

Louvain School of Management

Analyse de l'impact de la 5G sur les smart cities européennes

Auteur·e(s) : Carpentier David, Ho Ho Sing

Promoteur·rice(s) : Paque Bernard

Année académique 2020.-2021.

Travail de fin d'études (TFE) en vue d'obtenir un master en sciences de gestion, à finalité spécialisée

Horaire de jour

Notre parcours universitaire arrive à son terme et nous aimerions remercier toutes les personnes qui nous ont soutenus et aidés durant toutes ces années. Nous aimerions remercier nos familles pour leur soutien et leur confiance ainsi que nos amis pour les moments partagés durant ces années. Enfin, nous aimerions remercier Bernard Paque pour son temps et son aide précieuse et sans qui ce mémoire n'aurait été possible. Son expérience et ses connaissances nous ont été plus que valables pour la réalisation de ce mémoire et pour notre apprentissage personnel. Nous remercions également toutes les personnes ayant accepté de se faire interviewer.

Table des matières

Introduction	7
Partie A - Revue de littérature	9
Chapitre 1 : Concepts théoriques.....	9
1.1 Définitions Smart City.....	9
1.2 Dimensions de la smart city.....	11
1.2.1 Smart People.....	11
1.2.2 Smart Economy	12
1.2.3 Smart Mobility.....	13
1.2.4 Smart Environment.....	14
1.2.5 Smart Living	15
1.2.6 Smart Governance	16
1.3 Technologies de l'information et de la communication	18
1.4 Le haut débit mobile	20
1.4.1 Qu'est-ce que la 4G ?	20
1.4.2 Nouvelle génération : La 5G	20
1.5 Smart Economy : Productivité.....	28
1.5.1 Définition.....	28
1.5.2 Impact de la 5G sur la productivité	29
1.6 Internet of Things	30
Chapitre 2 : Analyse SWOT de la 5G dans les smart cities	33
2.1 Forces.....	34
Connectivité de haute qualité	34
Contribution économique	34

Complémentarité avec les autres technologies de la Smart city.....	36
2.2 Faiblesses.....	38
Coûts onéreux pour l’infrastructure.....	38
Contraintes légales.....	39
Nécessité d’adapter la technologie existante (smartphone).....	40
Fracture numérique.....	40
2.3 Opportunités	41
Stimule l’innovation	41
Évolution de la demande	42
2.4 Menaces	42
La désinformation.....	42
Impact sur la santé	43
Cyberattaque.....	44
Chapitre 3 : Stakeholder Analysis	45
Rappel théorique.....	45
Stakeholder analysis de la 5G dans les smart cities.....	46
Partie B – analyse pratique	56
Chapitre 1 : Méthodologie de recherche.....	56
Arriver à une question de recherche	56
Classement des smart cities de l’IMD	56
Choix de l’étude.....	57
Chapitre 2 : Diamant de Porter des 3 villes.....	60
Rappel théorique.....	60
Amsterdam.....	62
Berlin	64

Marseille	67
Point sur les trois smart cities	70
Chapitre 3 : Stakeholder analysis des trois smart cities.....	73
3.1 Matrices des stakeholders des smart cities	74
3.1.1 Amsterdam.....	74
3.1.2 Berlin	75
3.1.3 Marseille	77
3.2 Point sur les trois smart cities	78
Chapitre 4 : Analyse par scénarios	80
4.1 Identification des facteurs clés et leurs états possibles.....	80
4.1.1 Adoption de la population entière	80
4.1.2 Productivité.....	81
4.1.3 Maladie sur le long terme	81
4.1.4 Déploiement de la 5G sur des fréquences à ondes millimétriques sur l'ensemble du territoire	82
4.2 Priorisation des facteurs clés	83
4.3 Combinaison des facteurs priorités et description des scénarios	83
4.3.1 Pas d'adoption de la 5G par la population et croissance de la productivité en peu de temps (dans la même année).....	84
4.3.2 Pas d'adoption de la 5G par la population et croissance de la productivité après un long moment (après plus d'un an)	84
4.3.3 Adoption de la 5G par la population et croissance de la productivité en peu de temps (dans la même année).....	84
4.3.4 Adoption de la 5G par la population et croissance de la productivité après un long moment (après plus d'un an)	85
4.4 Scénarios par rapport aux 3 Smart Cities	85

4.4.1 Amsterdam.....	85
4.4.2 Berlin	87
4.4.3 Marseille	88
4.4.4 Informations applicables aux 3 smart cities	90
4.5 Conclusion des scénarios.....	92
Limites de l'analyse.....	94
Conclusion.....	95
Point de vue personnel.....	97
Bibliographie	100
Annexes	122
Annexe 1	122
Annexe 2.....	130
Annexe 3.....	133
Annexe 4.....	141

Introduction

Les villes du monde entier évoluent et leurs impacts sur l'environnement grandissent avec elles. Une des réponses de ces villes à cette problématique est de construire de plus de routes et de fournir des services loin des lieux de résidence. Cependant, elles ne tiennent pas compte de leur empreinte environnementale. Il y a un besoin de ville qui doit satisfaire les besoins et relever de nombreux défis urbains pour régler notamment les problèmes de surpopulation et de l'épuisement des ressources (Vein, 2017). Ces villes sont plus communément appelées les smart cities. Selon le parlement européen, l'Europe comptait jusqu'à 240 smart cities en 2017 (Euractiv, 2017). Aujourd'hui, ce nombre est supérieur mais l'existence d'une multitude de définitions possibles pour les smart cities fait que toutes leurs caractéristiques se distinguent par la définition qu'elles ont utilisé (Mkrtychev et al., 2018). C'est pourquoi, chacune des villes européennes peut être smart à sa manière.

Par ailleurs, une nouvelle technologie de télécommunication a commencé à faire son apparition, celle-ci n'est autre que la 5G. D'un côté, beaucoup d'entreprises technologiques la considèrent comme une technologie révolutionnaire, une technologie qui va transformer la vie quotidienne (DELL, 2021; IBM, 2019). Certains professionnels et géants de la télécommunication tels que Agoria, Ericsson et Nokia, pensent même que c'est la technologie indispensable à la relance économique d'après crise covid. D'un autre côté, la 5G a été sujet à beaucoup de débats notamment concernant les inquiétudes quant aux problèmes de santé qu'elle pourrait engendrer.

La 5G est perçue comme une des solutions pour une meilleure connectivité et performance au sein des smart cities. Grâce à cette technologie, elle pourra proposer de nouveaux services connectés plus performants. Par conséquent, ce mémoire vise à étudier l'impact de cette nouvelle technologie pour le développement des smart cities.

Le mémoire est organisé comme suit : dans un premier temps, ce mémoire décrit la vision de quelques auteurs sur le concept de smart city. Ensuite, ce mémoire expliquera l'essence même de la 5G et la façon dont elle est déployée dans les villes. L'objectif de celui-ci est de déterminer quels impacts la 5G aura sur différentes dimensions d'une smart city en Europe.

L'idée est d'analyser la 5G sous tous ses angles, en utilisant différents concepts stratégiques, et d'identifier à quel degré elle va influencer ces dimensions. En ce qui concerne la seconde partie de cette recherche, trois smart cities européennes seront analysées pour déterminer si la 5G a un impact différent sur leur niveau de compétitivité et sur leurs parties prenantes. Ces analyses seront complétées par des informations plus générales collectées auprès d'experts dans le domaine. Enfin, la dernière section de ce mémoire est consacrée à l'analyse de différents scénarios possibles dans chacune de ces villes européennes. Ces scénarios identifiés permettront aux industries et entreprises de se préparer à de telles éventualités.

Partie A - Revue de littérature

Chapitre 1 : Concepts théoriques

1.1 Définitions Smart City

Il n'existe pas de définition universelle pour décrire ce type de ville. Le concept de Smart City est abstrait et diffère d'une ville à l'autre puisque la perception d'une smart city et de la ville du futur n'est pas la même. Certains experts dans le domaine ont tenté d'apporter leur définition, certaines se rejoignent sur le fond mais aucune n'est identique.

Pour le professeur Giffinger et al., une smart city se définit comme étant une ville efficace, moderne et progressiste par son ouverture vers l'avenir et ses performances dans les différentes catégories suivantes : l'économie, la population, la gouvernance, la mobilité, l'environnement et la vie. Celle-ci est établie sur *“une combinaison intelligente de dotations et d'activités de citoyens décidés, indépendants et conscients”* (Giffinger et al., 2007).

Selon Woods et Goldstein, une smart city fait référence à la considération et l'insertion des technologies dans une analyse stratégique *“de la durabilité, du bien-être des citoyens et du développement économique”* (Woods & Goldstein, 2014).

Harrison et al. voient plutôt une smart city comme une région urbaine qui récolte et utilise des données opérationnelles propres à la ville pour optimiser et améliorer ses services. Par exemple, les données en termes d'embouteillage, les taux de consommation d'énergie, des données liées à la sécurité publique (criminalité), etc (Harrison et al., 2010).

D'après Komninos, il s'agit plutôt de zones territoriales ayant un haut potentiel et une aptitude croissante pour l'apprentissage et l'innovation, mettant au centre la créativité de ses citoyens, la création de savoirs de ses institutions et reposant sur une communication et une gestion des connaissances complètement digitalisée au niveau de l'infrastructure (Komninos, 2009).

Selon Gil-Garcia et al., la smart city est *“un concept multidimensionnel et multi facettes et, par conséquent, la validité de la prétention d'une ville à être intelligente doit être évaluée sur la base de toutes les composantes de ce cadre : services publics, administration et gestion de la ville, politiques et autres dispositions institutionnelles, gouvernance, engagement et collaboration, capital humain et créativité, économie de la connaissance et environnement favorable aux entreprises, environnement bâti et infrastructure urbaine, environnement naturel et durabilité écologique, TIC et autres technologies, données et informations”* (Gil-Garcia et al., 2015).

Selon la Commission européenne, une smart city reflète un endroit qui, à l'aide des solutions technologiques, est caractérisé par des réseaux et des services traditionnels plus efficaces pour le bien-être de ses habitants et ses entreprises. Elle met en avant une utilisation optimale de ses ressources et une minimisation de ses émissions de gaz à effets de serres à travers des réseaux de transport urbain plus intelligents, une meilleure gestion de l'approvisionnement en eau, de meilleures installations pour l'élimination des déchets et également un meilleur système de chauffage et d'éclairage pour les bâtiments. De plus, la smart city se présente comme une ville plus interactive et réactive avec un haut niveau de sécurité et de satisfaction des besoins des citoyens (Commission européenne, s. d.).

Enfin, le centre d'expertise de HEC Liège connu sous le nom de Smart city Institute, définit quant à eux une smart city comme *“un écosystème de parties prenantes (gouvernement local, citoyens, associations, entreprises multinationales et locales, universités, centres de recherche, institutions internationales, etc.) engagé dans un processus de transition durable (vision stratégique et/ou projets innovants concrets), sur un territoire donné (urbain ou plus large), en utilisant les nouvelles technologies (numériques notamment) comme facilitateur, pour atteindre ces objectifs de durabilité (développement économique, bien-être social et respect environnemental)”* (Nguyen et al., 2017).

1.2 Dimensions de la smart city

Selon Giffinger, une smart city ou une ville traditionnelle ayant pour ambition de se développer vers une smart city se présente de plus en plus comme une ville incluant ces six dimensions clés de développement (Giffinger et al., 2007) : smart people, smart economy, smart mobility, smart environment, smart living et smart governance (Figure 1).

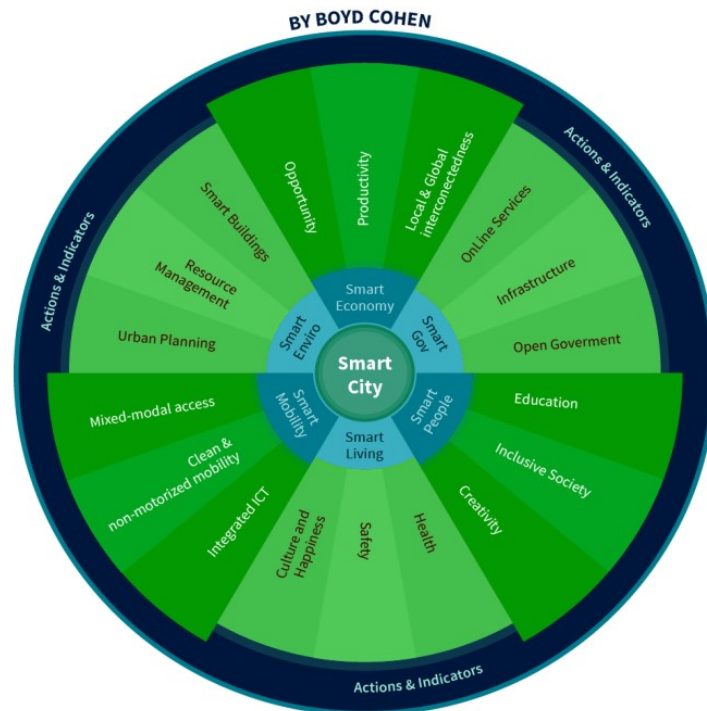


Figure 1 Smart City Wheel (Soe, 2017)

1.2.1 Smart People

Selon Catherine Nguyen et al., la dimension smart people est atteinte par l'utilisation de nouvelles technologies dans le but d'améliorer la gestion des connaissances et le capital social. Plus précisément, cela correspond à un meilleur niveau, un meilleur accès à l'enseignement et à la formation. Tout cela dans un cadre de tolérance qui permet une multiculturalité et des liens entre les écosystèmes locaux et globaux (Nguyen et al., 2017).

Le fondement de cette dimension est le social et le capital humain à travers un meilleur niveau de qualification, le développement d'une affinité pour l'apprentissage tout au long de la vie,

la pluralité sociale et ethnique, la flexibilité, la créativité, le multiculturalisme, le cosmopolitisme et l'ouverture d'esprit ainsi que la participation dans la vie publique (Giffinger et al., 2007).

De plus, la dimension smart people représente une catégorie de personnes ayant un haut niveau d'Indice de Développement Humain ainsi qu'un mode de vie sain grâce à un excellent système d'éducation et de santé au sein de la smart city. En effet, les universités et écoles sont incluses à tous les niveaux de la vie urbaine et les travailleurs offrent un service de qualité et font partie des meilleurs dans leur travail. La smart city a une grande faculté à attirer du capital humain, surtout des travailleurs intellectuels. Par conséquent, elle détient un grand nombre de travailleurs avec un haut degré de qualification ainsi qu'un grand nombre d'experts dans leur domaine (Kumar & Dahiya, 2017).

Cependant, les descriptions de cette dimension ne prennent pas en compte l'égalité des sexes, même si ce sujet est traité de manière sérieuse par des organisations comme les Nations Unies, l'OCDE et l'Union européenne. Cependant, l'égalité des sexes n'est pas perçue comme pertinente partout dans le monde, notamment à cause d'une résistance culturelle et des stéréotypes de genre. C'est pourquoi, il est important pour le bon fonctionnement et développement d'une smart city de sensibiliser les politiciens et les fonctionnaires à cette cause (Nesti, 2019).

1.2.2 Smart Economy

Une smart economy se réfère à une remodelisation des modèles économiques, de nouveaux principes économiques de la ville en faveur d'une compétitivité économique durable. La dimension smart economy fait de l'innovation un point incontournable de la ville et encourage l'interconnexion entre les milieux économiques locaux et globaux (Nguyen et al., 2017).

La smart economy est fondée sur le niveau de compétitivité de la ville en mettant l'accent sur un esprit innovant, sur l'entrepreneuriat, sur une image économique de marque, un haut

niveau de productivité au sein de la ville, la flexibilité du marché du travail, une intégration internationale et une capacité à se transformer (Giffinger et al., 2007).

D'après Kumar, une smart city soutient l'économie de partage et la transparence et suit la stratégie : penser au niveau local, agir au niveau régional et être compétitif au niveau mondial. Pour atteindre une telle dimension, il faut exceller dans la productivité, un marché de l'emploi caractérisé par un haut niveau de flexibilité et qui propose de nombreuses possibilités de travail. La smart economy est également marquée par une large diversification mettant en évidence l'entrepreneuriat et l'innovation et garantissant une croissance économique et assurant les moyens de subsistance pour les citoyens. De plus, investir dans la conception d'une smart city permet de favoriser le tourisme, qui est un accélérateur économique pour la ville. Une smart city est pleine de ressources et peut compter sur son ingéniosité pour tirer le meilleur parti de ses capacités. Les habitants de la ville s'efforcent de gérer durablement les ressources naturelles, ils sont conscients que sans cela, l'économie ne se porterait pas éternellement bien. C'est pourquoi, dans l'objectif de préserver son attractivité et sa compétitivité au niveau mondial, la smart economy prône une manière de penser tournée vers l'avenir, l'innovation, des politiques économiques avec une envergure mondiale (Kumar & Dahiya, 2017).

1.2.3 Smart Mobility

Une mobilité intelligente, représente les moyens de transport durable (soucieux de l'environnement et de la gestion énergétique), moderne à travers l'utilisation des dernières technologies présentes sur le marché et faisant partie d'un système de transport tourné vers les transports collectifs ainsi que les options multimodales (Nguyen et al., 2017).

Le transport et les TIC sont au cœur de la smart mobility car cette dimension veut de la ville une accessibilité au niveau local ainsi qu'à l'échelle nationale et internationale. Cette catégorie considère également la disponibilité des infrastructures de technologie de l'information et de la communication ainsi qu'un système de transport sûr, innovant et durable (Giffinger et al., 2007).

Soucieux de l'impact écologique, la smart city préconise la mobilité des personnes, en privilégiant la marche et le vélo à travers des infrastructures parfaitement conçues pour ces types de déplacement, plutôt que la mobilité des véhicules à moteur. La ville gère parfaitement la congestion et offre un excellent réseau de transport en commun permettant une mobilité rapide pour les citoyens (métro, stations de trains à grande vitesse, etc.). En effet, la smart city dispose d'une mobilité variée et innovante reposant sur un système sophistiqué reliant les zones résidentielles, les lieux de travail, les zones de loisirs et les stations de transport telles que les gares, aéroports, etc (Kumar & Dahiya, 2017).

1.2.4 Smart Environment

Un smart environment fait référence à la gestion environnementale de la ville qui se veut consciente et qui assure la durabilité de ses ressources naturelles et patrimoniales. Pour atteindre cet objectif de ville durable et non-polluante, la smart city passe par l'exploitation des nouveaux types d'énergie verte et renouvelable et nécessairement par l'utilisation de solutions à la pointe de la technologie pour optimiser la gestion énergétique et sa production (Nguyen et al., 2017).

Cette dimension met en évidence la capacité à gérer les ressources naturelles à travers la protection de l'environnement, la réduction de la pollution, la gestion des ressources durables et l'attractivité des conditions naturelles (Giffinger et al., 2007).

Selon Kumar, ce concept fait de la smart city une ville propre et qui attribue une importante place à la protection de l'environnement, l'écologie et la biodiversité. Il soutient la résilience face au changement climatique et a pour objectif de gérer et préserver au mieux ses ressources naturelles. L'environnement d'une smart city est également composé d'une abondance d'espaces verdoyants qui stimulent les interactions sociales et les loisirs. Il permet de bénéficier d'une société inclusive et cohésive et de ses bienfaits sur le niveau de la santé physique, sociale et psychologique de la population. La ville dispose d'un système efficace et sophistiqué pour la gestion des eaux tels que la gestion optimale de l'approvisionnement en eau, la minimisation du gaspillage et de la surconsommation en eau mais également le

traitement des eaux usées (réutilisation), le drainage naturel, les crues et inondations, etc. La smart city est également connue pour son excellent système de gestion des déchets, garantissant une optimisation de toutes les étapes de gestion des déchets tels que la récolte, le transport, le recyclage, la réutilisation et l'élimination. En plus de soutenir la gestion énergétique et la construction de bâtiments écologiques et de quartiers durables, la smart city dispose également d'un système de contrôle pour la pollution de l'air et d'assainissement de l'air (Kumar & Dahiya, 2017).

Masdar City est un exemple de smart city selon Madakam & Ramaswamy. Ceux-ci se basent sur les huit aspects clés de Frost & Sullivan. Cette ville promeut le smart environment en réduisant la consommation d'énergie, d'eau et la création de déchets. Cela s'illustre en partie par des compteurs d'eau intelligents et par des appareils très efficaces qui conservent l'énergie en réduisant au total la consommation de 40% (UAE, s. d.). Les auteurs s'attendent aussi à ce que la smart city ait une écologie zéro-carbone et zéro-déchets notamment grâce à des projets d'énergie propre de type solaire ou éolienne comme le Masdar Clean Energy. (Madakam & Ramaswamy, 2016).

1.2.5 Smart Living

Le smart living fait référence aux dispositions prises par l'organisation pour assurer une meilleure qualité de vie à travers une vie saine et où la sécurité de la ville est de mise. Le comportement des citoyens est également au centre de cette dimension à travers des habitudes de vie devenues plus intelligentes, ainsi qu'une transformation des manières de penser, de consommer, etc (Nguyen et al., 2017).

Cette dimension centrée autour de la qualité de vie des citoyens, couvre plusieurs subdivisions telles que les installations culturelles de qualité, les conditions de santé, la sécurité individuelle, des logements de qualité, des installations de qualité pour l'éducation, l'attractivité touristique et la cohésion sociale (Giffinger et al., 2007).

C'est pourquoi la dimension smart living d'une smart city fait référence à une ville reposant sur des valeurs fortes et partagées par les citoyens. Elle accorde aussi une place importante à la nature, le patrimoine, l'histoire et la culture dans la ville (Kumar & Dahiya, 2017).

Par exemple, le cas des smart homes fait référence à la domotique qui a pour but d'améliorer la qualité de vie des citoyens à leur maison par l'utilisation de nouvelles technologies. En effet, les maisons intelligentes permettent d'améliorer la qualité de vie à travers un meilleur bien-être, un gain en confort et un gain en temps (Rao & Prasad, 2018).

Toutefois, dans les smart cities de Barcelone et Dubrovnik, le tourisme est un accélérateur économique mais cela au détriment de la population locale en termes d'augmentation du coût de vie. Martin et al. ont montré par une analyse que dû au grand nombre de touristes dans la ville, il y avait une augmentation des coûts des loyers et d'alimentation ce qui affectait également les locaux (Abbasian et al., 2020). Cela a donc un impact négatif direct sur leur qualité de vie. Abbasian indique également que ce tourisme de masse crée des dégâts sur des monuments culturels ainsi que l'héritage culturel (Abbasian et al., 2020). Selon l'historien économique et spécialiste du tourisme, Rafael Matos-Wasem, la ville de Dubrovnik a imposé un quota sur le nombre de touristes et a limité à 8000 touristes sur le territoire pendant le même créneau horaire afin de solutionner ce problème. Quant à la ville de Barcelone, elle agit plutôt dans la régulation des hébergements en limitant l'offre des lits pour les touristes afin de contrôler l'augmentation du prix des loyers et réduire l'invasion touristique. Ada Colau, Maire de Barcelone, a dirigé ce plan de contrôle du flux touristique notamment en proposant la localisation de nouveaux logements comme Airbnb uniquement dans certaines zones de la périphérie afin de désencombrer le cœur de la ville et revitaliser les commerces de ces zones en bordure (Andres, 2018).

1.2.6 Smart Governance

Le concept de smart governance fait référence à tous les services et interactions incluant toutes les institutions de la ville qu'elles soient publiques, rivées et civiles et qui, grâce aux

nouvelles technologies, optimisent le mécanisme de décision en le rendant plus transparent et ouvert (Nguyen et al., 2017).

La smart governance repose sur la participation et inclut les citoyens dans la prise de décision, tous les habitants possèdent de ce fait un pouvoir politique. La ville propose des services publics et sociaux de qualité et se bat pour une gouvernance transparente et sans corruption (Giffinger et al., 2007).

Kumar ajoute que la gouvernance d'une smart city a pour caractéristique d'être responsable, réactive et transparente. Elle repose également sur un système participatif de prise de décision, conception de politiques, de planification, de budgétisation, etc. En effet, son système politique participatif permet aux citoyens d'être tenus au courant de toutes les informations liées à la gestion de la ville et d'avoir son mot à dire dans les stratégies de développement. La smart city se veut conviviale et élabore donc des stratégies, perspectives claires et durables. Elle base son développement selon tous les aspects sociaux, environnementaux et économiques (Kumar & Dahiya, 2017).

Le citoyen occupe une place importante dans la smart city. Selon l'organisation de coopération et de développement économique, afin d'améliorer le rapport entre le gouvernement et les citoyens, ces trois piliers sont à prendre en compte : l'information, la consultation et la participation active. L'information consiste à laisser libre accès aux citoyens, les informations à propos des projets de politiques publiques via les archives publiques, sites internet officiels, etc. La consultation fait référence au fait que le gouvernement récolte les ressentis, effectue un recensement de la population et obtient l'opinion des citoyens par rapport aux politiques publiques à travers différentes enquêtes. Enfin, la participation active fait référence au fait que les citoyens participent à la prise de décisions et à l'élaboration de politiques publiques à travers la proposition d'alternatives et de solutions aux enjeux publics. Cependant, même si le gouvernement place de l'importance dans la participation des citoyens, il détient tout de même toutes les responsabilités et le pouvoir décisionnel concernant les mesures. Les citoyens participent à travers des groupes de discussions, événements, etc. Cette prise en compte du citoyen dans la gouvernance de la

ville permettra d'améliorer la qualité des politiques publiques ainsi que renforcer la confiance des citoyens pour son gouvernement et assurer la démocratie (OCDE, 2002).

1.3 Technologies de l'information et de la communication

Il n'y a pas de définition universelle concernant ces technologies mais toutes les définitions se ressemblent. Selon l'union des télécommunications internationales (ITU), les technologies de l'information et de la communication correspondent à la manipulation et la communication d'informations par les télécommunications modernes qui ont évolué en utilisant la technologie informatique avec une augmentation des communications entre les ordinateurs qui dépendent de l'infrastructure de télécommunication (ITU, 2010). Tandis que l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) voit les TIC comme une branche plus large que la technologie de l'information et la définit par l'ensemble des technologies de médias à savoir, l'audio-visuel, les réseaux téléphoniques et informatiques. En d'autres termes, ce sont les services et applications qui permettent d'accéder, récupérer, stocker, transmettre et manipuler des informations de manière digitale comme par exemple Internet, les réseaux sans fils, les téléphones, les ordinateurs, les logiciels, les visioconférences et le réseautage social (FAO, s. d.).

Selon Barrionuevo et al., les technologies de l'information et de la communication ont comme objectif final d'améliorer la qualité de vie des personnes. Elles permettent également aux smart cities d'ouvrir de nouvelles dimensions au développement urbain (Barrionuevo et al., 2012). Yeh avance aussi que les infrastructures des TIC, en améliorant l'économie, l'implication des citoyens et l'efficacité du gouvernement, fournissent une croissance urbaine et sociale (Yeh, 2017).

Neirotti et al. ajoutent que l'implémentation des TIC est nécessaire dans l'amélioration du développement durable des réseaux énergétiques, de la gestion des ressources naturelles, des eaux et des déchets, de l'environnement, du transport, de la mobilité et de la logistique. De plus, leur implémentation permet aussi d'empêcher et de diagnostiquer des maladies et par conséquent fournir des services de santé (Neirotti et al., 2014).

