

Les objets connectés en route pour l'industrie du futur

Ugur TEKIN

Doctorant

Univ. Bourgogne Franche-Comté

FEMTO-ST Institute, CNRS

Jaafar GABER

Maître de conférences HDR

Univ. Bourgogne Franche-Comté

FEMTO-ST Institute, CNRS



Sommaire de la présentation

- Introduction (Thèse CIFRE, Clemessy, D2I)
- Cas d'usages : Maintenance & TOTAL
- Qu'est-ce que l'industrie du futur ?
- Les objets connectés
- Le Big Data dans tout ça
- Clemessy : Plateforme de gestion et d'analyse de données
- Vue globale & Conclusion

Introduction (Thèse CIFRE)

■ **Sujet de thèse :**

- Approches d'extractions de connaissances de données massives (Big Data) de l'Internet des objets (IoT).

■ **Directeurs de thèse :**

- Julien BOURGEOIS, Professeur, Directeur DISC
- Jaafar GABER, Maître de conférences HDR (UTBM Pôle Energie et Informatique, Laboratoire FEMTO-ST/DISC)
- Maxime WACK , Maître de conférences, HDR

■ **Financement :**

- CIFRE

■ **Inscription :**

- 12/05/2017

Introduction (Thèse CIFRE)

Cadre général : IoT, Big Data

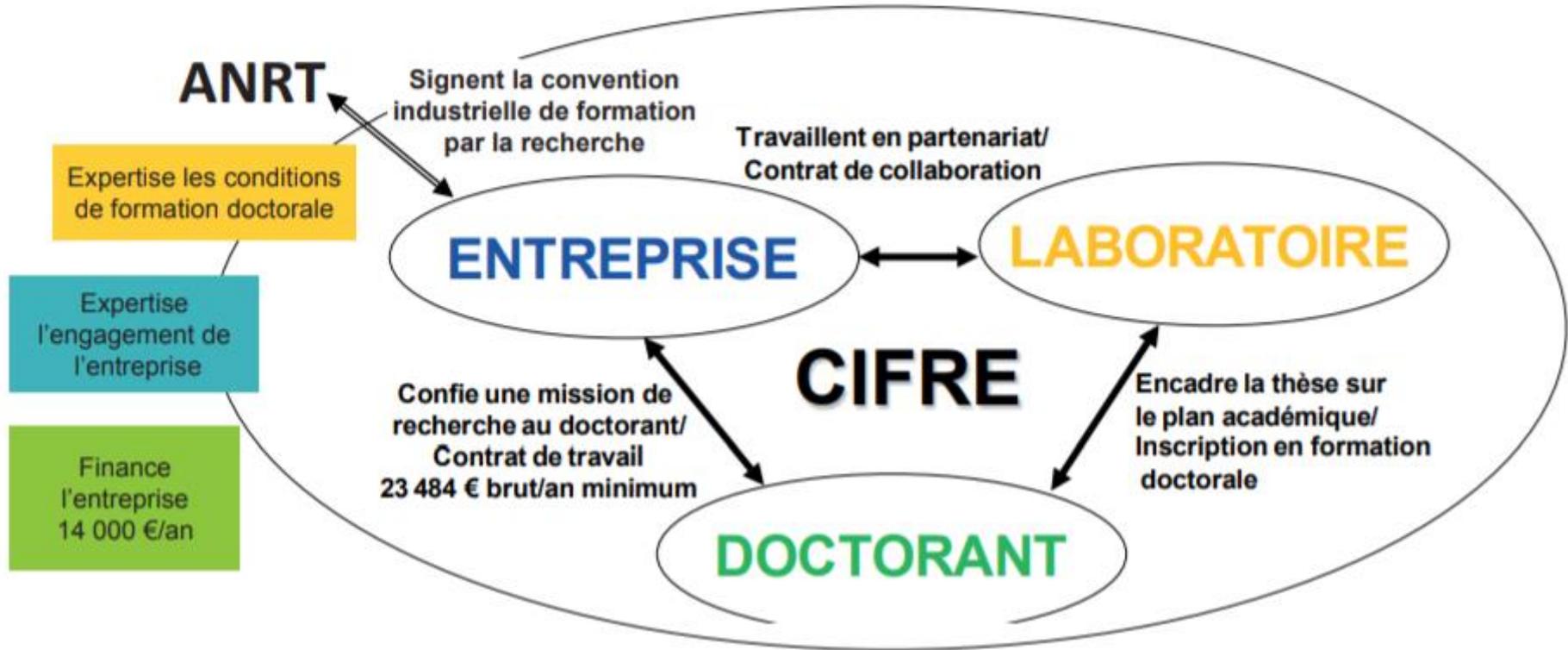
- Les réseaux cellulaires et non cellulaires, la spécification LPWAN et les technologies de transmissions de LoRa, Sigfox, ...
- Les approches de collecte, du traitement intensif et de fouille de données.
- But :
 - Contrôle énergétique
 - Contrôle des processus
 - Gestion du déploiement
 - Gestion du volume de données

Introduction (Thèse CIFRE)

Cadre précis : Approches algébriques pour la mise en œuvre des systèmes à base d'objets connectés

- Actuellement, dans le domaine IoT, les approches de modélisation analytiques pour établir les critères et mesurer les performances sont issues des différents algorithmes classiques de fouille de données, de prédiction, d'aide la décision et d'optimisation.
- Nécessité de s'orienter vers des méthodes de vérification et validation formelles. Je travaille d'une manière approfondie, en m'appuyant sur des approches de modélisation analytique, sur l'établissement des critères d'évaluation des performances des solutions à envisager concernant le **contrôle énergétique**, les **processus de synchronisation**, la **gestion du déploiement** et du **volume des données**.

Introduction (Thèse CIFRE)



Introduction (Clemessy)

- Fondée en 1908
- Siège social à Mulhouse
- > 100 agences régionales
- 5000 pers ; 650M€ CA 2016
- Filiale Eiffage



Prestations d'expertise

- Informatique (Génie logiciel & TMA)
- Supervision, Contrôle commande, Automatisation
- Sécurisation de sites sensibles & sécurité incendie
- Supervision de tunnels
- Courant fort , courant faible
- Robotique, Mécanique, Hydraulique, Pneumatique
- Tuyauterie,...

Grands projets

- Se fédérer pour réaliser des grands projets multitechniques (PPP, CREM, Grand Paris,...),
- Management de grands projets ; Pilotage de partenaires

Maintenance

- Contrats multisites, Ingénierie de maintenance, Opérations de maintenance, Maintien en condition opérationnelle, Exploitation, Réparation / Reconstruction / Evolution , Diagnostic et surveillance

Introduction (Clemessy)

EIFFAGE est l'un des leaders européens du BTP et des concessions.

