

L'INTERNET DES OBJETS (IoT) : APPLICATIONS POUR LES ENTREPRISES

Exploration du potentiel de transformation de l'IoT



Table des matières

Préface	2
Sommaire exécutif	4
1. Introduction à l'internet des objets	5
1.1 Qu'est-ce que l'IoT ?	5
1.2 Quel est le potentiel de l'IoT ?	6
1.3 Pourquoi l'IoT est-il si important ?	8
2. Comment l'IoT transforme-t-il différents secteurs de l'économie ?	11
2.1. L'IoT et ses secteurs	11
2.2. Applications pour l'industrie : analyse par secteur	11
2.2.1 Énergie	13
2.2.2 Santé	15
2.2.3 Logistique	17
2.2.4 Transport	19
2.2.5 Vente au détail	22
2.3. Les télécommunications en tant que partenaires	25
3. Quels sont les défis de l'IOT ?	31
3.1. Sécurité et confidentialité	32
3.2. Réglementation	34
3.3. Infrastructure numérique	35
4. Conclusion	37
Rapport spécial 1 – Évolution de l'IoT	10
Rapport spécial 2 – IoT et COVID-19 : adaptabilité, résilience et vitesse	27

Préface

Ce rapport résume les principales conclusions du programme de recherche « Internet of Things (IoT) - Applications for Business », développé par l'Economist Intelligence Unit (EIU) avec le soutien de China Telecom Global. Le rapport est basé sur une analyse documentaire approfondie et un programme d'entretiens exhaustifs qui furent menés par l'EIU entre janvier et mai 2020. Au total, plus de vingt experts ont été consultés, représentant des universités, des entreprises, des dirigeants de start-ups, des consultants et des représentants d'entreprises qui ont été des adeptes de l'IoT depuis son début.

L'EIU est seule responsable du contenu de ce rapport. Les conclusions et les opinions exprimées ne reflètent pas nécessairement les points de vue des partenaires et des experts.

Le rapport a été produit par une équipe de chercheurs, d'écrivains, de rédacteurs et de graphistes de l'EIU, dont :

Katherine Stewart, Directrice de projet

Beth Warne, Responsable de projet

Matthew Kendall, Expert en technologie

Aayushi Idda Sharma, Analyste en chef

Giacomo Loi, Analyste

Adam Green, Auteur collaborateur

Dorothee Olivereau, Graphiste

Mike Kenny, Concepteur du rapport

Jan Copeman, Éditeur de textes

Charlie Cao, Alex Sun, Naomi Hope, Hui Xie, Jialiang Ye et **Alvin Valdez** de China Telecom (Europe) Ltd ont fourni leurs précieux conseils pour la recherche et le développement du rapport.

L'équipe du projet est très reconnaissante de la contribution des experts qui ont donné de leur temps pour aider à déterminer le contenu et l'orientation du rapport (par ordre alphabétique) :

Rachel Azafrani, Expert en IoT et sécurité et ancien élève de l'Oxford Internet Institute

Professor John Barrett, Chef du centre de recherche Nimbus à l'Institut de technologie de Cork

Dr Hanane Becha, Responsable de l'innovation et des normes chez Traxens

Dr Chintan Bhatt, Professeur assistant à l'Université Charotar de Science et Technologie en Inde

Michael Enescu, Co-fondateur et chef technologue chez Energy Adaptive Networks

Ana-Maria Fimin, Chargée de mission IoT et IA à la Commission européenne

Glen Gilmore, ancien maire et instructeur adjoint en marketing numérique, communication de crise et en droit des médias sociaux à l'université Rutgers

Alex Gluhak, Chef de la technologie (IoT) à Digital Catapult

Lars Hinrichs, Leader de l'initiative Apartimentum smart home

Anushka Kaushik, Membre associé du programme de résilience cybernétique du GLOBSEC Policy Institute à Bratislava

Dr Antonios Lalas, Associé de recherche postdoctorale, Centre pour la recherche et la technologie, Hellas

Dr Cédric Lévy-Bencheton, PDG de Cetome, société de conseil en cyber-sécurité

Hongbo Li, *Directeur de la technologie chez Geek+*

Dr Irene Petrick, *Directrice principale de l'innovation industrielle chez Intel*

Dr Frank Puhmann, *Responsable de la gestion et du développement des produits chez Residential IoT Services*

Daniel Price, *PDG et cofondateur d'Ioterra, une place de marché B2B de solutions et de services IoT*

Dimitrios Spiliopoulos, *Consultant en affaires de l'IoT et professeur adjoint de l'internet des objets au MBA de l'IE Business School*

Dr Heinrich Stüttgen, *Président du conseil IEEE sur les initiatives IoT*

Professeur Brian Subirana, *Directeur du laboratoire d'identification automatique du Massachusetts Institute of Technology et enseignant au MIT et à Harvard*

Dr Dimitrios Tzovaras, *Chercheur à la (CERTH/ITI), Grèce*

Dr Konstantinos Votis, *Chercheur au Centre de recherche et de technologie Hellas / Institut des technologies de l'information (CERTH/ITI), Grèce*

Peter Waher, *Auteur de Mastering Internet of Things, membre de la Connected City Alliance et éditeur des normes IEEE 1451.99, membre contributeur IEEE 2668, IEEE 2805.*

Sascha Westermann, *Chef du bureau de gestion de projet pour les projets de systèmes de transport intelligents de la ville de Hambourg, exploités par Hamburger Hochbahn AG*

Sommaire exécutif

En 2019, The Economist a identifié la «**deuxième phase de l'internet**», l'internet des objets (IoT).¹ Avec l'intelligence artificielle et le Big Data, l'IoT est au centre de la numérisation de l'économie mondiale. L'enthousiasme suscité par l'IoT provient de sa capacité à mettre en réseau des objets auparavant isolés, en passant par les réfrigérateurs et allant aux voitures Ferrari. Les données collectées par les capteurs de l'IoT peuvent être surveillées, renvoyées pour déclencher une action, pour transmettre un algorithme ou même pour provoquer une action dans un autre objet connecté, peut-être à des centaines de kilomètres de distance. Les implications potentielles de ces capacités supplémentaires sont importantes et les occasions d'affaires sont nombreuses.

Alexa, fais-moi voir l'argent

Revenu total provenant des IoT en 2025



Source: GSMA 2018.

- 1 How the world will change as computers spread into everyday objects, The Economist (2019)
- 2 Global System for Mobile Communications (GSMA) Report

L'IoT générera **1,1 billion de dollars de recettes supplémentaires** pour les entreprises du monde entier d'ici 2025², ce qui représente près de 1 % du PIB mondial prévu. Près de la moitié des recettes de l'IoT proviendront de l'extérieur de l'Amérique du Nord et de l'Europe.

Toutefois, les taux d'adoption actuels de l'IoT sont en retard par rapport aux avantages potentiels. Les chefs d'entreprise citent les préoccupations relatives à la sécurité et à la confidentialité, les lacunes de l'infrastructure numérique et l'opacité des réglementations comme autant de freins à l'adoption, même après la réussite de projets pilotes sur l'IoT.

Les solutions à ces défis existent. Il est possible d'intégrer la sécurité à chaque étape du processus de conception pour garantir un dispositif entièrement protégé, plutôt que d'essayer de l'intégrer comme une étape supplémentaire avant le lancement.

Le potentiel de transformation de l'IoT exigera que les PDG de tous les secteurs soient proactifs. Il s'agit notamment de :

- Chercher des collaborations avec des experts techniques pour comprendre comment l'IoT peut profiter à l'entreprise,
- Investir dans de nouvelles infrastructures et compétences numériques, et
- Se préparer aux perturbations et à la façon dont les concurrents peuvent adopter l'IoT.

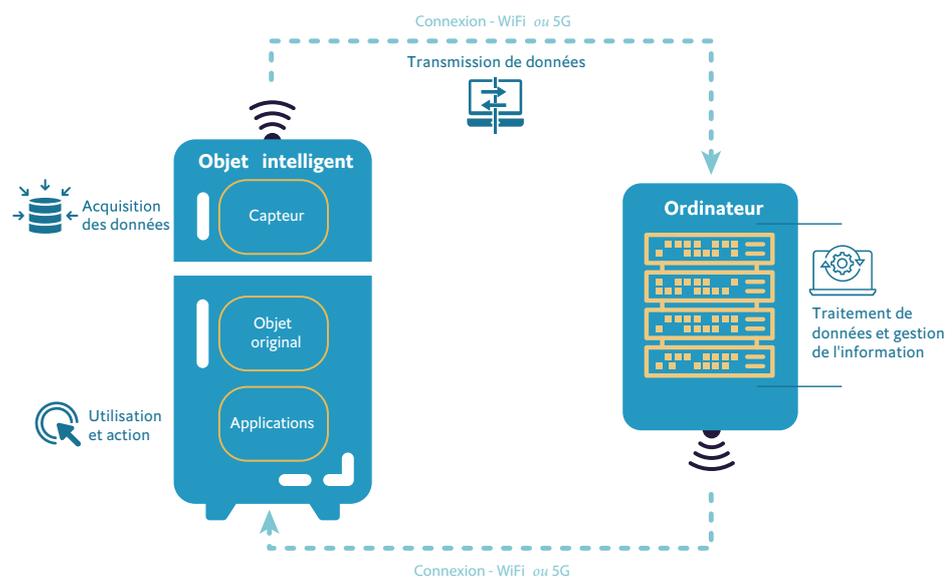
Ce rapport vise à démontrer que le manque de savoir-faire technologique et les problèmes de sécurité ne doivent pas nécessairement être un état permanent ; un soutien existe pour ceux qui s'inspirent du potentiel de l'IoT mais qui ne sont pas sûrs de leur propre premier pas. Pour ce faire, le document dévoile la technologie IoT, examine des cas d'utilisation existants dans six secteurs, explore les défis qui freinent actuellement une plus grande adoption et commence à présenter des solutions à ces défis.

1. Introduction à l'internet des objets

Il y a trente ans, le premier IoT connu - un distributeur automatique avec contrôle de la température à distance à l'université Carnegie Mellon aux États-Unis - gardait les canettes de Coke au frais dans la chaleur de l'été.³ Aujourd'hui, l'internet des objets est partout. Voitures connectées, réfrigérateurs et assistants virtuels, applications dans le domaine de la santé, logistique et vente au détail qui assurent le fonctionnement des chaînes d'approvisionnement et des hôpitaux pendant la pandémie COVID-19, l'Internet des objets (IoT) est une technologie qui est en train de transformer les opérations commerciales et de créer de nouvelles sources de revenus. Toutefois, les taux d'adoption sont actuellement plus faibles que prévu, compte tenu des gains que les entreprises pourraient réaliser. L'objectif de ce document est de montrer ce que l'IoT peut apporter à différentes sphères de l'économie et de discuter des solutions potentielles aux problèmes qui limitent son adoption plus étendue.

Le réseau

L'IoT est bien plus qu'un simple appareil intelligent



Sources: AVSystem 2019, IPWatchdog 2016

3 The little-known story of the first IoT device, IBM (2018)

Pour cette étude, nous avons demandé à 20 professionnels de l'industrie et universitaires comment ils définissent l'IoT. Le message récurrent porte sur la capacité de l'IoT à faire le lien entre le monde numérique et le monde matériel. Notre définition s'articule donc autour de l'aspect suivant du potentiel de transformation de l'IoT :

L'Internet des objets est un **réseau d'objets ou de dispositifs physiques qui communiquent et interagissent entre eux via une connexion internet.**

L'autre élément central de l'IoT est la connexion internet. La connectivité est nécessaire pour la transmission des données entre l'objet IoT et la puissance de calcul qui collecte et analyse les informations. Les télécommunications (télécoms), en tant que secteur qui fournit des connexions internet, sont donc au cœur de la transformation de l'IoT (voir section 2).

1.2 Quel est le potentiel de l'IoT ?

L'IoT peut révolutionner le paysage des entreprises et des consommateurs en faisant le pont entre le monde numérique et le monde matériel. Toute industrie qui dépend de la fabrication, du déplacement ou de la vente d'objets qui n'étaient pas connectés à l'internet auparavant en tirera profit. Les avantages spécifiques que l'IoT peut apporter à une entreprise dépendent de la manière dont la technologie est utilisée. Par exemple, des capteurs peuvent être utilisés pour réduire les déchets, optimiser l'éclairage ou le chauffage ou pour réduire la détérioration des produits en transit en surveillant les températures. L'IoT peut également générer des revenus et accroître la productivité, comme les capteurs acoustiques pour les champs de pétrole offshore, qui analysent l'activité des pipelines afin de maximiser le rendement et d'aider à identifier de nouveaux gisements.

Pour mieux comprendre le potentiel de l'IoT dans une entreprise donnée, il est utile d'examiner les cinq capacités clés de l'IoT : **connexion, collecte, surveillance, monétisation et optimisation.**

- **Connexion** – L'IoT permet d'intégrer et de connecter toutes sortes de dispositifs, les faisant sortir de leurs silos respectifs et comblant le fossé entre le monde numérique et le monde physique ou « réel ». À mesure que l'empreinte numérique des appareils s'étend, le système global de connectivité devient plus robuste et plus adapté au changement.
- **Collecte** – Les capteurs sont un élément essentiel de la technologie IoT. Ils collectent des données à partir de l'objet sur lequel ils sont placés et celles-ci peuvent ensuite être utilisées pour informer d'autres fonctions. Les données collectées ont également une valeur. Les entreprises peuvent agréger, anonymiser et vendre les données à des tiers intéressés.

Il existe une application [IoT] pour cela

Les principales caractéristiques de l'internet des objets peuvent être résumées par ces mots clés



Sources: EIU 2020

- **Surveillance** – Dans son rôle d'agrégateur, l'IoT facilite la possibilité de s'engager dans la surveillance à distance, en fournissant une image riche et détaillée du monde tel qu'il se présente en temps réel. La conformité existante et la surveillance des processus et des actifs peuvent être automatisées et rendues plus efficaces grâce aux applications préventives et prédictives de l'IoT.
- **Monétisation** – L'IoT permet aux entreprises et aux secteurs de devenir riches en données, tant en matière de collecte que d'analyse, provenant parfois d'endroits inattendus ou difficiles d'accès. Ces nouveaux flux de données apportent avec eux d'importantes possibilités de sources de revenus, soit par agrégation ou anonymisation, soit par l'ajout de nouvelles fonctionnalités pouvant être vendues au consommateur.

- **Optimisation** – La collecte de données par l'IoT permet d'atteindre de nouveaux niveaux d'efficacité et de réaliser des économies potentielles en matière de coûts, d'énergie ou de temps dans divers secteurs tels que la santé ou l'énergie.

Dans la section 2, nous examinerons de plus près comment ces caractéristiques ont déjà un impact dans différents secteurs.