Plusieurs économistes considèrent les infrastructures de bande passante comme ayant une influence positive directe et indirecte sur la croissance économique. Tandis que d'autres vont encore plus loin en disant qu'une croissance économique requiert ces infrastructures pour qu'elles puissent bénéficier du développement d'autres infrastructures telles que l'éducation et le transport d'après Koutroumpis (Koutroumpis, 2009). Thompson et Garbacz ont quant à eux, trouvé que grâce à une bonne infrastructure de TIC, il y a des impacts directs comme la création d'emploi, des économies dans les transactions ainsi que l'éducation sur la croissance économique. En tant qu'impact indirect, ils y voient une meilleure productivité, des externalités du réseau, des informations de tiers plus accessibles, des effets positifs sociaux, une stabilité politique et une liberté économique (Thompson & Garbacz, 2008). Une étude de Pradhan et al., les résultats ont montré qu'il était important d'étendre et d'améliorer l'infrastructure des TIC pour renforcer la croissance économique au vu de leur capacité à stimuler la communication au sein des entreprises et à aider à la prise de décision (Pradhan et al., 2018).

D'après trois classements de smart cities, le classement de Giffinger des villes moyennes européenne, la smart city wheel, et l'enquête sur les smart cities en EU28 par le parlement de l'union européenne, les indicateurs de TIC ne comptent que pour une partie pour déterminer la place d'une ville dans le classement de Giffinger. En effet, ceux-ci ne sont pas considérés comme une composante transversale d'une smart city. Tandis que dans les deux autres classements, les TICs ont une grande place dans les initiatives et les projets de la smart city (Dameri, 2016).

Selon l'analyse de Dameri, ces technologies jouent un rôle central car elles sont présentes dans tous les aspects de ces smart cities. Elles sont utilisées dans de multiples initiatives, par exemple dans la smart mobility où elles vont récolter, traiter et répandre des informations concernant le trafic mais vont aussi implémenter des systèmes de transport intelligents. Dans la smart energy, où elles vont être utilisées pour gérer et automatiser la production et la consommation d'énergie en réduisant de manière optimale la pollution et les déchets. Cependant, malgré ce rôle important, il n'est pas exclusif. Étant donné la multitude de

définitions possibles pour la smart city, le degré d'importance des TICs varie en fonction de la vision de la ville par les auteurs et des choix spécifiques qu'une ville a décidé de faire en fonction de sa stratégie (Dameri, 2016).

1.4 Le haut débit mobile

1.4.1 Qu'est-ce que la 4G ?

Également appelée la Long Term Evolution (LTE), la 4G correspond à la quatrième génération des standards pour la téléphonie mobile. Celle-ci est la technologie qui succède à la 2G et la 3G. Ce service premièrement lancé à Stockholm et à Oslo permet comme ses prédécesseurs de naviguer sur le web sur votre téléphone, tablette ou ordinateur portable mais de manière plus rapide (Haverans, 2021). En effet, la 4G offre une vitesse 5 à 7 fois supérieure à la 3G pouvant arriver à une vitesse de 150 Mbps, elle est également plus fiable en termes de latence car elle réduit ces latences d'en moyenne 80 millisecondes pour la 3G à environ 45 millisecondes pour la 4G (4g.co.uk, s. d.). Selon le rapport des associations mondiales de fournisseurs de services mobiles, la 4G connaît un succès mondial avec 5,8 milliards d'abonnements et un total de 62% de la population mondiale utilisant la 4G (GSA, 2021). Afin que le monde entier utilise la même technologie, il existe un projet de collaboration 3GPP constitué de plusieurs organisations de standard de télécommunications qui est chargé d'uniformiser, maintenir et développer la technologie sans fil à grande vitesse (Thales, 2021).

1.4.2 Nouvelle génération : La 5G

1.4.2.1 Définition

La 5G est la dernière génération en date et est considérée comme successeur de la 4G. Cette génération poussera la technologie plus loin en surpassant ses prédécesseurs par une vitesse de 10 à 100 fois supérieure à la 4G avec une vitesse d'environ 1 milliseconde (Fafard, 2021). La 5G est également capable de transmettre 1000 fois la capacité de la 4G et peut atteindre de très hautes fréquences, de 30 à 100GHz via les bandes millimétriques. En utilisant ces dernières, la 5G possède une capacité de 10Gb par seconde (Chouayakh, 2020). Concernant

sa conception, elle a été conçue pour supporter une connexion virtuelle et simultanée entre toutes personnes, machines, objets et appareils (Qualcomm, 2017).

En plus de l'utilisation principale de la 5G pour un accès à une connexion internet rapide, Nokia a déterminé cinq secteurs pouvant majoritairement profiter de la 5G à savoir, les vidéos de surveillance et de détection, les équipements et appareils connectés, les accès sans-fil fixes, les véhicules connectés et les expériences immersives (Sbeglia, 2020). En 2019, le premier pays à avoir introduit le premier réseau 5G fut la Corée du Sud suivi par les Etats-Unis (Li & Park, 2019). En mars 2021, la 5G est présente dans 1336 villes du monde, 341 venant de la Chine, 279 des États-Unis, 85 de la Corée du Sud, 54 du Royaume-Uni, 53 de l'Espagne et 27 autres pays (Help Net Security, 2021).

Sur la figure 2 ci-dessous, GSMA prédit que 34% de la Terre sera couverte géographiquement par la 5G et que le nombre de connexions à la 5G atteindra le seuil de 1 milliard en 2024 et 1,35 milliards l'année suivante (GSMA,).

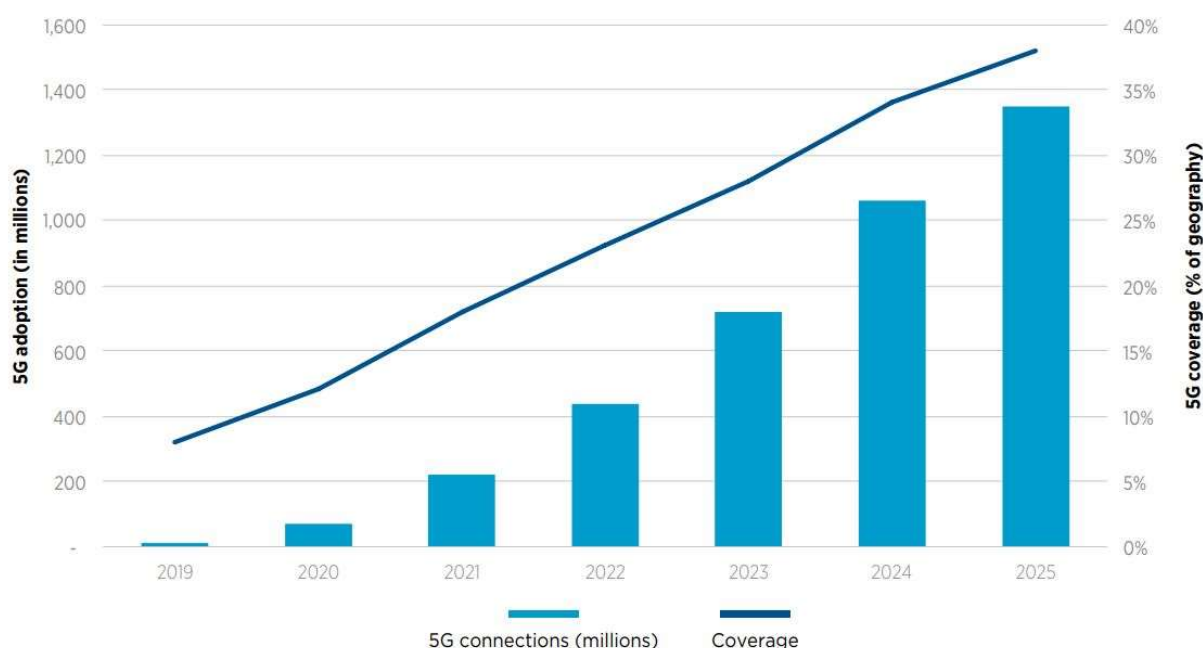


Figure 2 Couverture et adoption pour la 5G (GSMA, 2019b)

Dans le Hype Cycle de Gartner de 2019 pour les technologies émergentes, la 5G se retrouve dans la phase du pic des attentes exagérées (voir figure 3). Cette phase signifie que la 5G suscite trop d'enthousiasme et a des projections irréalistes, les médias ont souligné les succès de la 5G malgré les revers également présents (O'Neill, 2019). Il lui faudra également entre 2 et 5 ans pour atteindre son plateau de productivité, cela signifie qu'arrivée à ce plateau, la technologie sera de plus en plus adoptée et que la technologie portera ses fruits sur un large marché (Gartner, s. d.)

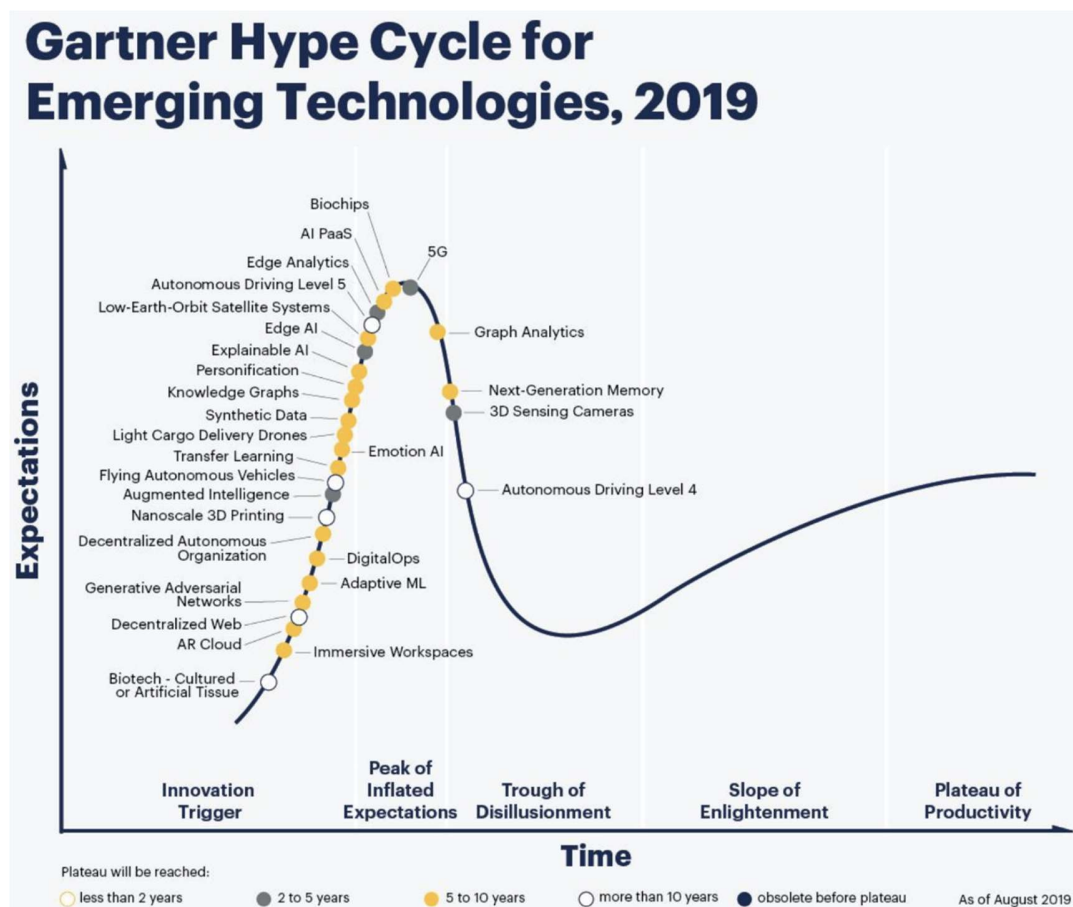


Figure 3 Cycle de hype de Gartner pour technologies émergentes(Saracco, 2019)

1.4.2.2 Architecture

La 5G se base sur une architecture nommée Radio Access Network (RAN) qui utilise des fréquences radio pour fournir une connectivité sans-fil aux appareils mobiles (Schwaderer, 2019). Concernant la couverture et la capacité de la 5G, plus la fréquence est élevée et plus elle peut transporter de données. Cependant, plus elle est faible, plus elle peut aller loin. En effet, la 5G va opérer sur trois types de bandes de fréquence, la première est celle de haute

fréquence et varie de 24 GHz à 100 GHz. Cette haute fréquence lui permet alors d'échanger beaucoup d'informations mais ne lui permet pas de franchir les obstacles (Remmert, 2021). Ces ondes de hautes fréquences sont appelées les ondes millimétriques, le volume de données échangées peut atteindre jusqu'à 10Gb par seconde. Le deuxième type de bande de fréquence correspond à la fréquence moyenne qui est de 2 à 6 GHz, elle permet de couvrir plus de terrain mais est moins puissante. La dernière est la plus basse des fréquences et se situe en dessous des 2 GHz. Elle permet à la 5G d'atteindre les endroits plus reculés, cette bande de fréquence étant également utilisée par la 4G, la 5G fournira des performances similaires à cette dernière (Remmert, 2021). Une telle couverture de la 5G est illustrée en Figure 4. Pour pallier le problème de portée et de potentiels obstacles physiques, les opérateurs mobiles mettent en place des small cells qui serviront de stations de relais. Malgré leur capacité à ne servir qu'une petite zone géographique, elles permettent d'étendre la portée du réseau et de garantir une bonne qualité de service (ITU, 2018).



Figure 4 Conception et planification de la 5G (Remmert, 2021)

1.4.2.3 Écosystème

Selon Galal et O'Halloran, l'écosystème de la 5G apportera une transformation durable aux différents domaines d'une smart city. Les principales composantes qui composent cet

écosystème sont le spectre, les infrastructures, la sécurité, les appareils et les services (Galal & O'Halloran, 2020).

- Spectre

Le spectre correspond à l'essence de la 5G parce que sans cela, les réseaux 5G et les appareils ne peuvent opérer. Ce sont généralement les opérateurs mobiles qui vont occuper les bandes de fréquence. Il est important de bien allouer les bandes de fréquence sous licence et que les opérateurs et le gouvernement collaborent afin d'être les meilleurs en termes d'innovation 5G (GSMA, 2020).

- Infrastructures

Les macro cells, small cells et les tours RAN sont les principales infrastructures de la 5G. Les small cells serviront à aider dans les zones où les macro-cells n'ont pas la capacité de gérer seules, comme celles qui sont bondées, afin de fournir une connexion continue et un service de qualité. Tandis que les tours RAN permettront d'atteindre les zones moins peuplées avec moins d'infrastructures pour que la 5G puisse opérer sur des plus basses bandes de fréquence. Ce type d'infrastructure permet de couvrir plus de terrain mais en transmettant moins de données (OmniSci, s. d.).

- Sécurité

Pour éviter une fuite de données lors d'un stockage, d'une transmission ou d'un accès aux données, il est important que la sécurité concernant la 5G soit très solide. Cette technologie pourrait transférer des données très personnelles comme par exemple des informations sur la santé. C'est pourquoi, un groupe de la 3GPP nommé System Aspects est chargé du design d'une structure sécurisée et similaire pour tous. C'est sur ces principes que vont se baser les différentes organisations telles que 5GPPP, ETSI, China's Future Mobile Communications Forum, Nokia et d'autres pour proposer leur propre architecture de sécurité (Ji et al., 2018).

- Appareils

Il est nécessaire que les producteurs de téléphones et leurs accessoires créent de nouveaux téléphones parce que les appareils existants ayant accès à la 4G ne sont pas compatibles à la 5G. De plus, ceux-ci doivent être capable de fournir de plus grosses performances pour répondre aux futurs besoins de la 5G comme de nouvelles potentielles utilisations ou de nouveaux modèles d'entreprise (Galal & O'Halloran, 2020).

Cet écosystème va impacter positivement l'économie et le social, notamment par une hausse de l'embauche, des profits et des investissements. Au niveau social, les dimensions de la santé, de l'éducation, du climat, des économies d'eau et d'énergie et du tri des déchets seront également influencés positivement (Galal & O'Halloran, 2020).

1.4.2.4 De la 4G à 5G

La transition de la 4G à la 5G offrira en premier lieu une amélioration considérable de la vitesse de connexion à internet, moins de latence ainsi qu'une plus grande capacité de transport d'informations (Muller, 2021).

Selon un rapport de GSMA Intelligence, environ \$1.1 billions seront investis par les opérateurs entre 2020 et 2025 dans la téléphonie mobile et plus précisément 80% dans les réseaux 5G. Les revenus générés par l'IoT vont tripler à \$1.1 billions notamment par la production de nouveaux objets connectés. Principalement grâce à l'IoT et les services de 5G, l'industrie verrait ses revenus augmenter de 1% par an jusqu'en 2025 (GSMA, 2020).

La connectivité intelligente apportée par la 5G sera un acteur principal socio-économique dans la quatrième révolution industrielle avec une valeur économique mondiale de \$13 200 milliards en 2035 (Galal & O'Halloran, 2020).

La 5G va arriver avec de nouvelles opportunités d'entreprise, elle va être un moyen pour les organisations de retravailler leur modèle d'entreprise que ce soit au niveau entreprise à consommateur (B2C), entreprise à entreprise (B2B) et entreprise à gouvernement (B2G) (Elayoubi et al., 2017).

D'un point de vue de consommateur, la 5G permettra une communication encore plus poussée que la 4G. Celle-ci donnait déjà l'occasion de partager ses pensées et idées sur appareil mobile à travers des messages, des images, des vidéos et de la musique. Mais la 5G va davantage plus loin en offrant une communication encore plus riche, donnant l'opportunité aux humains de partager des expériences et émotions plus immersives. Au fur et à mesure, les machines prendront de plus en plus de place dans la partie cognitive de l'esprit humain ce qui lui permettra de se reconcentrer sur des choses qui ont plus de valeur (Holt & Rivett, 2018).

1.4.2.5 Fréquences sous licence pour la 5G

Pour avoir accès à la 5G, il est requis d'avoir une certaine permission afin d'accéder aux fréquences de cette génération. Étant demandées par beaucoup d'opérateurs mobiles et ces fréquences n'étant pas illimitées, différents régimes d'accès sont présents pour une bonne organisation. En premier lieu, il existe les fréquences sans licence, ce sont celles qui ne nécessitent pas d'autorisation pour y accéder mais dans certaines conditions. Ensuite viennent les fréquences avec un accès partagé qui sont utilisées ensemble entre les opérateurs ou les fournisseurs de service. Et enfin les fréquences sous licence qui sont uniquement utilisées par le propriétaire de cette fréquence (Dhossa, 2019).

Il y a une demande pour ces fréquences avec licence par un grand nombre de candidats et en termes de quantité de fréquence. Cependant, cette demande totale dépasse la totalité du spectre à offrir, celui-ci constitue une ressource naturelle et rare (GSMA,).

Par conséquent, le gouvernement organise des enchères pour assigner une valeur aux licences afin qu'elles puissent être allouées de manière efficace. En effet, les enchérisseurs vont proposer un prix qu'ils estiment rentable et donc inférieur à la valeur réelle de la licence. L'enrichisseur final prouvera implicitement par son enchère la possibilité de déployer rapidement et efficacement des services qui dépasseront la valeur de la licence, ce qui permettra en fin de compte une utilisation efficace du spectre alloué (McMillan, 1995). Le déroulement de ces enchères aux licences se passe par l'enchère ascendante simultanée, celle-ci correspond à une enchère qui propose des lots de fréquences qui seront vendues aux plus offrants. Néanmoins, une règle est imposée aux plus grands intéressés par le lot et elle consiste à enchérir tout au long de l'enchère au lieu d'enchérir sérieusement à la toute fin du processus pour avoir le dernier mot. Cela évite d'augmenter l'écart d'informations disponibles entre les enchérisseurs et permet d'avoir des enchères plus efficaces (Cramton, 2013).

1.4.2.6 Catégories d'usage de la 5G dans une smart city

Tout d'abord, la 5G est présente dans beaucoup de secteurs, elle offre une amélioration considérable de la connectivité concernant la stabilité, la fiabilité, la puissance et la rapidité entre 2 points. Elle permet l'arrivée de technologies qui n'étaient pas possible sans la 5G

(Beheshti, 2019). L'ITU a identifié 3 grandes catégories d'usage potentiel de la 5G dans les smart cities (Figure 5). Le haut débit mobile amélioré (eMBB), celui-ci étant axé sur l'expérience utilisateur, permet aux consommateurs de pouvoir profiter d'une bonne connexion malgré l'abondance de personnes connectées et une très bonne connexion dans leur foyer. Le haut débit mobile permet également aux services de collaboration d'entreprises d'évoluer (ITU, 2018).

Ensuite, les communications massives de type machines (mMTC) correspondent à la catégorie qui est conçue pour le maintien de la connexion solide de milliers d'objets connectés au réseau de manière filaire ou sans-fil. On y retrouve des appareils tels que l'IoT, les senseurs, la domotique, les appareils de contrôle d'énergie, etc. Tous ces appareils bénéficieront de la 5G concernant la récolte de données, l'automatisation des systèmes et l'amélioration de l'efficacité (ABI Research, 2020). Tomsett ajoute que l'implémentation du mMTC va réduire les coûts et le besoin d'une intervention humaine (Tomsett, 2020).

Finalement vient la catégorie des communications de faible latence et très fiables (URLLC), elle est destinée à la sécurité du public ainsi que les services essentiels tels que les smart grids, les services de police ou bien les soins de santé comme pour la chirurgie à distance. Il y a également les services d'eau et d'électricité, les automatisations industrielles et le transport intelligent. Tous ces services ont besoin d'une connexion stable et fiable. Un autre exemple d'utilisation pour l'URLLC, les véhicules autonomes pourront communiquer entre eux et réagir rapidement en cas de freinage ou d'évitement d'obstacles nécessaires (ITU, 2018).

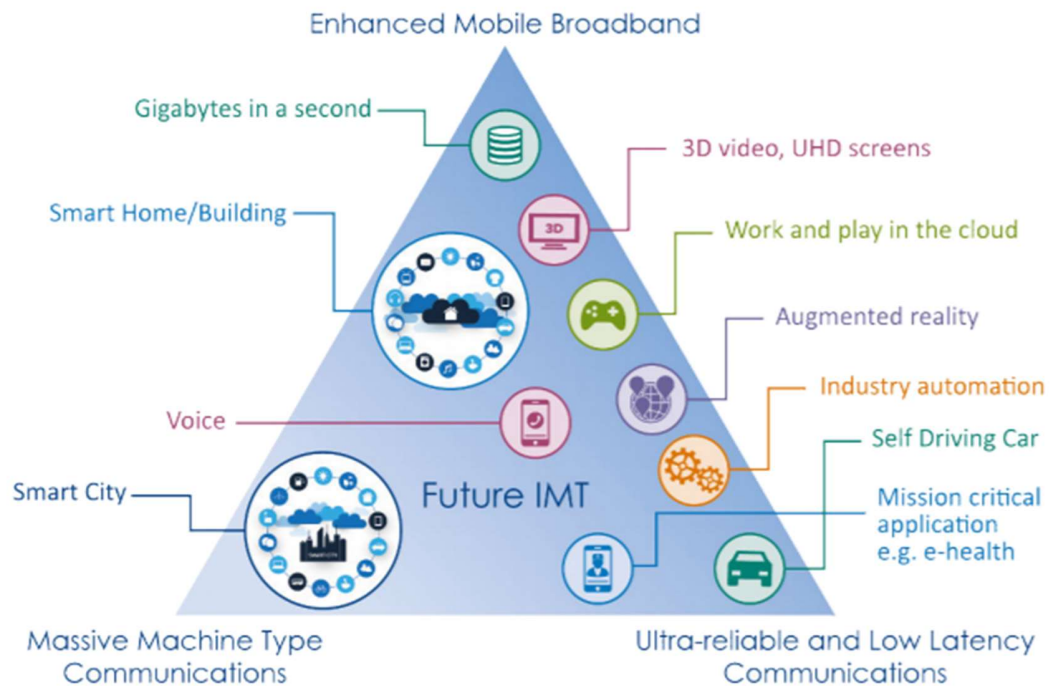


Figure 5 Scénarios d'utilisation de la 5G (ITU, 2018)

1.5 Smart Economy : Productivité

1.5.1 Définition

“La productivité n'est pas tout mais à long terme, elle est presque tout. La capacité d'un pays à améliorer son style de vie au fil du temps dépend presque entièrement de sa capacité à augmenter sa production par travailleur.” (Krugman, 1994).

La productivité correspond au rapport entre le volume de sortie et le volume d'entrée, elle mesure l'efficacité avec laquelle les facteurs de production tels que le travail et le capital, sont utilisés dans une économie pour produire un niveau de production donné (OCDE, 2020).

Dans le cadre de ce mémoire, la productivité est mesurée par le Produit Intérieur Brut par Habitant car cet indicateur économique est plus pertinent pour s'intéresser au développement

d'un territoire. Cependant, il ne permet pas de mettre en évidence les inégalités de revenus et de richesses. Le PIB par habitant fait référence à la production économique d'un pays par personne. Il s'agit du quotient du PIB sur la population totale et celui-ci est utilisé pour *“analyser la prospérité d'un pays sur la base de sa croissance économique.”* (Brock, 2020).

1.5.2 Impact de la 5G sur la productivité

Selon la GSMA, c'est d'ici 2025 que la 5G va améliorer la productivité dans l'économie par une augmentation de 1000 à 1700 euros par habitant et ce, pendant les dix premières années du déploiement de celle-ci (Lombardi, 2021). Elle va rendre le secteur industriel plus performant avec des améliorations des processus de fabrication mais également les entreprises dans leur quotidien notamment par des transmissions d'informations plus rapides comme par les emails ou une navigation sur le web plus rapide. De plus, grâce à un accès à Internet partout, les employés auraient accès à leur travail plus facilement sans contrainte physique ou technique ce qui rendrait l'entreprise plus productive et compétitive (Escadrille, 2019). D'autres entreprises prévoient d'augmenter leur productivité en introduisant plus vite de nouveaux produits et services (Tian et al., 2019).

L'émergence de la 5G va pouvoir aider la nouvelle génération d'applications et le développement de leur nouveau modèle d'entreprise grâce à ses principales caractéristiques de basse latence et sa large bande passante. Par exemple, le streaming vidéo et l'IoT sont avec la réalité virtuelle ou augmentée des applications qui vont créer de nouvelles opportunités. Malgré le fait que la majorité des applications soient déjà rendues possibles par les réseaux actuels, de nouvelles applications demandant une faible latence rendent la 5G comme catalyseur essentiel (IEEE, 2017).

Une étude a été réalisée par PwC China sur l'impact de la 5G sur le PIB mondial. Selon cette étude, les contributions économiques de l'implémentation de la 5G pour les 10 prochaines années s'élèveront jusqu'à 1,3 billions dollars (Figure 6). Au niveau national, les prévisions pour 2030 s'élèvent jusqu'à 484 milliards dollars aux États-Unis, 65 milliards dollars en

Allemagne et 54 milliards dollars au Royaume-Uni. Ces retombées économiques viennent principalement de 5 domaines d'activités à savoir : les soins de santé, les services publics intelligents, les applications consommateurs et médias, la production industrielle et les services financiers (Chow, 2019).