EIFFAGE EN CHIFFRES



70 000
collaborateurs
dont 85% en France sont
salariés actionnaires



85%
en France sont
salariés
actionnaires

13
milliards
d'euros

CHIFFRE
D'AFFAIRES
à travers
ses cinq métiers

5

métiers

CONCESSIONS ET PPP
CONSTRUCTION
TRAVAUX PUBLICS
ÉNERGIE
MÉTAL

Organisation en branches et en métiers

4 branches

7 métiers

Construction

Construction
Immobilier

**Energie
Systèmes**

Energie
Dont **CLEMESY**

Infrastructures

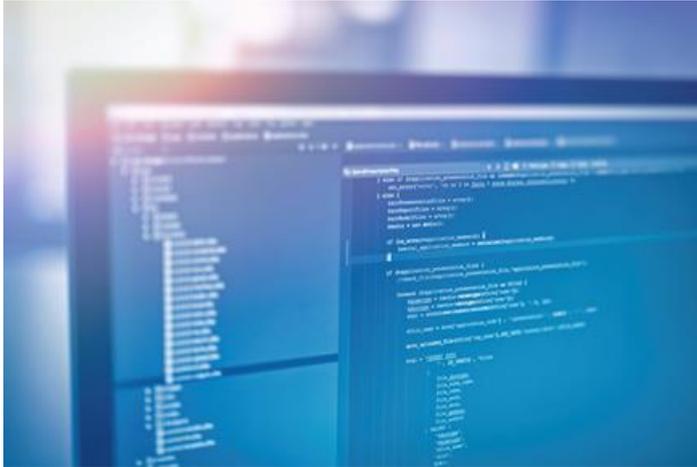
Route
Génie civil
Métal

Concessions

Concessions

D2I « Développement et Ingénierie Informatique »

Offres



- Création d'applications métiers et développement de logiciels sur mesure
- Intégration de logiciels
- Maintenance de logiciels (tierce maintenance applicative)

Fournisseur de services informatiques de conception, développement, intégration et de maintenance de logiciels

Marchés : Industrie, Transport, Energie, Environnement, Collectivités, Défense

D2I : Solutions et Expertises métiers

Solutions

- Systèmes de gestion de trafic routier
- Systèmes d'aide à la Décision / à l'Exploitation
- Gestion de maintenance
- Gestion Technique Bâtiment / Centralisée
- Supervision technique, contrôle commande

Expertises

- Systèmes de Transport Intelligents
- Suivi de production, traçabilité, RFID
- Aide à la maintenance, analyses TPM
- Systèmes critiques
- Gestion des objets connectés, agrégateur numérique, Big Data, fouille de données (Data Science)

D2I : Expertises techniques



- **Systèmes** : Linux, Windows, Android, iOS, Windows Phone / Mobile, Solaris, HP-UX, VMS, PDP
- **Langages** : Java, JEE, C#, C/C++, ASP.net, PHP, Javascript, HTML, V.Basic, Windev, Python
- **Base de données** : Oracle, SQL Server, PostgreSQL, PostGis, MySQL, DB2
- **SIG, Cartographie** : OpenLayer, MapServer, Elyx, StarGis, MapInfo
- **GMAO** : INFOR, MAINTA, COSWIN, Karl Master
- **Décisionnel** : Business Object, BI Microsoft
- **Architecture** : Solutions de mobilité, WEB, virtualisation
- **Interfaces de communication** : OPC, protocoles spécifiques, WIFI, xG, Sigfox, LoRa, Qowisio
- **Transformation Numérique** : Open Data, Big Data, Objets connectés

Cas d'usage : Maintenance

Corrective, préventive ou prédictive ?

La maintenance corrective consiste à réparer les équipements et les améliorer. Elle est mise en place une fois qu'une panne est survenue. **(ne permet aucune anticipation des pannes et bloque les chaînes de production durant les temps de réparation)**

La maintenance préventive consiste à entretenir ses équipements d'entreprise à intervalles réguliers (inspection, nettoyage, changement de pièces, analyse de fluides...), quand la machine est encore en état de marche.

(permet de bien anticiper les pannes, mais souvent en avance de phase par rapport au besoin réel de remplacement de la pièce. Ce qui implique souvent une augmentation des dépenses qui aurait pu être évitée).

La maintenance prédictive permet d'anticiper les pannes en relevant des données provenant de plusieurs sources (capteurs, automates, IoT, GMAO...) et de **mettre en place des schémas de pannes grâce à des corrélations entre les données (data mining), pour pouvoir ainsi les éviter.**

Cas d'usage Maintenance prédictive TOTAL

La problématique

- Maintenance corrective qui provoque l'indisponibilité du process.

L'objectif

- Prédire la défaillance du process afin de réduire au maximum le temps d'indisponibilité.

Cas d'usage Maintenance prédictive TOTAL

Prise de connaissance métier

- Echanges avec les acteurs métier
- Présentation du process
- Description des différents capteurs & données
- Compréhension de la problématique et des objectifs du projet

Cas d'usage Maintenance prédictive TOTAL

Les données

- Historique sur 3 ans (mesures toutes les 6 min.)
- Environ 250 000 valeurs par variable
- Données métier des automates industriels
- Données complémentaires : Capteurs de température, pression, débit, ...

Cas d'usage TOTAL Exploitation des différents modèles

Exploration

- Création d'un jeu de données de comportement « normal » selon l'expert métier
- Etude de la corrélation entre les variables
- Suppression des variables non significatives

Cas d'usage TOTAL Exploitation des différents modèles

Tests

- Le premier capteur est corrélé à plusieurs données : test sur différentes méthodes d'estimation utilisant plusieurs variables
- Les deux derniers capteurs sont corrélés au premier : recherche d'une relation linéaire entre eux et le premier

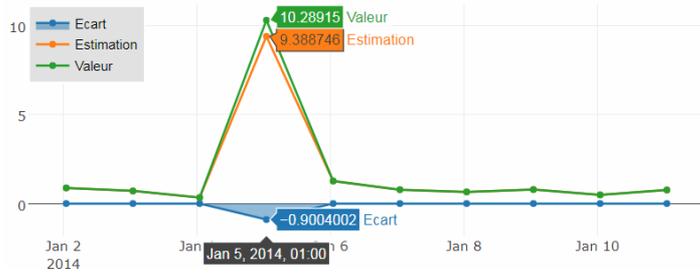
Cas d'usage TOTAL Exploitation des différents modèles

Validation

- Premier capteur : Arbre de régression à partir du débit et de la température
- Les deux derniers capteurs : Régression linéaire à partir du premier

Cas d'usage TOTAL Implémentation applicative

Résultats pour chaque capteur



- Une courbe prédictive à partir des données qui permet de mesurer un écart avec la réponse réelle du capteur
- Score déterminé à partir de cet écart donnant un aperçu de l'état du process à un instant t

