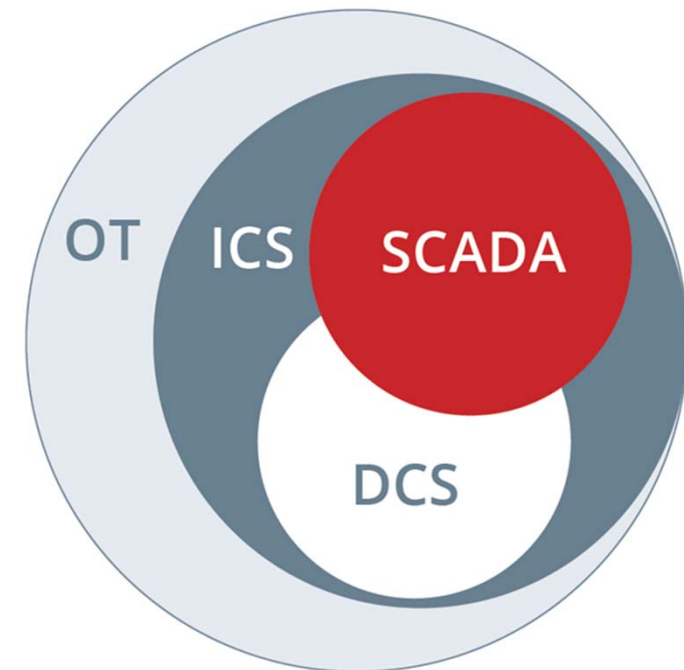
- Le Gartner Group prévoyait, en 2017, 20 milliards d'objets connectés en 2020



L'Internet industriel des objets
Les futures architectures de systèmes d'automatisme et de contrôle

Architecture générale de l'IloT

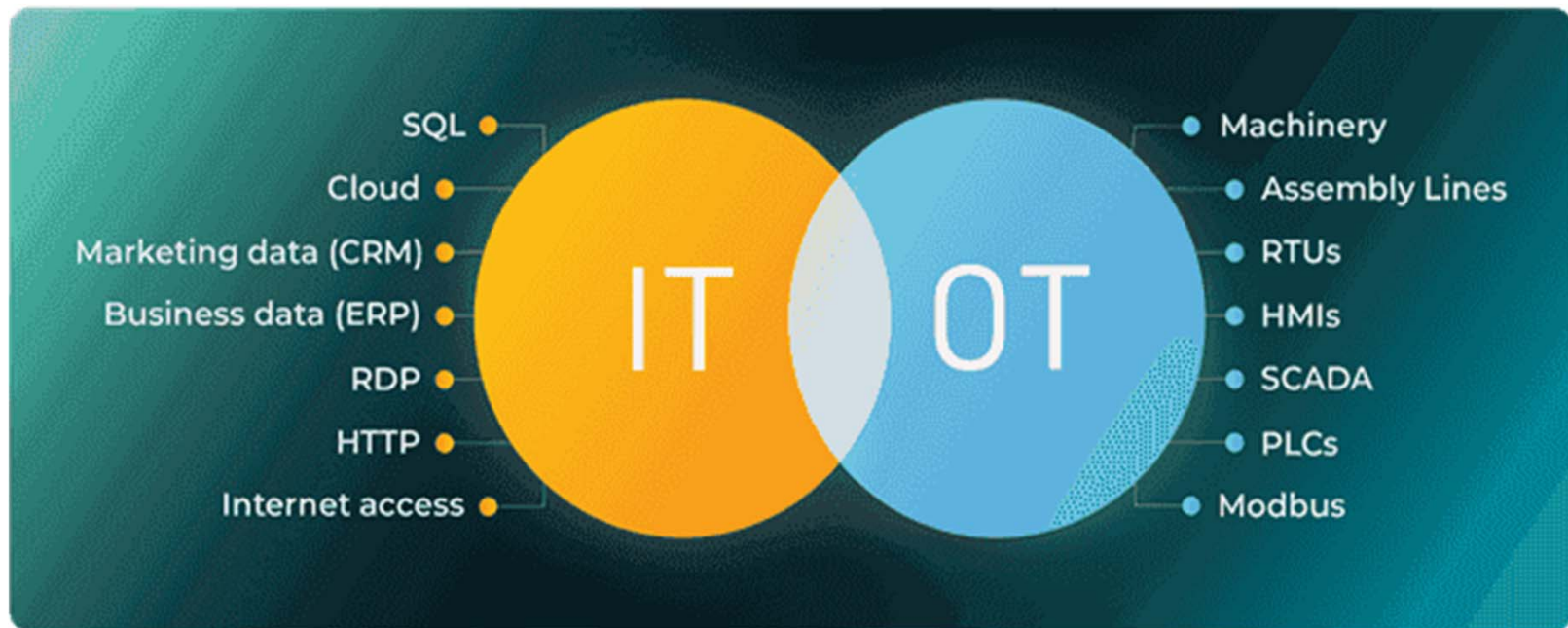
- Pendant des décennies, dans le monde industriel, les technologies de l'information (IT), centrées sur la gestion de l'entreprise, ont été dissociées des technologies opérationnelles (OT)
- Les OT (Operational Technology) désignent l'ensemble des technologies qui concourent au contrôle et au pilotage de procédés industriels par le canal de dispositifs, matériels ou logiciels, interagissant avec les procédés.
- Les systèmes de contrôle industriel tendent à échanger et à traiter de plus en plus d'informations. Les dispositifs de mesures qui leur sont associés sont de plus en plus nombreux et aptes à exercer un contrôle local, et les technologies de l'information (IT) se confondent de plus en plus avec les technologies opérationnelles (OT).