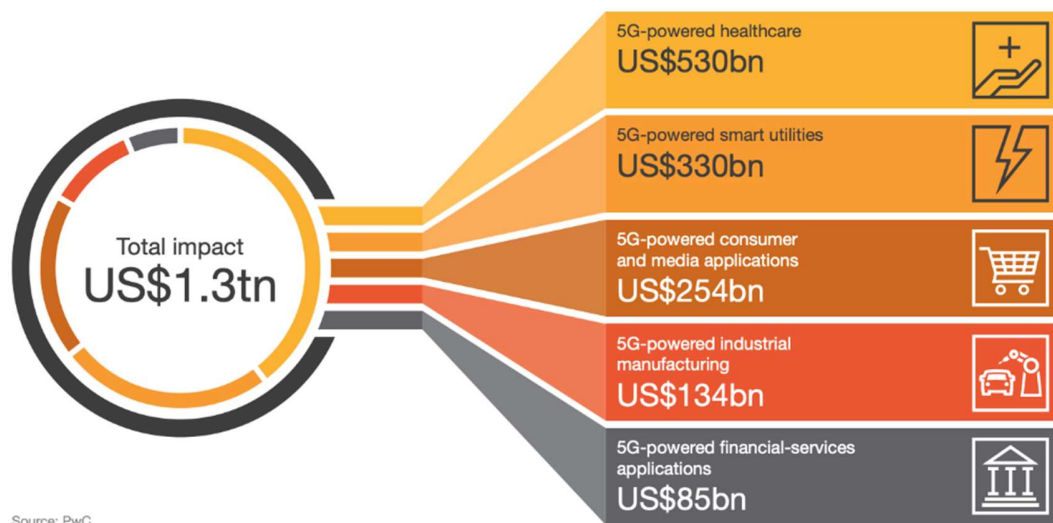


Figure 6 Augmentation du PIB mondial par secteur d'activité d'ici 2030 (Chow, 2019)

1.6 Internet of Things

Ces objets n'ont été popularisés qu'à partir de l'année 2010 grâce à l'avènement de l'IPv6, la 6^{ème} version du protocole internet, qui est nécessaire pour assurer la sécurité, l'évolutivité et la connectabilité de cette technologie (Ray, 2015).

Les objets connectés à internet furent alors produits en grande quantité par des grandes marques technologiques telles que Apple, Samsung, Google, etc (Khvoynitskaya, 2019). Selon le cycle de hype de Gartner 2020 concernant les objets connectés à internet (Figure 7), leur intégration se retrouve sur la pente de l'illumination, cela signifie que la technologie est passée par toutes les phases de Gartner et a eu assez de succès, d'échecs et d'améliorations pour finalement atteindre une certaine croissance. Les individus et entreprises commencent

de plus en plus à adopter l'innovation et les entreprises de conseil fournissent des méthodologies pour assister les nouveaux utilisateurs de l'IoT (Raza, 2020).

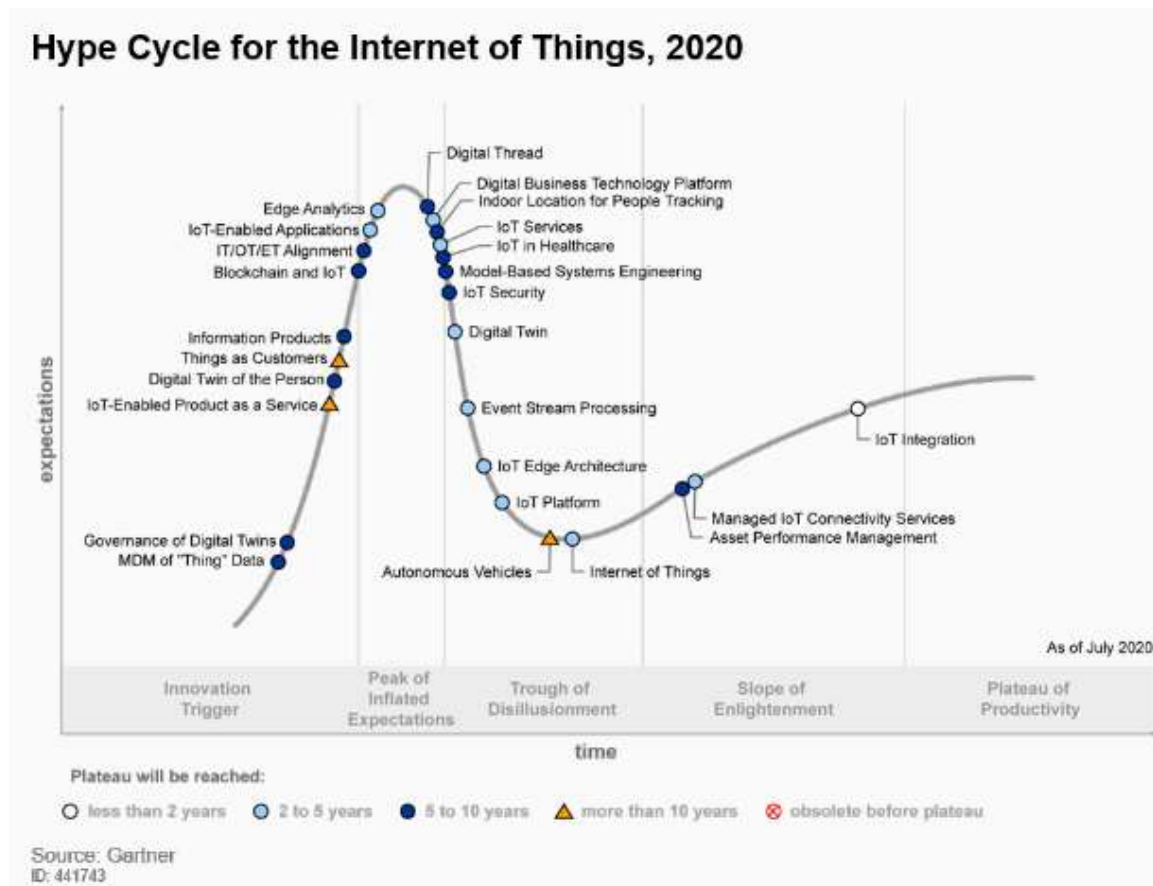


Figure 7 Cycle de hype de Gartner de l'IoT (Velosa et al., 2020)

Dans une smart city, l'IoT permet la collecte de données et l'analyse de ces données dans le but de soutenir la prise de décision et l'élaboration des politiques. Selon Statista, on peut s'attendre à 75 milliards d'objets connectés dans le monde (Adilin, 2020). Ces technologies se retrouvent dans beaucoup de domaines d'une smart city comme le commerce de détail, la logistique, le smart home, le smart grid, le smart farming, le smart finance et l'assurance, le transport, la smart production, le smart approvisionnement, les soins de santé, le suivi de l'environnement (Radu, 2020).

L'arrivée de la 5G va donner la possibilité à l'IoT d'étendre sa portée notamment en se servant de stations de relais qui vont permettre aux utilisateurs de rester connectés à la 5G

malgré la distance qui les sépare de la station de base. Ensuite, ces stations de relais utilisent des techniques de trajets multiples pour amplifier la connectivité des utilisateurs qui sont faiblement connectés à la station de base. En opérant dans les bandes de fréquence à ondes millimétriques, la 5G offre la possibilité de transmettre de plus larges volumes de données et permet une espérance de vie plus élevée pour les appareils IoT grâce à l'usage d'interfaces à plus faible puissance, cela réduisant l'énergie requise dans l'interface radio cellulaire. De plus, les réseaux traditionnels ne seront pas capables de supporter de très grands volumes d'appareils connectés et de données échangées par ces appareils. Durant l'ère de la 5G, il sera nécessaire d'avoir une gestion efficace du trafic et des ressources du réseau pour éviter un effondrement de celui-ci (Palattella et al., 2016).

Chapitre 2 : Analyse SWOT de la 5G dans les smart cities

Cette section se consacre à l'évaluation des bénéfices, des avantages et des inconvénients d'une connectivité 5G dans une Smart city à travers une analyse SWOT : Strength (Forces) Weaknesses (Faiblesses) Opportunities (Opportunités) Threats (Menaces). Il s'agit d'un outil stratégique utile pour la prise de décision et permet d'avoir une vue complète de la position stratégique d'une technologie ou d'un acteur. Les facteurs internes sont les composantes propres à l'organisation, elles représentent les caractéristiques qui déterminent les avantages ou désavantages compétitifs par rapport à l'industrie. Par exemple les outils, les ressources, etc, et se distinguent dans l'analyse SWOT par les forces et les faiblesses qui sont simplement les facteurs internes positifs et négatifs respectivement. Les facteurs externes, quant à eux, font référence à l'environnement et représentent par exemple la concurrence, le marché, etc, et sont catégorisés dans les opportunités et menaces (Santi et al., s. d.). Dans le tableau ci-dessous figure un résumé des forces, faiblesses, opportunités et menaces de la 5G.

	Positif	Négatif
Interne	Forces	Faiblesses
	Connectivité de haute qualité Contribution économique Complémentarité avec d'autres technologies	Coût onéreux pour l'infrastructure Contraintes légales Nécessité d'adapter la technologie existante (smartphones) Fracture numérique
Externe	Opportunités	Menaces
	Stimule l'innovation Évolution de la demande	Désinformation Impact sur la santé Cyberattaque

Tableau 1 Résumé de la SWOT au sujet de la 5G

2.1 Forces

Connectivité de haute qualité

La haute qualité de connectivité fait référence au haut débit mobile (eMBB) de la 5G qui permet une connexion puissante. Elle permet de servir plus d'utilisateurs, d'appareils et délivrer une meilleure qualité de l'information. En effet, elle permet une plus large couverture cellulaire et de traiter une large quantité de données. De plus, la 5G est caractérisée par une ultra fiable et faible latence de communication (uRLLC) qui constitue également une source de sa haute qualité en connectivité puisqu'elle offre une plus grande vitesse de connexion et de téléchargements. La 5G est un réseau mobile énormément fiable grâce à un système de sécurité robuste, offrant aux appareils et applications une certitude dans la haute qualité de connexion. Une autre caractéristique de sa qualité supérieure est la capacité à offrir une communication massive entre machines (mMTC). Grâce à un spectre plus efficace et au déploiement de petites cellules, la 5G offre une connexion pour un grand nombre d'applications (Galal & O'Halloran, 2020).

D'après Standaert, la 5G permet de pratiquer le network slicing, qui signifie découpage du réseau en français. Celui-ci est un des principaux bénéfices de la 5G, puisqu'il va permettre d'allouer des tranches de réseaux bien distinctes aux diverses applications. Ces tranches seront réglées sur mesure selon le degré de priorité, de capacité et de besoins. En effet, certains services de première nécessité bénéficieront d'une connectivité bien plus adaptée et avancée que d'autres tels que les urgences, la police, etc (Standaert, 2019).

Contribution économique

Une multitude d'entreprises de plusieurs industries vont utiliser les technologies que la 5G va permettre pour augmenter les ventes, impliquer les nouveaux ainsi que les consommateurs existants et le lancement de nouveaux modèles d'entreprise. Étant présente dans beaucoup de secteurs d'activité, la technologie de la 5G deviendra petit à petit une technologie à usage général (Campbell et al., 2017). En effet, la 5G sera utilisée dans le smart home, smart education, smart healthcare, smart transportation system, smart safety et smart energy (Rao

& Prasad, 2018). Une technologie à usage général va permettre de nouvelles méthodes de production qui ont un impact majeur sur l'économie, il y a par exemple les ordinateurs et l'internet (Hogendorn & Frischmann, 2020). En 2035, uniquement les ventes mondiales utilisant la 5G atteindront \$12.3 billions ce qui représente 4.6% de la production réelle mondiale de cette année comme indiqué par le graphique ci-dessous. Il faut aussi prendre en compte le fait que beaucoup de secteurs d'activité seront impactés notamment avec tous les usages potentiels possibles par la 5G. Dans la même année, la chaîne de valeur atteindra \$3.5 billions. Il est attendu que les entreprises venant des États-Unis, de la Chine, du Japon, de l'Allemagne, de la Corée du Sud, du Royaume-Uni et de la France investissent au total \$200 milliards dans la 5G de 2020 à 2035. S'il s'avère qu'une contribution nette positive est faite au niveau macroéconomique, alors la 5G peut être considérée comme un moteur pour l'expansion et la croissance économique (Campbell et al., 2017).

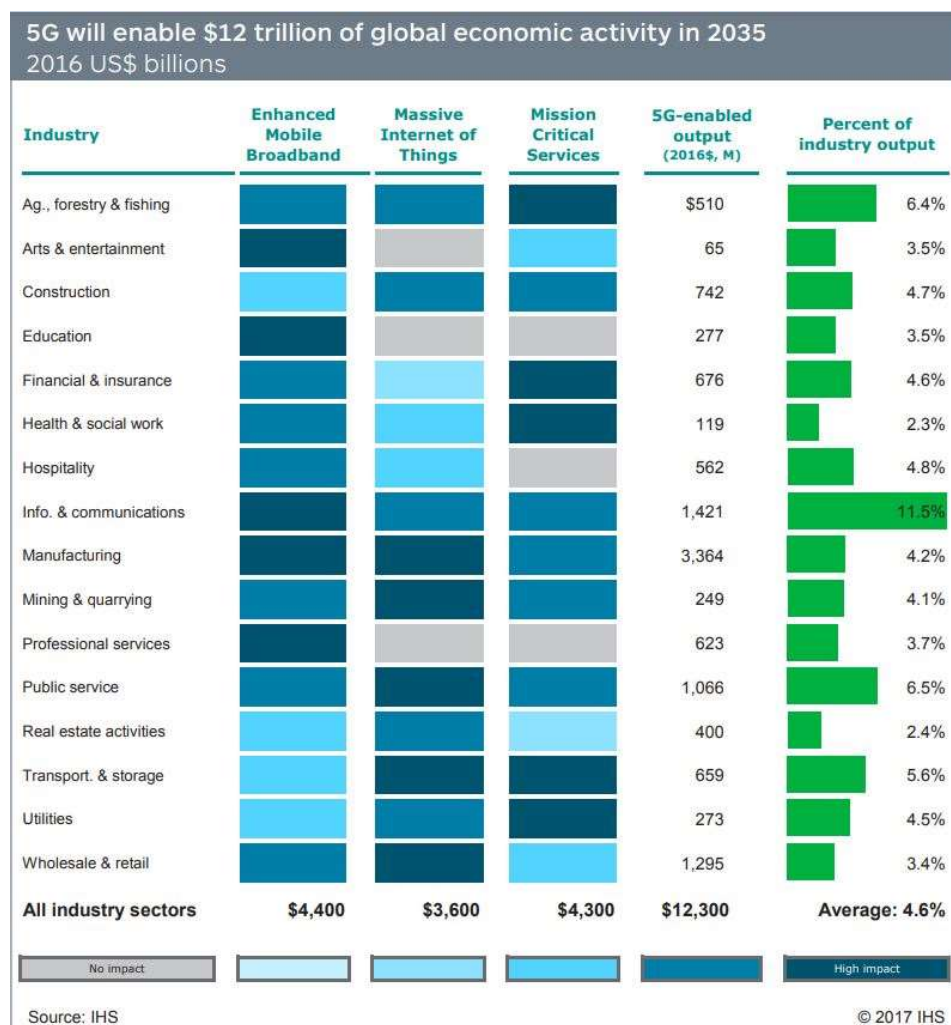


Figure 8 Production mondiale réelle amenée par la 5G à travers différentes industries (Campbell et al., 2017)

Complémentarité avec les autres technologies de la Smart city

Intelligence Artificielle

La 5G permet l'accès simultané à une multitude d'appareils intelligents ainsi qu'une très grande vitesse de réponse (environ une milliseconde) en ce qui concerne les interactions entre appareils. Cet apport technologique, permettra à de nombreuses applications d'intelligence artificielle de se développer et obtenir l'intelligence des objets (Deloitte, 2020). Par exemple, Proximus a testé la 5G sur les drones de l'entreprise belge Robovision, spécialisée en

intelligence artificielle, afin de limiter de manière significative l'utilisation d'herbicides. L'utilisation de la 5G est nécessaire pour cet usage car cela permet aux robots d'envoyer une plus grande quantité de données au cloud où les données pourront être traitées (Proximus for Enterprises, 2021).

Nouvelles bornes connectées et IoT

La 5G va permettre de déployer encore plus de terminaux intelligents et de connecter une multitude d'objets entre eux et de manière plus efficace (Deloitte, 2020).

Big Data

Une connectivité puissante comme la 5G joue un rôle important dans le processus d'analyse du Big Data puisque celle-ci fournit une meilleure bande passante et permet une plus grosse connectivité de masse. Les données extraites de l'analyse du big data permettent une meilleure gestion de la ville et de prendre de meilleures décisions grâce à une meilleure qualité de l'information (une meilleure collecte des données, une meilleure fusion et modélisation des données ainsi qu'une exploration des données, etc.) (Deloitte, 2020). L'information circulera nettement plus vite grâce aux capteurs connectés au réseau 5G et ces informations seront dès lors traitées bien plus rapidement par les outils de big data. Par exemple, dans la ville de Saint-Quentin-en-Yvelines, la 5G permet de collecter et d'exploiter rapidement une multitude de données générées par les capteurs connectés présents dans les espaces naturels de la ville. Les informations traitées vont alors aider à gérer ces espaces et offrir un meilleur entretien en utilisant un système d'arrosage intelligent, une gestion intelligente des bassins de rétention d'eaux fluviales, une collecte des déchets, etc (Orange Business Services, 2021).

Cloud

Caractérisée par une bande passante élevée et une faible latence, la 5G permet de stocker plus de données dans le cloud et offrira une capacité de téléchargement nettement supérieure et plus rapide. De plus, elle permet de connecter au cloud un plus grand nombre d'appareils IoT grâce à une capacité de charge de haute qualité (Deloitte, 2020).

2.2 Faiblesses

Coûts onéreux pour l'infrastructure

L'installation de la 5G est coûteuse. Les infrastructures réseaux pour la 5G sont différents de ses prédécesseurs en termes d'hétérogénéité, flexibilité et d'automatisation qui leur sont propres. Les coûts pour ces réseaux ne seront alors pas seulement influencés par la portée et la capacité mais aussi par de nouveaux facteurs comme la flexibilité et la propriété du réseau. Les principaux générateurs de coûts sont la capacité, la portée, l'efficacité d'énergie, la flexibilité, la latence, l'automatisation, la propriété et les approvisionnements en équipement réseau (GSMA,). Les coûts pour les opérateurs pourraient doubler pour répondre aux besoins de la 5G. Ceux-ci doivent investir dans tous les domaines de réseau comme le spectre, les infrastructures RAN, les transmissions et les réseaux centraux. Pour passer à la 5G, il sera nécessaire de construire des small cells ainsi que des macro cells lorsque les infrastructures déjà existantes ne suffiront plus. Ces deux types d'antennes correspondent aux principaux coûts liés à la transition vers la 5G. Comme indiqué sur le graphique ci-dessous, la majorité des coûts liés au réseau traditionnel correspondra à moins de la moitié des dépenses pour le déploiement de la 5G. Un tiers de ces dépenses sera consacré aux couches pour la 5G, aux small cells et aux macro cells supplémentaires (Grijpink et al., 2018).

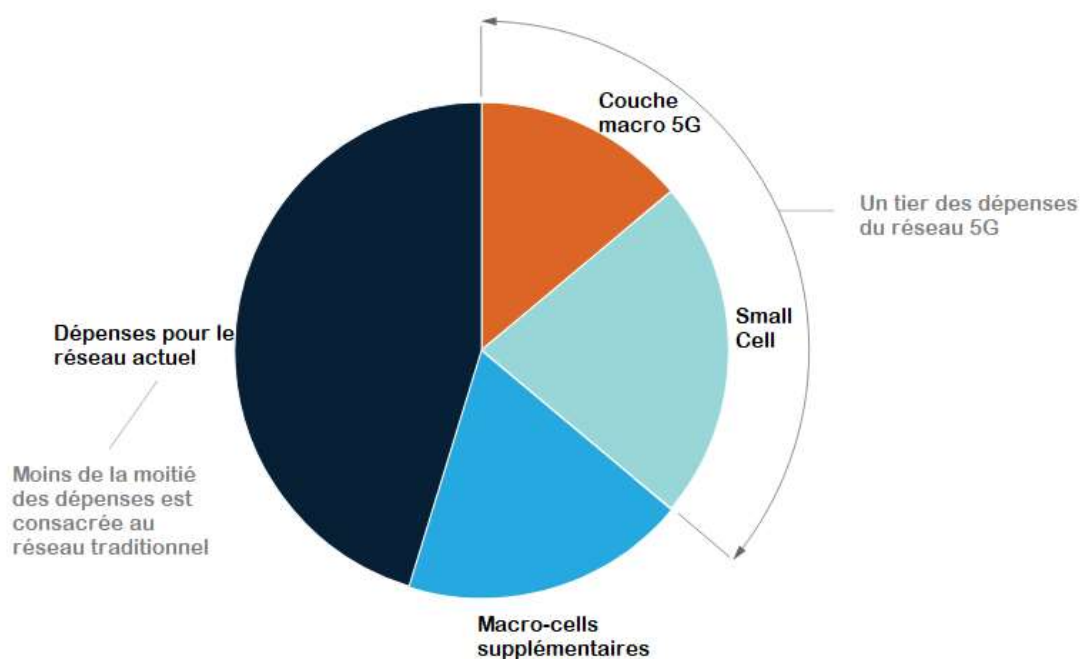


Figure 9 Répartition des dépenses pour le réseau 5G (Grijpink et al., 2018)

Le GSMA a estimé environ 889 milliards de dollars d'investissements pour la 5G de 2020 à 2025, soit 78% du CAPEX des opérateurs mobiles (GSMA, 2020). Selon les informations disponibles, les investissements incluent en partie le prix des small cells et la location de la zone d'installation peut aller de 25 000 euros et 40 0000 euros. Un grand nombre est nécessaire dans les villes pour assurer une bonne qualité de la 5G (Thompson & Vande Stadt, 2017). Les enchères pour le spectre font également partie des investissements pour la 5G avec par exemple 1,23 milliards d'euros aux Pays-Bas (5G European Observatory,), 6,55 millions d'euros en Allemagne (5G European Observatory, 2019), 2,8 milliards d'euros en France, etc (5G European Observatory,).

Contraintes légales

Les réglementations jouent un rôle majeur dans les décisions d'investissements dans le déploiement de la 5G. En effet, une série de normes et de conformités doivent être prises en compte et contrôlées avant d'autoriser un tel investissement. Ces règles varient selon les pays et leurs autorités respectives.

En Belgique, les réglementations par rapport au déploiement du réseau mobile sont mises en valeurs par l'institut belge des services postaux et télécommunications (IBPT). Celui-ci joue un rôle majeur en stimulant la concurrence entre opérateurs, en protégeant les intérêts des consommateurs et en répartissant les radiofréquences pour un fonctionnement optimal. Elle a également un rôle de contrôle des ondes pour empêcher les interférences préjudiciables et assurer la sécurité à travers de nombreux tests et examens. L'IBPT est en étroite collaboration avec les instances nationales et européennes ainsi qu'avec le service de médiation pour les télécommunications qui est un service de prise en charge des consommateurs insatisfaits par leur télécom (IBPT, s. d.).

Nécessité d'adapter la technologie existante (smartphone)

Avant avril 2019, aucun smartphone dans le monde n'était conçu pour supporter la 5G (Bianchi, 2019). Les smartphones ont besoin de puces semiconductrices pour pouvoir accéder à ces fréquences, il y a notamment le module radio des smartphones à adapter. Ce module radio correspond à un système fournissant les composants électriques nécessaires pour transmettre et réceptionner les données venant d'une antenne. Ce système permet la transformation de données numériques venant du modem en un signal analogique pouvant être rayonné à un réseau et inversement (Lafosse, s. d.).

Fracture numérique

Selon une étude menée par l'Université catholique de Louvain, ce phénomène de fracture numérique est lié à des facteurs sociodémographiques et socioéconomiques. En effet, il existe de nombreux facteurs à l'origine de ce problème de non-adoption aux TIC comme le sexe, l'origine ethnique, l'âge, la localisation géographique, le niveau salarial, le niveau d'éducation (diplôme), le handicap, la composition de la famille, etc (Schurmans et al., 2017).

Le concept de fracture digitale ou fracture numérique fait référence au fait que les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) ne sont pas facilement accessibles pour tout le monde par un manque de moyen (Rossel & Glassey, 2004). Selon Ben Youssef, cette faiblesse fait référence tout d'abord aux inégalités en termes d'accès à

internet. En plus d'être présent au niveau international avec une majorité des utilisateurs d'internet concentré en Amérique du Nord, en Europe et en Asie Pacifique, ces disparités se situent également au sein d'un même pays entre régions. L'émergence du haut débit a modifié le développement des fractures numériques en rendant les inégalités basées sur la qualité de la connexion. L'auteur définit la fracture numérique comme *"l'accroissement de l'écart de l'équipement (et de l'accès) en TIC entre deux zones géographiques données ou deux catégories d'individus données"* (Ben Youssef, 2004). La 5G va jouer un rôle d'accélérateur dans le développement d'une société de plus en plus digitale et va permettre au numérique de prendre encore plus de place et d'importance, ce qui va marquer davantage les inégalités entre les régions pour celles qui en disposent et celles qui n'en disposent pas.

La crainte avec la 5G est qu'elle sera tout d'abord déployée dans les villes, zones les plus adaptées et où il y a le plus de demande, alors que les autres régions suivront longtemps après, car elles ne constituent pas une priorité dans le déploiement de ce réseau mobile et la 4G elle-même n'y pas encore totalement déployée. La menace d'une fracture digitale vient de cet écart de développement entre les zones urbaines et rurales. C'est pourquoi, pour palier à ce problème sociétal bien réel, l'ARCEP tente d'agir pour réduire ce problème d'inégalité numérique et a imposé aux opérateurs que minimum 25% des endroits qu'ils équiperont de bandes de fréquence 3,5 GHz, capable de recevoir la 5G, soient des zones rurales ou industrielles et que tout le territoire français soit renforcé en réseau mobile 4G avec l'implémentation de la version supérieur à savoir la 4G+ (Arcep, 2021).

2.3 Opportunités

Stimule l'innovation

La 5G va engendrer de nouvelles opportunités et possibilités pour l'innovation, ce qui va permettre de créer de nouvelles start-ups et la création de nouveaux marchés, nouvelles expérimentations, nouvelles perspectives, etc. Une telle connectivité va nourrir un écosystème innovant dans la ville et permettre des services encore plus adaptés et efficaces (EY, 2019). Proximus a mis en place une plateforme d'innovation 5G qui consiste à proposer aux entreprises diverses opportunités possible avec la 5G selon leur domaine d'activité et à

stimuler l'innovation grâce à son système de cocréation. Par exemple, la plateforme d'innovation a permis à la société de construction Watts de bénéficier d'une meilleure visualisation de la construction de leurs bâtiments (Proximus, 2021).

Évolution de la demande

Il y a de plus en plus de demandes dont l'infrastructure existante, comme la 4G, n'est plus capable de satisfaire. Cette demande plus poussée s'illustre par une plus grande vitesse, des latences plus faibles et des transmissions de plus gros volumes de données. Seule la 5G, qui est l'évolution de l'actuelle 4G, est capable de satisfaire ces demandes (Al-Falahy & Alani, 2017).