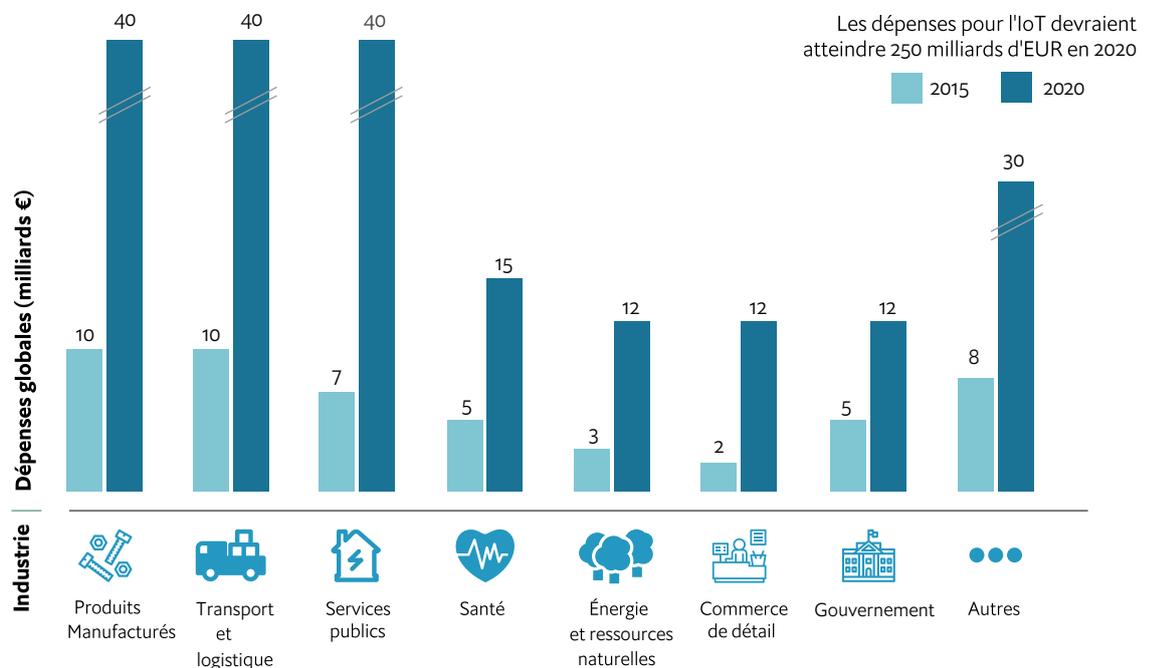
1.3 Pourquoi l'IoT est-il si important?

L'étendue des applications possibles signifie que l'IoT va avoir un impact majeur sur l'économie mondiale au cours des cinq prochaines années. Ce potentiel de transformation est déjà visible, entre autres sur le marché des produits de consommation qui est en hausse grâce à la popularité des articles de santé et de divertissement et des maisons intelligentes. On estime que les solutions IoT sont passées de 72 milliards de dollars US en 2015 à 236 milliards de dollars US en 2020.⁴ Les avancées dans le traitement de la voix permettront d'intégrer davantage de fonctionnalités dans les maisons intelligentes.

Des capteurs de dollars

Les dépenses globales pour l'IoT dans tous les domaines

Selon une prévision, les assistants vocaux seront intégrés dans 8 milliards de produits domestiques d'ici 2023.⁵ Les entreprises qui adoptent l'IoT dans leurs activités deviendront plus compétitives et les nouveaux produits numériques attireront des consommateurs qui sont de plus en plus branchés^{6, 7}. La prise de conscience des avantages de l'IoT se traduit par une augmentation des dépenses dans ce domaine. Environ 6 billions de dollars US seront consacrés aux solutions IoT durant la période 2016-2021⁸ et, au niveau mondial, l'IoT a généré plus de 80 milliards de dollars US d'investissements dans les fusions et acquisitions, ainsi que plus de 30 milliards de dollars US de capital-risque.⁹



Source: BCG 2017

- 4 Wearable Devices Market Share, International Data Corporation (2020)
- 5 The best of CES 2020: the smart home gets a lot smarter, Financial Times (2020)
- 6 The Deloitte Consumer Review Digital Predictions 2018, Deloitte, (2018)
- 7 Leveraging the Internet of Things for Competitive Advantage, Knowledge @ Wharton (2016)
- 8 Market Pulse Report, Internet of Things, Growthenable (2017)
- 9 Choosing the Right Platform for the Industrial IoT - Bain Brief, Bain (2017)

Selon Daniel Price, PDG et cofondateur d'Ioterra, une place de marché B2B de solutions et de services IoT, ces dépenses se concentrent sur deux dimensions : « Des entreprises veulent augmenter leur chiffre d'affaires et investissent dans un produit IoT pour le vendre. D'autres cherchent à augmenter leur bénéfice net en améliorant les opérations et l'efficacité en interne ». Il ajoute que chacun de ces aspects apporte ses avantages respectifs tout en dépendant de différents départements. « L'IoT du bénéfice net est généralement supervisé par le DSI ou par le département d'informatique, tandis que l'IoT des ventes est supervisé par le département R&D ou par le département des produits ».

En plus de fournir un avantage concurrentiel, le véritable potentiel mondial de l'IoT le place à l'avant-garde des solutions technologiques. Dans l'ensemble, la valeur de cet impact potentiel est stupéfiante ; selon la GSMA, cela pourrait représenter ~ 11 % de l'économie mondiale en 2025.¹⁰ Bien que le marché de l'IoT soit aujourd'hui dominé par les pays développés, le même rapport souligne que dans cinq ans, plus de 20 % de tous les revenus de l'IoT seront générés hors de l'Amérique du Nord et de l'Europe.

Selon Chintan Bhatt, professeur assistant à l'université Charotar de science et de technologie en Inde, les applications IoT dans les pays en développement ont le potentiel de créer des gains sociaux, en plus de gains économiques. « Les applications les plus intéressantes dans les marchés en développement sont celles qui aident à résoudre des problèmes communs, tels que l'insécurité alimentaire ». Il décrit le grand rôle de l'IoT dans « l'agriculture de précision » qui améliore la productivité et l'efficacité grâce à des outils qui rassemblent des données et produisent des analyses qui optimisent les calendriers de récolte et l'utilisation d'intrants.

¹⁰ [The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype](#), McKinsey & Company (2015)

Rapport spécial 1 – Évolution de l'IoT

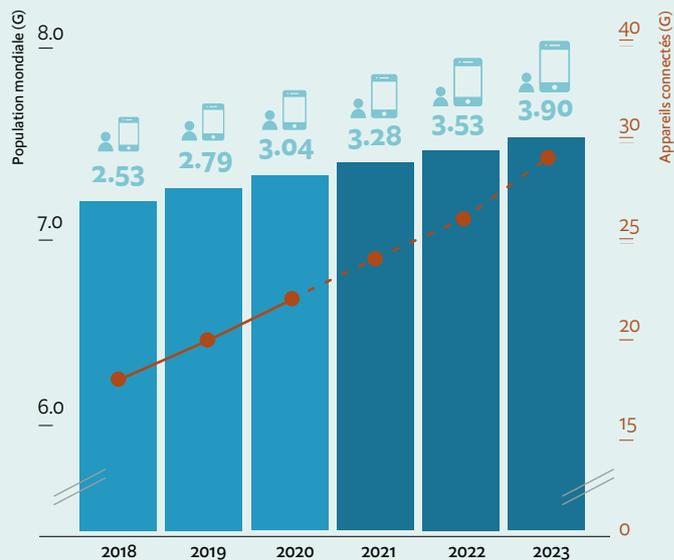
Le concept de l'IoT existe depuis des décennies - le terme a été inventé en 1999¹¹ - mais jusqu'à récemment, des pièces clés manquaient dans le puzzle (voir chronologie).

Microsoft et Novell, par exemple, ont tous deux tenté de lier des machines au cours des années 1990, dans le cadre de projets qui ont ensuite avorté. Un point tournant, selon Cisco, a eu lieu il y a quelques années, lorsque le nombre de dispositifs connectés a dépassé pour la première fois le nombre d'êtres humains. L'adoption de cette technologie s'est depuis accélérée grâce à l'amélioration des appareils, une plus grande puissance de traitement et une baisse des coûts. L'évolution des réseaux numériques, en particulier avec le déploiement de l'infrastructure 5G, les progrès de l'IA, l'apprentissage des machines et la science des données, sont la cause de la présence de l'IoT dans autant de secteurs et de son potentiel d'expansion majeur.

La clé d'une croissance continue est la création de normes compatibles permettant le fonctionnement intégré de différents dispositifs IoT. « En ce moment, les dispositifs IoT sont comme des blocs Lego incompatibles », explique Brian Subirana, qui enseigne à Harvard et au MIT, « ils se développent organiquement dans différents domaines et nous devons trouver un moyen de les assembler pour former un système ».¹²

Les puces sont partout

D'ici 2023, il y aura environ 4 appareils connectés par personne



Appareils connectés par personne

Source: EIU Population Data - Cisco Annual Internet Report, 2018-2023

Chronologie de l'IoT

- 1980** Des chercheurs de l'université Carnegie Mellon connectent une machine Coca-Cola à l'internet pour surveiller à distance la température à l'intérieur de la machine.¹³
- 1993-94** Les sociétés américaines Microsoft et Novell explorent les premières tentatives de connexion des machines commerciales (télécopieurs, photocopieurs, etc.) avec des protocoles de communication communs.
- 1999** Création du Centre Auto-ID au Massachusetts Institute of Technology (MIT), une initiative de recherche qui repousse les limites des réseaux et des technologies de capteurs.^{14, 15}
- 2007** Le lancement de l'iPhone inaugure l'ère du smartphone, suivi d'une prolifération de produits portables, de tablettes et de capteurs. En 2008, le nombre d'objets connectés dépasse le nombre de personnes.¹⁶
- 2010** Le nombre de dispositifs connectés à l'internet atteint 12,5 milliards, près du double de la population humaine.¹⁷
- 2014** Les géants technologiques élèvent leurs systèmes d'IA et de technologie intelligente. Google achète DeepMind, leader mondial de l'IA et Amazon lance la première génération d'Amazon echo, un assistant personnel intelligent.
- 2016-17** La Commission européenne met l'accent sur l'IoT dans le cadre du programme d'innovation Horizon 2020.
- 2017** Le marché chinois de l'IoT dépasse les 100 milliards de RMB.
- 2019** L'infrastructure 5G commence à être déployée dans le monde entier, offrant la vitesse, la bande passante et la flexibilité du réseau nécessaires pour faire de l'IoT un courant dominant.

11 Introduction to the Internet of Things, Kramp T., van Kranenburg R., Lange S. (2013)

12 A Brief History of the Internet of Things, Dataversity (2016)

13 A Brief History of the Internet of Things, Dataversity (2016)

14 The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything, CISCO (2011)

15 The Computer for the 21st Century, Mark Weiser (2011)

16 The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything, CISCO (2011)

17 The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything, CISCO (2011)

2. Comment l'IoT transforme-t-il différents secteurs de l'économie ?

La différence entre l'IoT et les autres avancées de ces 20 dernières années est qu'il se concentre sur des objets existants non technologiques. Là où les progrès d'hier, tels que les smartphones ou le 4G, ont créé des occasions de croissance élevées pour les entreprises de ce secteur, l'IoT peut soutenir des gains dans plusieurs domaines variés^{18, 19}. Pour mettre en évidence ce potentiel, nous nous concentrons maintenant sur les applications tangibles employées par des entreprises dans six secteurs considérés comme primordiaux pour la transformation :

- Énergie
- Santé
- Logistique
- Vente au détail
- Télécommunications
- Transport

2.1. L'IoT et ses secteurs

L'IoT aura un impact particulier sur les secteurs qui se concentrent dans la fabrication, le déplacement ou la vente d'objets physiques, que ce soit des médicaments ou des véhicules électriques. Dans cette section du rapport, nous nous concentrons sur cinq de ces secteurs en particulier : l'énergie, les soins de santé, la logistique, la vente au détail et le transport. Ci-dessous, nous faisons les liens entre les principales capacités de l'IoT et les points de transformation potentiels pour chaque secteur.

¹⁸ Digital Spillover, Huawei (2017)

¹⁹ Growing opportunities in the Internet of Things, McKinsey & Company (2019)

2.2. Applications pour l'industrie : Analyse par secteur

Expansion du réseau

L'IoT a des applications dans tous les secteurs

Industrie	Caractéristiques	Application
Énergie 	Connexion	Créer des systèmes de gestion intelligente de la maison, contrôler les appareils ménagers à distance
	Collecte	Générer des données en temps réel sur la consommation d'énergie pour répondre à la demande
	Surveillance	Surveillance à distance des biens dans des endroits difficiles d'accès, par exemple les éoliennes et les centrales géothermiques
	Monétisation	Mieux répartir les investissements et la R&D en analysant les données sur les consommateurs
	Optimisation	Alerter les opérateurs en cas de panne, gérer les encombrements et informer sur la nécessité de mettre à niveau les machines

Industrie	Caractéristiques	Application
Santé 	Connexion	Suivre plus efficacement sa propre santé et recevoir des informations en temps réel grâce à des technologies portables
	Collecte	Construire une image complète de la santé des patients avec une analyse historique
	Surveillance	Réduire la nécessité des visites à l'hôpital et maintenir une visibilité complète de l'état du patient
	Monétisation	Occasions commerciales de vente au détail de dispositifs de surveillance des patients
	Optimisation	Minimiser le gaspillage et diminuer les erreurs pour de meilleurs soins aux patients, réduire le temps d'attente aux urgences et améliorer la gestion des médicaments
Logistique 	Connexion	Améliorer la communication en reliant tous les éléments d'une chaîne d'approvisionnement
	Collecte	Améliorer l'efficacité et la précision des actifs par la création de répliques numériques
	Surveillance	Suivi de l'inventaire et amélioration de la surveillance des flux de production
	Monétisation	Utiliser les données logistiques comme un produit d'étude de marché
	Optimisation	Améliorer les opérations grâce à la saisie de données et à la cartographie virtuelle des chaînes d'approvisionnement
Vente au détail 	Connexion	Technologie des balises de localisation
	Collecte	Améliorer l'agencement du magasin, connaître la façon dont les clients aiment faire leurs achats
	Surveillance	Exploiter des étagères intelligentes pour prévenir les vols
	Monétisation	Création de produits avec une marge plus élevée
	Optimisation	Réutiliser les technologies d'entreprise existantes comme les caméras de sécurité
Transport 	Connexion	Permettre la communication de véhicule à véhicule pour les programmes de partage d'actifs
	Collecte	Utiliser les données collectées pour proposer aux clients des offres d'un meilleur rapport qualité-prix, par exemple dans le secteur des assurances
	Surveillance	Effectuer de la maintenance préventive
	Monétisation	Réduire les coûts de gestion et de maintenance grâce à des solutions de stationnement intelligentes
	Optimisation	Rendre la gestion du parc automobile plus efficace sur le plan opérationnel

Source: EIU 2020

2.2.1 Énergie

La crise climatique mondiale exige des innovations de grande envergure. Dans le secteur de l'énergie, l'IoT peut soutenir les changements apportés aux réseaux électriques et aider les utilisateurs finaux à économiser l'énergie dans leurs foyers.

À l'ère actuelle des combustibles fossiles, de nombreux réseaux électriques sont unidirectionnels et un petit nombre d'usines centralisées envoient l'énergie aux consommateurs. Les systèmes énergétiques à faible teneur en carbone nécessitent une énergie multidirectionnelle produite à partir de nouvelles sources, comme les panneaux solaires sur les toits et les éoliennes communautaires, avec des réseaux intelligents et des systèmes énergétiques d'égal à égal qui permettent aux consommateurs de revendre leur surplus d'énergie au réseau. De nouvelles sources de demande apparaissent également et nécessitent une **connexion** aux réseaux, comme les stations de recharge des véhicules électriques et les quais pour les scooters électroniques. Pour permettre à ces sources d'énergie nouvelles et diverses d'être intégrées au réseau et pour permettre à de nouveaux types d'acteurs, comme les consommateurs, de revendre l'énergie excédentaire au réseau, il est nécessaire de mettre en place un « internet de l'énergie » que l'IoT peut fournir.