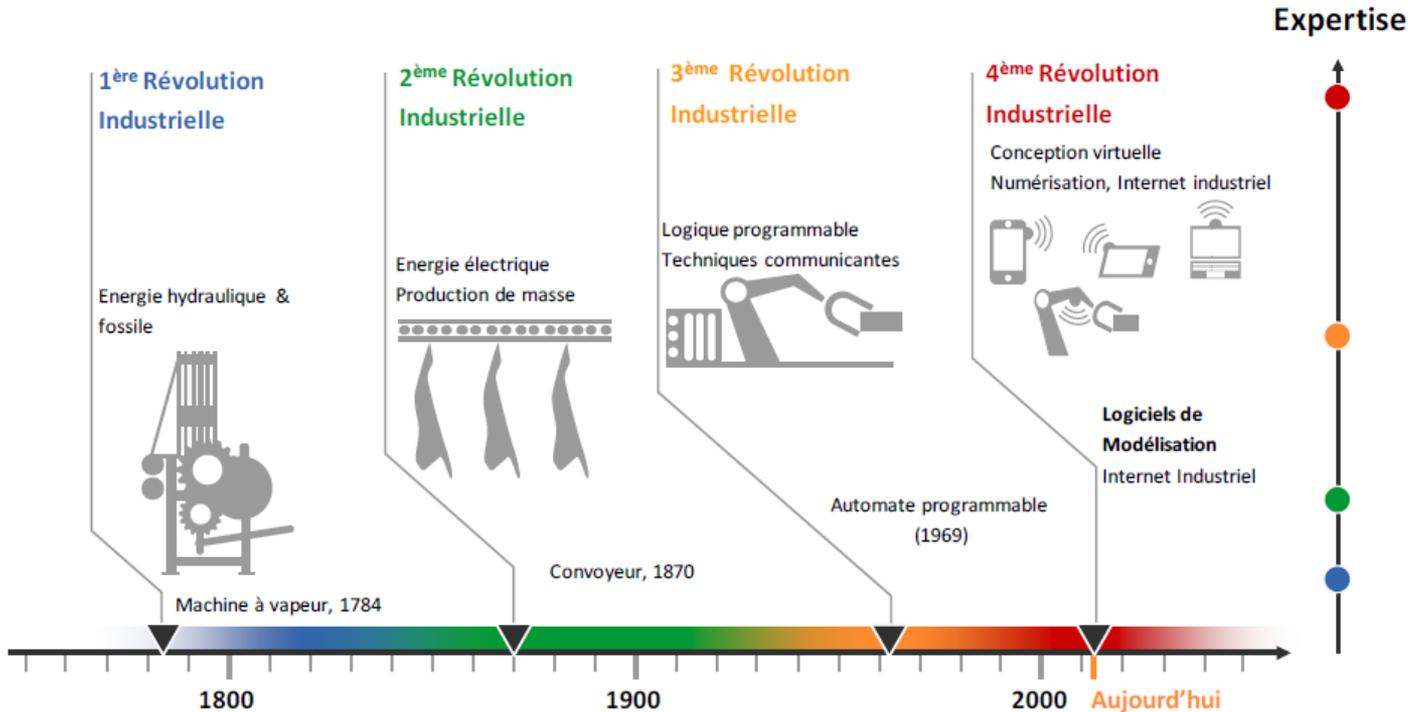
Cas d'usage TOTAL Les outils



Les outils

- Analyses : KNIME
- Langages : R, Python, Java, Warpscript
- Dataviz : Plotly, D3.JS, Quantum

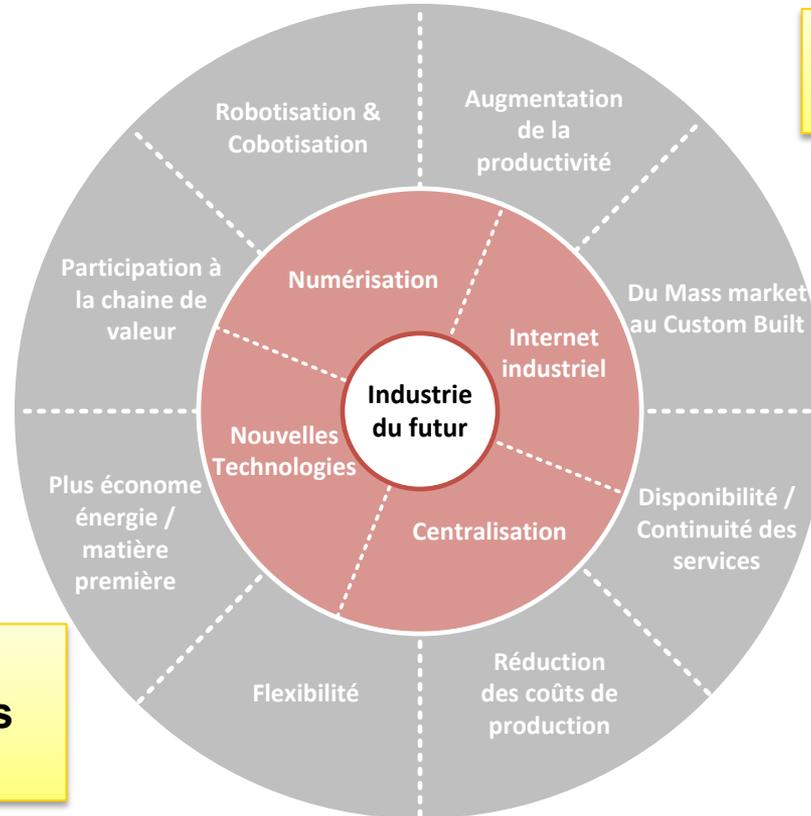
Qu'est-ce que l'industrie du futur ?



Industrie du futur : Les moyens & promesses

Production flexible
« L'usine Agile »

Production numérisée
« L'usine connectée »



Humain Augmenté
« L'usine au service des hommes »

Optimisation des ressources
« L'usine frugale »

Industrie du futur : Les nouvelles technologies

INTERNET DES OBJETS (IoT)