2.4 Menaces

La désinformation

La thématique de la cinquième génération de téléphonie mobile est très controversée. La désinformation par rapport à la 5G cause une attitude négative de la population face au déploiement de la dernière génération de réseau mobile ce qui représente une menace au déroulement des opérations. En effet, il existe au sein des pays membres de l'Union Européenne des mouvements anti-5G qui se caractérisent par des actes de vandalisme et de manifestation tels que des incendies d'infrastructure de télécommunications. Les entreprises de télécommunications ont relevé pas moins de 140 faits de vandalisme sur des installations 5G comme l'incendie de tours de télécommunication, etc. Une telle menace impacte considérablement la capacité à atteindre ses objectifs et représente des coûts supplémentaires en rénovation s'ajoutant aux coûts onéreux pour l'installation d'antennes. La Commission Européenne investit actuellement dans des campagnes marketing pour éviter ce genre d'incidents (Stolton, 2020).

Impact sur la santé

Hypersensibilité électromagnétique

Précédemment appelée syndrome des micro-ondes, cette condition clinique est caractérisée par le développement de symptômes médicaux touchant les organes du corps humain lorsqu'il est exposé à des champs électro-magnétiques (Leitgeb & Schröttner, 2003). Ceux-ci se manifestent sous la forme de maux de têtes, de douleurs corporelles, de la léthargie, des acouphènes, des nausées, des sensations de brûlures, des troubles du rythme cardiaque et de l'anxiété.

Aujourd'hui, les gens sont exposés à de nombreux champs magnétiques, ces derniers sont générés par leur téléphone, par les radiofréquences émises par les antennes, les stations qui émettent les différentes générations de standard pour la téléphonie mobile, les systèmes de télécommunication, les ordinateurs portables, les tablettes, le Wi-Fi et plein d'autres appareils émettant des ondes. Avec l'apparition de la technologie de la 5G, l'exposition aux ondes sera potentiellement plus grande (Stein & Udasin, 2020). Tous ces appareils et technologies font que les radiations électromagnétiques sont partout et sont difficiles à éviter. Selon une étude de l'organisation mondiale de la santé, environ 10% de la population mondiale constitue des cas d'hypersensibilité électromagnétique sévères (WHO, 2021). Dès lors, cette mince population touchée par ce trouble médical peut être un frein à la 5G car ils devront s'isoler et s'éloigner encore plus de la société afin d'éviter tout champ électromagnétique qui nuit à leur santé et leur vie (Hardy, 2020).

Risques de développer différentes maladies

Il y a une menace de développer différentes maladies suite à une forte exposition aux ondes électromagnétiques. En effet, la 5G fait partie de la catégorie système à haute radiofréquence du spectre et le rayonnement de technologie à haute radiofréquence peut causer des troubles sur la santé ou des maladies telles que : la cancérogénicité comme par exemple une tumeur cérébrale ou le cancer du sein, la génotoxicité qui concerne tous les problèmes liés à notre ADN, la mutagénicité et tératogénicité, maladies neurodégénératives (Alzheimer et la Sclérose Latérale Amyotrophique), des troubles neurocomportementaux (autisme), des problèmes de reproduction (fertilité), stress, inflammation, perturbation du sommeil, maux

de têtes, problèmes de concentration, problèmes cardiaques, etc. Les ondes électromagnétiques ont également des effets néfastes sur le système neuronal, immunitaire, circulatoire, endocrinien et squelettique. À ce jour, il n'y a pas une menace directe des ondes électromagnétiques de la 5G sur le développement de ces maladies mais il y a un risque non-négligeable à prendre en compte, de nombreuses études et tests sont nécessaires avant un déploiement massif de la 5G (Kostoff et al., 2020).

Cyberattaque

Il y a une forte menace sur la sécurité car la 5G va multiplier le nombre d'appareils connectés et d'antennes, ce qui va augmenter la vulnérabilité face aux cyberattaques. Il est nécessaire de renforcer la sécurité dans le stockage des données, transactions, flux d'informations, applications, etc (Damiano, 2020). Selon la commission européenne, la 5G augmente notre rapport avec les logiciels et nécessite une plus grosse quantité d'antennes, ce qui entraîne une décentralisation de la structure en place pour les connexions 5G ainsi qu'une plus grande et plus efficace puissance de calcul. Cet accroissement des points de connexions expose les villes à un risque encore plus grand de se faire attaquer par des cybers criminels. C'est pourquoi, afin de déployer au mieux la 5G et de lutter contre cette menace informatique, l'Union Européenne et ses états membres en charge d'assurer la protection des réseaux contre les cyberattaques, ont mis en place une boîte à outil regroupant plusieurs mesures afin de minimiser les potentiels risques (Commission Européenne, 2020).

Chapitre 3 : Stakeholder Analysis

Rappel théorique

La stakeholder analysis est une approche pour collecter des informations sur les acteurs, pour comprendre leur comportement, leurs intentions et leurs intérêts pour pouvoir ensuite les catégoriser en fonction de leur niveau de pouvoir et d'intérêt. C'est un outil qui permet principalement d'augmenter les probabilités de succès du projet en apprenant plus sur le design, la préparation et l'implémentation (Brugha & Varvasovszky, 2000). L'analyse est également utile pour connaître les différentes positions et réactions des acteurs concernés face au projet. Cette analyse permet d'éviter ou de minimiser tout risque de conflit ou opposition potentielle. Si l'étude est correctement faite et que l'implémentation du projet prend en compte l'analyse alors le projet a beaucoup plus de chances de (Schmeer, 2000). Il y a 4 types de parties prenantes dans la matrice des stakeholders :

- À garder satisfait (beaucoup de pouvoir, peu d'intérêt)

Dans cette catégorie, ce sont les stakeholders qui ont de l'influence mais qui ont peu d'intérêt pour le projet, ils sont nécessaires pour l'implémentation du projet mais n'y accorderont pas trop d'importance.

- À gérer de près (beaucoup de pouvoir, beaucoup d'intérêt)

Les acteurs qui se retrouveront dans cette catégorie seront ceux à garder très informés et impliqués dans le projet et sont primordiaux quant à son bon fonctionnement.

- À monitorer (peu de pouvoir, peu d'intérêt)

Ces stakeholders sont les moins concernés par le projet cependant, il est nécessaire de les garder informés de temps en temps.

- À garder informé (peu de pouvoir, beaucoup d'intérêt)

Pour ces acteurs, il est important de les informer régulièrement sur l'avancement du projet pour voir s'il ne rencontre pas de problèmes.

Stakeholder analysis de la 5G dans les smart cities

Concernant la stakeholder analysis de la 5G pour une smart city, il existe 4 catégories d'acteurs. Chacun des stakeholders identifiés font partie de l'offre, de la demande ou sont extérieurs à ceux-ci. Cette loi de l'offre et de la demande est une théorie qui explique l'interaction entre les vendeurs et les acheteurs d'une ressource, le prix de celle-ci se base sur la volonté de vendre ou d'acheter des parties. Plus le prix monte, plus les gens veulent vendre la ressource et inversement lorsque le prix baisse (Fernando, 2021).

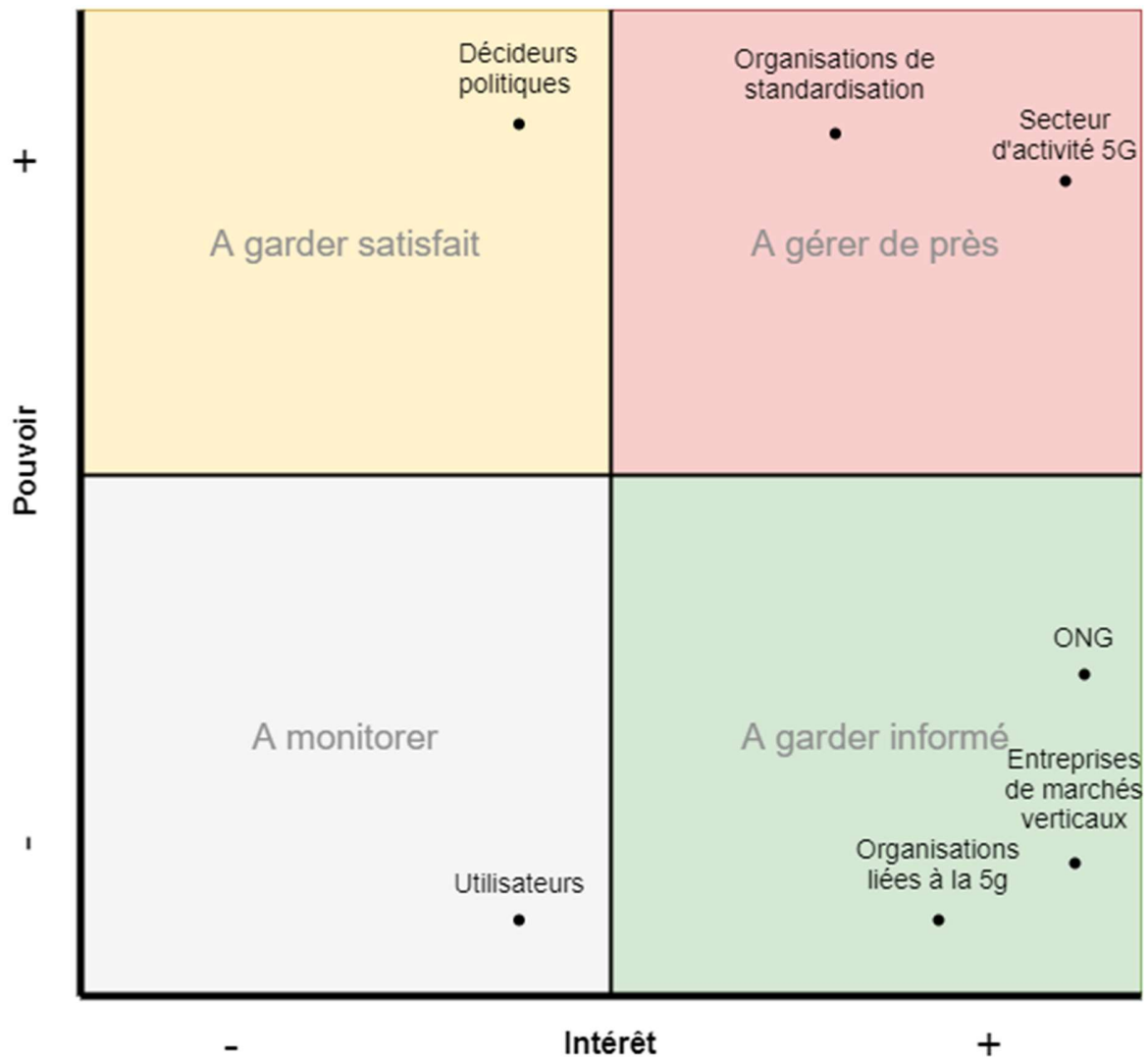


Figure 10 Stakeholder Analysis de la 5G

Dans un premier temps, voici les stakeholders qui constituent l'offre de la 5G, ce sont les entreprises qui travaillent pour concevoir et proposer cette technologie.

Secteur d'activité de la 5G

Dans le secteur d'activité de la 5G se retrouvent les fournisseurs de la connectivité comme les opérateurs mobiles et les équipementiers. Ces deux premiers acteurs s'occupent de fournir un accès à la 5G. D'un autre côté, il y a les fournisseurs technologiques à savoir les producteurs de composants technologiques et de téléphones (5GPPP, 2017).

Ces acteurs se retrouvent dans la catégorie “à gérer de près” parce qu’ils se chargent de l’implémentation de la 5G. Ils ont le pouvoir d’accélérer ou de ralentir le rythme de l’installation de cette connectivité et ont un grand intérêt pour cette technologie étant donné qu’elle correspond à un de leurs produits.

Ensuite, à l’opposé se retrouvent toutes personnes et organisations qui utilisent et qui ont besoin de cette nouvelle technologie, ce sont les entités qui sont du côté de la demande pour la 5G.

Utilisateurs

Ce sont toutes les entités qui sont susceptibles d’utiliser la 5G pour arriver à leurs fins. Il y a notamment les industries qui nécessitent une connexion plus fiable, plus stable et plus rapide. Les citoyens font également partie de cette catégorie et sont aussi impactés par la 5G.

Tous ces utilisateurs se retrouvent dans la catégorie “à monitorer” parce qu’il n’y a pas un réel besoin de cette 5G, celle-ci correspond uniquement à une amélioration des technologies déjà présentes. Ils n’ont également pas de pouvoir car ils n’ont aucune influence sur l’implémentation de la 5G.

Entreprises des marchés verticaux

Les entreprises des marchés verticaux représentent un groupe d’entreprises, d’industries qui opèrent autour d’une niche bien précise en offrant un produit ou un service spécifique (Young, 2021). Ces entreprises qui nécessitent la 5G pour le bon fonctionnement de leurs produits et services se retrouveront également dans la demande. Voici ci-dessous quelques exemples d’industries où la 5G leur sera nécessaire.

- Constructeurs de voitures autonomes

Les voitures autonomes sont des véhicules qui sont capables d’accélérer, de freiner et de se diriger sans ou avec peu d’interaction avec le conducteur. Il existe deux types de véhicules autonomes, ceux qui le sont entièrement qui ne nécessitent pas de conducteur et les semi-autonomes dont le conducteur a le contrôle total (Krasniqi & Hajrizi, 2016). Ces véhicules

sont équipés d'une technologie de communication sans-fil nommée communications dédiées aux courtes portées qui permet déjà une communication bidirectionnelle avec peu de latence pour des applications de sécurité. Cependant, la 5G fournira une connexion encore plus fiable (Krasniqi & Hajrizi, 2016). Selon Dr. Joy Laskar, *"les futures voitures autonomes vont générer presque 2 petabits de données, avec une connexion Wi-Fi avancée, cela prendra 230 jours pour transférer une semaine de données venant d'une voiture autonome"* (Khosravi, 2018). Tandis qu'avec la 5G, cela prendra 2 jours.

La réaction humaine est légèrement supérieure à 200 millisecondes, la voiture sera capable avec la 5G de réagir 250 fois plus rapidement que l'être humain. Si celle-ci roulait à du 60km/h, la distance de réaction serait de 30 mètres pour un humain, la 5G quant à elle prendra 3 centimètres pour commencer à freiner (Thales, 2021). Cette faible latence permettra donc aux systèmes d'assistance avancée de conducteur de prendre en compte des informations cachées telles que des travaux routiers, des véhicules d'urgence, des piétons voulant traverser et qui sont cachés par des obstacles physiques. Ceci donnera la possibilité de conduire plus prudemment et d'éviter les accidents (Ericsson,). Non seulement la 5G est très fiable mais elle a aussi un plus grand champ d'application qui ne s'arrête pas à la communication inter-véhicules et avec les systèmes de sécurité. Par conséquent, la 5G est très souhaitable, elle ne rivalisera pas avec la technologie de communications dédiées aux courtes portées qui est déjà présente vu que la redondance est nécessaire pour les voitures automatiques, elle servira notamment en tant que technologie de secours si la 5G venait à cesser de fonctionner (Krasniqi & Hajrizi, 2016).

- Media et Divertissement

Les entreprises vont pouvoir utiliser la 5G pour offrir des expériences plus immersives, interactives et de meilleure qualité à travers une multitude d'objets connectés (Petrock, 2021). La 5G va notamment débloquer le potentiel de la réalité augmentée et virtuelle ou encore permettre des tenues avec des capacités de réalité virtuelle qui va offrir une expérience à l'utilisateur (Intel, s. d.). Elle sera aussi capable d'améliorer l'expérience vécue des événements, comme les cinémas et les stades, et l'expérience vécue par les clients comme la relecture, le choix d'une caméra spécifique, la langue, etc. Les médias deviendront également

plus interactifs pour offrir une consommation des médias à la maison mais aussi en déplacement (en voiture par exemple) en s'adaptant à son environnement de visionnage (5GPPP & New European Media, 2016).

- Énergie

D'un côté, la 5G va principalement servir les smart grids. Avec cette nouvelle technologie, ces smart grids auront une protection et un contrôle meilleur ce qui amènera une qualité d'alimentation supérieure et moins d'impact environnemental dans les zones urbaines (5GPPP, 2015). D'un autre côté, elle permettra aux smart meters de la maison d'être plus précis ainsi que d'envoyer et de recevoir plus de données aux clients et aux fournisseurs afin de fournir plus de détails concernant les objets utilisant le plus d'électricité ainsi que des informations supplémentaires comme le moment de la journée où les objets consomment le plus, etc. (Carritech télécommunications, 2018)

- E-Santé

Tout d'abord, la 5G offrira la possibilité de faire de la chirurgie à distance. Un chirurgien se trouvant à des centaines de kilomètres des patients, aura la capacité de les traiter et disposera du même sens du toucher grâce à l'intervention d'appareils médicaux robotisés que la 5G permet. En plus d'être caractérisé par une connexion stable et de faible latence, un tel réseau est nécessaire pour transmettre un feedback tactile, un son et une image sans latence afin d'éviter que certains sens du chirurgien, comme la vue, le toucher ou l'ouïe, ne soient décalés. Ce risque exposera le chirurgien à développer le trouble de la cybercinétose (Soldani et al., 2017). Les consultations pourraient aussi se faire en ligne avec à l'aide de la 5G et des objets connectés comme les capteurs pour que les patients puissent envoyer des données sur leur situation à l'expert de santé (Ullah et al., 2019).

Ces différentes industries nécessitent la 5G pour un meilleur fonctionnement de leurs produits actuels et nouveaux, ce qui renforce leur intérêt pour celle-ci. Elles n'ont que très peu de pouvoir sur les décisions concernant la 5G et ne peuvent qu'attendre son déploiement.

C'est pourquoi elles se retrouvent dans la catégorie "à informer". Cependant, avec le potentiel d'innovation que la 5G permet, notamment à travers le développement de technologies plus performantes et répondant mieux aux besoins, les entreprises des marchés verticaux peuvent avoir une certaine influence dans la vitesse d'adoption et de déploiement de la 5G.

Dans la troisième catégorie des parties prenantes, il y a tout ce qui concerne la régulation du marché de la 5G tels que le gouvernement, les institutions internationales, les organisations et les régulateurs.

Les décideurs politiques

- Commission européenne

La Commission européenne correspond au corps exécutif de l'Union Européenne. Elle a l'autorité nécessaire pour lancer des projets tel que le plan d'action 5G en Europe qui consiste à intégrer cette technologie dans tous les états membres en 2020. La Commission a proposé différentes mesures comme le déploiement de la 5G et l'introduction de la commercialisation à grande échelle de celle-ci pour la fin de l'année 2020. L'objectif principal est de maintenir la compétitivité dans l'industrie européenne en soutenant le déploiement des réseaux 5G. En ce qui concerne l'attribution du spectre, la Commission tente d'offrir de bonnes conditions pour le déploiement des small cells et tente d'inciter à l'investissement (Commission Européenne, s. d.). Cependant, le coronavirus, retardant l'attribution des fréquences à travers des enchères, a rendu ce projet presque impossible. Selon Breton, commissaire pour le marché intérieur, il y a du retard sur le plan de la 5G mais il faut inciter les états membres à progresser le plus rapidement possible car seulement 20% des fréquences du spectre 5G ont été allouées en 2020 (Stolton, 2020).

En 2021, seulement la moitié des nations européennes ont atteint leurs objectifs pour les spectres d'ondes de bande inférieure alors que l'autre moitié est encore loin derrière cet objectif selon Stuckmann. De nouveaux objectifs pour la 5G seront annoncés durant la communication sur les plans de "Digital Decade" (Stolton, 2021).

- Gouvernements

Les gouvernements locaux ont le pouvoir de donner l'autorisation pour la construction de nouvelles tours sans fil ou d'ajouter des équipements à des infrastructures déjà présentes par leur compétence de planification spatiale et urbaine (Schuster & Vallier, s. d.). Ce sont également les gouvernements qui possèdent et organisent le système d'enchères des bandes de fréquence pour la 5G.

En Belgique, à part dans les aéroports ou dans les alentours du port d'Anvers où il y eu de petits projets d'instauration d'un réseau 5G, il n'y a pas encore eu d'enchères pour les fréquences de la 5G alors que celles-ci sont entièrement terminées aux Pays-Bas et en Allemagne. La procédure prendra encore une année étant donné qu'il faut mettre en place l'enchère minimale, déterminer les responsabilités des opérateurs mobiles ainsi que la portée qu'ils peuvent couvrir (Hope, 2020).

Le gouvernement a approuvé le projet de loi début 2021 mais les enchères ne pourront commencer qu'à partir de 2022. Cela a pris beaucoup de temps à cause de la formation du gouvernement et des régions qui n'arrivent pas à se mettre d'accords sur la répartition des revenus des enchères dont les gains sont estimés à €800 millions selon l'IBPT (Turner, 2021).

- Principaux Régulateurs

L'union internationale des télécommunications est une agence spécialisée dans l'information et la communication des technologies. Cette organisation développe des standards techniques pour l'interconnexion des technologies et s'assure d'améliorer l'accès aux TICs des populations défavorisées. Cet organe est responsable de l'IMT-2020, ce dernier correspond aux exigences minimales pour les réseaux 5G, les appareils et les services (ITU, 2021).

La conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications (CEPT) est une organisation qui compte 48 pays collaborant pour harmoniser les télécommunications, le spectre de la radio et les affaires postales (OFCOM, 2011). Dans sa structure se retrouve le comité des communications électroniques européennes (ECC) qui développe les politiques sur les activités des communications électroniques en Europe en fonction des législations et des régulations internationales et européennes. Le comité s'occupe d'harmoniser les mesures pour la 5G, elle a déjà harmonisé 1200 MHz de spectre pour le haut débit mobile dans la gamme de bande de fréquences de 694 MHz à 3.8 GHz

(CEPT, s. d.). Il peut également décider quelles bandes de fréquence sont utilisables pour la 5G comme les 700MHz, 800MHz et 1.5GHz (Fenwick, 2018).

Ces entités sont “à garder satisfaites” parce qu’elles dirigent le déploiement de la 5G en donnant leur accord, en établissant des réglementations et en monitorant le déploiement. Elles possèdent donc le plus haut niveau de pouvoir mais elles n’y accordent pas plus d’intérêt que les autres car leur organisation ne dépend pas directement de la 5G.

Les organisations de standardisation

- Organisations de standardisation

La troisième génération du projet de collaboration (3GPP) réunit plusieurs organisations de développement de standard de télécommunication. Cette collaboration produit des rapports contenant les spécifications des technologies 3GPP comme les télécommunications mobiles, les services de réseaux et les descriptions de système pour les télécommunications mobiles (3GPP, s. d.).

L’institut des standards de communication européenne (ETSI) est une organisation à but non lucratif qui détermine les standards de la télécommunication en Europe. Elle s’assure aussi de l’interopérabilité parmi les standards comme le réseau digital des services intégrés, le système global pour les communications mobiles et le système universel des télécommunications mobiles (Gartner, s. d.). Elle a aussi un rôle de support des régulations et des législations en créant les standards européens harmonisés (Dahmen-Lhuissier, s. d.).

Les organisations de standardisation se trouvent dans la catégorie “à gérer de près” parce qu’elles déterminent les normes en ce qui concerne la 5G. Elles ont aussi un grand intérêt pour celle-ci.

Et enfin, il y a les organisations qui ne représentent ni l’offre, ni la demande pour la 5G.

Organisations non gouvernementales

Il existe un autre groupe de stakeholders qui a un rôle de lobby sur les projets et politiques mis en place. Dans cette catégorie se retrouvent toutes les organisations non gouvernementales (ONG) qui sont impactées par la 5G. Par exemple, une organisation qui agit pour l'environnement ou pour la santé et qui dénonce les méfaits de la 5G.

- Action against5g

Il s'agit d'un groupe d'individus composé de docteurs, de scientifiques et d'ingénieurs soutenus par des avocats au Royaume-Uni. Il dénonce l'incapacité du gouvernement anglais à reconnaître les risques de santé et de sécurité de la radiation liés au déploiement de la 5G. Il représente la population du Royaume-Uni qui n'a pas donné son avis sur le sujet ni même son consentement à cette irradiation de leurs lieux de vie. Cette organisation soutient également qu'elle agit pour le bien-être des habitants du monde entier (Action Against 5G, s. d.).

- Agir Pour l'Environnement

Cette association de mobilisation citoyenne œuvre pour une planète vivable. Elle fait pression sur les politiciens et les décideurs avec des campagnes réunissant un grand nombre de personnes. Concernant la 5G, l'organisation dénonce la non-évaluation écologique et sanitaire des fréquences 5G sans débat public (Agir Pour l'Environnement, s. d.).

- Priartem

Association nationale défendant la problématique "ondes-santé-environnement". Elle milite pour la protection de la santé et de l'environnement contre les risques liés à l'exposition aux ondes électromagnétiques (Priartem, s. d.).

Ces organisations non gouvernementales se placent dans la catégorie "à garder informé", elles ont beaucoup d'intérêt pour la technologie en militant contre celle-ci et ont un peu de pouvoir car elles ont la capacité de faire ralentir le déploiement de la 5G.

Autres organisations liées à la 5G

- 5G World Forum

Le 5G World Forum est une conférence virtuelle qui réunit des représentants du secteur, des académiciens et des chercheurs pour discuter autour des informations dont ils disposent et de leurs avancements dans la 5G. Ils parlent également des futurs défis avec le déploiement d'un tel réseau (5G World Forum, s. d.).

- NGMN

L'alliance de la nouvelle génération de réseaux mobiles est un forum ouvert qui est composé par les plus grands opérateurs mobiles du monde. Son objectif est de satisfaire les demandes du consommateur en s'assurant que les futures infrastructures réseaux, les services de plateformes et les appareils respectent les exigences des opérateurs. Elle cherche aussi à inclure les visions de toutes les parties prenantes de la télécommunication comme les membres (opérateurs), les contributeurs (les vendeurs de logiciels) et les conseillers (chercheurs) (NGMN, 2021).

Ces organisations se positionnent dans la catégorie "à garder informé" parce que la 5G correspond au principal centre d'intérêt de ces organisations puisqu'ils n'abordent que les sujets relatifs à la 5G. Cependant, elles n'ont également pas de pouvoir concernant l'implémentation de la 5G puisqu'il s'agit principalement de forums d'échange d'informations.

Partie B – analyse pratique

Chapitre 1 : Méthodologie de recherche

Cette section se consacrera à l'élaboration de la question de recherche de ce mémoire sur base des outils stratégiques, des interviews ainsi que de la revue de la littérature effectuée en première partie.

Arriver à une question de recherche

Dans la partie théorique, des analyses stratégiques ont été réalisées telles qu'une SWOT ainsi qu'une analyse de stakeholders autour de la 5G. Ces études ont montré à quel point la 5G pouvait avoir un impact sur les dimensions d'une smart city. Etant donné la complexité d'analyser les six dimensions, il a été choisi de se concentrer sur les dimensions smart economy et smart living. Par conséquent, cette partie analysera l'impact du déploiement de la 5G sur ces deux dimensions.

Tout d'abord, il a été décidé d'analyser trois smart cities européennes selon leur degré de développement : une grosse, une moyenne et une petite smart city. Ce choix a pour but de balancer les résultats pour être le plus réaliste possible. Pour ce faire, l'index smart city de 2020 réalisé par l'institut international pour le développement de la gestion (IMD) de Lausanne a été choisi pour déterminer les trois smart cities.