L'IoT peut **collecter** des données énergétiques grâce à des capteurs **connectés** et à des compteurs intelligents qui permettent aux opérateurs de réseau d'**optimiser** le déploiement des énergies renouvelables, par exemple en prenant des décisions éclairées sur la capacité d'énergie verte qui peut être mise en ligne sans poser de risques de surtensions. Dans le passé, cela a conduit certains marchés solaires à forte croissance tels que l'Australie, à adopter des réglementations trop conservatrices pour l'approbation des panneaux solaires construits par les consommateurs.²⁰ L'IoT pourrait aider les consommateurs et les producteurs d'énergie non traditionnels comme les entreprises locales, à **monétiser** leurs actifs renouvelables, améliorant ainsi la rentabilité des dépenses initiales.

L'IoT modifie également la manière dont les consommateurs utilisent l'énergie. L'exemple le plus visible est le compteur intelligent, qui **collecte** des informations en temps réel sur la consommation d'énergie et le met à la disposition des propriétaires via un tableau de bord. L'objectif est d'aider les gens à comprendre exactement la quantité d'énergie qu'ils utilisent et comment ils peuvent être plus économes en énergie. Cette technologie évolue rapidement à mesure que de nouveaux appareils sont **connectés** à l'internet, permettant à leurs données d'être ajoutées à un compteur intelligent. La fonctionnalité s'améliore également puisque les objets qui ne faisaient qu'alerter un utilisateur sont maintenant capables d'**optimiser** par eux-mêmes l'économie d'énergie, par exemple de modifier la ventilation et la température d'une pièce en fonction de l'occupation. Selon Frank Puhmann, qui développe une plateforme de maison intelligente à Residential IoT Services, la clé du succès avec l'IoT à la maison sera de surmonter la compartimentation des données entre appareils de différentes marques, afin que tous les points de données pertinents puissent être intégrés. « La communication cloud-to-cloud va aider un résident à contrôler tous ses appareils à partir d'un tableau de bord, même s'ils proviennent de fabricants différents. »

20 Scaling Solar: How Richer Data Integrates Renewables to the Grid, The Chronicle of Higher Education

ÉTUDE DE CAS **Apartmentum : la maison du futur basée sur l'IoT**

Les bâtiments constituent une source importante de consommation d'énergie. Lorsqu'on combine la construction et l'exploitation, ils représentent 36 % de la consommation d'énergie mondiale et 39 % des émissions de CO₂²¹ liées à l'énergie. C'est pourquoi les gouvernements, les entreprises et les consommateurs cherchent des moyens pour rendre les bâtiments plus respectueux du climat. En 2010, le gouvernement britannique a lancé l'Energy Company Obligation (ECO) - une subvention qui réduit le coût d'installation des dispositifs d'efficacité énergétique dans les habitations.²² La technologie de pointe de l'IoT à l'époque était le compteur intelligent - un dispositif permettant aux consommateurs d'accéder à des données en temps réel sur leur consommation d'énergie - et il a été inclus comme priorité dans le projet de loi. Aujourd'hui, près de 16 millions de foyers au Royaume-Uni sont équipés de l'un de ces dispositifs et les compteurs intelligents sont devenus une rampe de lancement pour toute une série d'innovations qui constituent ce qu'on appelle la maison intelligente²³.

Lorsqu'une sonnette est actionnée, une notification mobile permet d'ouvrir une porte à distance, que ce soit pour les livraisons, la femme de ménage, un membre de la famille ou un ami.

Cependant, selon Lars Hinrichs, entrepreneur local et responsable de l'initiative « Apartmentum smart home », cette connectivité accrue a engendré de nouvelles difficultés. Par exemple, pour connecter des appareils à un système central, différents fabricants ont dû partager des informations commerciales sensibles. « C'était un grand défi. Les acteurs établis ne pensaient pas devoir ouvrir les outils qui fournissent la passerelle d'intégration des logiciels dans le cloud ». L'un des grands soucis derrière la réticence des entreprises partenaires était la cyber-sécurité. Cependant, les investissements dans la cyber-sécurité des principaux fournisseurs du cloud comme Amazon, Microsoft et Google commencent à atténuer les risques. Selon Frank Puhmann,

D'ici 2022, le marché mondial des maisons intelligentes devrait dépasser les 50 milliards de dollars US.



L'un des exemples les plus avancés de ce concept est l'Apartmentum, une initiative hambourgeoise de redéveloppement d'un bâtiment historique de 35 appartements mettant l'accent sur l'intégration des technologies de pointe. Suivant cette approche, les appartements ont été équipés de compteurs intelligents directement reliés à des systèmes de ventilation adaptés, ce qui permet de chauffer ou de refroidir automatiquement les appartements en fonction des niveaux d'activité et d'occupation. Elle contribue également à soutenir la transition vers les transports verts : chaque place de stationnement est équipée d'une borne de recharge pour les véhicules électriques. La numérisation s'est élargie au-delà de l'énergie. Parmi d'autres commodités, on compte une boîte postale numérique qui permet de récupérer et de livrer des colis via une autorisation par téléphone portable, sans dépendre des voisins pour la collecte et l'entreposage des colis.

qui développe une plateforme de maison intelligente au sein des services résidentiels de l'IoT, la clé est d'intégrer la sécurité à chaque étape du processus. « Le vendeur d'appareils et le cloud doivent tous deux trouver une norme adéquate pour travailler ensemble, cela permet aux consommateurs d'avoir la certitude que leurs informations sont protégées ».

Il n'est pas surprenant que le projet Apartmentum ne soit pas encore une perspective de marché de masse ; les prix de location sont environ de 10 à 15 % plus élevés que la moyenne à Hambourg, les locataires étant notamment des expatriés et des footballeurs professionnels. Mais M. Hinrichs pense que les maisons intelligentes se démocratiseront à la vitesse de l'éclair grâce à de nouvelles améliorations technologiques ; un point de vue partagé par les experts de l'industrie qui suggèrent que le marché mondial des maisons intelligentes atteindra un montant estimé à 53 milliards de dollars américains d'ici 2022.²⁴

21 Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation

22 2010 to 2015 government policy: household energy, UK Government (2015)

23 British smart meter statistics, Finder (2020)

24 Smart Home Systems Development Services, Integra Sources

2.2.2 Santé

Même avant la COVID-19, le secteur des soins de santé était confronté à d'énormes défis, notamment le vieillissement des populations, l'incidence accrue des maladies chroniques et l'augmentation des coûts financiers, dont beaucoup sont le résultat de systèmes inefficaces, de données fragmentées sur les soins de santé et d'une dépendance à l'égard des interactions physiques entre le patient et le médecin.^{25, 26, 27} L'IoT peut apporter des innovations révolutionnaires qui améliorent l'efficacité et la qualité des soins que les gens reçoivent, tout en étant une technologie de la pandémie de première ligne (voir encadré 2).

Les dispositifs médicaux comme les stimulateurs cardiaques et les pompes à insuline - essentielles à la gestion des maladies chroniques dans le domaine du cœur et du diabète - sont fabriquées avec des niveaux de connectivité croissants pour **collecter** des données afin que les médecins et les soignants puissent **surveiller** les patients et repérer les problèmes et les anomalies. En recueillant continuellement des données sur des indicateurs tels que le taux de glucose dans le sang, la pression artérielle et le rythme cardiaque, ces appareils peuvent **optimiser** les relevés en fournissant des données plus précises que les mesures ponctuelles prises dans les cliniques, tout en réduisant la demande auprès des cabinets médicaux où les tests médicaux sont habituellement effectués. « La beauté de l'IoT est que je peux, à un coût très modeste, obtenir un appareil médical de qualité que je mets sur mon poignet et j'appuie simplement sur un bouton », explique Glen Gilmore, ancien maire et professeur de marketing numérique, de communication de crise et de droit des médias sociaux à l'université Rutgers.

« L'information est transmise à mon téléphone portable et, si je le souhaite, à mon médecin qui peut alors dire s'il y a un problème », explique M. Gilmore, qui a également siégé au conseil d'administration d'un hôpital universitaire.

L'IoT de la santé se fraye également un chemin dans les thérapies numériques, connues sous le nom de « digi-ceuticals », qui utilisent des logiciels et des données pour **optimiser** les interventions médicales existantes. Il s'agit par exemple de pilules contenant des capteurs d'ingestion qui indiquent au médecin quand un patient a pris un médicament, ce qui contribue à garantir l'observance du traitement. Cela peut s'avérer essentiel pour les patients âgés, souffrant de troubles cognitifs ou d'affections comme la dépression, qui peuvent nuire au suivi d'une routine.²⁸

Des interventions plus exceptionnelles basées sur l'IoT incluent la chirurgie à distance, qui tire partie de la rapidité des systèmes 5G. En Chine, un patient atteint de la maladie de Parkinson a récemment subi une opération de chirurgie cérébrale à distance pour installer un dispositif de stimulation cérébrale profonde alors que le médecin se trouvait à plus de 3 000 kilomètres. De telles innovations pourraient être cruciales dans un pays de la taille de la Chine et permettre aux patients d'avoir accès aux meilleurs experts, quel que soit l'endroit où ils se trouvent²⁹.

25 2018 Global health care outlook, Deloitte (2018)

26 Healthcare 2030, KPMG (2019)

27 Take Action Now to Avoid These Healthcare Pain Points in 2020, Software Advice (2020)

28 'Digital pill' for cancer patients, a first, aims to improve outcomes, Statnews (2019)

29 Worlds first remote brain surgery highlights the IoT's healthcare potential, Internet of Things News (2019)

ÉTUDE DE CAS Des solutions de santé intelligentes : myAirCoach

Dans le monde, 235 millions de personnes souffrent d'asthme, un chiffre supérieur à celui de la population totale du Pakistan (cinquième nation la plus peuplée du monde).³⁰ L'asthme est une affection pulmonaire incurable qui provoque des difficultés respiratoires. Elle est déclenchée par des conditions externes telles que le pollen, la fourrure animale et la pollution, ainsi que par des infections comme le rhume et la grippe. L'asthme peut entraîner de la fatigue, du stress, de l'anxiété et de la dépression et, dans certains cas, les crises peuvent être mortelles.³¹ L'OMS rapporte que plus de 80 % des décès liés à l'asthme surviennent dans les pays à revenu faible et moyen inférieur.

Compte tenu de son caractère incurable, des contrôles médicaux réguliers et une vigilance dans le traitement sont essentiels pour gérer la maladie. La forme la plus courante de traitement de l'asthme est l'inhalateur. Le traitement est efficace s'il est utilisé au bon moment, mais une mauvaise technique d'inhalation est assez courante. Près d'un tiers des participants à une étude récente n'utilisaient pas leur

vitaux des patients eux-mêmes.³⁴ En analysant ces données, l'outil peut prévoir les crises d'asthme potentielles jusqu'à une semaine à l'avance. Les patients peuvent ainsi utiliser leur inhalateur avant de ressentir les premiers symptômes, ce qui permet de prévenir une crise grave.

« Nous évaluons chaque facteur individuellement et développons des analyses pour combiner toutes ces mesures et faire des prévisions », déclarent le Dr Konstantinos Votis et le Dr Dimitrios Tzovaras, chercheurs au Centre de recherche et de technologie Hellas / Institut des technologies de l'information (CERTH/ITI) en Grèce.³⁵

Le projet a fait l'objet d'essais aux Pays-Bas et au Royaume-Uni et les équipes sont sur le point d'étendre l'accès aux patients externes. En outre, des expériences visant à intégrer des inhalateurs intelligents à d'autres dispositifs IoT comme les FitBits sont en cours pour aider les utilisateurs à mieux

Les inhalateurs myAirCoach peuvent prévoir une éventuelle crise d'asthme jusqu'à une semaine à l'avance



appareil correctement.^{32, 33} Les inhalateurs conventionnels n'apportent pas d'avantage significatif en matière d'autogestion au-delà du soulagement immédiat des symptômes, tandis que les appareils connectés ont la capacité d'aider les patients à comprendre comment des changements dans leur environnement peuvent créer les bases d'une crise dans le futur.

myAirCoach, une initiative soutenue par l'UE, expérimente des inhalateurs intelligents. Ces appareils analysent les conditions environnementales, notamment les niveaux de pollution, la température et l'humidité, ainsi que les signes

comprendre ce qui déclenche leurs symptômes, tout en créant un nouveau réservoir de données pour la recherche sur la maladie. « Nous voulons une solution ouverte et pouvant être intégrée à d'autres dispositifs IoT. C'est une décision que nous avons prise lors de la conception de l'architecture, pour soutenir la mise en œuvre avec des services tiers » explique le Dr Antonios Lalas, associé de recherche postdoctorale au CERTH. En outre, le projet financé au niveau national sous la forme de « Take-a-breath »³⁶ est passé du stade de la surveillance personnalisée à celui de la formation aux techniques d'inhalation soutenue par l'IoT pour les patients souffrant d'asthme et de BPCO.

³⁰ Asthma, WHO

³¹ Asthma, NHS UK

³² Common inhaler mistakes, Asthma UK

³³ Systematic Review of Errors in Inhaler Use: Has Patient Technique Improved Over Time?, Science Direct (2016)

³⁴ myAirCoach

³⁵ Official website CERTH/ITI

³⁶ Take-a-breath

2.2.3 Logistique

La logistique a rendu possible les flux commerciaux mondiaux qui ont fait sortir de la pauvreté des millions de personnes au cours des trois dernières décennies. Cependant, des obstacles sectoriels subsistent, comprenant le gaspillage, l'inefficacité, les émissions polluantes et la nécessité de suivre l'évolution des tendances d'achat des consommateurs. Comment l'IoT peut-il intervenir ?

L'**optimisation** des chaînes d'approvisionnement pour réduire les émissions, la surveillance des actifs en transit pour réduire la détérioration des produits et le déploiement de véhicules entièrement autonomes pour améliorer la sécurité routière sont autant de mesures qui reposent sur le développement et le déploiement de l'IoT. Les dernières innovations dans ce domaine comprennent l'intelligence artificielle et les systèmes d'apprentissage automatique qui peuvent signaler des problèmes dans la chaîne d'approvisionnement et alerter les participants sur les écarts potentiels entre les mouvements actuels des actifs et les délais prévus.

Dans les flottes de transport qui acheminent des produits, les capteurs et les analyses peuvent signaler aux entreprises les ruptures de température susceptibles d'endommager les produits comme l'électronique, l'alimentation et les médicaments. En connectant les conteneurs et les biens à des réseaux mobiles, les capteurs IoT peuvent indiquer aux responsables logistiques, via un tableau de bord ou une tour de contrôle virtuelle, où se trouvent les biens, à quelle vitesse ils se déplacent et quand ils arriveront, en fonction des conditions actuelles de voyage et de la météo, et ce, en temps réel.³⁷ Cela peut également être fait de manière économique en énergie, car les capteurs actuels utilisent une faible puissance et ne s'activent pour

déclencher une réponse que lorsqu'un seuil, comme la température, est dépassé.³⁸ Outre l'**optimisation** de l'expédition des marchandises, l'IoT peut également contribuer à améliorer l'efficacité des différents nœuds du réseau de transport. Daniel Price voit dans l'IoT de la logistique un potentiel de croissance pour la **surveillance** des installations de la chaîne d'approvisionnement. « Sur les chantiers navals ou dans les installations industrielles situées en profondeur, les choses peuvent devenir sales et grasses et nécessiter un nettoyage rapide et automatisé », explique M. Price. « Ces outils sont maintenant connectés numériquement et sont intelligents, de sorte que l'IoT industriel ne se limite pas aux chaînes de montage et de fabrication. »

Alex Gluhak, responsable de la technologie (IoT) chez Digital Catapult, la principale agence britannique pour l'adoption rapide des technologies numériques avancées, voit également des gains potentiels dans la **surveillance** logistique. « Une IoT à potentiel de gain rapide est une situation dans laquelle vous avez beaucoup d'activité humaine pour effectuer des tâches périodiques répétitives liées à la conformité ou au contrôle des actifs. Par exemple, vous devez mesurer régulièrement l'état des biens que vous allez expédier dans le monde entier pour assurer la conformité, comme les niveaux de stock dans les entrepôts, le niveau de remplissage d'un réservoir de pétrole et la température dans les réfrigérateurs. Avec un ordinateur portable, vous pouvez automatiser vos opérations via l'IoT et réduire beaucoup de coûts ».