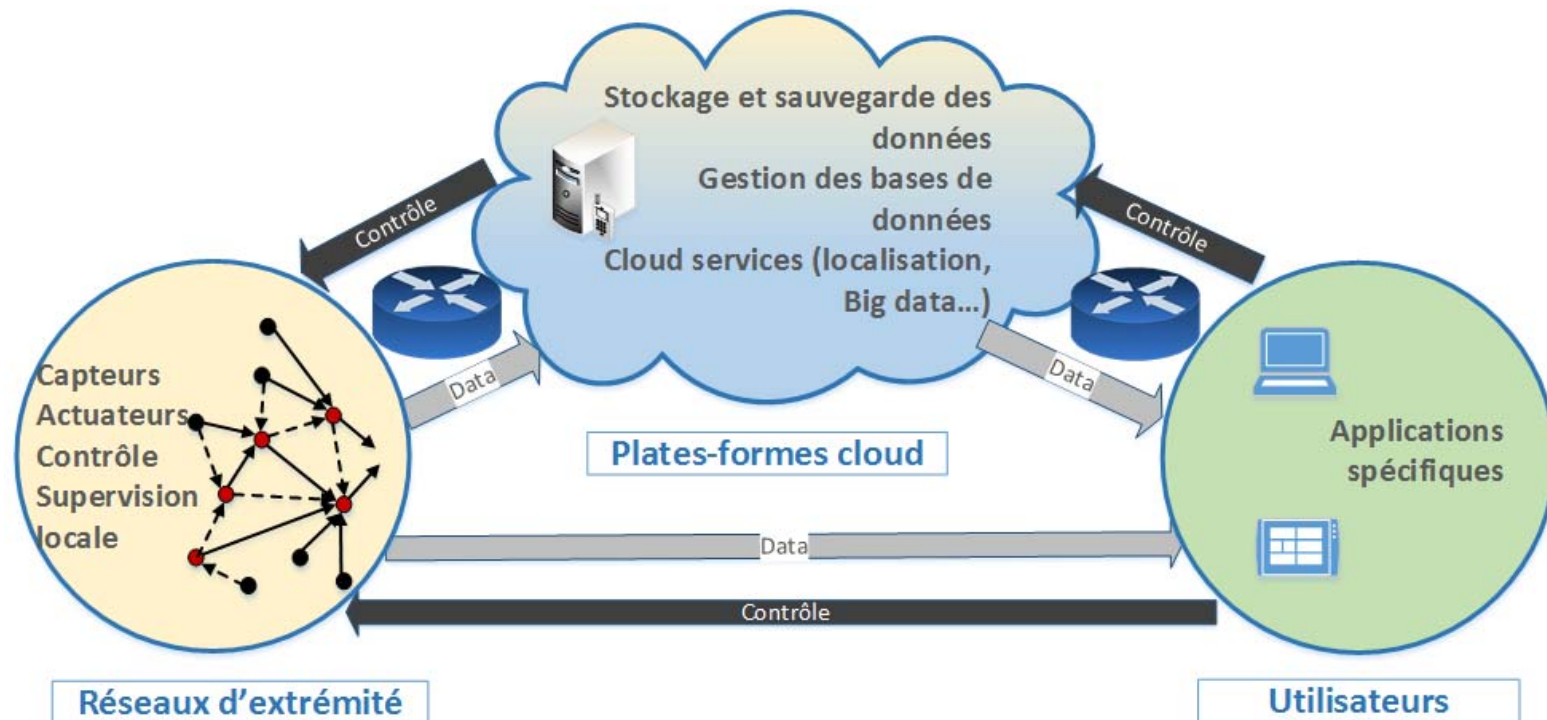
La rencontre entre les deux mondes : OT & IT