Classement des smart cities de l'IMD

Ce classement sépare les villes en attribuant une note pour chaque ville selon cinq piliers qui sont la santé et la sécurité, la mobilité, les activités, les opportunités et la gouvernance sur base du niveau des infrastructures et des technologies de ces dimensions. Pour réaliser un tel classement, l'IMD indique que 120 personnes ont été interrogées dans chacune des villes étudiées. Ces villes se classent de AAA pour les grandes smart cities au classement D pour les dernières places. Par conséquent, Amsterdam a été choisi comme grosse smart city se

positionnant à la 9^{ème} place dans le classement et possédant une note de A. Ensuite, à la 38^{ème} place se retrouve Berlin qui sera considérée comme une moyenne smart city avec une cote BBB. Enfin, afin de couvrir trois villes de différents niveaux, Marseille a été choisie comme petite smart city, se retrouvant à la 78^{ème} place et qui a été évaluée CCC.

Limites d'un tel classement

Bien que le classement soit reconnu, celui-ci a quelques faiblesses. Luterek a relevé quelques points qui ne sont pas répondus pour la méthodologie du classement IMD des smart cities comme la manière et la raison pour laquelle ces 109 villes ont été choisies et comment et sur base de quelles caractéristiques les répondants ont été choisis dans les villes. Luterek souligne également que le questionnaire soumis aux personnes enquêtées n'est pas accessible aux lecteurs et que 120 personnes interrogées est un trop petit échantillon ce qui limite la possibilité de tirer des conclusions scientifiques justifiées (Luterek, 2020).

De plus, la place d'une ville dans un index ne sera pas nécessairement la même dans un autre index puisque les indicateurs pris en compte peuvent différer. Les indices se basent sur des modèles de smart cities qui déterminent certaines dimensions et plusieurs indicateurs. Cependant, les dimensions choisies par les index ne correspondent pas tout le temps aux dimensions où les villes sont les plus performantes ou les plus développées (Backhouse & Zaber, 2020).

Les six piliers des smart cities qui ont été abordés dans la partie théorique de ce mémoire ne correspondent pas tous aux cinq piliers de l'index réalisé par l'IMD. Dès lors, Amsterdam, Berlin et Marseille peuvent être classées différemment en prenant en compte les six piliers définis précédemment.

Choix de l'étude

Initialement, l'idée était d'effectuer une étude quantitative selon une analyse coût-bénéfice afin d'identifier quelle valeur apportera la 5G dans ces smart cities. Cependant, lors de la collecte de données au sujet des grands opérateurs mobiles d'Amsterdam, Berlin et Marseille,

il était difficile trouver les données clés concernant la 5G dans leurs rapports annuels. En effet, isoler les bénéfices et les coûts propre à la 5G et à une seule ville était très laborieux puisque le compte de résultats publié par les opérateurs reflète l'entièreté de leurs activités et pour l'ensemble du pays. L'unique possibilité était de demander ces informations aux entreprises concernées sous des clauses de confidentialité. Par manque de temps et étant donné la difficulté d'obtenir les informations nécessaires, cette analyse a été écartée et remplacée par une analyse prédictive de la 5G à travers la méthode des scénarios. Les scénarios seront appliqués à chacune de ces villes afin d'évaluer au mieux le degré d'incertitude et l'impact potentiel de la technologie.

Cette deuxième partie de ce mémoire étudiera le sujet de manière qualitative parce que ce type d'analyse permet une approche naturelle qui tend à comprendre un phénomène dans un contexte spécifique et non-contrôlé. Elle est aussi utilisée pour comprendre les points de vue et les émotions des personnes à propos d'un sujet (Harris et al., 2009). Différents professionnels ont été contactés, des personnes travaillant dans des secteurs différents tels que des professeurs, des chefs de projet smart city, des résidents des smart cities, des opérateurs, des organisations non gouvernementales. Cela a abouti sur des interviews d'environ une heure et a permis de connaître leur position et leurs connaissances sur la 5G dans les smart cities.

La question de recherche de ce mémoire est : *Quel est l'impact du déploiement de la 5G pour la dimension Smart Economy et Smart Living des smart cities européennes ?*

L'hypothèse quant à elle est la suivante : **la 5G permet aux smart cities d'améliorer leur compétitivité (Smart Economy) sans entraver à la qualité de vie (Smart Living) des citoyens.**

Afin de répondre au mieux à la question de recherche, trois niveaux stratégiques des smart cities seront explorés. Tout d'abord, pour chacune des villes, le degré de compétitivité sera évalué à travers un diamant de Porter. Ces niveaux de compétitivité seront ensuite comparés

entre

eux.

En seconde partie une stakeholder analysis de chaque ville est effectuée afin de comprendre les acteurs qui influencent les prises de décisions et également la confronter avec celle prédéfinie dans notre revue de littérature. En effet, les villes sont des entités publiques et leurs stratégies vont être l'agrégation de toutes une série d'influence de stakeholder et ceux-ci peuvent jouer différemment d'une ville à l'autre. C'est pourquoi il est nécessaire dans cette partie de comparer les trois stakeholders analysis. Celles-ci seront établies sur base de nos recherches sur les villes et de nos interviews, la liste des personnes contactées se trouve en Annexe 2. Les 10 personnes qui ont accepté de fournir des informations à travers une interview sont Budel Richard, directeur commercial chez SICPA et anciennement directeur de la technologie (CTO) chez Huawei; Daled-Rosseel Barbara, responsable de la santé et de l'alimentation chez Tests-Achats ; Dewingaerden Gaetan, chef du programme 5G chez Proximus; Dillen Kathleen, chef de projet santé chez Tests-Achats Gillissen Juliette, résidente proche de Marseille ; Kerckhove Stéphen, Directeur d'Agir Pour l'Environnement ; Necula Christina, résidente de Berlin ; Slikker Onno, résident d'Amsterdam ; Vandenbosch Guy, professeur spécialisé dans les ondes à la KUL et Van Ostaede Kristof, spécialiste en télécommunications chez Test-Achats.

Enfin, la dernière section de cette deuxième partie portera sur une analyse par scénarios qui tentera de faire des projections futures sur les conséquences économiques, à savoir la productivité, et sur les conséquences sociétales, à savoir l'adoption de la population, de la 5G dans les smart cities européennes. Cette analyse découle des différentes incertitudes basées sur l'ensemble des informations récoltées autour du sujet et permet de décliner des scénarios positifs ou négatifs sur l'impact du déploiement de la 5G.

Chapitre 2 : Diamant de Porter des 3 villes

Rappel théorique

Cette partie appliquera le “Diamant de l’avantage national” réalisé par le professeur de stratégie d’entreprise d’Harvard : Michael Porter. Ce modèle fait référence à la compétitivité territoriale, permet de voir comment un territoire se positionne par rapport à ses facteurs de compétitivité et est utilisé pour analyser une stratégie émergente ou délibérée. En effet, certaines zones géographiques sont sources de plus d’innovations que d’autres et sources de plus d’avantages concurrentiels pour les entreprises et organisations qui s’y installent. Le diamant de Porter permet d’expliquer l’attractivité d’un secteur et est donc utile pour explorer les sources d’avantage concurrentiels des trois villes européennes grâce à ces 4 piliers d’analyses (Porter, 1990) :

1. Conditions de facteurs d’inputs

Ce point fait référence aux facteurs de productions tels que la main d’œuvre qualifiée et les infrastructures pour la 5G dans la ville.

2. Condition de la demande

Cette deuxième dimension reflète la demande pour la 5G au sein de la ville.

3. Industries connexes et en faveur

Ce pilier fait référence à la présence ou non de fournisseurs nécessaires au déploiement de la 5G dans la ville en question ainsi que d’autres industries liées.

4. Contexte pour la stratégie des entreprises et rivalité

Cette dimension représente les conditions au sein de la ville en matière de création, gestion et organisation des entreprises et également le niveau de rivalité au sein de la ville.

Cette analyse de Porter considère également deux piliers supplémentaires qui sont jugés nécessaires pour analyser la compétitivité d’une ville ou d’une région (Claessens, 2016):

5. Gouvernement

Le gouvernement est un point important dans le diamant de Porter puisqu’il peut influencer les autres dimensions et est donc source de compétitivité pour la ville. Il a le pouvoir d’accélérer le développement de la 5G ou de la freiner à travers diverses politiques.

6. Hasard

Le hasard représente tous les événements aléatoires qui échappent au contrôle de la ville et qui impacte le développement de la 5G optimal (événement historique, catastrophes naturelles, etc).

Amsterdam

Conditions de facteurs

- Antennes 3G et 4G sont déjà déployées dans la ville et peuvent accueillir la 5G sur les mêmes bandes de fréquence que les précédentes générations.
- Les enchères pour le spectre de la 5G aux Pays-Bas ont été effectuées en juin 2020 (5G European Observatory,).

Conditions de demande

- Selon une étude de Deloitte Netherlands, seulement 42% des 1953 répondants néerlandais s'attendent à une meilleure connectivité en passant à la 5G (Nelissen et al., 2021).
- Le gouvernement déclare que la technologie est nécessaire car l'utilisation des données mobiles est en train d'augmenter. Elle permettra aux Pays-Bas d'avoir continuellement un réseau mobile rapide et stable (Zaken, 2019).
- Des entreprises travaillant dans le secteur de la logistique, la fabrication, les industries de transformation ainsi que celles qui travaillent avec des caméras ont besoin de la 5G afin de ne pas dépendre d'une connexion fixe pour la communication à large bande passante (KPN, 2020).
- Amsterdam est un écosystème de start-ups notamment au niveau de son port. En effet celui-ci est ouvert à l'entrepreneuriat pour optimiser et offrir une économie circulaire. La ville détient un programme pour stimuler l'entrepreneuriat : Startup in Residence. Celui-ci encourage toutes les start-ups à apporter des solutions pour les enjeux urbains et sociétaux (City of Amsterdam, 2020).
- Amsterdam est également une ville portuaire, il y a donc un besoin logistique auquel la 5G peut répondre. Le premier port des Pays-Bas se situe à Rotterdam, celui-ci dispose déjà de la 5G via l'opérateur KPN pour tester son effet sur l'optimisation de son processus logistique (KPN, 2019). Cependant, le port d'Amsterdam reste un important port de commerce avec de nombreux enjeux. C'est pourquoi celui-ci possède une stratégie appelée "Digital Port" et investit dans la numérisation de son port à travers l'utilisation de nouvelles technologies et de l'open data afin d'améliorer

sa gestion logistique et la gestion des autres processus reliant le client au port. Ce programme a une vision centrée sur les clients et partenaires et leurs besoins respectifs ainsi que sur le côté durable du port (Port of Amsterdam, 2020). C'est pourquoi cette disposition constitue un important facteur de demande pour la 5G au sein d'Amsterdam.

- D'après Onno Slikker, étudiant résidant à Amsterdam, déclare qu'il n'a pas besoin de la 5G pour le moment notamment car la technologie d'aujourd'hui lui permet déjà de réaliser ses tâches digitales très rapidement. Cependant, il mentionne qu'il aura probablement besoin de cette technologie dans le futur car les technologies dont il dispose seront mises à jour avec la 5G et il ne souhaite pas être à la traîne en termes de rapidité de connexion.
- Selon Ericsson, il y a également une demande grandissante des clients ainsi qu'une forte demande émanant des opportunités d'innovation comme l'IoT, le smart transport et des cas de jeux vidéo nécessitant une connexion avec faible latence (Ericsson,).

Industries de soutien

- Les opérateurs mobiles travaillent avec des équipementiers pour déployer leur réseau 5G. Les principaux opérateurs collaborent avec Ericsson pour les équipements. En ce qui concerne KPN, Ericsson permet un réseau 5G plus rapide, fiable et sécurisé. Babak Fouladi, chef technologique et membre du conseil d'administration de KPN, déclare *“Avec notre nouveau réseau central 5G, on entre dans une nouvelle ère de technologie mobile. En collaborant avec Ericsson sur les dernières technologies, les débits de données en Gb, la communication en temps réel et l'IoT massif deviennent une réalité. Ceci permettra de nouvelles fonctionnalités et capacités pour nos clients et la société et confirme la capacité de KPN à garder sa promesse à devenir le réseau des Pays-Bas.”* (Ericsson,).

Compétitivité

- Concernant, déploiement de la 5G à Amsterdam, les 3 principaux compétiteurs sont KPN, T-Mobile et VodafoneZiggo.

Gouvernement

- Le gouvernement a pris plusieurs initiatives concernant le déploiement de la 5G (Ministry of Economic Affairs And Climate Policy, 2018) :
 - Mettre du spectre à disposition de la 5G.
 - Communication avec les autorités locales concernant les procédures de planning d'installation des antennes 5G.
 - Garantie de plus de transparence concernant la construction d'antennes et des infrastructures de télécommunication pour les parties qui souhaitent y investir.

Hasard

- La crise due à la pandémie de COVID-19.



Berlin

Conditions de facteurs

- Antennes 3G et 4G déjà déployées dans la ville et pouvant accueillir la 5G sur les mêmes bandes de fréquence que les précédentes générations.

- Les enchères pour le spectre de la 5G en Allemagne ont été effectuées en juin 2019 (5G European Observatory, 2019).

Conditions de demande

- Le chef de la technologie de Telekom Deutschland déclare *“Le désir d’avoir plus de bande passante parmi les utilisateurs de smartphones est toujours fort. Nous sommes d’accord avec cette demande et continuons d’étendre notre réseau mobile le plus rapidement possible – dans les régions rurales ou zones métropolitaines, de la 4G et de la 5G”* (Tomás, 2021).
- Selon Christina Recula, étudiante résidant à Berlin, la 5G n’est pas encore complètement disponible pour les citoyens. À l’heure actuelle elle n’en éprouve pas vraiment le besoin puisque la 4G lui suffit pour ses besoins personnels. Cependant, si elle avait la possibilité d’avoir la meilleure qualité de réseau mobile, elle n’hésiterait pas à adopter cette nouvelle technologie.
- Berlin soutient l’innovation au sein de la ville et possède l’un des plus inclusifs et diversifiés écosystèmes à start-ups du monde selon le PDG du hub à start-ups Factory Berlin (Trajkovska, 2018). De plus, selon Andrea Rosen, responsable Smart city chez Infarm, il est facile de démarrer une activité à Berlin car la ville donne facilement accès à des visas et le coût de la vie est moindre que dans les autres capitales européennes telles que Londres ou Paris, ce qui attire les entrepreneurs étrangers et permet à la ville d’être ouverte à l’international (Andrews, 2020). Lors de l’interview avec Christina Recula, il a été confirmé que Berlin était composé d’une multitude de start-ups.

Industries de soutien

- Ericsson est l’équipementier qui fournit les 3 plus grands opérateurs mobiles.
- Au sein de Deutsche Telekom, Claudia Nemat qui est membre du conseil d’administration pour l’innovation et la technologie a annoncé : *“Nous sommes contents d’avoir trouvé Ericsson comme fournisseur de 5G, qui nous a aussi convaincu par le passé au sujet de la modernisation de l’accès à notre réseau mobile. Après la modernisation fiable, la barre pour le déploiement de la 5G dans le réseau d’antennes est également haute.”* (Ericsson, 2021).

- Chez Vodafone, la responsable du réseau Andrea Dona indique également qu’une telle collaboration apporte à l’opérateur mobile des solutions de pointe (Ericsson, 2021).

Compétitivité

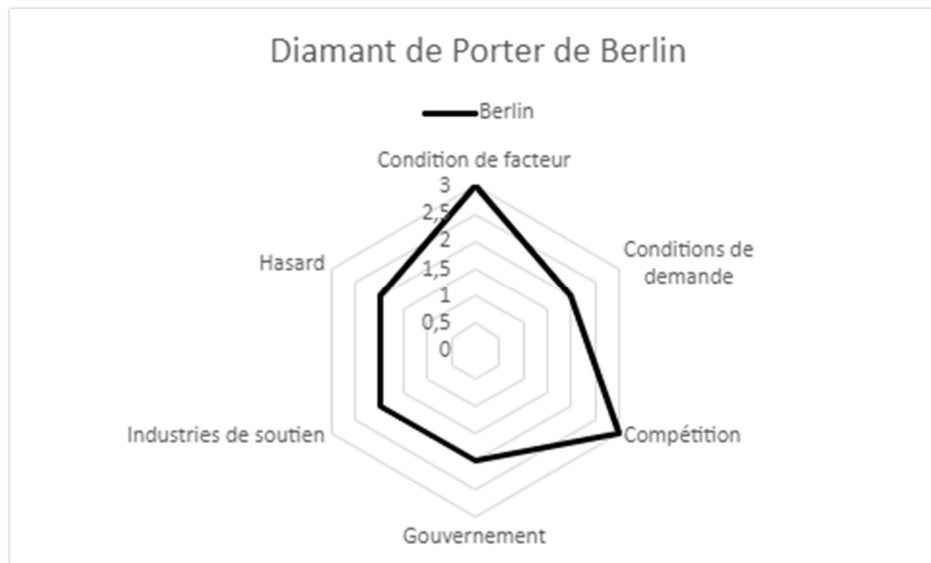
- Pour le déploiement de la 5G à Berlin, les opérateurs mobiles Deutsche Telekom/Vodafone/O2 sont en compétition.

Gouvernement

- Le gouvernement allemand a pris des mesures en 2017 pour favoriser le déploiement de la 5G (The federal Government, 2017) :
 - Accélérer le déploiement du réseau 5G en préparant les infrastructures et les procédures d’approbation.
 - Mettre à disposition des fréquences d’essai pour la 5G ainsi que rendre du spectre inférieur à 6 GHz disponible.
 - Soutien du processus de standardisation, il y a un objectif que la recherche et le développement de la 5G résulte en norme internationale ouverte.
 - Soutien de la recherche 5G avec un financement de €80 millions à disposition des projets “communications sans-fils et fiables dans l’industrie”, “5G : internet industriel” et “5G : internet tactile”. Le gouvernement fédéral finance également des activités où la 5G est un moteur important dans le processus de réalisation.

Hasard

- La crise due à la pandémie de COVID-19.



Marseille

Conditions de facteurs

- Antennes 3G et 4G déjà déployées dans la ville et pouvant accueillir la 5G sur les mêmes bandes de fréquence que les précédentes générations.
- Les enchères pour le spectre de la 5G en France ont été effectuées en octobre 2020 (5G European Observatory,).

Conditions de demande

- Ville portuaire : Le port de Marseille, appelé le port de Marseille Fos, se veut innovant, responsable et polyvalent à travers une stratégie “Smart Port”. Développer le réseau portuaire au maximum permettra de grosses retombées économiques pour la ville de Marseille. La stratégie repose sur la gestion d’un important flux de données afin de développer le port à l’international. Celui-ci est en pleine transition vers le numérique et fait recours aux nouvelles technologies afin de renforcer sa compétitivité, son attractivité et sa gestion environnementale. En effet, avec cette vision tournée vers le numérique, le port développe des centres de données, des câbles sous-marins ainsi que des services associés à l’installation de la 4G+ et de la 5G, etc.

Avec une telle stratégie et un tel développement, le port de Marseille Fos se situe à la 9ème place dans le classement mondiale des hubs numériques (Marseille Fos, s. d.).

De plus, le projet “Le French Smart Port in Med”, instauré par la coopération de la chambre de Commerce et d’industrie métropolitaine Aix Marseille Provence avec le port de Marseille Fos et Aix Marseille université, a vu le jour. Ce projet vise une meilleure efficacité au niveau économique et environnementale du port, des industries et de la gestion logistique, la création d’emploi dans le domaine numérique, de meilleures relations et interactions concernant la ville de Marseille et son port et permettre au port Marseille Fos de se démarquer et d’être le port numéro un en Méditerranée (Marseille Fos, s. d.).

- Juliette Gillissen, résidente de Marseille et étudiante à l’université d’Aix-Marseille, ressent le besoin d’une meilleure connectivité et est prête à aller vers un réseau mobile plus efficace comme la 5G car le réseau wifi est très instable et fait face à beaucoup de pannes. La 4G n’est quant à elle pas assez rapide pour certains besoins notamment scolaire (pour suivre ses cours en ligne) ou privés (télécharger un film pour regarder dans le train). De nombreux étudiants et personnes de son entourage sont également dans son cas et sont également prêts à adopter la 5G pour palier à ces problèmes. Juliette Gillissen estime que la demande est présente autant au niveau privé que public.

Industries de soutien

- Les 3 grands opérateurs mobiles en France ont choisi Nokia et Ericsson comme équipementiers 5G.
- Orange a choisi Nokia pour la construction d’un réseau 5G reposant sur le network slicing dans le domaine de l’environnement industriel. Celui-ci permet de fournir de la connectivité moderne, fiable et durable pour les cas d’usages industriels. Tom Uitto, directeur général des réseaux mobiles chez Nokia voit un avantage de premier plan sur le marché grâce au network slicing (Orange, 2021).
- Fabienne Dulac, présidente directrice générale de Orange France affirme que la collaboration avec Ericsson permettra le développement d’un réseau 5G innovant et

puissant et de nouveaux services qui créeront des expériences enrichissantes pour les utilisateurs (Ericsson,).

Compétitivité

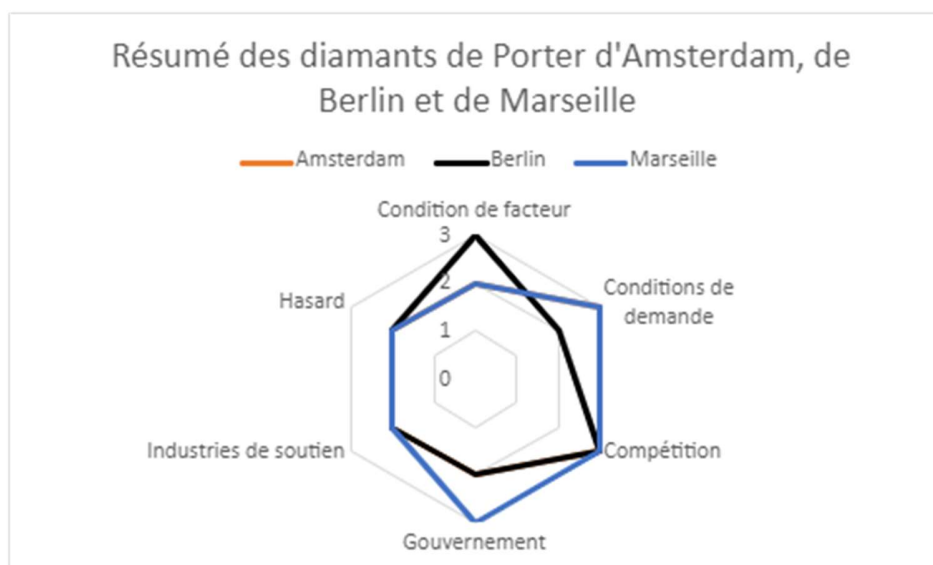
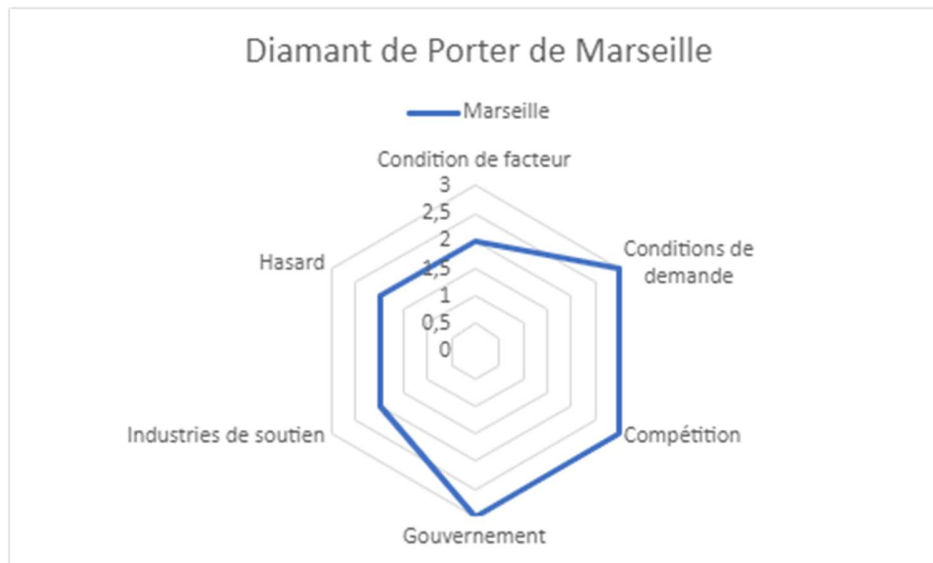
- Pour le déploiement de la 5G à Marseille, les principaux compétiteurs sont Orange, Free et SFR Mobile.

Gouvernement

- Le gouvernement français a l'intention de contribuer à des projets permettant d'atteindre un marché de la 5G valant €15 milliards jusqu'en 2022 à l'aide d'un financement final €735 millions. Selon le gouvernement, la 5G est un facteur clé de compétitivité en permettant de nombreux usages innovants. *“Elle représente une véritable opportunité pour les territoires, l'emploi et l'industrie français”*. Ci-dessous, la liste des quatre projets prioritaires dont l'aide publique fournie est de \$480 millions. (Pannier-Runacher & O, 2021) :
 - Développement d'usages 5G, identification et mise en œuvre des meilleures pratiques pour favoriser leur développement.
 - Construction d'une offre française souveraine en soutenant le développement de briques technologiques pour des réseaux souverains sécurisés et fiables.
 - Soutien d'une recherche et développement de pointe pour anticiper les évolutions de la 5G tout en aidant les innovations qui réduisent l'impact énergétique des réseaux.
 - Renforcement de la formation et attraction de talents pour satisfaire les besoins de compétences sur la conception et le déploiement des réseaux futurs.

Hasard

- La crise due à la pandémie de COVID-19.



Point sur les trois smart cities

Tout d'abord, les trois villes se ressemblent au niveau du diamant de Porter. En effet, on retrouve dans chacune des villes un réseau 3G et 4G bien déployé. Cela correspond à une condition de facteur car les antennes 3G et 4G restent utilisables pour la 5G. Selon Gaetan

Dewingaerden, chef de l'unité 5G chez Proximus, les fréquences octroyées à la 2G, 3G, 4G peuvent être remplacées par de la 5G. En effet, selon le régulateur des télécoms belges IBPT, les directives européennes ont instauré le principe de neutralité technologique donnant la possibilité aux opérateurs mobiles de choisir la technologie de réseau mobile (à savoir 2G, 3G, 4G ou 5G) qu'elles souhaitent utiliser dans la bande passante pour autant qu'elles aient obtenu les droits d'utilisation (IBPT, s. d. C'est pourquoi Amsterdam, Berlin et Marseille pourront facilement remplacer les précédentes générations par la 5G.