37 The New IoT-Powered Supply Chain: How Smart Logistics Tracking is Creating a Leaner, More Agile Global Economy, Sigfox

38 5G and IoT are revolutionising the logistics sector, here's how, Raconteur (2018)

ÉTUDE DE CAS Chaînes d'approvisionnement basées sur les données : Traxens

La visibilité dynamique de la chaîne d'approvisionnement en temps réel est un point sensible pour les acteurs du secteur de la logistique. Par exemple, une enquête a révélé que seulement 6 % des entreprises étaient confiantes dans la quantité d'informations qu'elles reçoivent.³⁹ Une chaîne d'approvisionnement opaque a de graves implications dans l'environnement mondial actuel. En février, Fiat a dû arrêter la production dans ses usines européennes en raison de problèmes d'expédition de pièces en provenance de Chine. Alors qu'à Singapour, des perturbations ont conduit à laisser les aliments pourrir dans les fermes alors que les rayons des magasins étaient vides dans le centre ville.^{40, 41}

L'une des raisons pour laquelle la visibilité est si difficile à obtenir est la nature véritablement mondiale de la logistique. Cela signifie d'abord que les marchandises traversent souvent de multiples frontières où les contrôles douaniers, parfois encore effectués au stylo et au papier, peuvent provoquer des retards inattendus.⁴²

notamment la température, l'humidité, la pression et le mouvement. Des capteurs peuvent même détecter si des portes ont été ouvertes pendant un voyage. Ces données brutes sont utiles aux utilisateurs, notamment les compagnies maritimes, les propriétaires de cargaisons, les transitaires et les ports, mais pour pouvoir être efficaces, elles doivent être analysées. « Un point sur une carte indiquant où un conteneur est situé est limité en termes de service ; nous allons beaucoup plus loin en faisant connaître à nos clients l'heure d'arrivée estimée, ou en confirmant qu'une position GPS est un dépôt. C'est beaucoup plus utile et cela va au-delà de la gestion prédictive et préventive », explique Hanane Becha, responsable de l'innovation et des normes chez Traxens.

Cependant, le développement de capteurs et d'analyses n'est que la première étape du processus. Les chaînes d'approvisionnement mondiales transfèrent des biens de pays en pays et d'entreprise en entreprise. Des normes de données mondiales qui permettent de saisir et de partager les données de la chaîne d'approvisionnement entre les acteurs



Seulement 6 % des entreprises étaient confiantes dans la quantité d'informations qu'elles recevaient sur leurs chaînes d'approvisionnement

Deuxièmement, le transport de marchandises implique généralement des conteneurs scellés qui ne peuvent pas être facilement inspectés pour bris ou dommages des produits à l'intérieur.⁴³

Les systèmes IoT changent la donne pour ce qui est de résoudre les problèmes de visibilité. Traxens, un spécialiste des données logistiques, a mis au point des capteurs et des systèmes d'analyse qui sont placés à l'intérieur des conteneurs commerciaux pour en suivre l'état,

sont essentielles. Une image numérique synchronisée de la chaîne d'approvisionnement peut permettre d'automatiser les flux de travail et aider les organismes de réglementation qui ont besoin d'informations détaillées sur les envois arrivant à leurs frontières. Traxens fait office de leader pour développer les premières normes pour l'échange de données de conteneurs intelligents, qui ont été publiées par le Centre des Nations Unies pour la facilitation du commerce et des affaires électroniques.

39 Only 6% of companies believe they've achieved full supply chain visibility, Supply Chain Dive (2018)

40 The Big Read: Global supply chain shock has farmers dumping food as consumers fret over shortages, price hikes, Channel News Asia (2020)

41 Supply chains have been upended. Here's how to make them more resilient, World Economic Forum (2020)

42 SMART Borders, World Customs Organisation (2019)

43 Top 25 causes of container claims, UK P&I Club (2017)

2.2.4 Transport

La présence de vélos et de scooters aux couleurs vives dans les centres urbains fait du transport personnel l'un des moyens les plus visibles dont dispose l'IoT pour changer la façon de vivre des gens, en faisant basculer l'utilisation de toutes sortes de véhicules vers une économie de partage.

Le covoiturage, le partage de véhicules et les solutions de mobilité sur demande, comme les scooters électroniques, font partie des innovations qui pourraient améliorer la manoeuvrabilité et l'efficacité des transports, en particulier dans les villes, en **connectant** les citoyens avec des options de mobilité à faible coût. C'est notamment le cas pour les options de transport du « premier et du dernier kilomètre », qui offrent des itinéraires très personnels depuis et vers les stations de transport public à partir de la destination initiale ou finale d'une personne.⁴⁴ Ces innovations doivent être « intelligentes » et connectées numériquement pour permettre la maintenance, la coordination du parc automobile et une tarification et une facturation précises liées aux applications.

Par exemple, les parcs de vélos électriques sont équipés de capteurs, ce qui signifie que toute personne quittant une station peut facilement localiser un vélo en utilisant l'application sur son téléphone. L'utilisateur déverrouille le véhicule grâce à l'application et se rend à sa destination finale en utilisant le pédalage assisté. À l'arrivée, l'utilisateur place le vélo dans un endroit sûr et le verrouille à l'aide de l'application.⁴⁵ Il a été démontré que ces options du dernier kilomètre permettent de réduire les temps de trajet, de diminuer l'utilisation et la possession de la voiture en ville et de maximiser l'efficacité des opérateurs de transport public.⁴⁶ En outre, Dimitrios Spiliopoulos, consultant en affaires de l'IoT et professeur adjoint d'internet des objets au MBA de l'IE Business School, souligne que ces vélos peuvent également être équipés de feux connectés qui collectent des données

concernant la qualité du revêtement routier, la prévalence des accidents, la qualité de l'air et les incidents de vol, ce qui est utile aux utilisateurs, aux opérateurs du système ainsi qu'aux urbanistes.

La **connexion** de ces véhicules aux réseaux d'information crée une source de données exploitables. Transport for London met en ligne toutes ses données sur les trajets et le partage de vélos. Ces données ont mené à la création de plus de 600 applications, utilisées par près de la moitié de la population urbaine et qui donne aux résidents la chance d'**optimiser** leurs trajets et leurs déplacements et de s'adapter aux problèmes comme les travaux routiers, la circulation ou les retards de transport.⁴⁷ Selon Sascha Westermann, chef du bureau de gestion des projets de systèmes de transport intelligents de la ville de Hambourg, exploités par Hamburger Hochbahn AG, « la prochaine étape pour de nombreuses zones urbaines consiste à connecter tous les services de mobilité du premier et du dernier kilomètre aux transports publics normaux, en un seul système orienté vers le consommateur » - un objectif appelé « systèmes de transport intelligents » ou « Mobility as a Service (MaaS) ». ⁴⁸ Cela permettra aux utilisateurs d'accéder à la gamme d'options de transport qui leur est offerte à partir d'un seul système, ce qui améliorera l'efficacité globale. L'effet de ces diverses approches est déjà visible dans les études de consommation. Près de 40 % des propriétaires de voitures interrogés par KPMG en 2019 ne pensaient pas posséder leur propre véhicule en 2025.⁴⁹

Le transport personnel montre également comment l'IoT peut faciliter la collaboration intersectorielle. Outre la réduction du nombre de véhicules, une économie de partage pour le transport personnel accélère également l'adoption de nouvelles technologies plus écologiques, comme des véhicules électriques. La gestion de réseau basée sur l'IoT soutient le déploiement en masse des véhicules électriques (VE) en permettant des systèmes de surveillance qui peuvent assurer leur disponibilité.

44 The first and last mile — the key to sustainable urban transport, European Environment Agency (2019)

45 Shen, S., Wei, Z. Q., Sun, L. J., Su, Y. Q., Wang, R. C., & Jiang, H. M. (2018). The Shared Bicycle and Its Network-Internet of Shared Bicycle (IoSB): A Review and Survey. *Sensors* (Basel, Switzerland), 18(8), 2581. <https://doi.org/10.3390/s18082581>

46 How Have Travelers Changed Mode Choices for First/Last Mile Trips after the Introduction of Bicycle-Sharing Systems: An Empirical Study in Beijing, China, *Hindawi Journal of Advanced Transportation* (2019)

47 Future of Mobility the transport system, UK Government Office for Science (2019)

48 Ibid.

49 Chapter 3: The rise of on-demand mobility and MaaS, KPMG (2019)



« Imaginez que 20 VE arrivent en même temps dans un parking, un centre commercial, une zone d'emploi et que tous doivent se recharger », explique Michael Enescu, cofondateur et technologue en chef de Energy Adaptive Networks.

« Vous voulez avoir entre eux un réseau adaptatif qui ne brûle pas vos circuits. Une infrastructure traditionnelle qui comporte 20 circuits séparés n'est pas compatible avec la réalité d'aujourd'hui. Vous avez besoin d'un réseau intelligent qui les équilibre et fait tourner l'impulsion d'énergie entre ces chargeurs de VE. C'est une victoire pour le secteur des infrastructures, une victoire pour le secteur de l'énergie, une victoire pour la ville ». En facilitant l'adoption massive des VE, ces innovations peuvent aider l'industrie à **rentabiliser** les dépenses de R&D importantes.

Au fil du temps, les transports bénéficieront également des effets d'échelle qui accompagnent les réseaux IoT et les réglementations connexes. Par exemple, le règlement européen « eCall », qui exige que les nouvelles voitures en Europe soient équipées d'un dispositif qui avertit automatiquement les services d'urgence en cas d'accident grave, contribue à pousser tous les constructeurs vers des innovations automobiles connectées. Selon certaines prévisions, le partage de voitures sans conducteur pourrait réduire de 40 % les ventes totales de voitures aux États-Unis, ce qui obligerait les constructeurs automobiles à réduire considérablement leurs activités s'ils veulent survivre⁵⁰. L'ère de la voiture intelligente pourrait également donner naissance à de nouveaux services et à des innovations dont les entreprises traditionnelles pourraient prendre la tête, sur le plan de l'innovation, comme les diagnostics intégrés à même le véhicule (OBD) et l'assurance basée sur l'utilisation / le paiement selon la conduite.

⁵⁰ Who owns the road? The IoT-connected car of today—and tomorrow, Deloitte (2015)

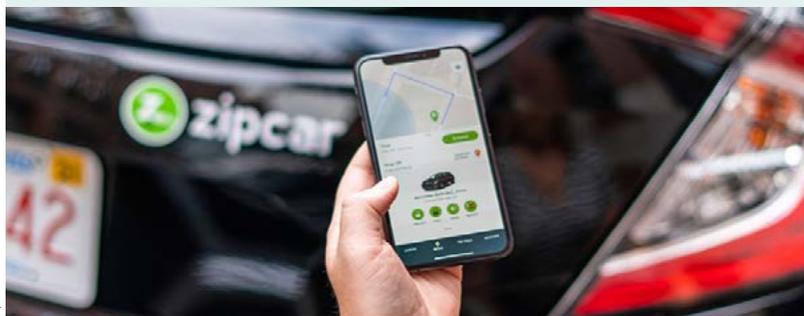
ÉTUDE DE CAS Transformer la propriété automobile : Zipcar

Près de 285 millions de véhicules immatriculés ont émis plus de 4,6 tonnes de dioxyde de carbone aux États-Unis en 2019.⁵¹ Au cours des 20 dernières années, les émissions de gaz à effet de serre (GES) du secteur américain des transports ont augmenté davantage en termes absolus que celles de toute autre industrie.⁵²

L'inefficacité est un facteur important du problème des émissions des transports. Il y a plus de voitures aux États-Unis que de besoins : la voiture moyenne est immobile 95% du temps et est souvent utilisée non pas aux déplacements nécessaires, mais à la « course au stationnement ». Le manque d'infrastructures pour répondre à la demande de stationnement dans les villes aggrave encore le problème. La suppression des espaces verts et de la végétation pour les stationnements et pour les routes compromet la capacité des villes à éliminer naturellement les émissions de gaz à effet de serre dans l'air.⁵³

Un utilisateur peut réserver et localiser une voiture grâce à l'application et utiliser son téléphone comme « clé » pour démarrer le moteur. La « boîte noire » enregistre alors la durée du voyage, qui est automatiquement facturée au client. La connectivité permet ainsi de coordonner le réseau et d'assurer une expérience fluide pour l'utilisateur.

Le fait de disposer d'informations de localisation précises a permis à Zipcar d'ajouter une proportion importante de véhicules électriques (VE) à sa flotte. L'entreprise a été le premier fournisseur de services d'autopartage aux États-Unis à introduire des véhicules électriques (à Boston en 2002) et hybrides (à Seattle en 2003). Avec les essais en cours pour les VE à Londres et à Sacramento, leur vision est d'être entièrement électrique d'ici 2025, mais cela ne sera possible qu'avec de nouveaux investissements publics et privés dans des infrastructures de recharge efficaces et accessibles.⁵⁵



Le modèle IoT de Zipcar a permis de retirer plus de 400 000 voitures de la circulation

Certaines entreprises transforment le transport de personnes vers une économie de partage pour lutter contre cette inefficacité. L'un des plus grands succès est l'exemple de Zipcar. Décrite comme une « entreprise de logiciels qui fait rouler les voitures », elle compte plus d'un million de membres dans le monde entier et est créditée d'avoir retiré plus de 400.000 voitures des routes.⁵⁴ Son modèle commercial est simple : chaque voiture de la flotte est équipée d'un système de « boîte noire » qui est connectée au démarreur.

Selon Robin Chase, co-fondateur de Zipcar, le fait d'avoir des VE au sein d'un parc d'autopartage est un excellent moyen pour les consommateurs de s'habituer à l'utilisation des véhicules. Selon lui, « les gens n'ont plus aussi peur des véhicules électriques qu'auparavant ». ⁵⁶ Ce modèle commercial vert signifie que Zipcar, à elle seule, réduit les émissions de CO₂ du secteur des transports de 1,6 milliard de livres par an - ce qui équivaut aux émissions totales produites par plus d'un million de vols de Londres à New York.⁵⁷

⁵¹ Greenhouse Gas Emissions from a Typical Passenger Vehicle, United States Environmental Protection Agency (2018)

⁵² Carbon Pollution from Transportation | Transportation, Air Pollution, and Climate Change, United States Environmental Protection Agency (2018)

⁵³ The Environmental and Welfare Implications of Parking Policies, Environment Working Paper No. 145, OECD (2019)

⁵⁴ How Zipcar Customizes Cloud Foundry to Work for Them, Cloud Foundry (2018)

⁵⁵ ZipCar UK representative speaking with EIU

⁵⁶ Can Car-Sharing Culture Help Fuel an Electric Vehicle Revolution?, Inside Climate News (2017)

⁵⁷ Calculated using Greentripper (2020)

2.2.5 Vente au détail

Le secteur du commerce de détail peut aujourd'hui être divisé en deux entités distinctes. La première est le secteur de la vente au détail physique, qui a subi des perturbations dues à l'essor des plateformes de commerce électronique - une situation qui est aggravée par les restrictions de circulation imposées par la COVID-19. La seconde est le secteur de la vente au détail en ligne, qui ne cesse de se renforcer - plus de la moitié des consommateurs britanniques font désormais leurs achats en ligne et ce secteur devrait représenter plus de 50 % de toutes les ventes au détail d'ici 10 ans.⁵⁸ L'IoT a le potentiel de soutenir les deux groupes en aidant les points de vente de type « brick-and-mortar » à tirer parti des mêmes avantages que ceux des acteurs numériques comme Amazon qui gèrent des chaînes d'approvisionnement complexes et en constante expansion. L'élargissement de l'adoption de l'IoT pourrait contribuer à revigorer le secteur ; dans l'ensemble, le marché mondial de détail de l'IoT devrait atteindre 94,4 milliards de dollars US d'ici 2025, soit un taux de croissance annuel composé de 21,5 % à partir de 2020.⁵⁹

Les détaillants rendent l'expérience en magasin plus efficace et plus personnalisée. Ils éliminent certaines situations indésirables comme les ruptures de stock et aident les entreprises à mieux **monétiser** leurs clients. Target utilise l'IoT pour **collecter** les données sur les acheteurs et leur fournir des recommandations personnalisées au fur et à mesure de leurs déplacements dans le magasin, grâce à une application mobile qui suggère des produits selon leur emplacement dans le magasin. Bloomingdale's a reçu des éloges pour ses initiatives de transformation numérique qui comprennent un outil « scan and send » permettant aux utilisateurs en magasin qui ne trouvent pas leur taille ou leur couleur de scanner un article, vérifier sa disponibilité et le faire expédier à leur domicile.