IMPRESSION 3D & PROCESSUS ÉCO-EFFICACE



RÉALITÉ AUGMENTÉE & ROBOTS COLLABORATIFS



SFR, CPS & RFID



BIG DATA INDUSTRIELLE



SIMULATION D'USINE VIRTUELLE



Industrie du futur : Les avantages

PRODUCTION PLUS FLEXIBLE



TRACABILITÉ POUSSÉE



MAINTENANCE À DISTANCE



**SCÉNARISATION DU CYCLE DE PRODUCTION
PERSONNALISATION SELON CLIENT**

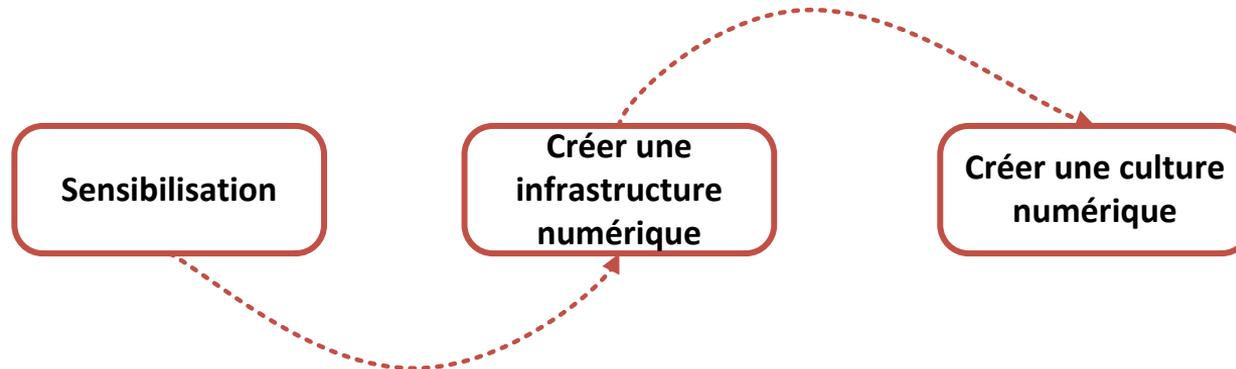


**OPTIMISATION DES CONSOMMATIONS
EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE**

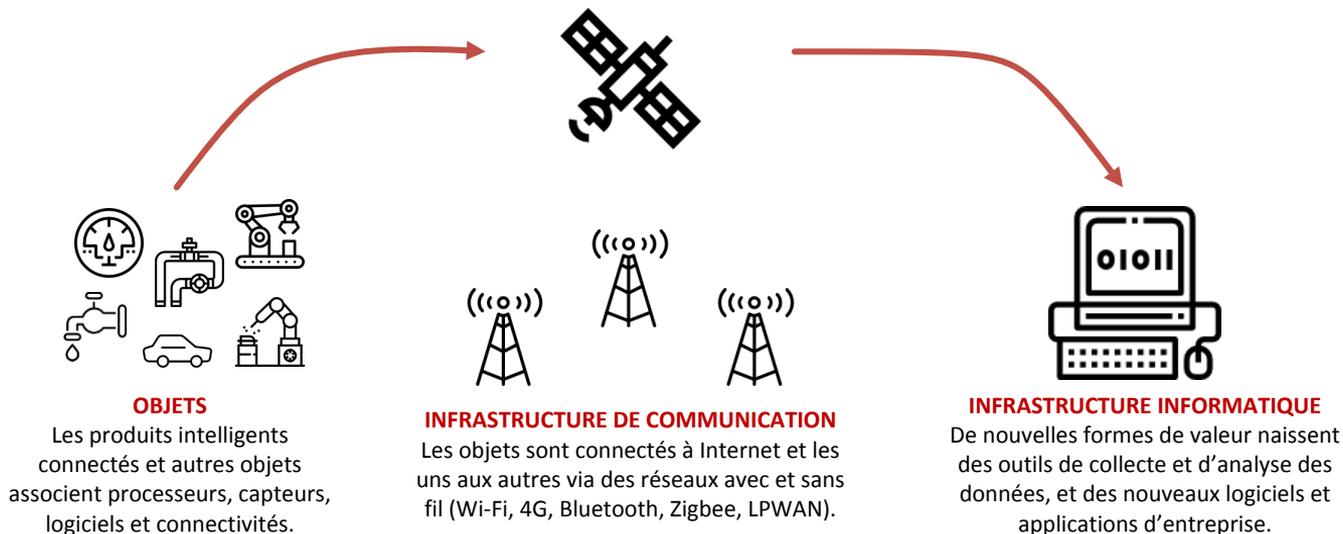


Industrie du futur : Les difficultés

- Fiabilité
- Sécurité
- Données personnelles
- Acceptation des employés

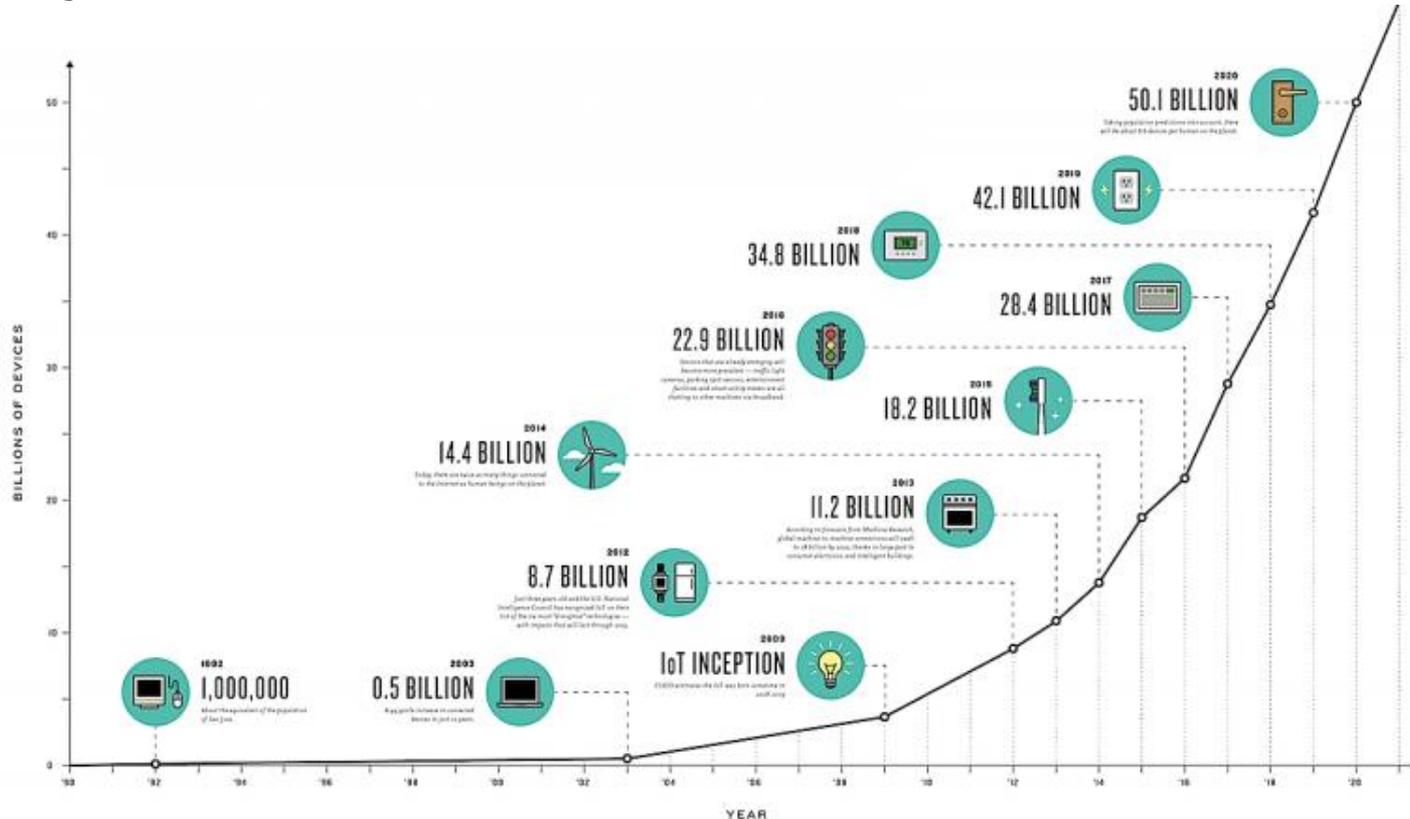


Les objets connectés



On parle d'objets connectés –ou d'Internet des Objets -pour définir des types d'objets (...) auxquels l'ajout d'une connexion Internet permet d'apporter une valeur supplémentaire en terme de fonctionnalité, d'information, d'interaction avec l'environnement ou d'usage. »