Concernant la demande, celle-ci est quasi la même partout en Europe. Les entreprises de marchés verticaux ont besoin de la 5G pour améliorer les produits et services actuels et pour en développer de nouveaux. Deux des trois résidents interviewés ne ressentent pas un besoin immédiat de la 5G. Cependant, leur avis ne compte que pour une petite partie de la population. Kristof Van Ostaede confirme que les consommateurs actuels de la 4G comme les citoyens n'y verront pas de bénéfices directs et que la 4G leur suffit amplement. Par contre Gaetan Dewingaerden est persuadé que lorsque les résidents vont avoir l'occasion d'essayer la 5G, ceux-ci vont ressentir que cette technologie est meilleure et il est convaincu qu'elle fera l'unanimité. Christina Recula, résidente de Berlin, partage le même avis et raconte que ce fut le cas pour le passage 3G à la 4G. La demande actuelle des citoyens est plutôt indifférente car ils sont satisfaits avec ce qu'ils ont mais ils n'hésiteraient pas à adopter une technologie plus performante pour être plus productif. De plus, Gaetan Dewingaerden a relaté une forte demande de la part des soins de santé (hôpitaux) et de la police en Belgique pour bénéficier de cette nouvelle technologie. D'autre part, Kathleen Dillen illustre ce besoin pour les hôpitaux par la possibilité de filmer le patient dans l'ambulance afin de transmettre les données à l'hôpital pour que tout le matériel nécessaire soit prêt à l'arrivée de celui-ci. Cette demande peut être assimilée à la France, les Pays-Bas et l'Allemagne parce que ces derniers sont des pays qui partagent presque la même structure de par leur présence dans l'Union européenne.

En termes de compétition, il y a dans chacune des villes trois grands opérateurs mobiles fournissant la connectivité 5G. Ces derniers se concurrencent pour offrir la meilleure qualité de service et la plus grande couverture sur l'ensemble du territoire.

Selon Richard Budel, la 5G permettra aux smart cities d'attirer des entreprises par sa connectivité rapide. De par sa plus grande bande de passante, les villes seront plus attrayantes pour les employés. D'après lui, les bénéfices avec la 5G sont universels, tout type d'industrie en profitera.

Les secteurs liés à la 5G et les industries de soutien sont souvent les équipementiers Ericsson et Nokia. Cela est principalement dû au fait que Huawei s'est fait bannir de multiples projets 5G dans certains pays d'Europe suite à des suspicions d'espionnage illustrées par des failles potentielles dans la sécurité des produits Huawei (Panettieri, 2021), ce sont vers ces entreprises suédoises et finnoises que se sont tournés les opérateurs mobiles des trois smart cities analysées. De plus, Proximus a choisi Nokia et Ericsson en se basant sur des critères technologiques, opérationnels, financiers et environnementaux (Proximus, 2020) Critères sur lesquels, les opérateurs français, néerlandais et allemands peuvent également se baser.

D'un point de vue aide gouvernementale, l'implication des gouvernements dans le déploiement de la 5G diffère. La France met à disposition des fonds publics destinés à de grands projets pour développer le marché de la 5G. Alors que le gouvernement allemand et néerlandais ont pris quelques mesures pour accélérer le déploiement de celle-ci.

Le coronavirus a retardé le déploiement de la 5G en Europe de quatre mois, ces derniers coïncident avec les quatre mois de confinement (Stolton,).

En résumé, le graphique reprenant les trois diamants de Porter montre que les trois villes se ressemblent en termes de compétitivité. En effet, les axes des trois villes se superposent presque à tous les niveaux. Pour Berlin, il y a une petite différence au niveau des conditions de facteurs qui sont légèrement supérieures aux autres du fait que les enchères allemandes pour le spectre se sont terminées plus tôt que les enchères françaises et néerlandaises. Une autre différence est visible au niveau du soutien gouvernemental français dans son implication pour les projets de développement 5G. Enfin, Marseille et Amsterdam surpassent

Berlin au niveau de la demande notamment par la présence d'un port qui amplifie le besoin pour cette technologie.

Chapitre 3 : Stakeholder analysis des trois smart cities

Après avoir évalué la compétitivité entre les trois villes, il est important d'évaluer la position des différents stakeholders de ces villes dans une matrice. Le tableau ci-dessous reprend les principaux acteurs et catégorise les types de stakeholders en fonction des villes, des informations disponibles et des interviews.

	Amsterdam	Berlin	Marseille
Opérateurs mobiles	KPN Mobile T-Mobile Vodafone	T-Mobile Vodafone Mobile O2 Mobile	Free Orange Mobile SFR Mobile
Équipementier	Ericsson	Ericsson	Nokia, Ericsson
Citoyens	Onno Slikker	Christina Recula	Juliette Gillissen
Régulateurs	National ACM Européen CEPT ECC International OMS	National BNA Européen CEPT ECC International OMS	National ARCEP ANFR Européen CEPT ECC International OMS
Gouvernements	Local Femke Halsema (Bourgmestre d'Amsterdam) National Gouvernement Néerlandais Rutte III : Mark Rutte (premier ministre)	Local Michaël Müller (Gouverneur de Berlin) National République fédérale d'Allemagne (Bundesregierung) : Angela Merkel (chancelière fédérale)	Local Benoît Payan (Maire de Berlin) National Gouvernement de la République française Emmanuel Macron (Président)
ONG	Stop5GNL	/	APE Priartem

3.1 Matrices des stakeholders des smart cities

3.1.1 Amsterdam

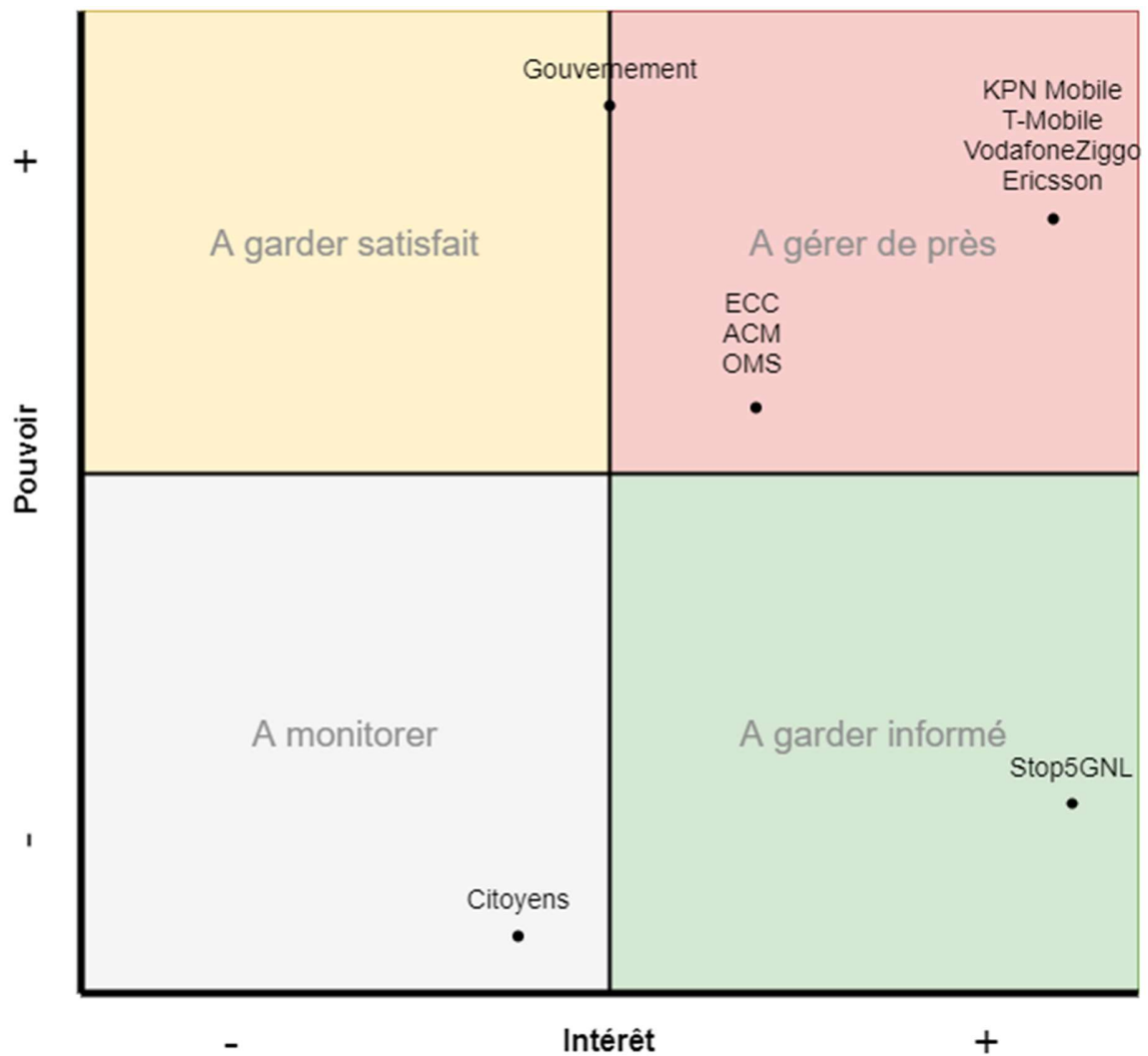


Figure 11 Matrice des stakeholders de la 5G à Amsterdam

Au niveau des citoyens, en considérant l'interview d'Onno Slikker, qui était indifférent pour le moment par rapport au déploiement de la 5G mais qui n'écartait pas la possibilité d'en avoir besoin dans le futur, les citoyens d'Amsterdam ont plutôt un faible niveau d'intérêt et très peu de pouvoir pour cette technologie. Cependant, les Pays-Bas ont fait face à de nombreux cas de vandalisme et de sabotage sur les antennes à travers des incendies (Bertrand & Solinas, 2020). Même s'il s'agit de faits sur l'ensemble du territoire et qu'il n'est pas

possible de généraliser pour Amsterdam, ces cas sont le reflet d'une méfiance de certaines parties de la population. C'est pourquoi il y a quand même une part d'intérêt des citoyens d'Amsterdam pour la 5G dans cette matrice.

En ce qui concerne le gouvernement, celui-ci a le plein pouvoir pour l'implémentation de la 5G car il donne son autorisation sur les normes et prend toutes les décisions. C'est le gouvernement qui détient les bandes de fréquence et qui organise les enchères pour le spectre. Au niveau de l'intérêt du gouvernement néerlandais pour la 5G, celui-ci est moyen car il a pris quelques mesures en faveur du déploiement de la 5G.

Au niveau des organisations non gouvernementale, Stop5GNL joue un rôle important en tant qu'acteur contre la 5G. De nombreuses manifestations se sont orchestrées dans les villes d'Amsterdam et La Haye pour faire pression sur le gouvernement et tenter de stopper le déploiement de la 5G, jugeant l'exposition aux ondes néfastes à la santé des citoyens. Malgré le rejet de leurs requêtes, ces mouvements ont renforcé la prudence des autorités de régulations et continueront à surveiller de près la 5G (DutchNews, 2020).

3.1.2 Berlin

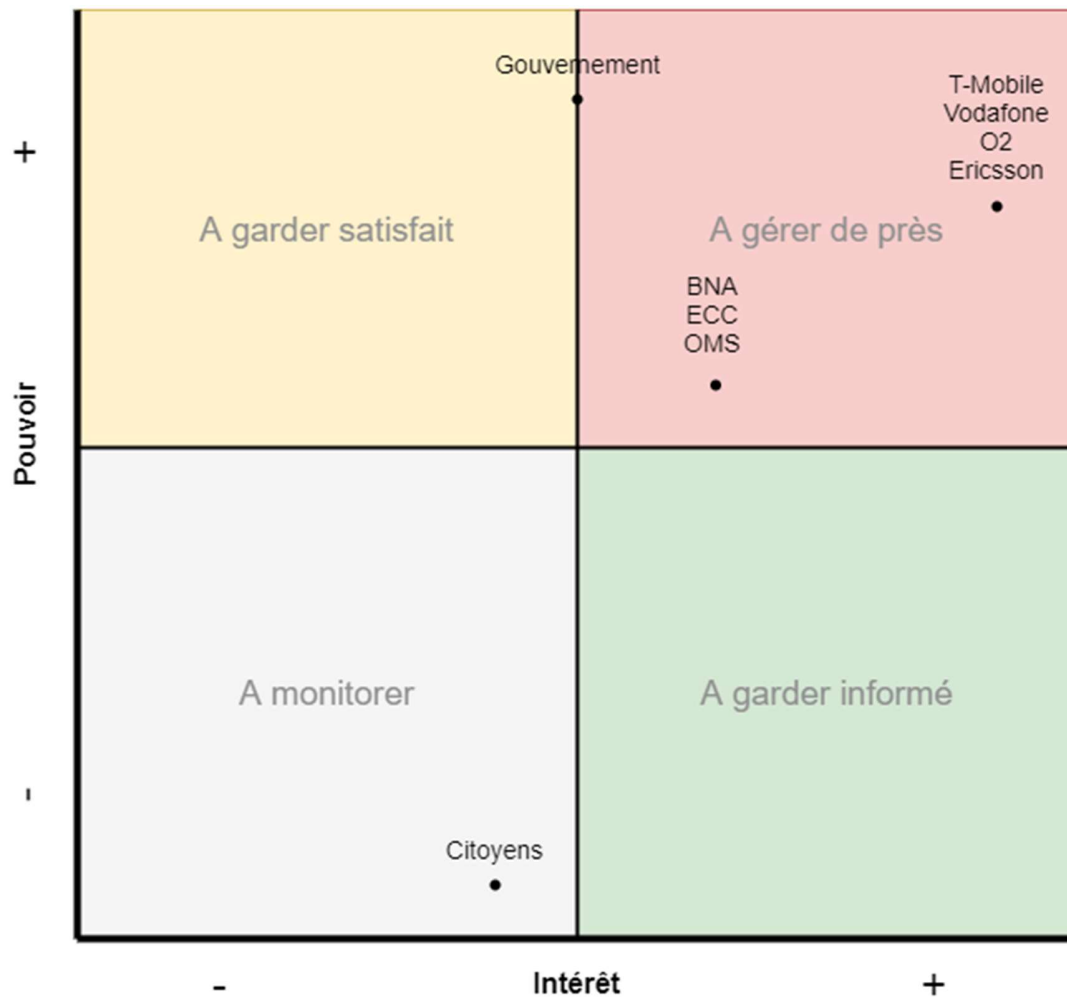


Figure 12 Matrice des stakeholders de la 5G à Berlin

Concernant la matrice des stakeholders de Berlin, le gouvernement allemand possède les mêmes pouvoirs que le gouvernement précédent. Il a autant d'intérêt pour la 5G que le gouvernement néerlandais notamment par le lancement d'initiatives et de projets pour le bon déploiement de la technologie. Christina Recula, résidente de Berlin, ne ressent pas le besoin pour la 5G. Elle ne s'intéresse pas à la technologie et elle est satisfaite avec la 4G pour l'instant. Cependant, si la 5G lui était accessible, elle n'hésiterait pas à l'utiliser car elle attache de l'importance à l'efficacité du réseau. D'un autre point de vue citoyen, il y a eu des blocages de construction d'antennes radio en Allemagne et notamment en Bavière, pour montrer leur mécontentement à propos de la 5G (Watzke, 2020). Comme pour Amsterdam, il n'est pas possible de généraliser pour la ville de Berlin mais cela montre quand même une

certaine méfiance de la population. En termes d'organisation non gouvernementale, aucune de ces organisations ne s'est prononcée au sujet de la 5G.

3.1.3 Marseille

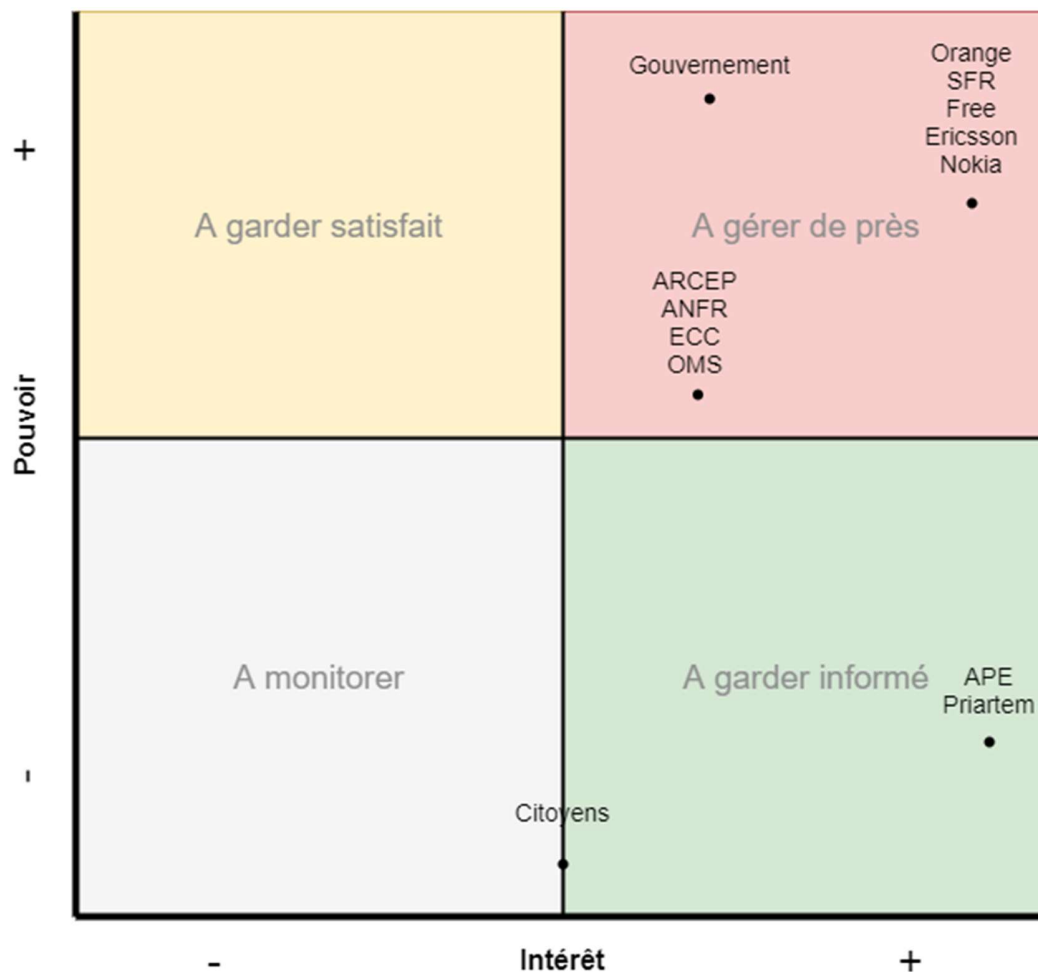


Figure 13 Matrice des stakeholders de la 5G à Marseille

La matrice de stakeholders de Marseille montre un plus grand intérêt du gouvernement français pour la 5G étant donné sa plus grande volonté à s'impliquer dans le développement de ce marché. En effet, celui-ci va intervenir en octroyant un soutien financier de 735 millions d'euros pour des projets liés à la 5G. Concernant son pouvoir, celui-ci reste le même vis-à-vis des gouvernements cités précédemment.

Au niveau citoyen, Juliette Gillissen, étudiante et résidente proche de Marseille, exprime un plus grand intérêt pour la 5G que les résidents de Berlin et Amsterdam. Cela est dû à l'instabilité de la connexion fournie par son opérateur mobile à son domicile. De plus, elle indique que la 5G lui permettra de faire beaucoup plus de choses comme participer à des réunions ou interviews en visioconférences de manière plus fluide, télécharger des films dans le train, etc. En d'autres termes, elle espère qu'il y aura plus de stabilité et de rapidité avec la 5G. Cependant, la France a connu, au même titre que les Pays-Bas et l'Allemagne, de multiples manifestations contre la 5G (Lesprit & Cadeau, 2021). Les citoyens de Marseille montrent donc un plus grand intérêt pour la 5G que les citoyens de Berlin et Amsterdam.

Quant aux organisations non gouvernementales comme APE et Priartem, celles-ci ont un grand intérêt pour la thématique de la 5G et plus de pouvoir que les citoyens. Elles peuvent freiner le déploiement de la technologie en participant à des débats publics ainsi qu'en demandant plus de preuves et d'études scientifiques au gouvernement français.

3.2 Point sur les trois smart cities

Sur base des informations disponibles et des interviews, les stakeholder analysis effectuées en partie pratique varient de celle réalisée dans la partie théorique. Tous les types de stakeholders proviennent de la stakeholder analysis théorique et sont similaires, mais la différence avec la théorie réside dans la place que ceux-ci occupent dans les matrices.

Au niveau de l'offre pour la 5G, il est possible de regrouper les opérateurs mobiles avec les équipementiers pour former le secteur d'activité de la 5G. Concernant la demande, il y a les citoyens des villes. Les entreprises de marchés verticaux n'ont pas été incluses dans les types de stakeholders de cette partie pratique par manque d'informations.

Parmi les stakeholders qui n'appartiennent ni à la demande ni à l'offre, il y a les organisations non gouvernementales à savoir APE, Priartem et Stop5GNL ainsi que les gouvernements et les régulateurs. Concernant les régulateurs, ceux-ci ont un rôle de support aux gouvernements par la conception des règles et les tests avant l'attribution des fréquences. Étant proche du

gouvernement, leur niveau de pouvoir décisionnel est assez haut dans cette stakeholder analysis. Selon Gaetan Dewingaerden, l'Organisation Mondiale de la Santé a établi des directives sur lesquelles les gouvernements des Pays-Bas, de l'Allemagne et de la France ont choisi de s'aligner pour établir leurs normes. Pour donner un exemple de supériorité en termes de pouvoir entre le gouvernement et les régulateurs, les règles en matière pour la Belgique sont plus strictes que les normes internationales, ce qui retarde le déploiement de la 5G. La Flandre est jusqu'à 5 fois plus sévère que les règles internationales et 10 et 50 fois plus stricte pour la Wallonie et Bruxelles respectivement. Un autre exemple du pouvoir gouvernemental, en ce mois de juillet 2021, la capitale belge s'est vu attribuer par le gouvernement Bruxellois une augmentation de la norme d'émissions des radiations non-ionisantes qui jusqu'avant empêchait la 5G d'être développée dans la ville. En effet, la norme d'émission est passée à 14,5 volts par mètre à Bruxelles, qui reste toujours la plus stricte en la matière (RTBF Info, 2021).

En conclusion, la position des stakeholders pour chacune de ces villes est différente principalement à travers la demande et le support du gouvernement pour la 5G. L'offre quant à elle demeure la même pour l'ensemble des villes.

Chapitre 4 : Analyse par scénarios

Dans cette partie, une analyse de scénarios va être appliquée afin d'évaluer l'impact sur les dimensions smart economy et smart living de la 5G sur base de nos recherches et des interviews de stakeholders.

La planification par les scénarios est pertinente face aux incertitudes identifiées grâce à sa méthode structurée et complète pour prédire les différentes situations du futur. Cette analyse se déroulera en 4 étapes (Coeurderoy et al., 2020) :

1. Identification des facteurs clés et leurs états possibles.
2. Priorisation des facteurs clés
3. Combinaison des facteurs priorisés et description des scénarios
4. Stratégie de développement le long des scénarios les plus pertinents

4.1 Identification des facteurs clés et leurs états possibles

Dans cette section, différents facteurs clés au sujet de la smart economy et de la smart living ont été identifiés. Sur base des informations récoltées dans la partie pratique, une probabilité d'occurrence et un impact économique leur a été attribué.

Facteurs clés	Probabilité d'occurrence	Impact économique
Adoption de la population entière	Elevée	Elevé
Productivité	Très Elevée	Elevé
Maladie sur le long terme	Faible	Très élevé
Déploiement de la 5G sur des fréquences à ondes millimétriques sur l'ensemble du territoire	Faible	Elevé

4.1.1 Adoption de la population entière

La majorité des personnes interviewées sont favorables ou neutres au déploiement de la technologie. Parmi les stakeholders interviewés, seules les ONG sont contre cette

technologie. C'est pourquoi, la probabilité d'occurrence est élevée parce qu'il n'y a pas une unanimité sur la 5G. En effet, les ONG et les personnes inquiètes pour leur santé et sur l'avènement d'une société hyper développée au niveau technologique sont contre son déploiement. Ceux-ci estiment que la 5G augmente l'exposition aux ondes, les effets néfastes pour la santé à cause d'une plus grande dépendance au numérique et augmente le sentiment de se faire surveiller en permanence. Quant à l'impact économique, la population étant une partie des consommateurs de réseaux mobiles, il sera élevé si les citoyens adoptent entièrement la 5G.

4.1.2 Productivité

Les interviews convergent vers la même conclusion en termes de probabilité d'occurrence et d'apport économique. Tous les intervenants, mis à part l'ONG Agir pour l'environnement qui a un parti pris, sont certains que la 5G augmentera la productivité pour la ville grâce aux nouvelles opportunités, services et applications que la nouvelle connectivité apportera. Par conséquent, la probabilité d'occurrence a été catégorisée comme "élevée". Par rapport aux résidents interviewés, ils pensent même que leur productivité professionnelle sera bien meilleure avec cette technologie. Selon Richard Budel et Gaetan Dewingaerden, la 5G apportera aussi une productivité qui impactera positivement l'économie notamment parce que toutes les industries vont en bénéficier. Richard Budel ajoute aussi que la période de remboursement de l'investissement dans la 5G pour ces industries sera très courte. C'est pourquoi il a été décidé d'indiquer "Très élevé" pour l'impact économique.

4.1.3 Maladie sur le long terme

Les effets de la 5G sur la santé à court et moyen terme sont connus et ont fait l'objet de plusieurs recherches scientifiques. Toutes arrivent à la conclusion qu'il n'y a aucun rapport entre l'exposition aux ondes électromagnétiques et les maladies de type cancérigène, cardiaque, etc. Cependant, selon Guy Vandebosch et Kathleen Dillen, les effets à long terme ne sont pas encore connus car cela représente une longue période de temps pour l'évaluer. En effet, le long terme s'estime sur une période de 50 à 60 ans et les communications mobiles sont arrivées dans les années 80 et se sont développées dans les années 90 pour être seulement

répandues dans les années 2000. Compte tenu des études actuelles pour le court et moyen terme, il peut être considéré que les effets sur le long terme ont une faible probabilité d'occurrence. Néanmoins, dans le cas où l'existence de maladie sur le long terme s'avère être vérifiée, il y aura alors un impact économique très élevé car la majorité population aura été exposée aux ondes actuelles pendant la majorité de leur vie et cela engendrera une hausse des coûts en soins de santé. Un tel scénario entraînera également la suspension et le remplacement du réseau mobile actuel (2G, 3G, 4G et 5G).

4.1.4 Déploiement de la 5G sur des fréquences à ondes millimétriques sur l'ensemble du territoire

Selon Guy Vandenbosch, il y a peu de chances que la 5G, opérant sur des fréquences à ondes millimétriques, soit répandue partout dans les villes car elle ne reste appropriée que pour certaines circonstances comme pour une grosse concentration de flux de données et d'objets connectés. Il pense davantage à une combinaison entre une couverture totale 5G sous 6GHz avec une 5G à ondes millimétriques. Gaetan Dewingaerden ajoute que les antennes actuelles, émettant la 3G et 4G, pourront permettre à la 5G sous 6GHz de remplacer la 3G qui voit son trafic diminuer. Cela laisse à penser que la probabilité d'occurrence est faible. Au niveau de l'impact économique, une couverture entière avec une telle 5G requiert de nouvelles antennes et implique par conséquent plus de coûts et donc un impact économique élevé.