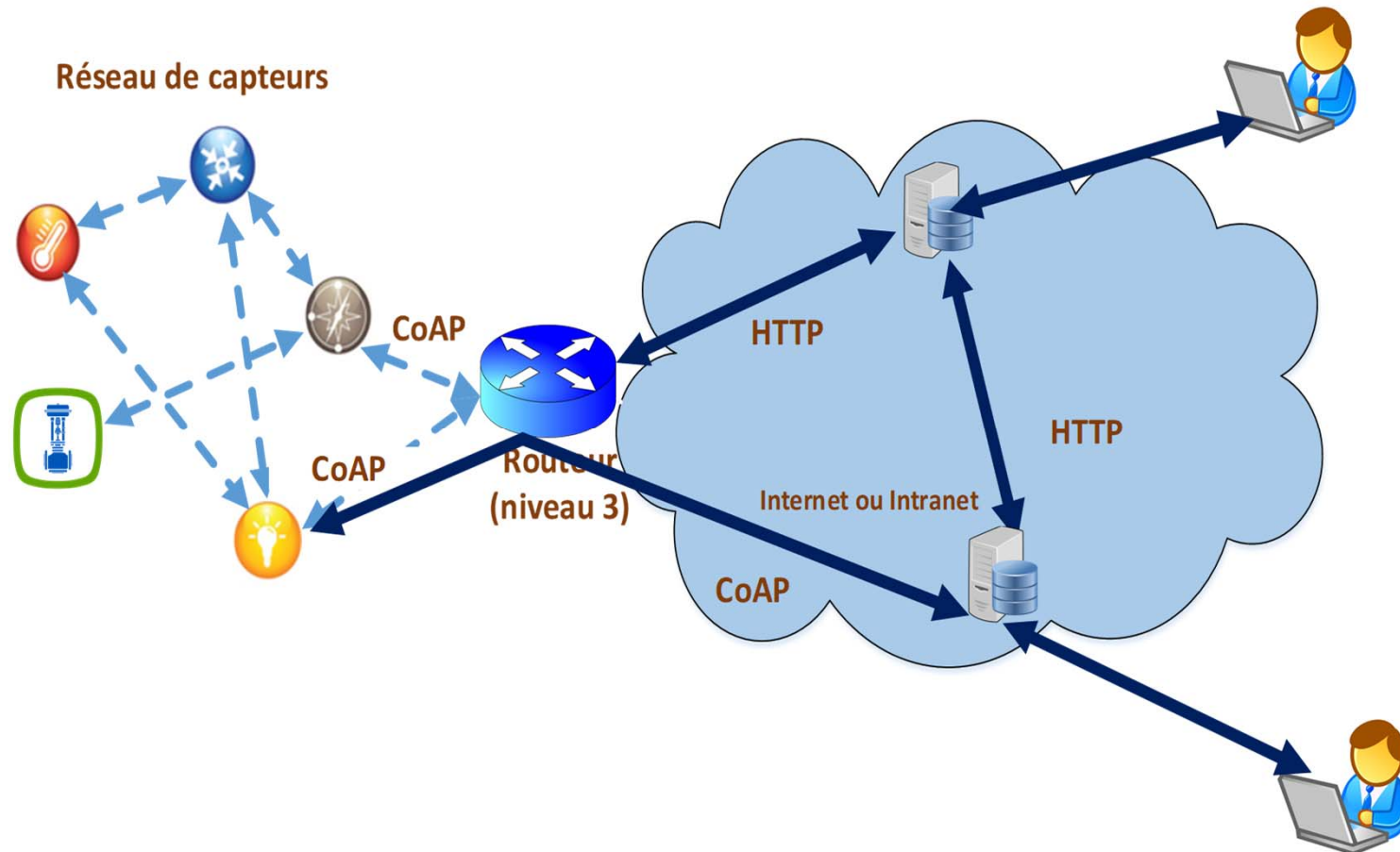
- *L'Internet Industriel des Objets désigne un concept dans lequel les objets du monde industriel, en particulier les capteurs, les actuateurs, les contrôleurs, sont intégrés au monde de l'Internet afin de pouvoir participer activement à des processus de surveillance, d'exploitation ou de supervision tels qu'on les rencontre dans l'industrie.*