Les objets connectés



Les objets connectés

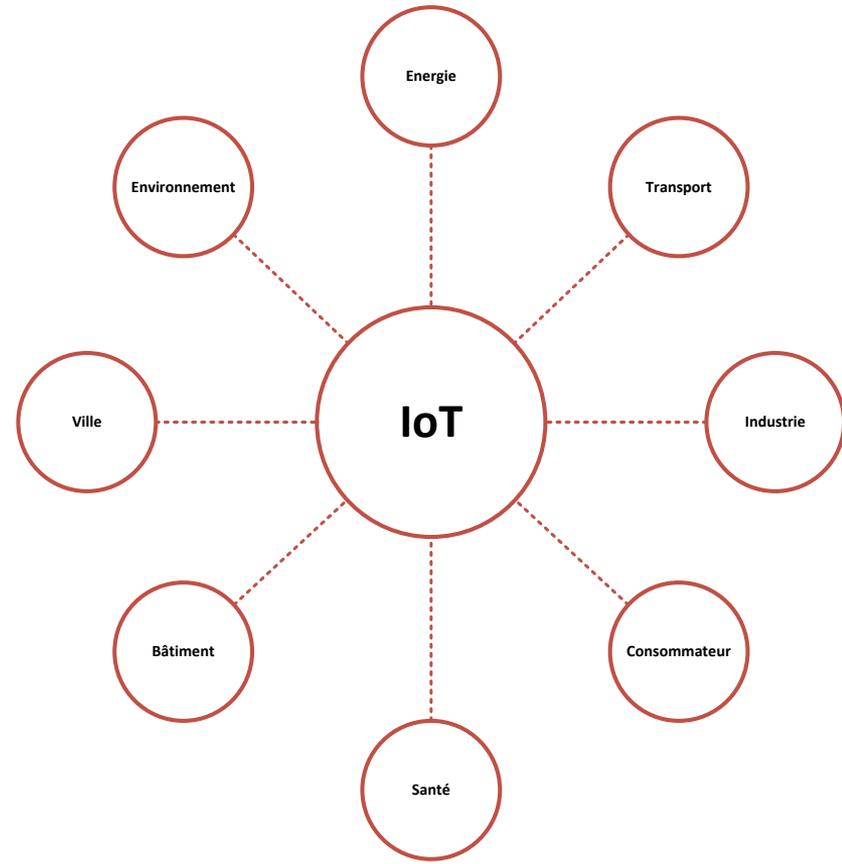
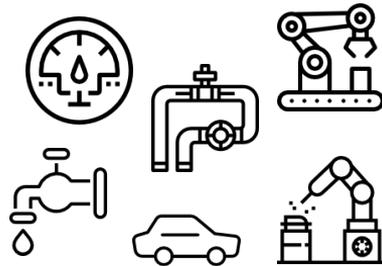
Les chiffres :

- 1999 : "Internet of Things" term used by K. Ashton
- 2014 : IEEE research journal dedicated to the Internet of Things
- 2020 : 30 to 80 billion IoT (5 Million Apps)
- Estimated potential economic impact of the Internet of Things in 2025, range from \$2.7 – 6.2 trillion annually” – McKinsey Global Institute
- “Manufacturing industry will be the #1 industry sector by share of global economic value-add” – Gartner Forecast: The IoT, Worldwide, 2013
- 2035 : 1 Trillion IoT (100 Million Apps)

Les objets connectés

Segment de marché :

Plusieurs types d'objets connectés selon le segment



Les objets connectés

Exemples de services :

Industrie

Maintenance prédictive
Optimisation des opérations
Optimisation de la chaîne logistique
Statut des équipements
Contrôle d'usine
...

Environnement

Feux de forêt
Pollution de l'air
Capteurs de tremblement de terre
Avalanche et inondation
Chauffage et AC
...

Mobilité

Télématique et gestion de flotte
Suivi et surveillance à distance
Maintenance basée sur les conditions
Remorque de camions
Voitures, Motos, bicyclettes
Conteneurs d'expédition
Enfants, Animaux, ...
...

Ville

Optimisation du trafic
Stationnement intelligent
Sécurité public
Capteurs de circulation et contrôle
Eclairage des rues
Surveillance de l'infrastructure
Poubelles et déchets
Événements publics
...

Énergie et services publics

Transmission et distribution
Réseau intelligent et compteurs intelligents
Optimisation et maintenance prédictive
...

Agriculture

Contrôle d'irrigation
Détection de l'environnement
Suivi des animaux
Détection des animaux - ovulation, naissance
...

Santé

Surveillance proactive et connectée
Détection précoce et diagnostic
Mesures à distance
...

Maison

Détecteur de fumée
Systèmes de sécurité
Appareils intelligents
Contrôle / Surveillance
...

Les objets connectés

Protocoles réseaux :

Réseaux de proximité

NFC, Bluetooth, BLE, ZigBee, Z-Wave, Lo Energy, EnOcean

Réseaux cellulaires

GSM, 2G, 3G, 4G, 5G, NB-IoT, LTE-M

Réseaux LPWAN

Sigfox, LoRa

Les objets connectés

Les protocoles de données :

- HTTP, HTTP/2
- REST
- MQTT
 - Protocole léger pour le publish-subscribe, sécurité limitée
- CoAp
 - Protocole web dédié aux capteurs, REST,
 - Forte présence santé, bâtiment intelligent, énergie
- XMPP
- SSI (protocole entre computer & sensor)
- AMQP, DDS, LLAP,...

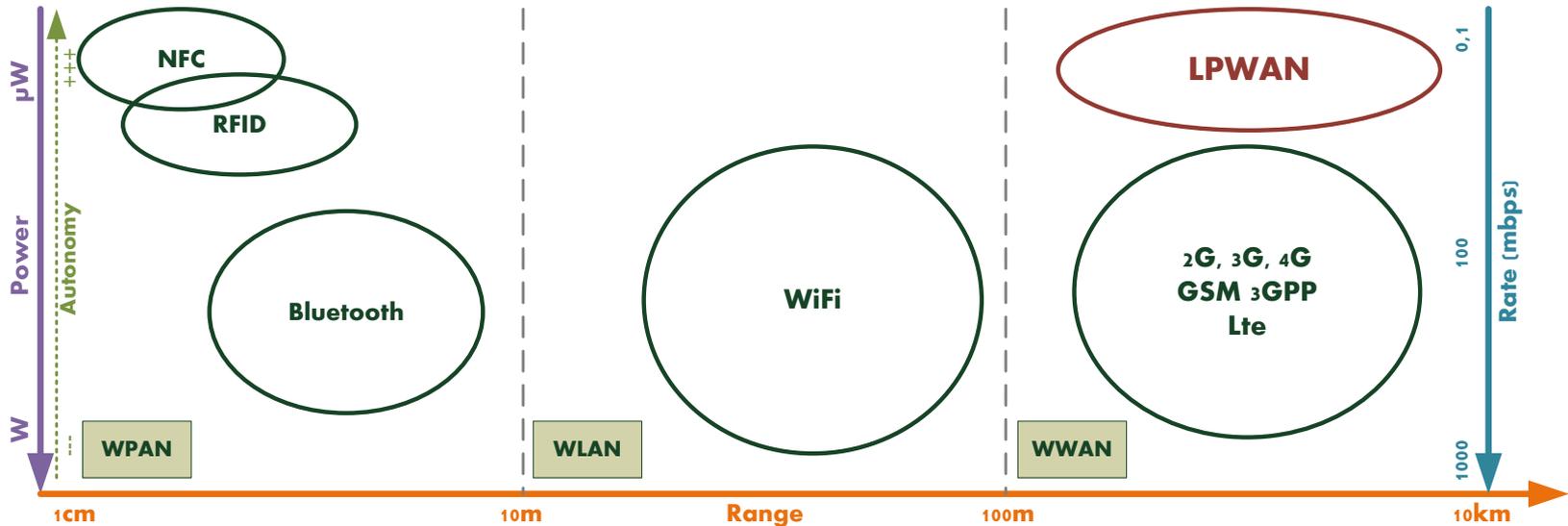
Les objets connectés

Infrastructures :

- IPV6, 6LoWPAN (IPV6 Faible énergie 25kps)
- UDP, Quic
- uIP (TCP/IP controlleur 8/16b)
- NanoIP (IP pour capteurs)
- Time Synchronized Mesh Protocol (sync devices entre eux)
- mDNS ZeroConf, création réseau sans server ou configuration, ex Apple Bonjour.