4.2 Priorisation des facteurs clés

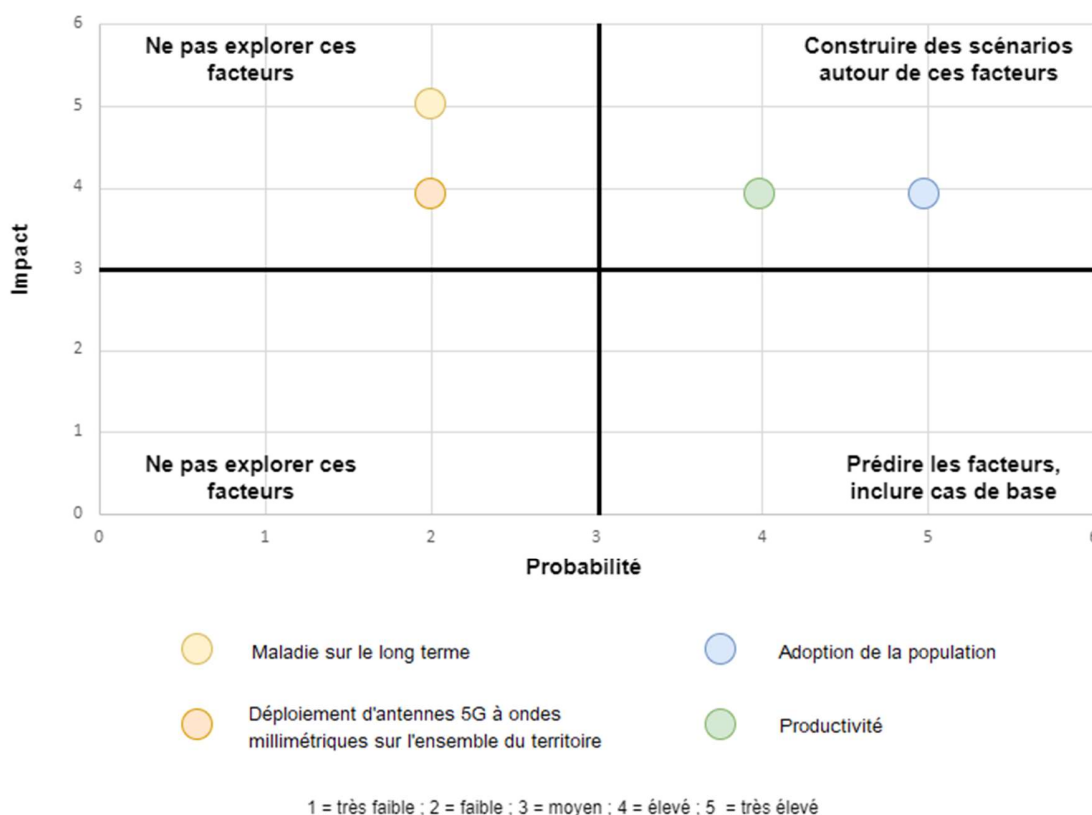


Figure 14 Priorisation des facteurs clés

4.3 Combinaison des facteurs priorisés et description des scénarios

Suite à la priorisation des facteurs clés, il a été choisi d'analyser les facteurs d'adoption et de productivité pour l'étape de combinaison de facteurs parce qu'ils ont une probabilité d'occurrence élevée et très élevés. Ces facteurs sont également plus pertinents dans le cadre de notre question de recherche. Il est important de considérer le côté de la demande à travers la dimension smart living qui peut être reflétée par l'adoption de la population. Concernant la productivité, celle-ci fait référence à la dimension smart economy. Dès lors, quatre différents scénarios sont élaborés sur base de ceux-ci. Au niveau de la productivité, étant sûr

de l'impact positif, il a été décidé d'analyser les scénarios sur base de la temporalité de celle-ci et du temps qu'elle prendra à se mettre en place.

4.3.1 Pas d'adoption de la 5G par la population et croissance de la productivité en peu de temps (dans la même année)

Ce scénario correspond au cas où la 5G n'est pas acceptée par la population dû à une extrême méfiance à cause de ses potentiels effets sur la santé des consommateurs, la non-volonté et la peur d'entrer dans une société encore plus technologisée à cause des nouveaux services que la 5G va générer. Dans ce scénario, les retombées économiques sont quasi directes, durant la même année. Cela signifie que la productivité croîtra directement par un rapide déploiement du réseau ou grâce à une adoption rapide des entreprises.

4.3.2 Pas d'adoption de la 5G par la population et croissance de la productivité après un long moment (après plus d'un an)

Dans ce scénario, il n'y a pas d'adoption par les citoyens des smart cities à cause des potentiels effets sur la santé et le non-besoin de nouvelles technologies que la 5G permettra. En ce qui concerne la productivité, soit le déploiement de la 5G est trop lent, soit l'adoption par les entreprises prend beaucoup de temps (plus d'un an) ce qui retardera les gains de productivité.

4.3.3 Adoption de la 5G par la population et croissance de la productivité en peu de temps (dans la même année)

Ce troisième scénario reflète le cas où la population accepte complètement la 5G et l'adopte de la même manière qu'elle a adopté les générations précédentes (2G, 3G, 4G) sans manifester la moindre crainte ou la moindre aversion envers cette technologie. D'un autre côté, la productivité sera quant à elle directement générée par un déploiement rapide ou les gains seront rapidement perçus par les entreprises.

4.3.4 Adoption de la 5G par la population et croissance de la productivité après un long moment (après plus d'un an)

Le dernier scénario considère une adoption par la population de la 5G sans la moindre aversion et crainte par rapport à ses potentiels impacts sur la santé et concernant l'omniprésence des technologies. Cependant, la productivité des entreprises au sein de la ville arrivera lentement à cause d'un déploiement trop long ou par une adoption des entreprises trop lente.

4.4 Scénarios par rapport aux 3 Smart Cities

4.4.1 Amsterdam

Dans une interview donnée à BTG/TGG, Léonie van den Beuken, la directrice du programme Amsterdam Smart City, affirme que les freins possibles à l'**adoption de la population** pour la 5G peuvent être liés au fait que la dimension humaine est mise sous pression avec un rythme de vie très soutenu et en forte accélération entraînant une plus grande méfiance et aversion de la part des citoyens (Executive People, 2021).

La directrice d'Amsterdam Smart city souligne l'importance d'une utilisation conviviale de la technologie et affirme que la stratégie au sein de la smart city néerlandaise se base sur la collaboration et une vision large en mettant l'intérêt sur les habitants, les organisations sociales et les start-ups. En effet, l'objectif est de connecter ces trois parties entre elles et les impliquer dans le développement de la ville, dans le but que chacun profite des atouts de l'autre. Amsterdam repose sur un grand nombre de valeurs et celles-ci s'appliquent notamment dans le domaine de la connectivité, exprime Léonie van den Beuken. C'est pourquoi la ville mise sur une transparence et tente d'expliquer aux citoyens comment la connectivité a un impact sur leur vie et environnement personnel et quelle est la place pour l'être humain avec le numérique. Le programme Amsterdam Smart City tente de fonder leurs valeurs sur base de la sécurité, l'efficacité et la confidentialité en essayant de donner le plus de contrôle possible aux utilisateurs. Il y a une volonté de développer au sein de cette smart

city des systèmes plus accessibles, intuitifs et compréhensibles possible et qui se conforment aux règles de vie privée tout en y intégrant les citoyens dans la société (Executive People, 2021).

Selon l'étudiant néerlandais Onno Slikker, il y aura sûrement une adoption de sa part. La 5G n'est pas sa priorité actuelle mais il a déclaré qu'il adoptera probablement la technologie lorsqu'il considérera que la 4G est à la traine par rapport à ce que la 5G peut offrir. Onno Slikker indique également que les Néerlandais sont plus ouverts à la technologie et à l'innovation et que par conséquent la 5G aura une grande probabilité d'être adoptée.

En 2020, il y a eu des manifestations anti 5G à La Haye (Bahara & von Piekartz, s. d.) et à Amsterdam (DutchNews, 2020) mais également des actes de vandalisme perpétrés sur des antennes téléphoniques par des opposants à la 5G (Sbeglia, 2020). Il y a également l'organisation non gouvernementale Stop5GNL qui peut avoir un impact sur l'avis de la population concernant l'adoption de la 5G.

Les 2 éléments ci-dessus défavorables à la 5G correspondent à une minorité de la population néerlandaise. C'est pourquoi, la majorité reste neutre et indifférente face au déploiement de cette technologie et peut envisager de l'utiliser.

Au niveau de la **productivité**, la directrice de Amsterdam Smart city est certaine que la connectivité de la ville est un accélérateur et permettra d'y ajouter de nouvelles innovations à celles déjà existantes notamment au travers de l'IoT et de la voiture autonome qui sera testée de manière progressive dans la ville d'Amsterdam. En ce qui concerne les freins possibles à la productivité liée à la 5G, Léonie van den Beuken estime qu'avec la période de crise que le monde traverse, certaines entreprises éprouveront des difficultés à investir dans les projets 5G par manque de temps et de moyens financiers (Executive People, 2021).

Selon Gaetan Dewingaerden, plus un pays est petit plus il est facile de couvrir l'entièreté du territoire. Richard Budel complète cette information en disant que, les Pays-Bas étant un pays

relativement petit comparé à la France et l'Allemagne, ce pays a une très bonne connectivité grâce à une meilleure couverture. C'est pourquoi le déploiement de la 5G se fera plus facilement notamment par une bonne infrastructure et des antennes déjà mises en place. Cela vaut pour le cas de Amsterdam qui a une superficie de 219 km². Il est alors attendu qu'une hausse de la productivité se fera très rapidement et par un déploiement rapide de la 5G. Cependant, Richard Budel mentionne qu'il y a une question de confiance. Il prend l'exemple du port de Rotterdam où la 5G a été installée mais que le réseau n'a pas été exploité par celui-ci par un manque de confiance envers les infrastructures de la 5G et a donc préféré utiliser sa propre infrastructure existante. Ce type de blocage peut alors freiner la productivité attendue par l'utilisation de la 5G.

4.4.2 Berlin

Au niveau de l'**adoption de la population**, Gaetan Dewingaerden est persuadé que chaque citoyen qui aura essayé la 5G n'arrivera pas à s'en passer et se sentira déçu de retourner sur la 4G après cette expérimentation. Christina Recula, étudiante allemande, affirme qu'elle n'hésitera pas à utiliser la 5G lorsqu'elle aura accès à celle-ci malgré qu'elle n'en ressente pas encore le besoin. En effet, elle ne possède pas un téléphone assez récent et compatible avec la 5G. De plus, son forfait actuel ne lui permet pas d'accéder à la 5G. En ce qui concerne la santé, elle estime qu'il n'y a pas de raison d'y avoir des effets néfastes si la 4G n'en engendrait déjà pas.

Il y a une autre partie de la population qui est plus réticente face à la 5G et cela s'est exprimé par des mécontentements et des blocages de construction d'antennes radio en Allemagne (Watzke, 2020). Cela s'est également illustré par une pétition ayant récolté 80 000 signatures et qui s'adressait à la chancelière Angela Merkel et à l'ancien ministre allemand Andreas Scheuer pour arrêter l'expansion du réseau mobile 5G (Haufler, 2020).

Christina Recula pense qu'il y aura constamment des petits groupes de personnes contre ce type de technologie mais elle est certaine que la majorité de la population de Berlin sera prête

à utiliser la 5G. De plus, avec l'absence d'ONG contre la 5G en Allemagne, cela laisse à supposer qu'il y aura moins de résistance quant à l'adoption et au déploiement de la 5G.

À propos de **la productivité**, Berlin est 4 fois plus grand qu'Amsterdam avec une superficie de 891,8 km², il est attendu que le déploiement de la 5G prenne plus de temps et par conséquent que la croissance de la productivité arrive mais avec plus de temps qu'à Amsterdam. En effet, selon Richard Budel et Gaetan Dewingaerden, le réseau mobile en Allemagne est moins bien développé et déployé qu'aux Pays-Bas de par leur différence en termes de superficie et de zones à couvrir et cela s'applique également à la ville de Berlin.

Néanmoins, Berlin a terminé ses enchères pour le spectre de la 5G en juin 2019 alors que Amsterdam et Marseille ont clôturé en juin 2020 et en octobre 2020 respectivement. Ceci donne un avantage à la capitale allemande sur la vitesse de déploiement de la 5G et permettra des gains en productivité plus rapide suite à cela.

Christina Recula en a témoigné et a affirmé qu'à certains moments elle ne capte aucun réseau mobile lorsqu'elle se déplace en métro dans Berlin. C'est pourquoi elle pense qu'avant d'implémenter une nouvelle technologie, il est préférable d'assurer une connexion stable en 3G ou 4G partout dans Berlin.

4.4.3 Marseille

Au sujet de **l'adoption de la population**, Juliette Gillissen, étudiante française, a partagé son avis sur la technologie et ressent un besoin pour la 5G. En effet, à son domicile elle raconte qu'elle a une connexion wifi instable avec de nombreuses pannes générales et doit souvent utiliser sa connexion 4G. Or, pour certaines de ses tâches personnelles, la 4G n'est pas suffisamment efficace et s'avère parfois être trop lente. C'est pourquoi elle estime qu'avec la 5G elle pourra réaliser ses tâches plus rapidement comme par exemple suivre ses cours en ligne de manière optimale. Elle ajoute qu'elle n'y voit pas de problème pour la santé tant qu'il n'y a pas de surexposition aux ondes comme par exemple vivre juste à côté d'une antenne. Sur base de son expérience à Marseille, l'adoption de la 5G par les Marseillais dépendra de la manière dont la technologie leur est présentée. Elle illustre son propos en

disant qu'une implémentation forcée, directe et brutale de la 5G suscitera une plus grande méfiance et stimulera la désinformation et les manifestations. Dans le cas contraire, si elle est présentée de manière plus douce et progressive et en expliquant la 5G sous tous ses angles, elle estime qu'il y aura plus de chance que celle-ci soit adoptée par les citoyens.

Le directeur général d'Agir Pour l'Environnement Stephen Kerckhove a mentionné lors de l'interview que les citoyens français sont de plus en plus méfiants quant aux usages de la 5G, notamment à travers l'utilisation de l'IoT et de nos données personnelles. En réponse à cela, Juliette Gillissen pense que les citoyens ne seront pas obligés de vivre avec la technologie et qu'il y aura toujours le choix d'adopter ou non l'IoT au quotidien. Par exemple, il existera toujours des frigos moins chers et traditionnels malgré l'apparition du frigo connecté. Elle indique que la technologie est utilisée pour améliorer le quotidien des utilisateurs et pas pour nuire à ceux-ci.

En 2019, Priartem et APE ont annoncé un recours en justice contre l'attribution des fréquences 5G. Ces organisations non gouvernementales dénoncent l'absence d'évaluations environnementales et exigent le principe de précaution au sujet de l'exposition aux ondes. Une pétition a été lancée par ces associations en vue d'arrêter le déploiement cette technologie (Newmedia, 2020).

Au niveau de **la productivité**, la ville de Marseille, ayant une superficie de 240,6 km² et étant plus grande que Amsterdam, aura donc un déploiement de la 5G plus lent. Dès lors, elle verra moins rapidement son gain en productivité. Richard Budel et Gaetan Dewingaerden affirment que la connectivité en France est moins performante. C'est pourquoi Marseille profiterait grandement de la 5G dès sa mise en place. Elle aura une plus grande marge d'augmentation en terme niveau de productivité que les autres villes. Cependant, ce manque de performance dans la connectivité en France laisse à penser que la couverture du réseau est moins développée et que le déploiement de la 5G prendra plus de temps.

4.4.4 Informations applicables aux 3 smart cities

En ce qui concerne l'**adoption par la population**, Test-Achats, l'association belge des consommateurs, a mené une enquête sur la dangerosité des rayonnements émis par la 5G afin d'éclaircir le débat qui y règne. Il en ressort qu'à ce jour, toutes les recherches scientifiques par rapport à la menace de la 5G pour la santé vont dans le même sens et soutiennent la non-dangerosité de l'exposition à ces ondes. Selon le docteur en sciences biomédicales et membre de l'équipe Test Santé, Kathleen Dillen, il n'y a pas de preuve scientifique concernant les effets négatifs provenant des radiations aux ondes électromagnétiques. Dès lors, un passage vers la 5G n'aggraverait pas la santé par rapport aux anciennes générations de standard pour la téléphonie mobile. Au contraire, Kathleen Dillen affirme que cette dernière génération amoindrirait l'intensité de radiation par rapport à ces prédécesseurs. De plus, avec le passage à la 5G, l'intensité de la radiation émise par les antennes 5G sera plus basse par rapport aux antennes actuelles. Guy Vandebosch, spécialiste en rayonnements, et Kathleen Dillen s'accordent pour dire que la 5G permettra également aux antennes d'effectuer une technique appelée le "beam steering" qui consiste à diriger un faisceau unique dans la direction des appareils nécessitant ce signal. Cela se traduira par une réduction à l'exposition aux ondes.

Selon Guy Vandebosch, les recherches scientifiques démontrent que le seul impact des ondes sur la santé est une petite augmentation de la température corporelle mais rien de comparable aux variations habituelles, celles causées par les ondes sont à peine perceptibles. Les recherches scientifiques montrent qu'à court et moyen termes (environ 25 ans), il n'y a aucun risque de développer des maladies telles que cancer, infertilité ou autre. La dimension long terme n'a pas encore été explorée car il s'agit d'un champ d'application de 50 à 60 ans et il est encore difficile d'évaluer les effets sur autant d'années. La majorité de la population dans le monde n'a été exposée que 25 ans depuis l'arrivée des télécommunications mobiles. C'est pourquoi la plus grosse inquiétude réside alors dans les effets à long terme. Barbara Daled-Rosseel, responsable de la santé et de l'alimentation chez Test-Achats, ajoute que l'absence d'effets sur la santé sur cette période de 25 ans a de grande chance de perdurer et d'être valable pour le long terme. Guy Vandebosch et Kathleen Dillen déclarent que le moindre risque pour la santé d'un rayonnement de radiofréquences est extrêmement faible. Le seul risque est celui où il s'agit d'une exposition intensive et prolongée aux ondes. Richard

Budel ajoute qu'il n'est pas inquiet d'un point de vue scientifique sur la santé mais qu'il faut malgré cela continuer à monitorer et enquêter sur les impacts de la 5G. Les trois résidents ne sont également pas inquiets et banalisent les potentielles menaces sur la santé. C'est-à-dire, selon eux, il existe de nombreuses causes de maladies, par exemple certains types d'aliments, la qualité de l'air, etc. Barbara Daleed-Rosseel et Kathleen Dillen prédisent que la population ne remarquera pas qu'elle a adopté la 5G et se fera de manière inconsciente en achetant un nouveau téléphone. La transition de la 4G à la 5G se fera alors sans s'en rendre compte.

Pour les personnes hypersensibles aux ondes et toutes celles qui sont inquiètes pour leur santé, Guy Vandebosch propose une solution qui est applicable et techniquement faisable. Celle-ci correspond à un bâtiment ou une maison qui est complètement isolé des ondes et qui agit comme une cage Faraday. Selon lui, cette solution réduit de dix fois l'exposition aux ondes actuelle. Quant à l'extérieur des bâtiments, un moyen de diminuer cette exposition aux ondes est de réduire la puissance des antennes 5G mais d'en installer plus afin que les individus soient exposés à moins de volts par mètre qu'une antenne plus puissante. Cependant, Kathleen Dillen explique qu'il n'existe pas de preuve scientifique que le rayonnement de radiofréquences soit une cause des symptômes venant des personnes qui se disent hypersensibles. Elle pense que ces troubles sont psychologiques et davantage liés à un effet nocebo. Celui-ci fait référence à une peur des potentiels effets du rayonnement sur le corps provoquant ces symptômes.

Au sujet de la **productivité**, selon Gaetan Dewingaerden, le déploiement de la 5G en Europe est lent par rapport aux États-Unis et la Chine. La principale différence entre les villes reste le temps nécessaire au déploiement total de la technologie, notamment à cause de leur taille différente. Berlin, ayant une superficie plus grande, couvrira la totalité de son territoire en réseau 5G bien après Amsterdam et Marseille.

Cependant, dès la mise en place de la 5G, Guy Vandebosch affirme que celle-ci améliorera la productivité dans les industries ainsi que dans les hôpitaux. Richard Budel assure lui aussi que la productivité va être augmentée mais que cela dépend de la façon et de la vitesse à laquelle les entreprises prendront la technologie en main. Selon lui, le déploiement et

l'adoption de la 5G s'accélérera lorsqu'une application vedette, nécessitant la 5G, fera son apparition.

Enfin, il existe de nombreux projets ayant pour objectif de stimuler la productivité avec la 5G. Pour illustrer celui-ci, A6K, le hub carolo pour l'ingénierie rassemblant start-ups, industries, universités, centre de recherches et formation, a passé un partenariat avec Proximus afin de donner la possibilité aux acteurs industriels de tester la 5G avec leurs solutions technologiques. Un tel partenariat va stimuler l'innovation et créer davantage de nouveaux produits et services plus efficaces puisque la 5G va permettre à de nombreux projets d'aboutir et par conséquent de stimuler la productivité au sein de la ville (Lefèvre, 2021).

4.5 Conclusion des scénarios

Compte tenu des informations récoltées, il existe des différences notables entre les villes comme la présence ou l'absence d'organisations non gouvernementales, la taille des villes, la connectivité déjà présente et les enchères pour le spectre réalisées à des périodes différentes. Malgré ces différences, le scénario qui a le plus de chances de se réaliser dans les villes d'Amsterdam, de Berlin et de Marseille est une adoption de la population de la 5G et une productivité après peu de temps. En effet, la majorité des personnes interviewées est persuadée que la 5G sera adoptée par la population parce que cette technologie n'est que l'évolution des télécommunications. De plus, il n'existe pas de preuve scientifique au sujet de liens directs entre la radiation venant des ondes électromagnétiques et des symptômes perçus par les personnes hypersensibles aux ondes. Cela n'a donc pas de raison d'inquiéter la majorité de la population. Celle-ci est indifférente face à cette technologie ou y perçoit des bénéfices.

Concernant la temporalité de la productivité, celle-ci diffère entre chaque ville principalement à cause du déploiement de la 5G. Par exemple, Berlin a commencé le déploiement de sa 5G plus tôt car l'Allemagne a terminé ses enchères pour le spectre presque un an à l'avance par rapport à la France et aux Pays-Bas. Cependant, Berlin étant quatre fois plus grand que les deux autres villes, une couverture totale de la ville prendra dès lors plus

de temps. Les Pays-Bas, quant à eux, bénéficient d'une très bonne couverture ainsi que de très bonnes infrastructures de télécommunication. Amsterdam pourra déployer rapidement la 5G grâce à sa petite taille et des infrastructures déjà présentes. En considérant son réseau de télécommunication moins développé et sa petite superficie, la ville de Marseille tend vers un déploiement moyennement rapide.

En conclusion, le scénario le plus probable sera celui d'une adoption de la 5G par la population et d'une productivité après peu de temps pour les 3 smart cities analysées avec Amsterdam et Berlin qui en bénéficieront avant Marseille.

Limites de l'analyse

Une première limite à cette analyse est le faible échantillon et la ressemblance des profils interviewés concernant l'avis de la population à propos de la 5G. En effet, un étudiant par ville a été questionné. L'avis qui est alors proposé par les étudiants ne concerne que la demande et le ressenti de ceux-ci ce qui correspond à une partie de la population de chaque ville.

Ensuite, une deuxième critique est le manque d'information concernant les régulateurs, les entreprises des marchés verticaux ainsi que les fabricants de composants pour la 5G qui eux aussi font partie de la stakeholder analysis. Au vu du grand nombre de stakeholders présents dans cette analyse, il était nécessaire de faire un choix et de laisser délibérément certains stakeholders. La difficulté d'entrer en contact avec des chefs de projets smart city et le peu d'informations disponibles quant à leurs stratégies et leurs plans d'action dans le domaine de la connectivité 5G de leur programme smart city, constitue également une limite à ce mémoire.

Une dernière limite importante de cette analyse est le nombre de dimensions qui est étudié. Il existe six dimensions selon les auteurs de la partie théorique et seulement deux d'entre-elles ont été choisies pour réduire l'étendue du mémoire. Les quatre dimensions smart governance, smart environment, smart people et smart mobility des smart cities restent toutes aussi pertinentes à analyser concernant l'impact de la 5G sur celles-ci.

Conclusion

Chaque nouveauté et changements suscite une excitation d'une part mais beaucoup de questionnements et d'incertitudes d'autre part. Ceci peut être lié à un manque d'informations et au fait que la technologie ne soit pas encore bien installée et expérimentée. Ce mémoire a tenté de montrer comment le développement d'une nouvelle technologie de télécommunication comme la 5G, pouvait impacter le développement des smart cities au niveau européen.

Afin d'évaluer l'impact, plusieurs méthodes d'analyses étaient nécessaires. Dans le but d'avoir des résultats les plus complets et réalistes possible, les analyses se sont portées sur trois villes européennes qui se différencient par leur niveau de smart city : une petite, moyenne et grande smart city selon le classement de l'IMD des smart cities.

Dans un premier temps, il était important d'évaluer la compétitivité entre trois smart cities de différents niveaux de développement en train d'adopter la 5G de sorte que les potentiels avantages concurrentiels entre les villes pour un tel investissement soient mis en évidence. Après avoir effectué le diamant de Porter pour évaluer le degré de compétitivité, il en ressort que les trois villes européennes se ressemblent sur les six points d'analyse concernant le déploiement de la 5G. De manière générale, aucune des trois villes ne semble être largement plus compétitive que les autres dans le domaine du réseau mobile.

Ensuite, comme dans toutes les villes, les smart cities possèdent leur lot de stakeholders qui ont un certain degré d'intérêt et de pouvoir sur les décisions en matière de projets et de politiques publiques pour la connectivité. Afin de comprendre le fonctionnement d'une ville ou d'un territoire, il faut comprendre les acteurs qui la composent. Le constat est le même que pour la première analyse, les stakeholders se ressemblent et défendent principalement les mêmes intérêts avec plus ou moins le même degré de pouvoir. Aucune des trois villes ne possède significativement plus de stakeholders et les catégories de stakeholders entre les villes ne se distinguent pas par une différence significative dans leur degré d'intérêt et de pouvoirs.

Pour conclure ce mémoire, la réponse à la question de recherche “*Quel est l’impact du déploiement de la 5G pour la dimension Smart Economy et Smart Living des smart cities européennes ?*” est que la 5G a un impact positif sur la dimension smart economy car elle augmentera assurément la productivité exprimée en PIB par habitant. Celle-ci se fera de manière rapide mais progressive selon le degré de déploiement. Certaines villes diffèrent dans leurs caractéristiques (superficies, infrastructures et date à laquelle s’est terminée l’enchère) et sont plus difficiles à couvrir que d’autres, c’est pourquoi il est montré que temporalité diffère. Au niveau de la dimension smart living, la 5G ne nuit pas à la qualité de vie. Aucune étude scientifique ne montre le danger de cette technologie pour la santé ou autres raisons de se positionner contre. Notre analyse par les scénarios élimine toute incertitude quant à l’adoption ou non de la 5G par la population à cause d’une potentielle nuisance sur la qualité de vie.

Point de vue personnel

D'après nous, la 5G se déploiera d'une allure normale en Europe, juste assez pour éviter d'être à la traine par rapport aux autres villes et pays du continent. En effet, la vitesse, la fiabilité et la stabilité de la 4G étant suffisantes dans la majorité des cas, les opérateurs ne se précipiteront pas quant à son implémentation. Nous pensons que ces derniers feront preuve de prudence et procéderont à son lancement de manière progressive, en commençant par les secteurs où la demande est la plus présente. Comme mentionné par plusieurs des personnes interviewées, il est nécessaire de trouver le produit ou le service phare qui découle de la 5G et qui vont révolutionner les modes de vie ou les manières de travailler. Cela accélérera sa demande, son déploiement ainsi que son adoption par la population. Nous supposons que c'est dans l'IoT que la 5G va trouver sa plus grande valeur notamment par sa capacité à connecter une multitude d'objets sans surcharger le réseau. La combinaison de la 5G avec les technologies comme l'IoT sera au bénéfice de la population pour une meilleure qualité de vie, qui est une des caractéristiques de la smart city.