D'autres gadgets incluent des notifications en magasin qui alertent les utilisateurs sur les articles en vente à proximité.^{60, 61}

Le commerce de détail par « Omnichannel » est un domaine clé dans lequel l'IoT apporte sa contribution. Cette approche dissocie l'information des produits, permettant aux consommateurs de tester et d'acheter des produits de manière transparente dans les domaines physiques et numériques. Par exemple, les détaillants et les fabricants utilisent la réalité augmentée pour permettre aux clients de voir à quoi peut ressembler un produit chez eux ou sur leur corps. IKEA a créé une application qui permet aux consommateurs de visualiser un article à l'endroit souhaité chez eux, tandis que le géant des cosmétiques L'Oréal propose une visualisation en RA grâce à une application sur laquelle les clients peuvent tester différentes teintes de rouge à lèvres en utilisant la caméra de leur téléphone.⁶²

Ces innovations expérientielles peuvent augmenter la conversion des clients et favoriser la monétisation.

Pour les détaillants entièrement en ligne, l'IoT permet d'empiler, de déplacer et de suivre les produits avec une plus grande précision. Amazon est le leader du marché, utilisant une armée de 100 000 robots pour déplacer les produits dans ses entrepôts afin qu'ils soient triés par des travailleurs humains.⁶³ Elle développe également des dispositifs comme des bracelets vibrants qui dirigent les employés vers les emplacements corrects sur les étagères, libérant ainsi leurs mains et leurs yeux qui n'ont plus besoin de regarder les scanners et les écrans pour naviguer dans les entrepôts [voir l'étude de cas **Geek+** pour plus de détails].⁶⁴ Amazon a également intensifié son utilisation de l'IoT en réponse à la crise COVID-19 actuelle. Sur le plan opérationnel, elle a commencé à utiliser des caméras thermiques dans ses entrepôts britanniques pour surveiller la santé du personnel et leur température.⁶⁵

⁵⁸ Half of UK retail sales will be online within 10 years, report predicts, The Guardian (2019)

⁵⁹ IoT in Retail Market Size Worth \$94.44 Billion By 2025 | CAGR: 21.5%, Grand View Research (2018)

⁶⁰ Bloomingdale's, JC Penney, Lids Top Omnichannel Retailers List, MyTotalRetail (2019)

⁶¹ The Internet of Things (IoT) in the Retail Industry, Digitium (2019)

⁶² L'Oréal's ModiFace brings AI-powered virtual makeup try-ons to Amazon - Press releases, L'Oréal (2019)

⁶³ Amazon's Growing Robot Army Keeps Warehouses Humming, Bloomberg (2019)

⁶⁴ Wrist Watching: Amazon Patents System To Track, Guide Employees' Hands, NPR (2018)

L'entreprise aide également le service de santé britannique à mettre en place une plate-forme d'intervention de service public, en fournissant l'infrastructure qui permet au NHS de **recueillir** des informations sur des questions telles que les taux d'occupation des hôpitaux et la capacité des services d'urgence.⁶⁵

La gestion des stocks est un domaine dans lequel les détaillants en ligne et en magasin peuvent tirer profit de l'adoption de l'IoT. Dans ce domaine, les étiquettes placées sur les produits, connues sous le nom d'étiquettes RFID, permettent aux directeurs de magasin de surveiller à distance les niveaux de stock, tant au sol que dans l'entrepôt et dans la chaîne d'approvisionnement immédiate.⁶⁷ Ces étiquettes peuvent être passives, c'est-à-dire qu'elles doivent être alimentées par un scanner pour fonctionner, mais elles peuvent également contenir des piles de faible puissance et ainsi transmettre elles-mêmes des informations de localisation.⁶⁸ Par exemple, l'utilisation d'un système RFID permet d'obtenir une précision d'environ 95 % dans la visibilité des stocks, contre une moyenne de 63 % dans les systèmes non compatibles avec l'IoT.⁶⁹

65 Coronavirus: Amazon using thermal cameras to detect Covid-19, BBC (2020)

66 Amazon's actions to help employees, communities, and customers affected by COVID-19, Amazon (2020)

67 IoT-driven inventory management, Science Soft (2018)

68 IoT-driven inventory management, Science Soft (2018)

69 GS1 US Standards Usage Survey (2014)

ÉTUDE DE CAS Des opérations flexibles à l'ère du commerce en ligne : Geek+

L'émergence de la COVID-19 a entraîné des défis considérables pour les chaînes d'approvisionnement du secteur de la vente au détail, les entreprises étant confrontées à des épuisements de stocks et à des pertes de production lorsque les travailleurs s'absentent pour cause de maladie.⁷⁰ Bien que la poussée de la demande déclenchée par la pandémie mondiale soit sans précédent, des événements annuels tels que le Vendredi noir, le Cyber lundi et la Journée des célibataires (un festival d'achat en ligne en Chine, organisé par Alibaba en novembre de chaque année) obligent les détaillants de commerce électronique à augmenter rapidement leurs opérations pour s'adapter aux nouvelles habitudes de consommation. Par exemple, pendant la « saison des achats de Noël » aux États-Unis en 2019, (les cinq jours séparant Thanksgiving du Cyber Lundi) plus de la moitié de la population a fait des achats en ligne ou en personne, soit une augmentation de plus de 24 millions d'acheteurs par rapport à 2018.⁷¹ Les détaillants ont du mal à s'adapter à cette nouvelle réalité ; 40 % des cadres du secteur ont déclaré avoir connu un problème d'exploitation lors des ventes du vendredi au lundi au moins une fois au cours des trois dernières années, entraînant des pertes de revenus et un impact négatif sur la perception de

travailleurs. L'utilisation des données est essentielle pour élaborer une stratégie de tri plus efficace qui se base sur un regroupement intelligent des commandes. « Ce qui rend ce système intelligent, c'est le logiciel qui alimente les robots, et non le matériel », explique Hongbo Li, directeur de la technologie. Les solutions robotisées sont particulièrement utiles lorsqu'il s'agit de se préparer pour les périodes de pic de demande. « Il n'est pas toujours évident de trouver des travailleurs, en particulier des travailleurs temporaires qui peuvent venir pendant les périodes de pic », explique Hongbo. « Pour répondre à cette demande, il faudrait doubler ou tripler le nombre de vos travailleurs, puis les laisser partir. Vous pouvez cependant ajouter des robots sans problème, puis les retirer ».

La philosophie de Geek+ est d'utiliser l'automatisation pour déterminer comment les robots et les travailleurs humains peuvent collaborer le plus efficacement possible. Leur équipe de base est interdisciplinaire, associant des experts en informatique et en robotique à des personnes ayant une expérience des opérations en usine. « C'est ce qui fait notre force : rassembler ces compétences pour avoir du matériel, des logiciels et des algorithmes. L'expérience opérationnelle est particulièrement importante dans la conception d'un système d'usine intelligent »,



« [En période de forte demande], vous pouvez parfaitement ajouter des robots »

la marque.⁷² En outre, plus de 80 % des personnes interrogées ont déclaré qu'elles étaient au moins en partie préoccupées par l'efficacité de leur chaîne d'approvisionnement en ces périodes de forte demande.⁷³ Ces nouvelles dynamiques requièrent des innovations plus intelligentes en matière de fabrication et de tri. Geek+, une entreprise de chaîne d'approvisionnement de détail intelligente, dont le siège social est à Pékin et qui possède des bureaux dans le monde entier, utilise des logiciels de robotique et des systèmes de gestion d'entrepôt intelligents pour rendre la logistique des marchandises plus efficace, plus souple, et plus sûre. Les robots peuvent réduire le temps passé par les humains à chercher des articles dans de grandes installations. Au lieu qu'un travailleur prenne un article sur des étagères, les robots peuvent amener les étagères aux

affirme Hongbo. « Il y a des entreprises qui peuvent créer de superbes robots, mais pour apporter de la valeur, elles doivent comprendre comment intégrer l'application ».

Bien que Geek+ soit originaire d'Asie, elle est présente dans le monde entier, notamment en Europe, où elle a obtenu des autorisations commerciales pour la robotisation de son entrepôt au début de 2018.⁷⁴ Ses marchés actuels comprennent la Pologne, où elle fournit MW (une société de logistique) et la Russie, où elle a déployé sa robotique pour le rafraîchissement des produits de détail dans le magasin de sport Décathlon.⁷⁵ Ses offres pourraient apporter un « lifting » aux anciens entrepôts européens et contribuer à remédier à la pénurie de main-d'œuvre.⁷⁶

70 COVID-19: Preparing Your Supply Chain in Times of Crisis, Publicis Sapient (2020)

71 Why Black Friday Had More Online Shoppers Than Cyber Monday, And 3 Other Trends From Retail's Big Weekend, Forbes (2019)

72 New research shows retailers' state of mind ahead of Black Friday/Cyber Monday, GoogleCloud (2019)

73 New research shows retailers' state of mind ahead of Black Friday/Cyber Monday GoogleCloud (2019)

74 Geek+ Robotics Receives CE Mark Approval for Warehouse Robots System, Geek+ Robotics website (2018)

75 Geek+ Success Stories, Geek+ website [undated]

76 On offer: a hassle-free digital facelift for Europe's legacy warehouses, The Daily Telegraph [advertisement feature] (2019)

2.3. Les télécommunications comme partenaires

À la base de l'IoT se trouve la connexion Internet. Les entreprises de télécommunications ont traditionnellement soutenu l'IoT en fournissant cette connexion rapide et fiable. Cette contribution fondamentale, bien que relativement simple, conditionne les innovations de l'IoT, régies en grande partie par les limites de la bande passante et de la vitesse offertes par l'internet classique. Une fois que l'entreprise de télécommunication a fourni la connexion internet initiale, de nombreuses sociétés ont été en mesure d'offrir des services IoT de base sans autre intervention des télécommunications.^{77, 78, 79}

Cependant, les entreprises de télécommunications commencent maintenant à aller plus loin, en aidant leurs partenaires à développer des capacités d'analyse de données pour comprendre les informations de leurs appareils IoT. « [Les entreprises de télécommunications] ont fourni des plates-formes interactives qui aident les entreprises à recueillir des données, à les analyser et à glaner davantage d'informations », explique Matthew Kendall, rédacteur en chef de la rubrique Technologie et télécommunications de The Economist Group.

Ces partenariats s'étendent également à l'enseignement de l'IoT. Les entreprises de télécommunications partagent leur expertise sur la manière dont les produits et services IoT peuvent profiter à leurs clients. « Beaucoup d'entreprises hésitent à s'engager dans l'IoT en raison de son coût et de sa complexité, et du fait qu'elles n'ont pas de connaissances en matière de données et d'analyses volumineuses », explique Matthew Kendall. « Les entreprises de télécommunications essaient d'évoluer vers un rôle d'éducation et de soutien. Les acteurs disposant des ressources et des compétences nécessaires ont rapidement évolué, non seulement pour permettre à l'IoT de passer par ses infrastructures, mais aussi pour devenir des éducateurs ».

IoT, télécommunications et 5G

Aujourd'hui, les applications IoT de pointe exigent des connexions internet plus rapides et plus flexibles, qui ne sont prises en charge que par les nouveaux réseaux 5G. Selon Matthew Kendall, « il y a certains domaines dans lesquels l'IoT a été limité par l'absence de 5G ». Par exemple, l'internet traditionnel ne peut pas déplacer la grande quantité de données générées par les dispositifs IoT assez rapidement pour permettre des réponses automatisées en temps réel. En revanche, avec une plus grande bande passante, la 5G augmentera la rapidité de transmission des données, ce qui permettra de connecter davantage de dispositifs et de systèmes à l'internet⁸⁰. Cette meilleure couverture est le résultat de la structure décentralisée de la 5G : de petites cellules généralement placées sur des infrastructures urbaines, telles que les lampadaires et les abribus, rapprochent la source de connexion internet des utilisateurs. Cela permet de réduire la latence, le temps que mettent les appareils à communiquer avec les réseaux sans fil.⁸¹

C'est la prochaine étape pour les entreprises de télécommunications : fournir l'infrastructure numérique nécessaire pour la 5G et, finalement, l'IoT. Des opérateurs avant-gardistes ont déjà créé des IoT dédiés aux unités d'affaires. Leurs efforts visent notamment à gérer des projets pilotes, créer des bancs d'essai et des pôles d'innovation pour créer la prochaine génération de produits et services internet. Cela implique de travailler avec des partenaires tels que des gouvernements, des start-ups et des sociétés de logiciels. Par exemple la Chine, l'un des leaders mondiaux de la 5G, a dirigé le tout premier essai gouvernement-industrie sur les nouvelles technologies en 2017-2018. Ce partenariat a permis aux entreprises locales et internationales de tester des produits pré-commerciaux sur le pilote 5G et a soutenu le développement des premières normes pour la nouvelle technologie.⁸²