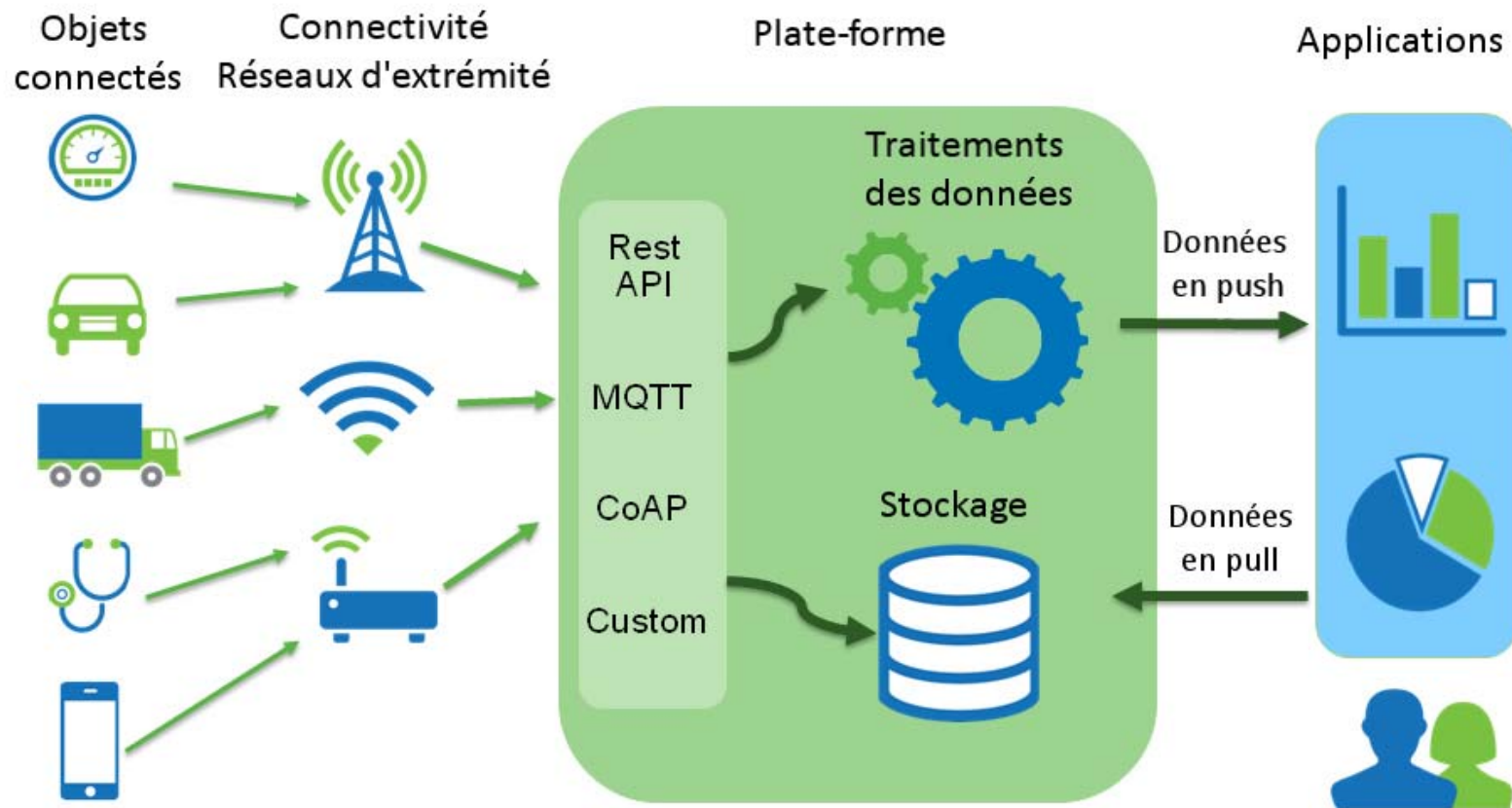
Les trois niveaux de l'IoT



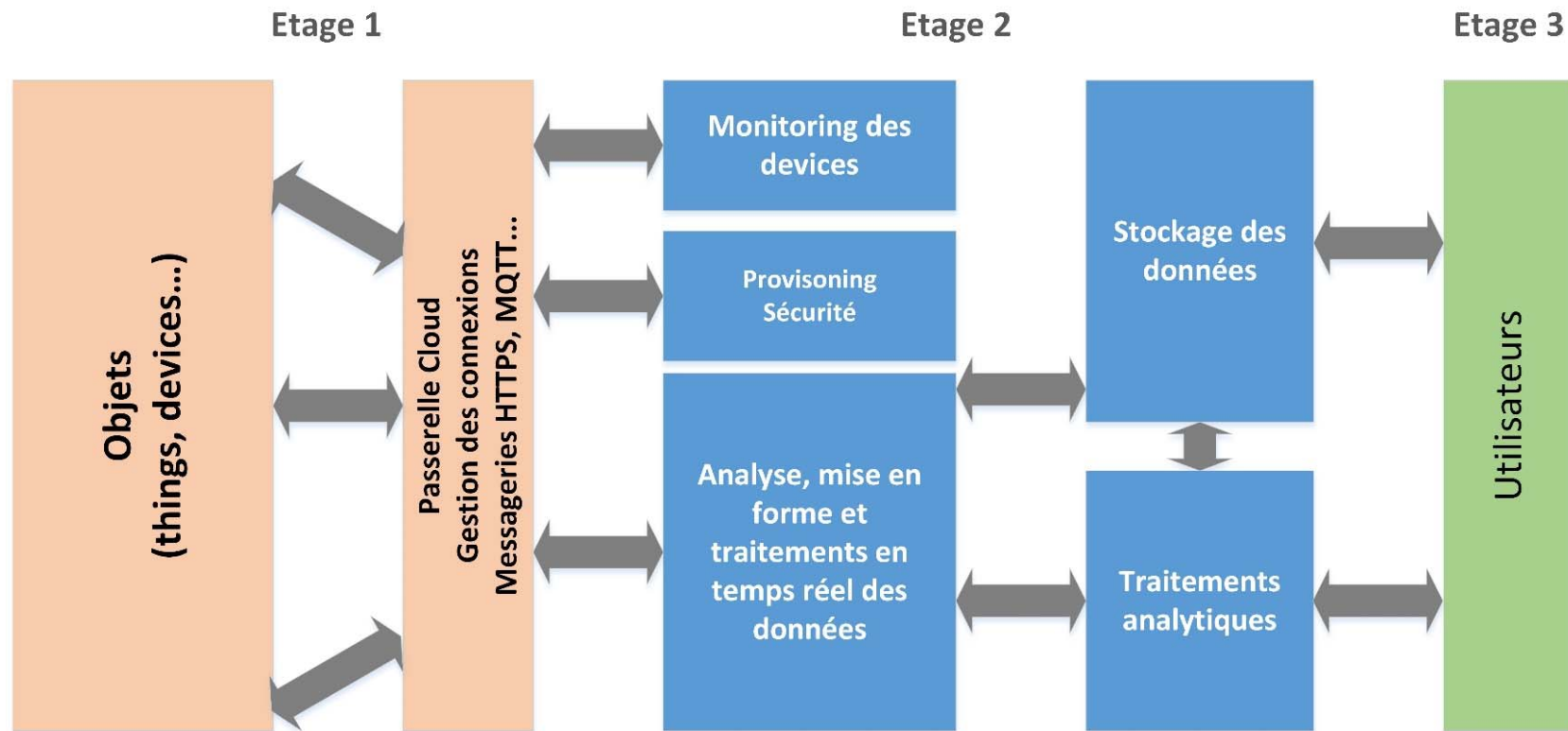
Le couplage entre les réseaux locaux et les services cloud à la base de l'IloT