Les objets connectés

LPWAN (Low Power Wide Area Network)



Les objets connectés

LPWAN (Low Power Wide Area Network)

RÉSEAUX LAN (Bluetooth, Wi-Fi, ...)	RÉSEAUX CELLULAIRES (GSM, 3G, 4G, ...)	RÉSEAUX LPWAN (Sigfox, LoRa, LTE-M, NB-IoT, ...)
Points forts : <ul style="list-style-type: none">• Appareils mobiles• Courte portée	Points forts : <ul style="list-style-type: none">• Longue portée• Haut débit de données• Couverture	Points forts : <ul style="list-style-type: none">• Longue portée• Durée de vie de la batterie• À bas prix
Points faibles : <ul style="list-style-type: none">• Durée de vie de la batterie• Longue portée	Points faibles : <ul style="list-style-type: none">• Durée de vie de la batterie• Coût	Points faibles : <ul style="list-style-type: none">• Haut débit de données

Les objets connectés

LPWAN (Low Power Wide Area Network)

LPWAN PUBLIC	LPWAN PRIVÉ
<p>Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none">• Infrastructure déjà déployée• Couverture du territoire• Network Server géré	<p>Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none">• Pas d'abonnement• Confidentialité• Couverture locale
<p>Inconvénients :</p> <ul style="list-style-type: none">• Abonnement• Dépendance	<p>Inconvénients :</p> <ul style="list-style-type: none">• Installation• Gestion du Network Server• Evolutivité• Interopérabilité• Scalabilité

Les objets connectés

Critères de classification des réseaux :

- Le débit
- La couverture
- La consommation d'énergie
- L'autonomie
- Le coût
- Le standard

Les objets connectés

Consortiums IoT :

- IEEE
- Eclipse IoT
- Apache Foundation
- W3C
- LoRa Alliance
- OneM2M
- Industrial Internet Consortium
- IOT EPI

Les objets connectés

Pile fonctionnelle de l'IoT :



Les objets connectés

Les gains potentiels :



Amélioration du service

Les données des produits connectés comme levier pour apporter une visibilité et un service proactif



Mieux comprendre son business

Analyser les données de produits pour générer de nouveaux renseignements



Optimiser les processus métier

Combiner les données en temps réel avec les systèmes existants pour accroître l'efficacité



Différencier son offre

Augmenter le rythme de l'innovation produit et service

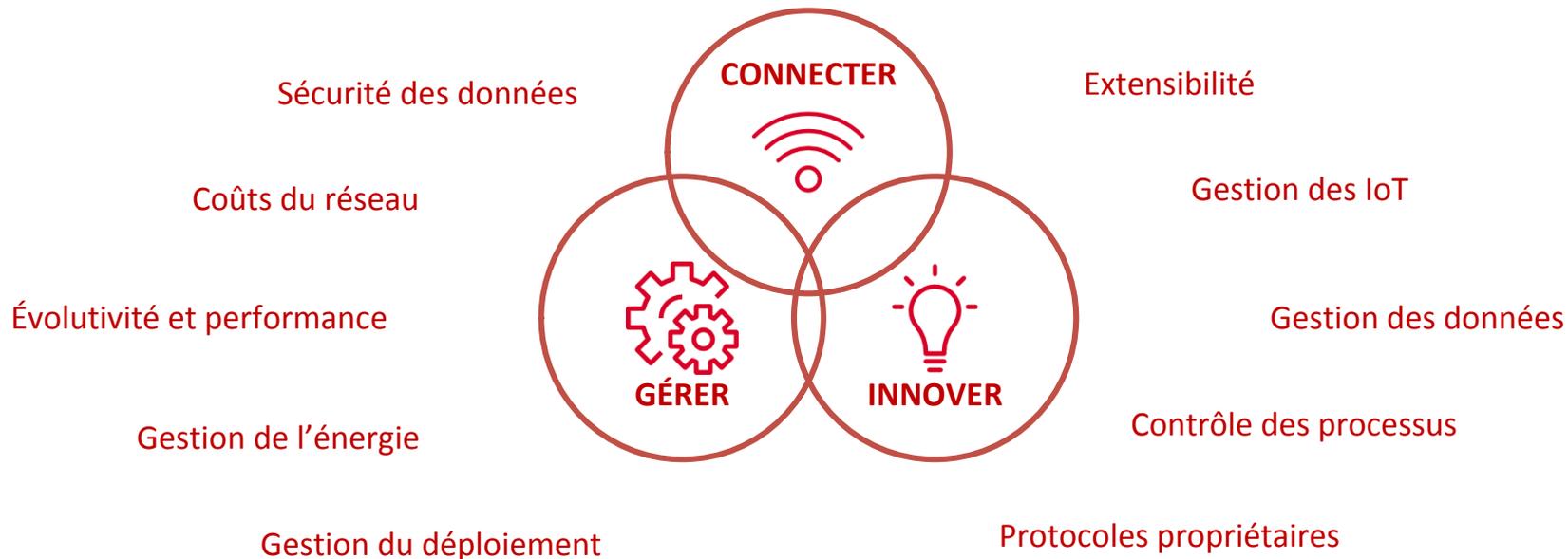


Nouvelles sources de revenus

Débloquer de nouveaux modèles d'affaires et réaliser de nouvelles opportunités de valeur ajoutée

Les objets connectés

Les challenges de l'IoT :



Le Big Data dans tout ça

L'omniprésence des données :

Les **données sont omniprésentes**. Le web est présent partout au quotidien : il crée de plus en plus de données de toutes sortes :

- Particuliers
- L'omniprésence des données
- Objets connectés
- Entreprises
- Open Data

L'**explosion du volume des données numériques** apporte de nouveaux ordres de grandeur.

Le Big Data dans tout ça

Les grandes opportunités accessibles avec le Big Data :

De nouvelles opportunités se présentent :

- **Analyser** une grande variété de données,
- **Capter** la donnée en mouvement,
- **Compiler** plusieurs données en les recoupant ou en les rapprochant.

L'objectif est de collecter les données pour **donner du sens** et ainsi **anticiper les actions**.

Une meilleure analyse, sur un spectre plus large de données, donne l'**opportunité de se différencier** :

- Accélérer la prise de décision
- Améliorer l'efficacité des processus
- Proposer des services innovants
- Développer de nouveaux modèles métiers

Le Big Data dans tout ça

Les fondamentaux : Les 5 V

Différents types de données :

- Structurées (transactions de vente par exemple),
- Non structurées (images, vidéos, voix, textes,...)

Variété

Volume

Masse d'informations produites chaque seconde

Rapidité de l'élaboration et du déploiement de nouvelles données

Vélocité

Valeur

Profit, pertinence qu'on peut tirer des données

Véracité

Fiabilité, précision et crédibilité des informations collectées

Le Big Data dans tout ça

Les fondamentaux : Les ressources et compétences nécessaires

De nouvelles **ressources** nécessaires

- Recours massif à la mémoire, plutôt qu'à l'accès direct au stockage
- Parallélisation des traitements
- Nouveau moteur de requête
- Algorithmes d'apprentissage statistiques

De nouvelles **compétences** à acquérir

- Apprendre les nouveaux modèles de traitement de données
- Maitriser le déploiement d'un cluster du framework Hadoop
- Acquérir de nouvelles méthodes de modélisation des données
- Découvrir de nouveaux outils d'analyse de données

Le Big Data dans tout ça

La Data Science : La vraie valeur ajoutée du Big Data

Objectif : Extraire des connaissances d'ensemble de données

La Data Science est un **mélange disciplinaire** entre les statistiques, le développement d'algorithmes et la technologie, dont le but est la **résolution de problèmes analytiques complexes**.