77 The "Bank of Things": The Application of IoT in the Financial Sector, Cyberstartup Observatory

78 Nanosatellite Telecommunications: A Market Study for IoT/M2M applications, London Economics (2017)

79 Telecom Crimes Against the IoT and 5G - TrendLabs Security Intelligence Blog, Trend Micro (2019)

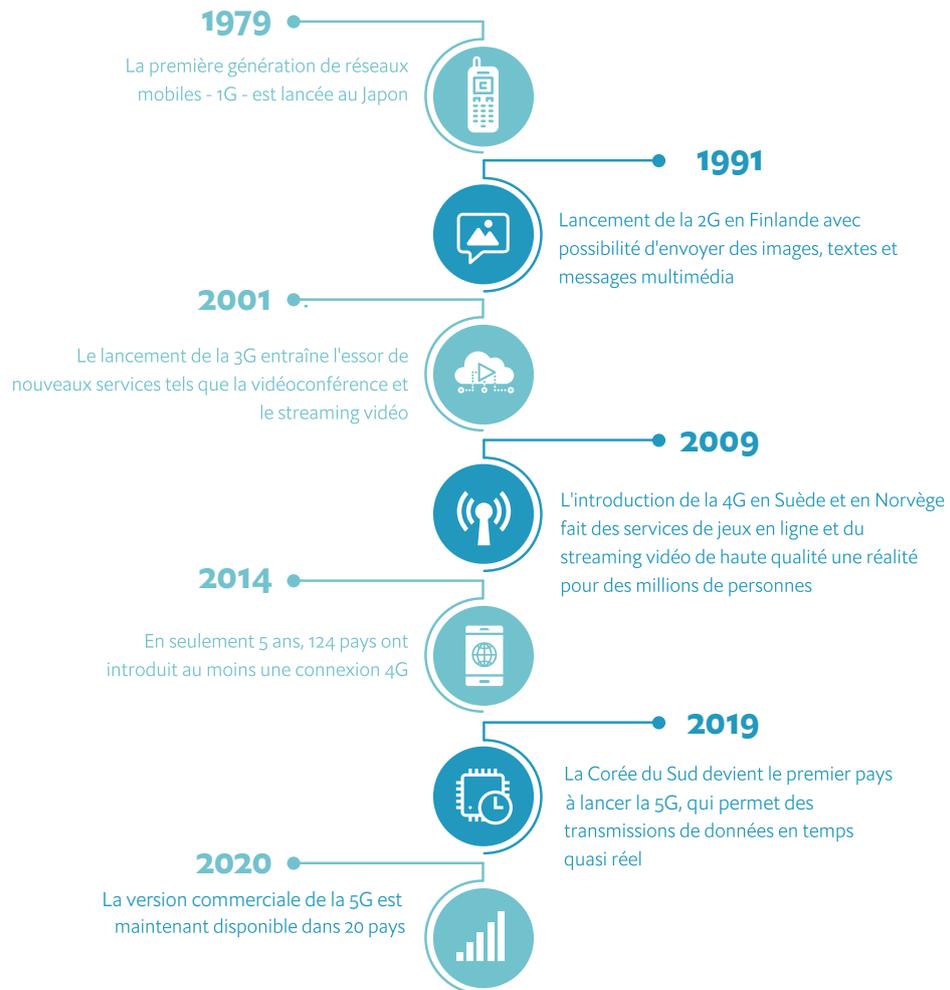
80 The road to 5G: The inevitable growth of infrastructure cost, McKinsey (2018)

81 Ibid.

82 China is Poised to win the 5G race, EY (2018)

« High 5 »

L'expansion constante de la connectivité de la 1G à aujourd'hui



Sources: Brainbridge, Open Signal, GSMA

L'un des domaines d'intérêt des bancs d'essai du monde entier est la combinaison de la 5G avec la technologie de l'IoT à bande étroite (IoT NB). Cette norme est conçue pour fournir une connectivité très efficace et rentable en utilisant seulement une petite bande passante. Grâce à ces caractéristiques, les objets situés dans des endroits difficiles d'accès (ou à l'intérieur de bâtiments) peuvent bénéficier d'une connectivité transparente avec une utilisation limitée des batteries.⁸³ Cela permet de faire fonctionner les connexions sans avoir besoin de les mettre à jour manuellement pendant une période pouvant aller jusqu'à 10 ans.⁸⁴

Bien qu'une bande passante plus mince restreigne la quantité d'informations pouvant être transmises, cela n'est pas limitatif pour la plupart des dispositifs IoT ; au contraire, les experts de l'industrie suggèrent que d'ici 2028, les connexions à faible puissance telles que l'IoT NB représenteront plus de 60 % de toutes les connexions IoT.⁸⁵

Pour l'industrie des télécommunications, la 5G leur donne l'occasion d'être « là au début, en ce qui concerne les offres de services qui aident les entreprises à comprendre l'IoT actuel et futur », déclare Matthew Kendall.

⁸³ Low Power Wide Area Technology, Thales

⁸⁴ Specialised Narrowband IoT Services, Vodafone

⁸⁵ Growth in the IoT market will be sizeable, but challenges remain for operators Analysys Mason (2020)

Rapport spécial 2 - IoT et COVID-19 : adaptabilité, résilience et vitesse

La COVID-19 a provoqué des changements sans précédent dans le mode de fonctionnement de la quasi-totalité des entreprises. Certaines ont dû rapidement accroître leurs activités pour répondre à la demande accrue de leurs services et produits, ou adapter leurs conditions de travail pour assurer la sécurité de leurs employés. L'internet des objets (IoT) a été un facteur clé qui a permis l'adaptation à ces changements dans plusieurs secteurs.

L'impact le plus direct a été l'utilisation de données, de capteurs et de la robotique pour permettre au personnel de santé de **collecter** des données sur les patients et de les **surveiller** tout en respectant les distances de sécurité. Le centre clinique de santé publique de Shanghai, par exemple, a utilisé un capteur de température qui envoie des relevés en temps réel aux professionnels de santé. Le centre médical israélien de Sheba a ouvert un programme de télémédecine contre les coronavirus pour permettre l'isolement physique des patients, tandis qu'un centre médical basé à Washington a utilisé un robot pour prendre des mesures vitales à l'aide d'un stéthoscope.⁸⁶ Les capteurs contribuent à optimiser les mesures de surveillance de la santé publique, comme les thermomètres connectés qui contrôlent patients et personnel. Une société utilise ainsi les données de plus d'un million de thermomètres connectés pour produire une cartographie quotidienne indiquant les comtés américains qui connaissent une augmentation de fortes fièvres.⁸⁷

Les dispositifs portatifs et les applications peuvent également accompagner la réduction progressive de la distanciation physique. Les applications pour smartphones qui utilisent des données de géolocalisation ont été au cœur de la recherche menée dans le cadre des traqueurs de contacts déployés en Asie et qui apparaîtront en Europe et en Amérique du Nord au fur et à mesure que les pays sortent des mesures de confinement strict.

Le Liechtenstein a même créé un bracelet biométrique qui collecte des données sur la température de la peau, le rythme respiratoire et la fréquence cardiaque pour les envoyer à un laboratoire suisse. Ce projet, que le pays espère mettre en place auprès de l'ensemble de la population, pourrait optimiser la réactivité de la santé publique en permettant la détection des premiers signes de symptômes et, grâce à l'étalonnage des algorithmes dans le temps, offrir une meilleure compréhension des changements pré-symptomatiques qui pourraient permettre une détection plus précoce.⁸⁸

Accélérer l'arrivée de la fabrication intelligente

Le secteur manufacturier fournit des technologies et des appareils essentiels pour le quotidien des consommateurs et les besoins des spécialistes. Il a été durement touché par les mesures d'éloignement physique et les fermetures de frontières imposées par la COVID-19. La crise a entraîné deux changements importants pour l'IoT. Le premier est la montée en puissance des fabricants en « pop-up », y compris des entreprises universitaires ou des start-ups, qui construisent rapidement des technologies clés, comme les ventilateurs, en utilisant des imprimantes 3D et des solutions open-source pour créer des prototypes qui peuvent utiliser des composants prêts à l'emploi, comme des essuie-glaces.^{89, 90} De grandes sociétés d'ingénierie comme Airbus, Jaguar, Land Rover et Rolls Royce ont toutes promis de convertir leurs usines pour fabriquer des ventilateurs, bien que cela prenne du temps car elles ont besoin de composants logicielles importantes.⁹¹

Le deuxième pousse les fabricants à accélérer leur transition vers l'automatisation et la robotique. Des marques mondiales comme

86 5 Ways Healthcare Tech Is Helping Tackle Coronavirus, HealthTech (2020)

87 Digital thermometer data may provide insight into COVID-19 surges, Healthcare IT News (2020)

88 Liechtenstein rolls out radical Covid-19 bracelet programme, Financial Times (2020)

89 Coronavirus: Turning windscreen wiper motors into emergency ventilators, Sifted (2020)

90 OxVent - COVID 19 Ventilation (2020)

91 How does a car company make a ventilator? Wired (2020)

Siemens, GE et Rolls Royce sont parmi les leaders des initiatives industrielles de l'IoT (IIoT), qui visent à optimiser la production en éliminant les défauts et en améliorant l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement. En 2018, les installations mondiales de robots industriels ont atteint 16,5 milliards de dollars US, soit une augmentation de 6% par rapport à l'année précédente - avec la Chine, le Japon, les États-Unis, la Corée du Sud et l'Allemagne représentant 74 % des installations mondiales de robots.⁹² La crise de la COVID-19 oblige les entreprises à redoubler d'efforts et à investir dans la robotique et l'automatisation, étant donné l'impact non seulement de la distanciation physique, mais aussi de la complexité de la **surveillance** du personnel qui sera nécessaire avec la reprise des activités.⁹³

Les fabricants augmentent également leur flexibilité pour optimiser la logistique, en s'adaptant aux montées soudaines de la demande et en veillant à ce que les partenariats de la chaîne d'approvisionnement soient fondés sur une prise de décision éclairée et une communication en temps réel pendant la crise.⁹⁴ Ceci peut les aider à **monétiser** les stocks tout en répondant à des montées de la demande. La COVID-19 offre une plateforme de lancement aux entreprises pour rendre leurs chaînes d'approvisionnement plus robustes et diversifiées, ce qui nécessite d'investir dans la visibilité des biens et des services de bout en bout. Des start-ups technologiques, qui **collectent** des données sur tous les aspects de la chaîne d'approvisionnement, du transport et de la congestion au niveau des stocks, peuvent aider les entreprises à réagir rapidement aux risques et aux ruptures dans la chaîne, par exemple en identifiant des voies de transport alternatives, en proposant des solutions aux pénuries de matériaux et en gérant les pics de demande.⁹⁵ Ces entreprises créent des outils tels que des tableaux de bord opérationnels en temps réel et permettent à plusieurs parties d'afficher les mises à jour.

Les villes intelligentes font tomber des barrières de données pour aider à suivre les cas et renforcer les ressources pour combattre le virus

Les villes densément peuplées et hyper-connectées favorisent la propagation des maladies infectieuses en raison de contacts humains accrus, mais elles jouent également un rôle central dans la préparation, l'atténuation et l'adaptation aux pandémies.⁹⁶

Les grands systèmes de données des villes intelligentes peuvent **collecter** en temps réel des données sur des indicateurs pertinents, comme la mobilité de la population et les flux de véhicules, pour analyser l'efficacité des initiatives politiques et si elles peuvent être affinées et **optimisées**.⁹⁷ Parmi les exemples d'initiatives mesurables liées à l'IoT, on peut citer un modèle analytique en Italie, qui estime les variations des mouvements du public dans les zones nationales, régionales et municipales en se basant sur la **collecte** de données de localisation anonymisées et agrégées provenant des capteurs des véhicules **connectés**, des systèmes de navigation et des applications mobiles. Ceci permet d'évaluer le succès des mesures de confinement et une surveillance plus légère des cas de COVID-19 lorsque ces mesures seront assouplies.⁹⁸

Des chercheurs de l'université de Newcastle ont également mis au point un moyen de suivre les mouvements urbains afin de comprendre si la distanciation sociale est respectée et si elle fonctionne. Ils appliquent l'apprentissage automatique à environ 1,8 milliard de points de données, notamment le trafic et le flux de piétons, l'occupation des stationnements et l'activité des bus, grâce à des dispositifs GPS.⁹⁹ Leurs travaux montrent une réduction de 95 % des déplacements à pied après la mise en place de réglementations strictes. L'outil peut également évaluer si les piétons respectent la règle de la distance minimale de deux mètres, un facteur important à prendre en compte dans les discussions

92 Executive Summary World Robotics 2019 Industrial Robots (2019)

93 The rush to deploy robots in China amid the coronavirus outbreak CNBC (2020)

94 How will COVID-19 impact the manufacturing automation market?, Manufacturing Automation (2020)

95 Supply chain issues in a world of Covid-19, Engineering & Technology (2020)

96 COVID-19: How cities around the world are coping, World Economic Forum (2020)

97 Smart cities for emergency management, Nature (2020)

98 COVID-19 emergency, Enel X is at your side with City Analytics - Mobility Map, Enel X (2020)

99 This is how smart city technology can be used to tell if social distancing is working World Economic Forum (2020)

sur la levée des quarantaines alors que le virus est encore en circulation.¹⁰⁰

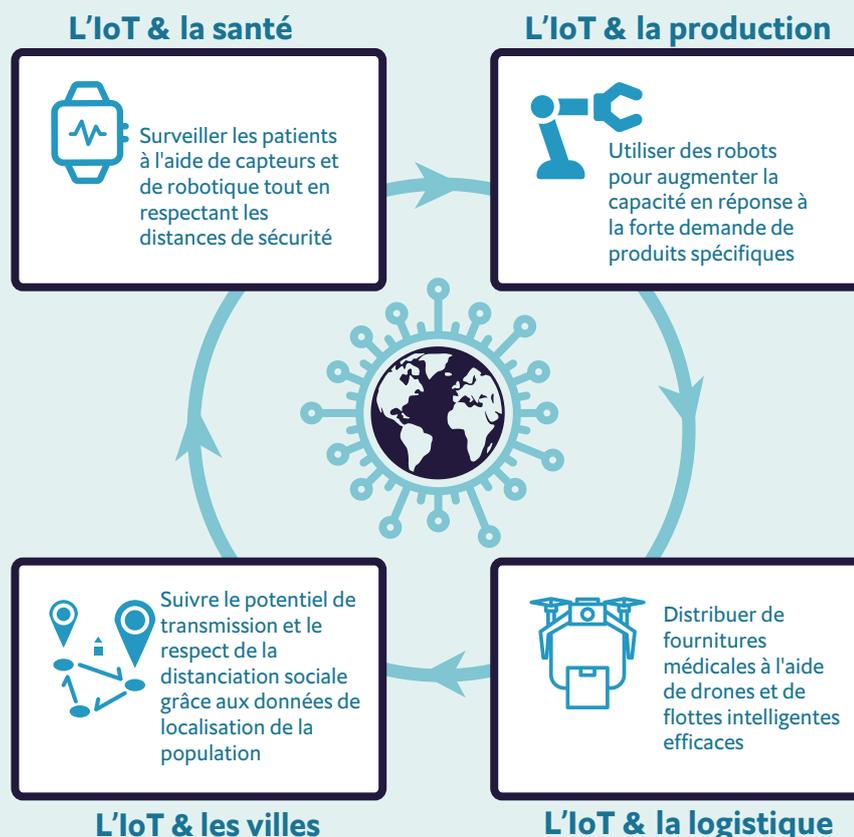
L'IoT peut également contribuer à favoriser la co-création d'outils utiles pour mettre les habitants des villes en contact avec les ressources dont ils ont besoin. Par exemple, des innovateurs sud-coréens ont construit des portails utiles, tels que le partage de données sur les endroits où les gens peuvent acheter des masques¹⁰¹, tandis que des drones sont utilisés pour surveiller et faire appliquer les règlements, désinfecter les rues et diffuser des informations publiques par le biais de haut-parleurs.¹⁰²

Le secteur de la logistique contribue à assurer aux travailleurs de première ligne la protection dont ils ont besoin

La COVID-19 a causé d'énormes défis logistiques alors que les gouvernements et les entreprises tentent de maintenir le commerce des fournitures essentielles et d'accélérer la production et la distribution de biens vitaux comme les masques faciaux et les équipements médicaux, tout cela avec des fermetures de frontières. Les investissements de l'industrie de la logistique dans l'IoT ont permis à ce secteur de fournir une aide indispensable en connectant des actifs et des véhicules qui étaient autrefois isolés des réseaux.