Schématique d'une architecture IIoT



Architecture cloud à trois niveaux

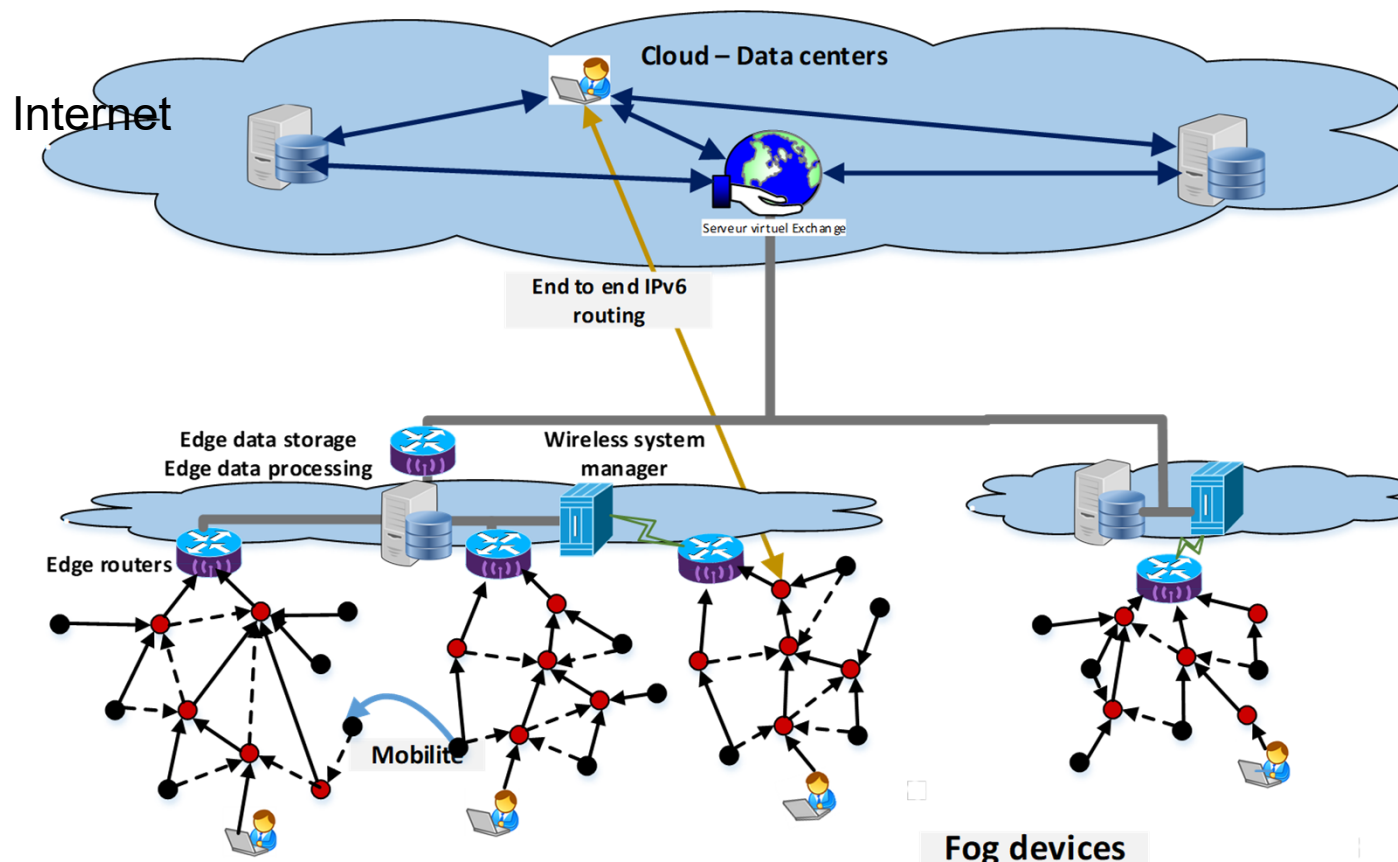


L'Internet industriel des objets
Les futures architectures de systèmes d'automatisme et de contrôle

Edge computing et cloud computing

La subsidiarité dans le stockage et les traitements : fog et edge computing...

- La subsidiarité des traitements et des stockages est nécessaire pour assurer la dynamique des traitements et pour éviter de déverser dans le cloud des flux de données massifs n'ayant qu'un intérêt local ou éphémère et de surcharger les réseaux