En étudiant les données, le Data Scientist peut **découvrir et comprendre des tendances et des comportements complexes**. Ils aident à extraire des informations permettant aux entreprises de **prendre des décisions** plus adaptées à leurs différentes problématiques.

Le Big Data dans tout ça

La Data Science : La vraie valeur ajoutée du Big Data

L'importance de l'exploration et de la préparation des données

Il existe une grande **diversité** de la donnée relative :

- À la **source** : les SI transactionnelles et la BI d'une entreprise, les entrepôts de données comportementales, données géographiques, l'Open Data,...
- Au **format** : fichiers classiques, bases de données relationnelles, bases NoSQL
- La **qualité** : exhaustivité, granularité, exactitude, fraîcheur.

L'objectif de l'exploration et de la préparation des données est de **transformer les données brutes**, hétérogènes en un **jeu de données** homogène et mesuré qui sera **exploitable** pour l'analyse statistique, la réalisation de reportings ou encore l'entraînement de modèles d'apprentissage automatique.

Le Big Data dans tout ça

Qu'est-ce-que le machine learning ?

« **L'apprentissage automatique**, c'est la capacité d'un ordinateur à apprendre sans avoir été explicitement programmé. »

Arthur Samuel, pionnier du Machine Learning

C'est un outil complémentaire du Data Mining. Il consiste en un **apprentissage par le biais d'exemples** présents dans la base de données.

Cela consiste en la mise en place d'**algorithmes** ayant pour objectif d'obtenir une **analyse prédictive** à partir de données, dans un but précis

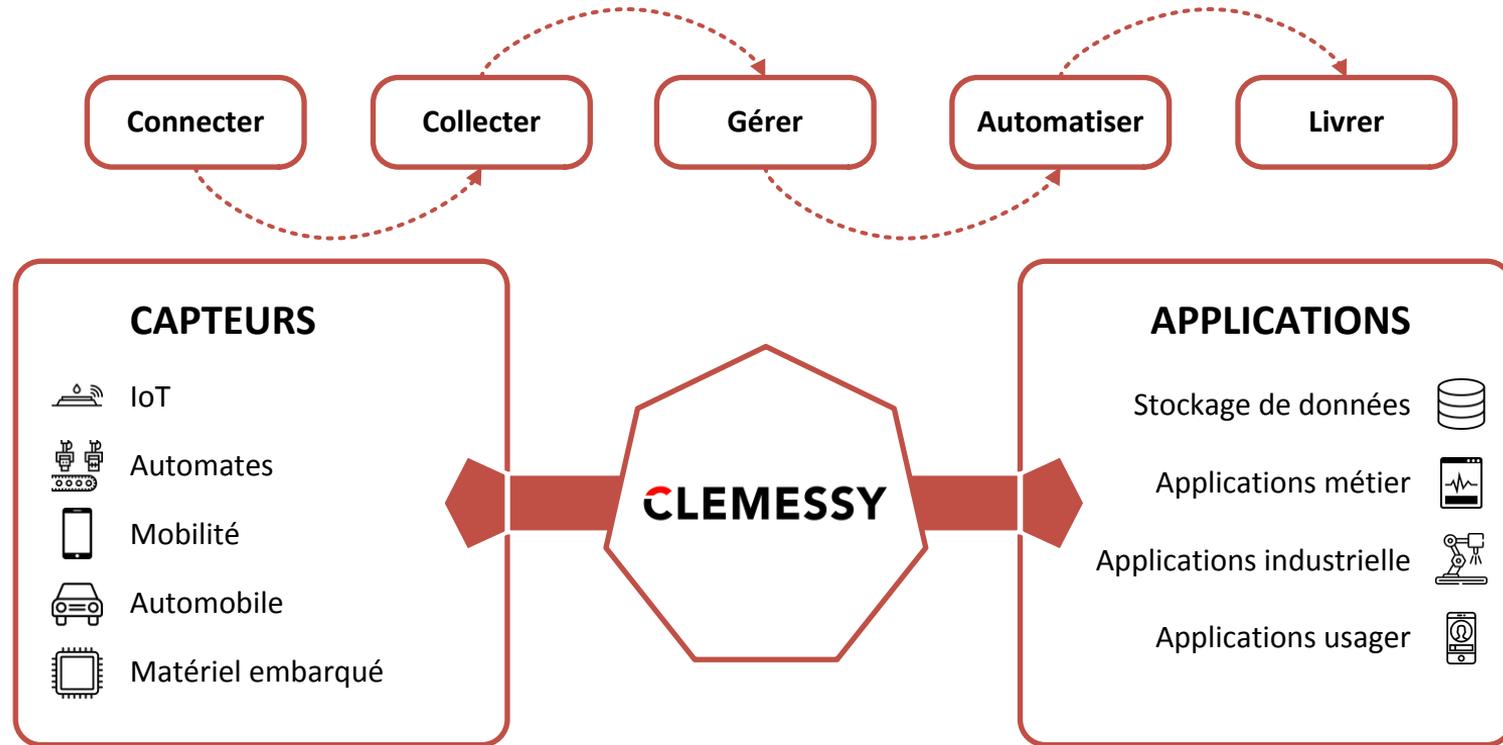
Principe : Bâtir des modèles qui établissent les relations entre de nombreux facteurs permettant l'évaluation des risques ou celle des opportunités associés à un ensemble spécifique de conditions, afin **d'orienter la prise de décision** vers telle ou telle action.

Le Big Data dans tout ça

Les limites :

- Les données ne sont pas forcément **faciles d'accès**, de bonne **qualité** et **faciles à traiter**.
- Les **budgets sont conséquents** si on veut collaborer avec des experts du domaine et des technologies à la pointe.
- Se pose également la question de la **reproductibilité des résultats** : il y a beaucoup de données, différents outils d'analyse, les experts font des choix qui peuvent mener à des conclusions différentes.
- Il y a également une limite **éthique**, il ne faut pas exploiter les données au détriment du bien commun.