Connexions sécuritaires

L'internet des objets a été essentiel dans la réponse de l'industrie à la COVID-19



Sources: EIU 2020

¹⁰⁰ This is how smart city technology can be used to tell if social distancing is working, World Economic Forum (2020)

¹⁰¹ South Korea throws up innovative tech solutions in coronavirus fight, The Straits Times (2020)

¹⁰² IoT take up gaining traction in the coronavirus crisis, Verdict (2020)

UPS s'est imposée comme l'une des principales entreprises dans le cadre de la réponse à la COVID-19, en travaillant à livrer les composantes des kits de dépistage du coronavirus dans des pays du monde entier en coopération avec QIAGEN, un fournisseur mondial de diagnostics moléculaires et de technologies de préparation d'échantillons.¹⁰³

À la suite de l'éruption volcanique de 2010 en Islande, qui avait entraîné la fermeture de vastes étendues d'espace aérien au-dessus de l'Europe, UPS avait pu reprendre ses activités en un jour grâce à des investissements dans les données et les analyses, car les dispositifs et les données connectés ont permis à l'entreprise de déployer d'autres modes de transport pour rétablir les services.¹⁰⁴

Les drones sont une autre innovation de l'IoT qui contribue à **optimiser** la distribution des fournitures médicales. La société japonaise Terra Drone, par exemple, a déployé des véhicules aériens sans pilote pour transporter des échantillons et des fournitures médicales en Chine, et affirme avoir augmenté la vitesse de transport de plus de 50 %.¹⁰⁵ Antwork a également utilisé des drones pour assurer le transport d'échantillons médicaux et de matériel de quarantaine entre l'hôpital populaire du comté de Xinchang et le centre de contrôle des maladies du comté de Xinchang.¹⁰⁶

¹⁰³ UPS – logistics for COVID-19 testing kits, Apex Insight (2020)

¹⁰⁴ Internet of Things (IoT) - UPS IoT strategy is fueled by analytics to bring business insight, CISCO

¹⁰⁵ IoT set to play a growing role in COVID-19 response, Technology Informa (2020)

¹⁰⁶ Drones to stop the COVID-19 epidemic, BBVA (2020)

3. Quels sont les défis de l'IoT ?

L'IoT a connu plusieurs cycles médiatiques au cours des 20 dernières années. Pour s'épanouir, il a besoin d'avancées technologiques synchronisées dans tous les domaines, de l'amélioration de la puissance et la baisse du coût des puces en passant par des capteurs à la connectivité sans fil qui offrent suffisamment de puissance, de vitesse et de souplesse. Jusqu'à présent, les inventeurs et les enthousiastes ont été les premiers à l'adopter ; le défi à venir, selon Alex Gluhak, est de le généraliser.

Dans différents secteurs, l'adoption de l'IoT a été plus faible que ce que les experts considèrent comme commercialement significatif. Une étude réalisée par Capgemini en 2018 a révélé qu'en moyenne, seules 36 % des organisations utilisaient l'IoT pour optimiser leurs opérations internes, et que beaucoup d'entre elles ne l'avaient déployé que sur un ou deux sites. Même les entreprises qui avaient pris des mesures préliminaires pour mettre en œuvre l'IoT ont constaté qu'elles adoptaient la technologie plus lentement que prévu initialement.¹⁰⁷

Selon l'indice des entreprises de l'IoT 2020, près de la moitié (47 %) des personnes interrogées sont « quelque peu » ou « fortement » d'accord sur le fait que leurs progrès en matière d'IoT n'ont pas été aussi rapides qu'ils l'espéraient. L'indice a également révélé qu'en moyenne, la plupart des entreprises qui ont commencé à adopter l'IoT sont encore au stade de la « planification » (51 % des répondants), et qu'un autre tiers en sont aux premières étapes de l'adoption. Seules 14 % étaient passées à des cycles d'utilisation « exclusive ou extensive ».¹⁰⁸

D'après nos recherches, les chefs d'entreprise mentionnent trois grandes préoccupations qui entravent selon eux l'adoption de l'IoT :

- 1 Sécurité et confidentialité** : 62 % des organisations qui s'efforcent de développer les applications IoT ont cité la cybersécurité et les menaces pour la confidentialité de leurs données comme une préoccupation majeure et une raison essentielle pour ne pas aller au-delà des projets pilotes initiaux¹⁰⁹
- 2 Réglementation** : 95% des entreprises ont consacré des ressources à l'IoT pour mieux comprendre leurs responsabilités en tant que vendeurs de produits IoT¹¹⁰
- 3 Infrastructure digitale** : un tiers des entreprises qui ont adopté l'IoT estiment qu'elles n'avaient pas les ressources ou la main-d'œuvre nécessaires pour mener à bien leur projet IoT.¹¹¹

Pour réaliser pleinement le potentiel de l'IoT dans l'ensemble des secteurs et des segments, il faut comprendre et relever ces défis.

¹⁰⁷ Unlocking the business value of IoT in operations, Capgemini (2018)

¹⁰⁸ The IoT Business Index 2020: a step change in adoption, EIU (2020)

¹⁰⁹ Unlocking the business value of IoT in operations, Capgemini (2018)

¹¹⁰ High demand for IoT regulation, survey finds, GCN (2019)

¹¹¹ IoT Signals, Microsoft Azure (2019)

3.1. Sécurité et confidentialité

Plus les appareils seront connectés à l'internet, plus les pirates auront de possibilités d'accéder à des systèmes intelligents, car chaque point d'un réseau devient un point d'entrée potentiel. « Une fois qu'une machine devient intelligente, elle peut être surpassée par des logiciels malveillants ou des programmes détournés », explique Irene Petrick, directrice principale de l'innovation industrielle chez Intel. « Dans de nombreux cas, la sécurité actuelle est un complément. Elle n'est intégrée ni dans les capteurs, ni dans la communication, ni dans les systèmes de calcul ». Anushka Kaushik, chercheuse associée dans le programme de cyber-résilience du GLOBSEC Policy Institute à Bratislava, explique que « les dispositifs IoT ont deux principales surfaces d'attaque (terme technique désignant les endroits où des attaquants malveillants tenteront de pénétrer dans le système) : le capteur ou l'équipement robotique sur l'appareil lui-même, et la connexion entre l'appareil et l'internet ».

Les piratages observés à l'ère de l'IoT comprennent le détournement du système directionnel d'une Jeep¹¹², l'accès à la base de données d'un casino via son thermostat d'aquarium connecté à Internet¹¹³, et l'accès à un babyphone pour diffuser des menaces d'enlèvement.¹¹⁴ Il y a même eu des menaces de manipulation de stimulateurs cardiaques.^{115, 116} Dans la sphère commerciale, le vol et l'exfiltration de la propriété intellectuelle et des secrets commerciaux sont des risques auxquels est confrontée toute entreprise plaçant un produit ou un service dans un système IoT, et les cybermenaces peuvent également mettre en péril des infrastructures physiques essentielles, telles que les services publics, le gaz, l'énergie ou l'eau.¹¹⁷ La protection de la vie privée est un domaine de préoccupation important, car de plus en plus de consommateurs sont en réseau. Alors que l'IA converge avec l'IoT, les défis seront de plus en plus nombreux,

comme l'équilibre entre la personnalisation de l'expérience numérique et la nécessité de protéger la vie privée et la confidentialité des données.¹¹⁸ C'est ici que l'IoT devient un champ de bataille central dans le débat sur la propriété des données (la personne ou le collecteur). L'IoT donne aux entreprises plus de pouvoir pour collecter des données au domicile des personnes, les agréger et les vendre à profit comme un nouveau produit. En tant que personne dont les données sont collectées, quels droits avez-vous ou devriez-vous avoir sur ces informations ou sur les bénéfices qui en découlent ?¹¹⁹

L'IoT permet le partage de données à la vitesse de l'éclair, souvent avec une transparence limitée. Un examen des applications de santé pour les consommateurs, comme les dispositifs portatifs, a révélé que 79 % des applications examinées partageaient les données des utilisateurs avec des tiers, comme les agences de crédit et les fonds de capital-investissement.¹²⁰ Les défenseurs de la vie privée ont également critiqué l'émergence d'infrastructures de surveillance publique, comme la reconnaissance faciale sans consentement.¹²¹

Recommandations pour relever ces défis de sécurité et de confidentialité :

- **Établir des codes de bonnes pratiques entre les vendeurs et les utilisateurs, même lorsqu'ils ne sont pas mandatés par la loi, ce qui contribue à renforcer la transparence entre les parties.** Le consentement éclairé et la transparence sont clé. Toute activité de surveillance doit être clairement définie dès le départ afin d'établir la confiance, en particulier dans les espaces publics. « Si vous ne traitez pas l'IoT avec transparence, les gens peuvent être préoccupés par des questions comme la surveillance publique et le fait que les informations que vous collectez ne sont pas utilisées de la bonne manière », explique Alex Gluhak. Les entreprises peuvent également envisager des moyens de partager la valeur économique et monétaire qui découle de l'utilisation de l'IoT par les utilisateurs.

112 Hackers Remotely Kill a Jeep on the Highway—With Me in It, Wired (2015)

113 How a fish tank helped hack a casino, The Washington Post (2017)

114 Hacker terrorizes family by hijacking baby monitor, Nord VPN (2018)

115 Security researchers say they can hack Medtronic pacemakers, CNBC (2018)

116 FDA warns patients and health care providers about potential cybersecurity concerns with certain Medtronic insulin pumps, US FDA (2019)

117 The Internet of Insecure Things, Australian Strategic Policy Institute (2018)

118 Leveraging the upcoming disruptions from AI and IoT, PWC (2017)

119 Defining IoT Business Models - Monetising IoT investments, maximising IoT skills and addressing IoT security, Ubuntu (2017)

120 Data sharing practices of medicines related apps and the mobile ecosystem: traffic, content, and network analysis, BMJ (2019)

121 New details emerge of King's Cross facial recognition plans, Financial Times (2019)

« Nous devrions nous attendre à un nouveau monde dans lequel nos données sont une marchandise, non seulement pour que les entreprises en profitent, mais aussi pour que nous puissions en tirer parti de manière intelligente et sensée », déclare Glen Gilmore.

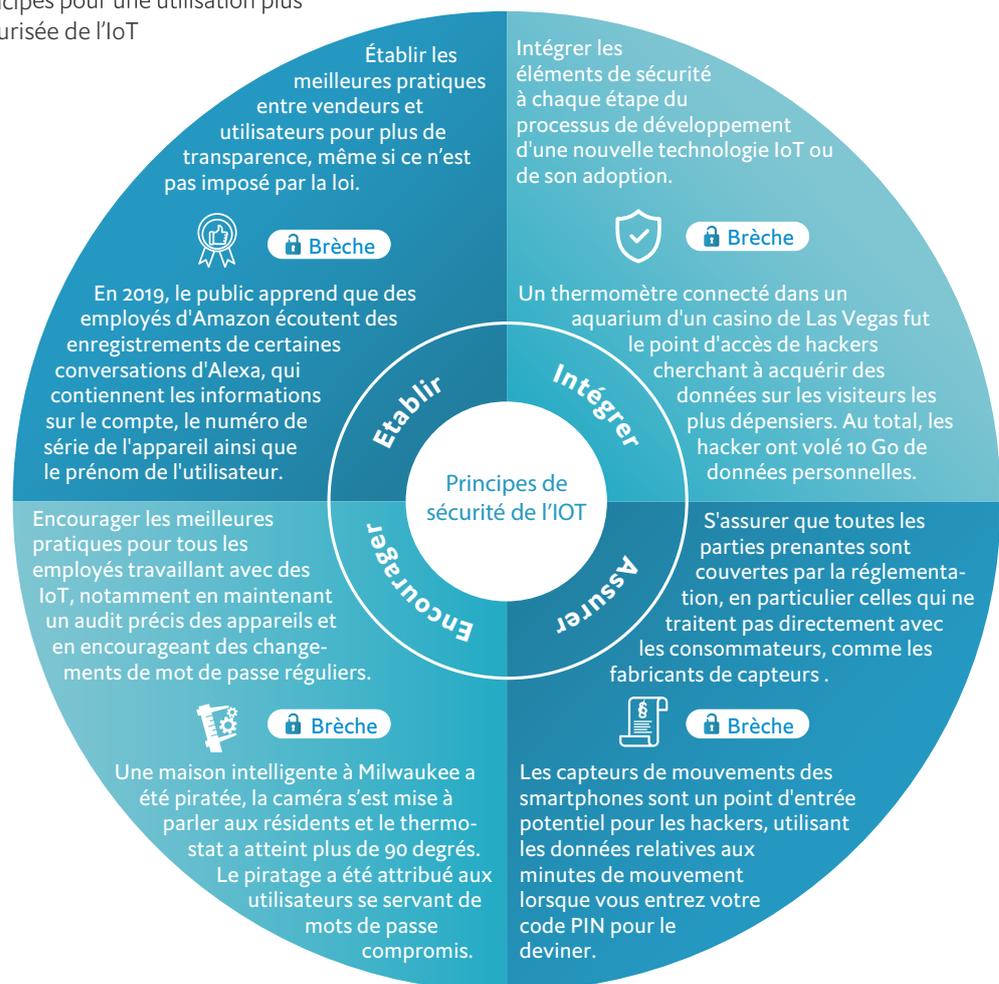
- **Des considérations de sécurité sont intégrées à chaque étape du processus de développement d'une nouvelle technologie IoT ou de son adoption.** « Les entreprises ne devraient pas aller de l'avant avec le déploiement tant que la sécurité du dispositif n'est pas garantie et soigneusement testée », selon Heinrich Stüttgen, président du conseil des activités de l'initiative IEEE IoT. L'un des moyens les plus efficaces de le

tester a été de **créer des « équipes rouges »**.

C'est là que des « pirates informatiques sympathiques » tentent activement de casser vos produits et services pour tester la sécurité. De nombreux chercheurs en cybersécurité dans les institutions universitaires passent du temps à tester les systèmes existants comme les cartes d'accès sans contact ou les bâtiments à clés intelligentes, pour trouver des failles et des faiblesses qui peuvent alimenter leurs recherches et leurs publications. Les entreprises n'apprécient pas toujours les avis que ces chercheurs leur adressent lorsqu'ils découvrent des défaillances, mais elles devraient considérer cette communauté comme une force du bien.¹²²

L'internet de l'insécurité

Principes pour une utilisation plus sécurisée de l'IoT



Sources: Establish: Bloomberg 2019; Embed: IoT Now 2020; Ensure: Tom's Guide 2017; Encourage: Fox6 Now 2019

122 Race is on to build quantum-proof encryption., Financial Times (2019)

- **S'assurer que toutes les parties prenantes soient couvertes par une réglementation appropriée et éviter d'adopter uniquement une approche « verticale » axée sur le résultat final** (par exemple, les données saisies par les dispositifs IoT). Selon Anushka Kaushik, les politiques doivent notamment couvrir ceux qui ne traitent pas directement avec les consommateurs, y compris les fabricants de capteurs. Les entreprises qui cherchent à fabriquer des produits IoT, ou à intégrer l'IoT sur des produits et services existants, sous-estiment souvent la complexité des risques liés à la cybersécurité lorsqu'un produit passe de la phase pilote à des systèmes plus vastes, explique John Barrett, directeur du centre de recherche Nimbus à l'Institut de technologie de Cork. « Les entreprises peuvent développer avec succès une application de démonstration à petite échelle pour montrer comment l'IoT est utilisable dans une entreprise, mais la mise à en place pour l'usage général et l'ouverture aux communications à un niveau plus large ne peuvent pas se faire sans une prise en compte parallèle des aspects [plus larges] de la cybersécurité ».
- **Encourager les meilleures pratiques pour tous les employés travaillant avec l'IoT.** Il s'agit notamment de maintenir un audit précis des dispositifs IoT et d'encourager les employés et les clients à changer régulièrement de mot de passe. De nombreux systèmes informatiques, qu'ils impliquent ou non l'IoT, sont compromis lorsque les personnes qui les utilisent ne respectent pas certains principes de base. Bien que la nouvelle réglementation britannique cherche à remédier à certaines de ces failles en prenant des mesures telles que la suppression des mots de passe par défaut, investir dans les compétences en matière de cybersécurité du personnel est également une étape fondamentale. Selon Cédric Lévy-Bencheton, PDG de Cetome, une société de conseil en cybersécurité, la nouvelle réglementation britannique va remédier à certaines de ces failles en prenant des mesures pour supprimer les mots de passe par défaut et en mandatant un point de contact public pour les fabricants, afin de signaler les problèmes de sécurité de l'IoT.