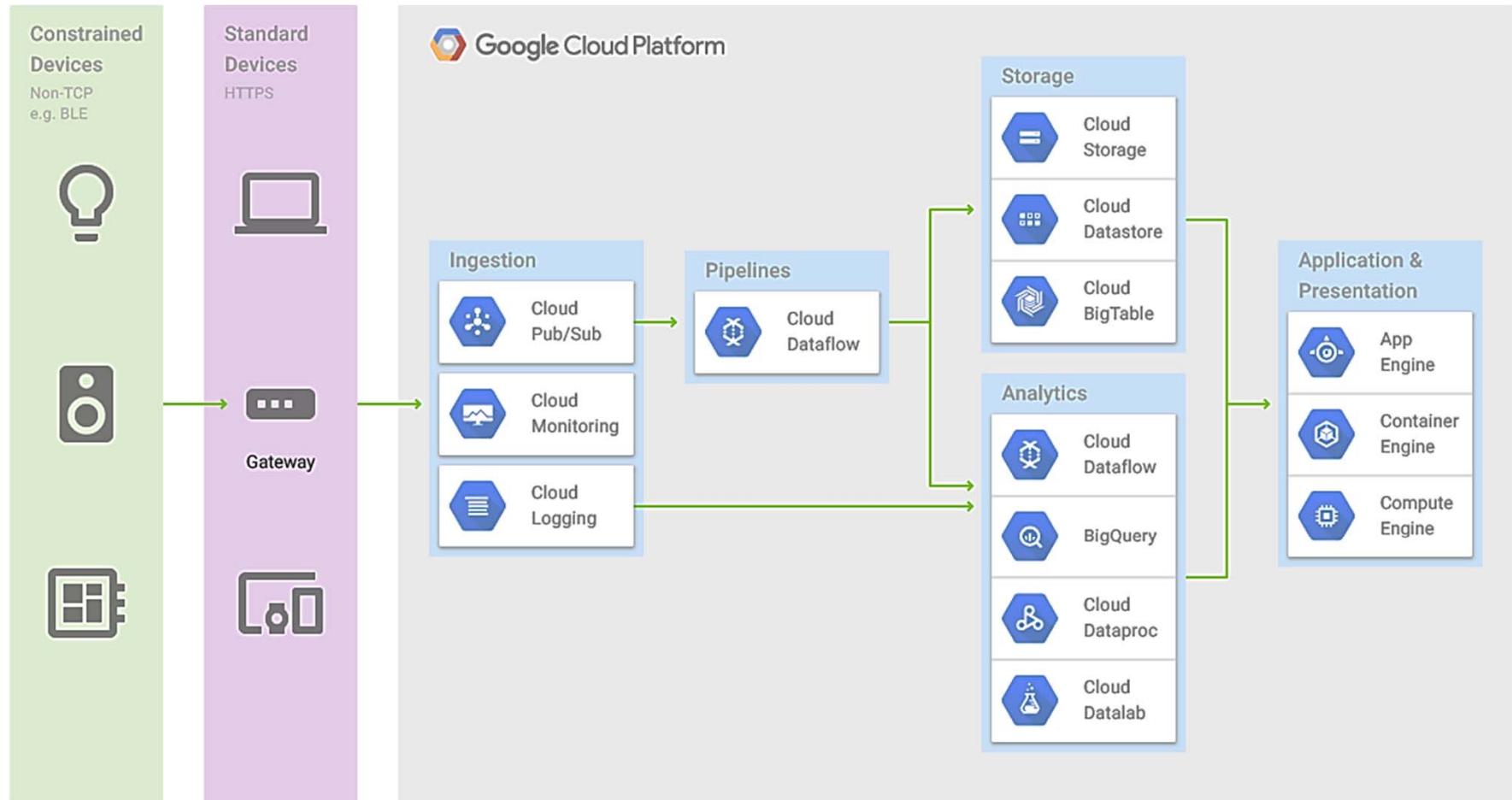


L'Internet industriel des objets Les futures architectures de systèmes d'automatisme et de contrôle

Les plates-formes de l'IIoT

The background features a grid of small red squares on the left side, transitioning into a red-to-orange gradient. Scattered across the grid and gradient are various numbers and symbols, including '12546', '872', '00115', '545', '157', '35215', and 'A9)'. In the bottom right corner, there are several overlapping yellow curved lines.

Plate-forme Google Cloud (GCP)



L'Internet industriel des objets
Les futures architectures de systèmes d'automatisme et de contrôle

Les réseaux de communication

L'Internet industriel : un réseau de réseaux associant le local au global

- Des réseaux locaux à faible consommation, filaires ou, de plus en plus en plus, sans-fil :
 - Réseaux de capteurs courtes distances (PAN)
 - Réseaux locaux moyennes distances (LAN)
 - Réseaux longues distances faible consommation (LPWAN : Low Power Area Networks)
- Le monde Internet de l'IPv6
- Les utilisateurs et leurs applications
- En montée en puissance : 4G et 5G