La plateforme Big Data / IoT CLEMESSY



La plateforme Big Data / IoT CLEMESSY

- **Objet connectés**
 - Fourniture clé en main
 - Installation et Maintenance
 - Connectivité multi protocole
 - Déploiement Cloud Privé, Public ou Hybride
 - Intégration de données
 - Supervision, Agrégation, Exploitation
 - Analyse Big Data, Diffusion Open Data
 - Plate-forme de collectivité IoT (Sigfox, LoRa, Qowisio, ...)
- **Analyse Big Data**
 - Création d'algorithmes supervisés et non-supervisés
 - Recherche de corrélation entre différentes données
 - Elaboration de modèles
 - Modélisation des résultats d'analyse
 - Aide à la décision

La plateforme Big Data / IoT CLEMESY pour l'Industrie

- Réduire les arrêts non programmés
- Améliorer la fiabilité des équipements
- Réduire les pertes de production
- Optimiser les coûts de maintenance

La plateforme Big Data / IoT CLEMESSEY

Tableau de bord



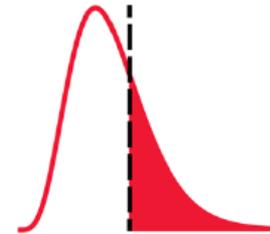
Rapports et
données opérationnelles

Visualisation graphique



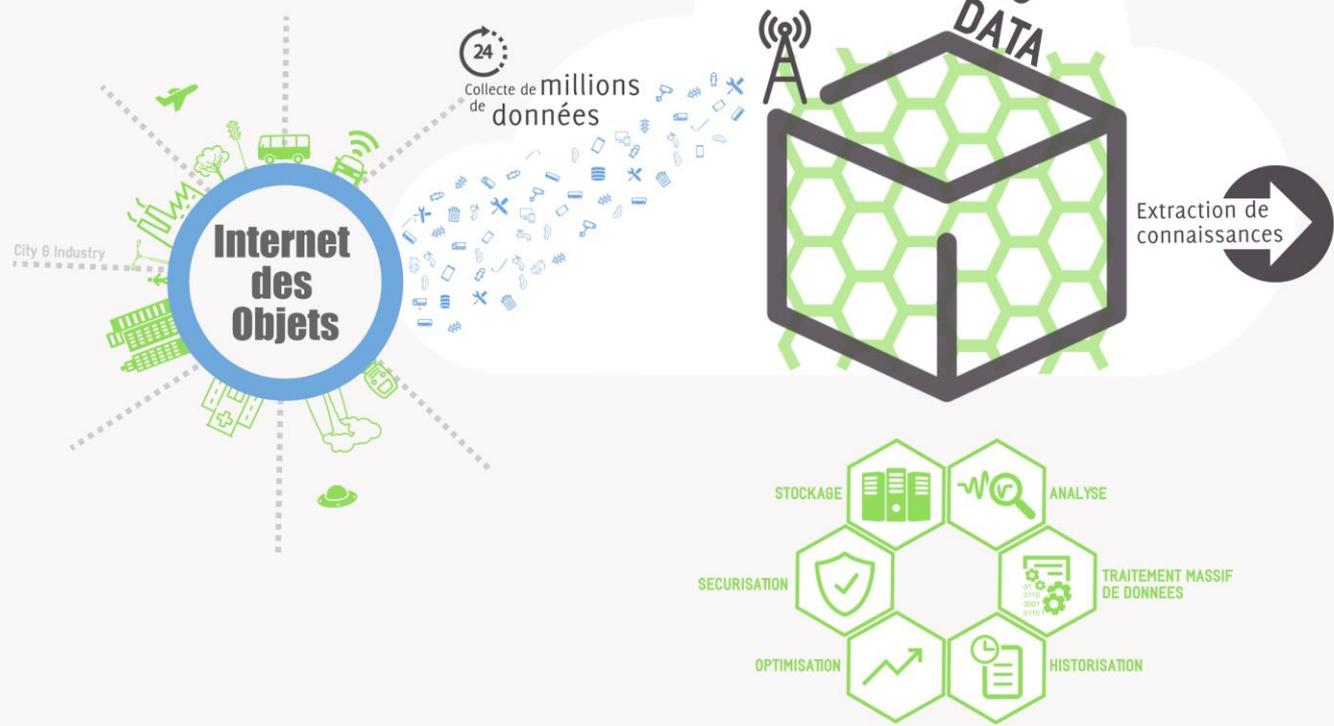
Exploration des données

Calculs



Outils d'analyses
Prédictions statistiques

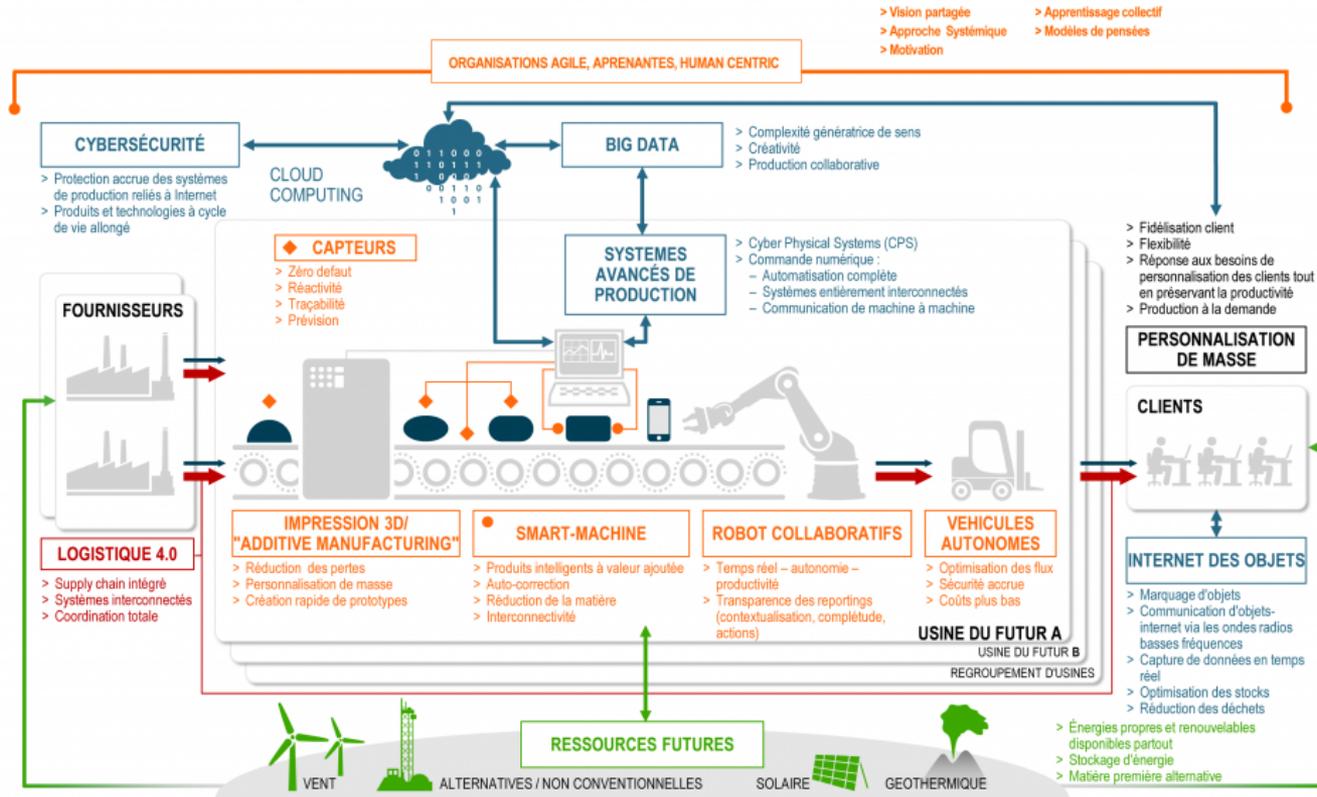
CLOUD



-  Exploitation, Analyse, Décision, Supervision
-  Maintenance
-  Applications usagers
-  Applications entreprises
-  Réseaux sociaux

© Clemessy

Vue globale & Conclusion



Merci de votre attention