3.2. Réglementation

L'IoT ne relève pas d'un cadre réglementaire spécifique, car il touche à un vaste éventail de produits, de services, de processus, de technologies et de pratiques. Cela dit, de nombreuses questions relatives à la vie privée et à la sécurité sont en principe couvertes dans des cadres réglementaires plus larges de l'économie numérique.

Le règlement général sur la protection des données de l'UE (GDPR) est la référence en matière de protection des données des consommateurs et a servi de base à l'élaboration de cadres similaires ailleurs, comme la loi californienne sur la protection de la vie privée des consommateurs (CCPA). Le Japon et l'UE, par exemple, ont convenu d'un cadre de transition pour aligner leurs réglementations en matière de protection de la vie privée afin que les données puissent circuler entre eux. Cette tendance à l'harmonisation est importante, selon Rachel Azafrani, experte de l'IoT et de la sécurité et ancienne élève de l'Oxford Internet Institute. Elle note que « l'un des principaux thèmes politiques autour de l'IoT est la création par les gouvernements de leurs propres normes de sécurité, ce qui peut entraîner une importante fragmentation. Cela pourrait obliger les fabricants d'IoT à se conformer à des dizaines de politiques de sécurité différentes dans le monde entier. En conséquence, on pourrait assister à un ralentissement de l'adoption et à une différence notable du niveau de sécurité entre les juridictions, certaines étant beaucoup plus faibles que d'autres ».

En Europe, la GDPR, et la Directive sur la « vie privée et les communications électroniques », qui régit les communications sur les réseaux publics, sont les deux piliers de la protection des données. Selon Ana-Maria Fimin, ancienne responsable de la politique de l'IoT et de l'IA à la Commission européenne, il n'y a « aucune lacune » dans la confidentialité des données lorsque ces deux normes sont prises ensemble. Cependant, les parties prenantes ont des problèmes de mise en œuvre. La GDPR doit être comprise comme un processus évolutif plutôt que comme une réforme ponctuelle, étant donné le rythme de l'innovation dans les technologies et les pratiques numériques.

Une dynamique s'est créée en faveur de cadres juridiques spécifiques à l'IoT, bien que ceux-ci manquent de robustesse réglementaire. L'Europe a publié de nombreux écrits politiques, documents de travail et stratégies régionales autour de l'IoT, notamment « Advancing IoT in Europe (2016) », « European Strategy for Data » et, en février 2020, le livre blanc sur l'intelligence artificielle. Cependant, les instabilités politiques de l'année à venir, comme la crise de la COVID-19 et le processus du Brexit en cours, indiquent un faible élan à court terme.

Recommandations pour relever les défis de la réglementation :

- **S'assurer que les législateurs disposent des compétences techniques nécessaires pour garantir une réglementation appropriée et techniquement réalisable.** En raison de la grande différence de salaires entre le secteur technologique et gouvernemental, il existe un déficit non surprenant d'expertise technique dans certains services publics. Cela pourrait mener à une réglementation impulsive, fondée sur des problèmes d'intérêt public isolés, ou à des règles mal conçues qui sont difficilement applicables dans la pratique.
- **La réglementation doit être harmonisée et tournée vers l'avenir.** Selon Rachel Azafrani, « pour faire progresser le rythme du changement que permet l'IoT, tant sur le plan technique que pour les entreprises, les règles régissant l'économie numérique doivent être alignées sur les meilleures pratiques et harmonisées au niveau mondial ». Les régulateurs doivent répondre aux menaces émergentes en encourageant la création d'un consensus entre les parties prenantes pour des normes de sécurité solides et adaptables, afin de soutenir l'adoption de l'IoT au niveau mondial.
-

3.3. Infrastructure numérique

Afin d'être adopté par le plus grand nombre possible et de réaliser son plein potentiel, l'IoT nécessite la mise à niveau des réseaux 4G et la mise en place de réseaux 5G pour offrir la vitesse requise, une faible latence, une densité de dispositifs accrue et une plus grande flexibilité du réseau. Cela représente une refonte importante et coûteuse de l'infrastructure existante, notamment le déploiement de petites cellules, qui apportent la connectivité aux utilisateurs, ainsi que la « fiberisation ». L'investissement et le soutien à la mise en place de la réglementation sont essentiels. Les pays ou les régions qui sont à la traîne dans le domaine de la 5G se trouveront également du mauvais côté d'une fracture numérique croissante. Cependant, le déploiement de la 5G se heurte à des obstacles. Les enchères de bandes de fréquences ont été retardées sur certains marchés, comme au Brésil, en raison d'un manque de clarté dans les règles.¹²³ Les coûts financiers ne sont pas négligeables ; la plupart des opérateurs interrogés par McKinsey (72 %) prévoient que le passage à la 5G sera coûteux¹²⁴ et ces coûts surviennent à un moment où le secteur des télécommunications est confronté à des marges réduites et à une concurrence intense.¹²⁵

Les infrastructures « douces », comme les normes communes et les protocoles d'interopérabilité qui peuvent favoriser la coordination du marché, sont un défi moins discuté. Par exemple, les villes intelligentes représentent un segment prometteur de l'IoT, mais les autorités urbaines et les vendeurs sont confrontés à un problème. Les villes craignent une dépendance envers un seul fournisseur tandis que les vendeurs veulent développer des solutions qu'ils peuvent vendre à plusieurs villes sans devoir naviguer dans différents environnements juridiques et techniques. Une plus grande interopérabilité pourrait également créer de nouveaux segments et de nouvelles opportunités commerciales. Peter Waher, auteur de « Mastering Internet of Things », membre de la Connected City Alliance, éditeur des normes IEEE 1451.99 et membre contributeur IEEE 2668, IEEE 2805, a cité l'exemple de l'utilisation par les services de santé en ligne de systèmes de sécurité intelligents installés pour surveiller

¹²³ Brazil 5G auction delay dents country's tech ambitions, Financial Times, (2020)

¹²⁴ The road to 5G: The inevitable growth of infrastructure cost, McKinsey (2018)

¹²⁵ State of Digital 2019, European Telecommunications Network Operators Association (2019)

les personnes âgées à domicile afin de réduire la pression sur les hôpitaux. « Ce genre d'approche suscite beaucoup d'intérêt, même si un manque d'interopérabilité limite son développement. Ce n'est cependant qu'une question de temps, et nous travaillons à la standardisation de cette approche afin qu'elle devienne une réalité ». Dimitrios Spiliopoulos fait part de préoccupations similaires : « Dans la ville intelligente, une application de stationnement intelligent doit pouvoir communiquer avec d'autres applications, comme le covoiturage par exemple. L'idéal, c'est d'avoir une application répondant aux deux besoins. L'absence d'une telle intégration est l'une des nombreuses raisons qui expliquent le lent taux d'adoption de l'IoT par certaines villes ».

Recommandations pour combler les lacunes de l'infrastructure numérique :

- **Les gouvernements et le secteur privé peuvent travailler ensemble pour réduire le coût financier de l'IoT et du déploiement plus large de la 5G.** Cela pourrait inclure des partenariats avec les villes intelligentes, qui donneraient aux entreprises de télécommunications l'accès aux infrastructures urbaines pour le déploiement de petites cellules en échange d'un soutien aux municipalités pour leurs propres activités technologiques... Le coût des petites cellules peut être réduit de 50 % si trois entreprises partagent le même réseau.¹²⁶
- **Développer des alliances, des normes communes et des protocoles d'interopérabilité.** Des mesures sont nécessaires pour créer des normes IoT pour la connectivité, l'interopérabilité, les API, les ontologies de données, le partage des données (par exemple les services sur cloud), la protection des données personnelles et la sécurité. Les normes ouvertes sont particulièrement précieuses dans le domaine de l'IoT car elles permettent un déploiement et une adoption à grande échelle et empêchent le verrouillage.¹²⁷ Parmi les études de cas positives, on peut citer le projet SynchroniCity, qui a harmonisé des plateformes avec des interfaces et a fourni des mécanismes d'interopérabilité minimale dans 20 villes, permettant aux autorités urbaines de changer de fournisseur et aux fournisseurs de construire

et d'étendre leurs services plus facilement, selon Alex Gluhak.

- **La convergence des compétences.** Le développement de l'IoT est une entreprise pluridisciplinaire nécessitant une expertise dans le matériel technique, la science des données, la cybersécurité, la propriété intellectuelle et la réglementation. Les entreprises peuvent avoir besoin d'améliorer les compétences de leur main-d'œuvre par des cours de courte durée, des détachements et un apprentissage modulaire, explique John Barrett.

¹²⁶ A 5G manifesto for the CEO, McKinsey (2019).

¹²⁷ Advancing the Internet of Things in Europe, Eur-Lex (2019)

4. Conclusion

Le potentiel de transformation de l'IoT est évident dans tous les secteurs et toutes les régions. Tout chef d'entreprise impliqué dans la fabrication, le déplacement ou la vente d'objets doit se demander si cette technologie est adaptée à ses besoins. Ceux qui ne le font pas risquent de passer à côté d'avantages tangibles ou de prendre du retard par rapport à des concurrents qui auront réalisé des gains de productivité ou d'expérience de consommation grâce à l'IoT.

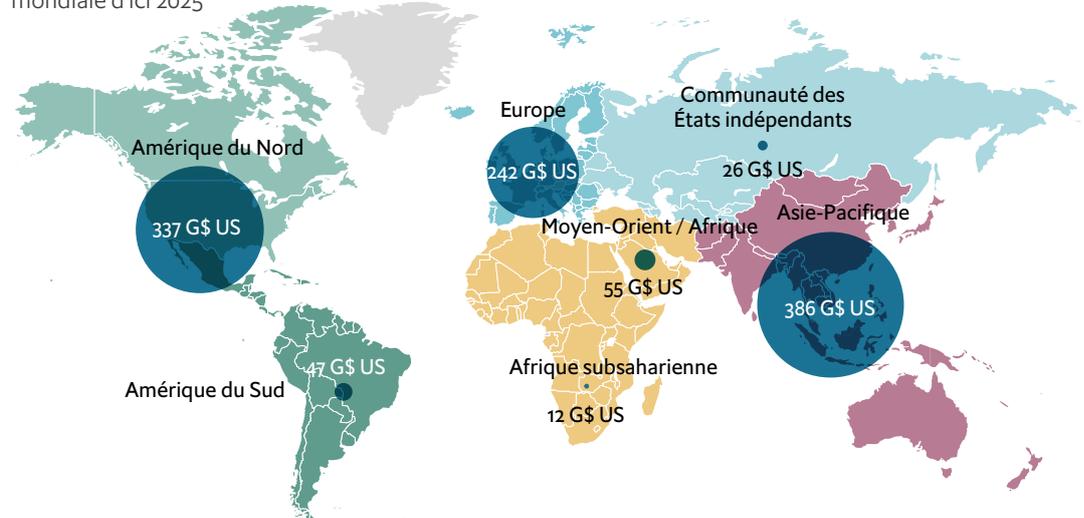
Cela ne veut pas dire que l'adoption de l'IoT est sans difficulté et toutes les entreprises ne seront pas en mesure de trouver une solution qui leur correspond, en 2020. Les entreprises doivent être conscientes des risques en matière de sécurité et de protection de la vie privée, des infrastructures nécessaires - et donc des investissements associés - et de la nécessité de se conformer à une réglementation parfois opaque. Toutefois, dans chacun de ces domaines, les obstacles perçus peuvent être plus importants que les obstacles réels, et les chefs d'entreprise doivent faire de leur mieux pour s'informer sur les moyens concrets d'atténuer ces obstacles.

Que peuvent faire les chefs d'entreprise aujourd'hui pour se préparer à la « deuxième phase de l'internet » de demain ?¹²⁸ Le message fondamental est qu'ils doivent rester proactifs :

- **Rechercher des collaborations avec des experts techniques pour comprendre comment l'IoT peut profiter à leur entreprise.** Les dirigeants doivent se tourner vers le nombre croissant d'experts dans ce domaine. Il peut s'agir d'entreprises innovantes, telles que celles présentées dans ce rapport, ou d'équipes et de groupes de travail internes spécialisés dans l'IoT.
- **Investir dans les infrastructures et les compétences numériques dans le cadre de toute nouvelle stratégie.** L'IoT est une solution dispendieuse et, dans certains cas, il faudra repenser radicalement les processus, les équipements et le personnel. Les dirigeants doivent investir en amont, notamment pour s'assurer que les composantes les plus sûrs soient utilisés tout au long du processus.

L'internet est partout

L'IoT apportera 1,1 billion de dollars US à l'économie mondiale d'ici 2025



Source: GSMA 2018

¹²⁸ How the world will change as computers spread into everyday objects, The Economist (2019)

- **Se préparer à la manière dont l'adoption de l'IoT par la concurrence pourrait perturber leur secteur.** Qu'une entreprise choisisse ou non de mettre en œuvre l'IoT, les taux d'adoption devraient augmenter au cours des prochaines années. Les secteurs qui n'ont pas encore subi de perturbations dues aux start-ups lors de la première phase de l'internet pourraient découvrir de nouvelles entreprises technologiques sur leurs marchés.

Des sources de soutien existent pour ceux qui sont inspirés par le potentiel de l'IoT mais qui ne sont pas sûrs de la méthode à suivre. Dans leurs préparatifs pour le nouveau monde de l'IoT, les chefs d'entreprise doivent se souvenir des leçons apprises lors de la première phase de l'internet : ceux qui se traînent les pieds risquent de se retrouver soudainement dans le cadre de leur propre moment Kodak.

Bien que tous les efforts aient été faits pour vérifier l'exactitude de ces informations, ni The Economist Intelligence Unit Ltd. ni le commanditaire de ce rapport ne peuvent accepter de responsabilité ou d'obligation pour la confiance accordée par quiconque à ce rapport ou à l'une des informations, opinions ou conclusions qu'il contient.

LONDRES

20 Cabot Square London,
E14 4QW United Kingdom
Tél : (44.20) 7576 8000
Fax : (44.20) 7576 8500
Courriel : london@eiu.com

NEW YORK

750 Third Avenue
5th Floor
New York, NY 10017 United
States
Tél : (1.212) 554 0600
Fax : (1.212) 586 1181/2
Courriel : americas@eiu.com

HONG KONG

1301 Cityplaza Four
12 Taikoo Wan Road Taikoo
Shing
Hong Kong
Tél : (852) 2585 3888
Fax : (852) 2802 7638
Courriel : asia@eiu.com

GENÈVE

Rue de l'Athénée 32 1206
Geneva Switzerland
Tél : (41) 22 566 2470
Fax : (41) 22 346 93 47
Courriel : geneva@eiu.com

DUBAÏ

Office 1301a
Aurora Tower
Dubai Media City Dubai
Tél : (971) 4 433 4202
Fax : (971) 4 438 0224
Courriel : dubai@eiu.com

SINGAPOUR

8 Cross Street
#23-01 Manulife Tower
Singapore
048424
Tél : (65) 6534 5177
Fax : (65) 6534 5077
Courriel : asia@eiu.com