Du côté de l'adoption, étant nous-mêmes futurs consommateurs, nous pensons qu'elle se fera également inconsciemment et de manière progressive. En Europe et notamment en Belgique, nous estimons qu'à moins d'avoir un nouveau téléphone compatible avec la 5G, les personnes en général ne feront pas d'effort supplémentaire pour pouvoir y accéder.

En outre, nous nous dirigeons vers une société de plus en plus mobile et numérique où il est possible d'effectuer à n'importe quel moment une multitude de tâches en un seul clic, vers une société où les services se veulent de plus en plus rapides, performants et automatisés incitant les villes à devenir de plus en plus connectées. C'est pourquoi nous estimons que les smart cities doivent investir dans la meilleure qualité de réseau mobile comme la 5G pour rester compétitif. Au sujet de la santé, nous pensons qu'il n'y a pas de raison de s'inquiéter à ce propos tant que les régulations sont respectées par les opérateurs mobiles. Cependant, comme plusieurs interviewés, nous considérons qu'il est important de continuer à étudier la 5G pour identifier de potentiels impacts sur la santé et l'environnement à long terme.

Nous mettons en évidence la crise covid comme un des freins dans le déploiement de la 5G.

Elle pourrait également freiner la vitesse de la productivité puisqu'elle ralentit la faculté des entreprises à investir dans de nouveaux projets. En effet, nous pensons que ce type de projets pourraient être écartés par manque de moyens financiers et par le temps qu'elles mettront à se remettre de la crise. Cependant, nous jugeons qu'une fois la 5G exploitée, celle-ci sera vitale pour la relance économique et que la ville bénéficiera assez rapidement des effets positifs. De plus, nous estimons que cette crise covid a permis d'augmenter le besoin d'une meilleure connectivité car elle a accéléré la transition digitale. Tout le monde a été contraint d'être confiné et de fonctionner avec les outils digitaux. Ces pratiques, telles que les visioconférences ou autres, vont certainement perdurer dans le futur même après la crise et la 5G fait partie des solutions.

Bibliographie

3GPP. (s. d.). *About 3GPP*. <https://www.3gpp.org/about-3gpp>

4g.co.uk. (s. d.). *What is 4G?* <https://www.4g.co.uk/what-is-4g/>

5G European Observatory. (2019). *German 5G auction ends with 6.55 billion EUR in total bids – 5G Observatory*. <https://5gobservatory.eu/german-5g-auction-ends-with-6-55-billion-eur-in-total-bids/>

5G European Observatory. *3.4-3.8 GHz auction completed in France – 5G Observatory*. <https://5gobservatory.eu/3-4-3-8-ghz-auction-completed-in-france/>

5G European Observatory. *Netherland's multi-band 5G auction raises 1.23 billion EUR – 5G Observatory*. <https://5gobservatory.eu/netherlands-multi-band-5g-auction-raises-1-23-billion-eur/>

5G World Forum. (s. d.). *About*. IEEE 5G World Forum (WF-5G). <https://ieee-wf-5g.org/about/>

5GPPP. (2015). *5G and Energy*.

5GPPP. (2017). *The 5G PPP Stakeholders Glossary*. https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2016/06/StakeholdersGlossary_v13.pdf

5GPPP, & New European Media. (2016). *5G and Media & Entertainment*. <https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2016/02/5G-PPP-White-Paper-on-Media-Entertainment-Vertical-Sector.pdf>

Abbasian, S., Onn, G., & Arnautovic, D. (2020). Overtourism in Dubrovnik in the eyes of local tourism *Cogent Social Sciences*, 6(1), 1775944. <https://doi.org/10.1080/23311886.2020.1775944>

- ABI Research. (2020). *5G mMTC will be the Business Game Changer for Manufacturing, Healthcare, Transportation, Farming, and Smart Cities*.
<https://www.abiresearch.com/press/5g-mmtc-will-be-business-game-changer-manufacturing-healthcare-transportation-farming-and-smart-cities/>
- Action Against 5G. (s. d.). About Us. *Action Against 5g*. <https://actionagainst5g.org/about-us/>
- Adilin, B. (2020, octobre 28). *Intelligent Edge is Driving the Shift of Internet of Things (IoT)*.
<https://www.analyticsinsight.net/intelligent-edge-is-driving-the-shift-of-internet-of-things-iot/>
- Agir Pour l'Environnement. (s. d.). *Stop à la 5G*. Agir pour l'Environnement.
<https://www.agirpourenvironnement.org/campagne/stop-a-la-5g>
- Al-Falahy, N., & Alani, O. Y. (2017). : Challenges and Opportunities. *IT Professional*, 19(1), 12-20. <https://doi.org/10.1109/MITP.2017.9>
- Andres, C. (2018). *Tourisme de : Quelles solutions?* Bilan. https://www.bilan.ch/tv-bilan/tourisme_de_masse_quelles_solutions_
- Andrews, J. (2020, juillet 8). How Berlin is mapping a course for innovation. *Cities Today*.
<https://cities-today.com/how-berlin-is-mapping-a-course-for-innovation/>
- Arcep. (2021). : *Toutes vos questions sur la 5G*. Arcep. <https://www.arcep.fr/nos-sujets/parlons-5g-toutes-vos-questions-sur-la-5g.html>
- Backhouse, J., & Zaber, M. (2020, décembre 21). *Really smart cities ignore Smart City rankings*. The Daily Star. <https://www.thedailystar.net/opinion/news/really-smart-cities-ignore-smart-city-rankings-2014473>

- Bahara, H., & von Piekartz, H. (s. d.). *Wie zijn de mensen achter het 5G-protest? En wat kunnen we nog van hen verwachten?* Volkskrant Kijk Verder. Consulté 10 août 2021, à l'adresse <https://www.volkskrant.nl/kijkverder/v/2020/wie-zijn-de-mensen-achter-het-5g-protest-en-wat-kunnen-we-nog-van-hen-verwachten~v389755/>
- Barriónuevo, J., Berrone, P., & Ricart, J. (2012). : Opportunities for Urban Development. *IESE Insight*, 50-57. <https://doi.org/10.15581/002.ART-2152>
- Beheshti, B. (2019). *What 5G means for smart cities*. Smart Cities World. <https://www.smartcitiesworld.net/opinions/opinions/what-5g-means-for-smart-cities>
- Ben Youssef, A. (2004). Les quatre dimensions de la fracture numérique. *Rezeaux*, n° 127-128(5), 181-209.
- Bertrand, M., & Solinas, M. (2020). *Aux Pays-Bas, l'opposition à la 5G va jusqu'au sabotage*. Reporterre, le quotidien de l'écologie. <https://reporterre.net/Au-Pays-Bas-l-opposition-a-la-5G-va-jusqu-au-sabotage>
- Bianchi, F. (2019). *Samsung a lancé cette nuit le premier smartphone 5G au monde*. BFMTV. https://www.bfmtv.com/tech/samsung-a-lance-cette-nuit-le-premier-smartphone-5g-au-monde_AN-201904050012.html
- Brock, T. (2020). *Per Capita GDP Definition*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/p/per-capita-gdp.asp>
- Brugha, R., & Varvasovszky, Z. (2000). *Health policy and planning*, 15, 239-246. <https://doi.org/10.1093/heapol/15.3.239>
- Campbell, K., Diffley, J., Flanagan, B., Morelli, B., O'Neil, B., & Sideco, F. (2017). : *How 5G technology will contribute to the global economy*. 35.

- Carritech télécommunications. (2018). : *Energy & Utilities Sector*. Carritech Telecommunications. <https://www.carritech.com/news/5g-use-cases-energy-utilities-sector/>
- CEPT. (s. d.). *CEPT.ORG - ECC - Topics—Major topics—Spectrum for wireless broadband – 5G*. <https://www.cept.org/ecc/topics/spectrum-for-wireless-broadband-5g>
- Chouayakh, A. (2020). *Designing new auction mechanisms for spectrum sharing in 5G networks*. 142.
- Chow, W. (2019). *The global economic impact of 5G. Powering your tomorrow*. 22.
- City of Amsterdam. (2020). *Startup in Residence* [Webpagina]. English Site; Gemeente Amsterdam. <https://www.amsterdam.nl/en/business/startup-residence/>
- Claessens, M. (2016, juin 4). The Porter Diamond Model—National Competitiveness. *Marketing-Insider*. <https://marketing-insider.eu/porter-diamond-model/>
- Coeurderoy, R., De Jaegere, T., Neysen, N., & Paque, B. (2020). : *A comprehensive approach to envision future states of the world and test strategies*.
- Commission Européenne. (s. *5G Action Plan | Shaping Europe's digital future*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/5g-action-plan>
- Commission Européenne. (s. *Smart cities* [Text]. European Commission - European Commission. https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en
- Commission Européenne. (2014, juillet 31). *Smart grids and meters* [Text]. Energy - European Commission. https://ec.europa.eu/energy/topics/markets-and-consumers/smart-grids-and-meters_en

- Commission Européenne. (2020). : *La boîte à outils de l'UE* [Text]. European Commission
- European Commission.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/QANDA_20_127
- Cramton, P. (2013). Spectrum Auction Design. *Review of Industrial Organization*, 42(2), 161-190. <https://doi.org/10.1007/s11151-013-9376-x>
- Dahmen-Lhuissier, S. (s. d.). *ETSI - Standards, mission, vision, direct member participation*. ETSI. <https://www.etsi.org/about>
- Dameri, R. P. (2016). Using ICT in Smart City. In R. P. : *Creating Economic and Public Value in Innovative Urban Systems* (p. 45-65). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45766-6_3
- Damiano, J.-P. (2020). *De la 5G à la : Contexte et From 5G to 6G: context and challenges!* 13-23.
- DeChant, J. R. (2020). : *Using Smart Technology to Increase a Port's Efficiency (Updated)*. <https://www.adv-polymer.com/blog/smart-port>
- DELL. (2021). *How 5G will change everything [infographic]*. Dell Technologies. <https://www.delltechnologies.com/en-us/perspectives/how-5g-will-change-everything-infographic/>
- Deloitte. (2020). *5G Smart Cities Whitepaper | Deloitte China | TMT Industry*. Deloitte China. <https://www2.deloitte.com/cn/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/tmt-empowering-smart-cities-with-5g.html>
- Dhossa, Y. R. M. (2019). *ASPECTS OPÉRATIONNELS ET COMMERCIAUX LIÉS À LA 5G*. 8.

DutchNews. (2020, mai 25). The rollout of 5G in the Netherlands can continue, judge says.

DutchNews.Nl. <https://www.dutchnews.nl/news/2020/05/the-rollout-of-5g-in-the-netherlands-can-continue-judge-says/>

Elayoubi, S. E., Bedo, J.-S., Filippou, M., Gavras, A., Giustiniano, D., Iovanna, P., Manzalini, A., Queseth, O., Rokkas, T., Surridge, M., & Tjelta, T. (2017). *5G innovations for new business opportunities*. 19.

Ericsson. , janvier 31). *Orange France selects Ericsson for 5G*.
<https://www.ericsson.com/en/press-releases/2020/1/orange-france-selects-ericsson-for-5g>

Ericsson. , juillet 22). *Deutsche Telekom and Ericsson strengthen partnership with 5G deal*.
<https://www.ericsson.com/en/press-releases/2020/7/deutsche-telekom-and-ericsson-strengthen-partnership-with-5g-deal>

Ericsson. , octobre 15). *KPN chooses Ericsson 5G Core*. <https://www.ericsson.com/en/press-releases/2020/10/kpn-netherlands-selects-ericsson-for-5g-core>

Ericsson. , juin 17). *Vodafone strengthens European partnership with Ericsson*.
<https://www.ericsson.com/en/news/2021/6/vodafone-strengthens-european-partnership-with-ericsson>

Ericsson. , juin 29). *5 things about 5G and the auto industry*.
<https://www.ericsson.com/en/5g/5-things-to-know-about-5g-if-you-work-in-the-auto-industry>

Escadrille. (2019). *La 5G, de nouvelles perspectives pour les entreprises*.
<https://www.escadrille.org/fr/blog/nouvelles-perspectives-entreprises-5G>

Euractiv. (2017, mars 23). How many smart cities are there in Europe? *Www.Euractiv.Com*.

<https://www.euractiv.com/section/digital/infographic/how-many-smart-cities-are-there-in-europe/>

Executive People. (2021). *Vijf topvrouwen over connected impact* | *Executive People*.

<https://executive-people.nl/664924/vijf-topvrouwen-over-connected-impact.html>

EY. (2019). : *Quatre transformations majeures sont à attendre*.

https://www.ey.com/fr_fr/government-public-sector/four-ways-5g-connectivity-will-make-cities-smarter

: *Définition, fonctionnement du réseau, usages et couverture en France, tout ce qu'il faut*

savoir. CNET France. <https://www.cnetfrance.fr/news/5g-definition-fonctionnement-du-reseau-usages-et-couverture-en-france-tout-ce-qu-il-faut-savoir-39904675.htm>

FAO. (s. d.). *Information and Communication Technologies (ICT)* | *AIMS*.

<http://aims.fao.org/fr/information-and-communication-technologies-ict>

Fenwick, S. (2018). *ECC makes progress on 5G spectrum*.

<https://www.landmobile.co.uk/news/ecc-5g-spectrum-iot-m2m-drones-uavs-meeting/>

Fernando, J. (2021). *Law of Supply and Demand*. Investopedia.

<https://www.investopedia.com/terms/l/law-of-supply-demand.asp>

Galal, H., & O'Halloran, D. (2020). : *Creating New Value across Industries and Society*.

World Economic Forum. <https://www.weforum.org/whitepapers/the-impact-of-5g-creating-new-value-across-industries-and-society/>

- Gartner. (s. d *Definition of ETSI (European Telecommunications Standards Institute)—Gartner Information Technology Glossary.* Gartner.
<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/etsi-european-telecommunications-standards-institute>
- Gartner. (s. d *Gartner Hype Cycle Research Methodology.* Gartner. Consulté 9 août 2021, à l'adresse <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Milanović, N., & Meijers, E. (2007). *Smart cities—Ranking of European medium-sized cities.*
- Gil-Garcia, J. R., Pardo, T., & Nam, T. (2015). What makes a city smart? Identifying core components and proposing an integrative and comprehensive conceptualization. *Information Polity*, 20, 61-87. <https://doi.org/10.3233/IP-150354>
- GoToS3. (s. d.). *en* <http://www.gotos3.eu/fr/nieuws/workshop-all-one-materialen>
- Grijpink, F., Ménard, A., Sigurdsson, H., & Vucevic, N. (2018). *The road to 5G: The inevitable growth of infrastructure cost* | McKinsey.
<https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/the-road-to-5g-the-inevitable-growth-of-infrastructure-cost>
- GSA. (2021). : *March 2021 - Global update.* GSA. <https://gsacom.com/paper/lte-to-5g-march-2021-global-update/>
- GSMA. *Auction Best Practice GSMA Public Policy Position.*
- GSMA. *The 5G guide a reference for operators.* https://www.gsma.com/wp-content/uploads/2019/04/The-5G-Guide_GSMA_2019_04_29_compressed.pdf

- GSMA. (2020). *The Mobile Economy 2020*. https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2020/03/GSMA_MobileEconomy2020_Global.pdf
- Hardy, M. (2020). To These People, Electronic Devices Are the Enemy. *Wired*. <https://www.wired.com/story/the-disputed-diagnosis-forcing-people-into-faraday-cages/>
- Harris, J. E., Gleason, P. M., Sheean, P. M., Boushey, C., Beto, J. A., & Bruemmer, B. (2009). An Introduction to Qualitative Research for Food and Nutrition Professionals. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(1), 80-90. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2008.10.018>
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., & Williams, P. (2010). Foundations for Smarter Cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54(4), 1-16. <https://doi.org/10.1147/JRD.2010.2048257>
- Haufler, A. (2020). *Aufruf zum Stop des 5G-Mobilfunknetz-Ausbaus*. WeAct. <https://weact.campact.de/petitions/stoppt-den-netzausbau-von-5-g>
- Haverans, R. (2021). : *A Brief History of the Evolution of Mobile Standards*. <https://www.brainbridge.be/en/blog/1g-5g-brief-history-evolution-mobile-standards>
- Hayes, A. (2021). *Smart Home*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/s/smart-home.asp>
- Help Net Security. (2021, mars 3). More than 30% of the world's countries now have 5G availability. *Help Net Security*. <https://www.helpnetsecurity.com/2021/03/03/countries-5g-availability/>
- Hogendorn, C., & Frischmann, B. (2020). *European Journal of Law and Economics*, 50(3), 469-488. <https://doi.org/10.1007/s10657-020-09642-w>

- Holt, A., & Rivett, S. (2018). *Why 4G thinking won't work in a 5G world*. 2.
- Hope, A. (2020, octobre 23). *Orange introduces 5G applications to Port of Antwerp network*. The Brussels Times. <https://www.brusselstimes.com/news/business/137272/orange-introduces-5g-applications-to-port-of-antwerp-network-internet-high-speed/>
- IBM. (2019, mars 1). *The 5G Revolution*. IBM. <https://www.ibm.com/industries/telecom-media-entertainment/resources/5g-revolution/>
- IBPT. (s. d 5G | BIPT. <https://www.bipt.be/consumers/5g>
- IBPT. (s. d L'IBPT | IBPT. <https://www.ibpt.be/operateurs/l-ibpt>
- IEEE. (2017). *IEEE 5G And Beyond Technology Roadmap White Paper*.
- Intel. (s. d.). : *5G Economics of Entertainment Report*. 2.
- ITU. (2010). *Information and Communication Technology Evolution*. https://www.itu.int/ITU-D/tech/FORMER_PAGE_IMT2000/Revised_JV/IntroducingIMT_item1.html
- ITU. (2018). *Setting the Scene for : Opportunities & Challenges*.
- Ji, X., Huang, K., Jin, L., Tang, H., Liu, C., Zhong, Z., You, W., Xu, X., Zhao, H., Wu, J., & Yi, M. (2018). Overview of 5G security technology. *Science China Information Sciences*, 61(8), 081301. <https://doi.org/10.1007/s11432-017-9426-4>
- Khosravi, B. (2018). *Autonomous Cars Won't Work—Until We Have 5G*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/bijankhosravi/2018/03/25/autonomous-cars-wont-work-until-we-have-5g/>
- Khvoynitskaya. (2019). *The IoT history and future—Itransition*. <https://www.itransition.com/blog/iot-history>

- Komninos, N. (2009). : Towards interactive and global innovation environments. *International Journal of Innovation and Regional Development - Int J Innovat Reg Dev*, 1. <https://doi.org/10.1504/IJIRD.2009.022726>
- Kostoff, R. N., Heroux, P., Aschner, M., & Tsatsakis, A. (2020). Adverse health effects of 5G mobile networking technology under real-life conditions. *Toxicology Letters*, 323, 35-40. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2020.01.020>
- Koutroumpis, P. (2009). *Telecommunications Policy*, 33(9), 471-485.
- KPN. (2019). *KPN tests 5G network between multiple locations in the Netherlands*. Overons EN. <https://www.overons.kpn/en/news/2019/kpn-tests-5g-network-between-multiple-locations-in-the-netherlands>
- KPN. (2020). *KPN stands out with the introduction of 5G business services*. Overons EN. <https://www.overons.kpn/en/news/2020/kpn-stands-out-with-the-introduction-of-5g-business-services>
- Krasniqi, X., & Hajrizi, E. (2016). Use of IoT Technology to Drive the Automotive Industry from Connected to Full Autonomous Vehicles. *IFAC-PapersOnLine*, 49(29), 269-274. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.11.078>
- Krugman, P. (1994). *DEFINING AND MEASURING PRODUCTIVITY*. 1.
- Kumar, V., & Dahiya, B. (2017). Smart Economy in Smart Cities. In V. : *International Collaborative : Ottawa, St.Louis, Stuttgart, Bologna, Cape Town, Nairobi, Dakar, Lagos, New Delhi, Varanasi, Vijayawada, Kozhikode, Hong Kong* (p. 3-76). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1610-3_1
- Lacinák, M., & Ristvej, J. (2017). Smart City, Safety and Security. *Procedia Engineering*, 192, 522-527. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.090>

- Lafosse, X. (s. d.). *Is Your Device or Phone 5G Ready?* | Corning.
<https://www.corning.com/worldwide/en/markets/Mobile-Consumer-Electronics-Market/device-5g-ready.html>
- Lefèvre, F.-X. (2021, juin 3). *La gare de Charleroi, futur hub de la recherche et de la formation*. L’Echo. <https://www.lecho.be/economie-politique/belgique/wallonie/la-gare-de-charleroi-futur-hub-de-la-recherche-et-de-la-formation/10310777.html>
- Leitgeb, N., & Schröttner, J. (2003). Electrosensitivity and electromagnetic hypersensitivity. *Bioelectromagnetics*, 24(6), 387-394. <https://doi.org/10.1002/bem.10138>
- Lesprit, M., & Cadeau, L. (2021). : *Des antennes 5G installées près d’habitations sans information de locataires ou d’habitants*. France 3 Occitanie. <https://france3-regions.francetvinfo.fr/occitanie/herault/montpellier/montpellier-rassemblement-pour-protester-contre-la-multiplication-des-antennes-5g-1955263.html>
- Li, K., & Park, J. (2019, avril 5). Who was first to launch 5G? Depends who you ask. *Reuters*.
<https://www.reuters.com/article/us-telecoms-5g-idUSKCN1RH1V1>
- Lombardi, L. (2021, avril 27). La 5G, une technologie au coeur des enjeux sociaux, économiques et industriels. *Union Wallonne des Entreprises*. <https://www.uwe.be/la-5g-une-technologie-au-coeur-des-enjeux-sociaux-economiques-et-industriels/>
- Luterek, M. (2020, novembre 25). *Why are Rankings of ‘Smart Cities’ Lacking? An Analysis of Two Decades of e-Government Benchmarking*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63396-7_16
- Madakam, S., & Ramaswamy, R. (2016). : Masdar (UAE) (A City: Ecologically Balanced). *Indian Journal of Science and Technology*, 9(6).
<https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i6/87669>

- Marseille Fos. (s. d.). *Numérique*. <https://www.marseille-port.fr/filieres/numerique>
- McMillan, J. (1995). Why auction the spectrum? *Telecommunications Policy*, 19(3), 191-199. [https://doi.org/10.1016/0308-5961\(94\)00021-J](https://doi.org/10.1016/0308-5961(94)00021-J)
- Ministry of Economic Affairs And Climate Policy. (2018). *Connectivity Action Plan*.
- Mkrtychev, O., Starchyk, Y., Yusupova, S., & Zaytceva, O. (2018). Analysis of various definitions for Smart City concept. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 365, 022065. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/2/022065>
- Mohammadi, M., Noorollahi, Y., & Mohammadi-Ivatloo, B. (2018). An Introduction to Smart Energy Systems and Definition of Smart Energy Hubs. In B. Mohammadi-Ivatloo & F. Jabari (Éds.), *Operation, Planning, and Analysis of Energy Storage Systems in Smart Energy Hubs* (p. 1-21). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75097-2_1
- Muller, C. (2021, juin 30). <https://www.ericsson.com/fr/blog/3/2021/4/5g-quest-ce-que-cest>
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in Smart City : Some stylised facts. *Cities*, 38, 25-36. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>
- Nelissen, J.-P., Beijin, M., & Hoving, E. (2021). : *Unloved, Unwanted or Unknown?* Deloitte Netherlands. <https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/technologie-media-telecom/articles/5g-consumers.html>
- Nesbitt, K., & Nalivaiko, E. (2018). Cybersickness. In N. Lee (Éd.), *Encyclopedia of Computer Graphics and Games* (p. 1-6). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_252-1

- Nesti, G. (2019). Mainstreaming gender equality in smart : Theoretical, methodological and empirical challenges. *Information Polity*, 24(3), 289-304. <https://doi.org/10.3233/IP-190134>
- Newmedia, R. T. L. (2020, janvier 24). *Pétition et recours d'ONG contre la 5G*. RTL Info. <https://www.rtl.be/info/magazine/hi-tech/petition-et-recours-d-ong-contre-la-5g-1190944.aspx>
- NGMN. (2021). *NGMN – We make better connections*. NGMN. <https://www.ngmn.org/>
- Nguyen, C., Bleus, H., Bockhaven, J. V., & Crutzen, N. (2017). *Le guide pratique de la smart city*. 70.
- Nord, J. H., Koohang, A., & Paliszkievicz, J. (2019). : Review and theoretical framework. *Expert Systems with Applications*, 133, 97-108. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.05.014>
- OCDE. (2002). *Des citoyens : Manuel de l'OCDE sur l'information, la consultation et la participation à la formulation des politiques publiques* [Text]. https://www.oecd-ilibrary.org/governance/des-citoyens-partenaires_9789264295575-fr
- OCDE. (2020). *DEFINING AND MEASURING PRODUCTIVITY*. 1.
- OFCOM, O. fédéral de la communication. (2011). *CEPT - Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications*. <https://www.bakom.admin.ch/bakom/fr/home/das-bakom/internationale-aktivitaeten/taetigkeiten-des-bakom-in-internationalen-organisationen/cept.html>
- OmniSci. (s. d.). *What is 5G Infrastructure? Definition and FAQs* | OmniSci. Consulté 9 août 2021, à l'adresse <https://www.omnisci.com/technical-glossary/5g-infrastructure>

- O'Neill, L. (2019). *Gartner report provides reality check on the 5G hype*. SearchNetworking. <https://searchnetworking.techtarget.com/feature/Gartner-report-provides-reality-check-on-the-5G-hype>
- Orange. (2021). *Orange et Nokia déploient dans une usine française un réseau privé 4G/5G supportant le Network slicing¹*. Orange Com. <https://www.orange.com/fr/newsroom/communiqués/2021/premiere-dans-lindustrie-40-orange-et-nokia-deploient-dans-une-usine>
- : *Les deux piliers de la donnée*. Orange Business Services. <https://www.orange-business.com/fr/magazine/comment-5g-cloud-valorisent-donnee-data-infrastructure-IT>
- Palattella, M. R., Dohler, M., Grieco, A., Rizzo, G., Torsner, J., Engel, T., & Ladid, L. (2016). : Enablers, Architecture, and Business Models. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 34(3), 510-527. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2016.2525418>
- : *Banned and Permitted In Which Countries? List and FAQ*. ChannelE2E. <https://www.channele2e.com/business/enterprise/huawei-banned-in-which-countries/>
- Pannier-Runacher, A., & O, C. (2021). *La 5G au service de la compétitivité industrielle française*. https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/plan-de-relance/20210706_DP_5G.pdf
- Petrock, V. (2021). *How 5G Will Change Media, Entertainment, and Marketing*. Insider Intelligence. <https://www.emarketer.com/content/how-5g-will-change-media-entertainment-and-marketing>

- Port of Amsterdam. (2020, juin 22). *Digitale haven | Port of Amsterdam*.
<https://www.portofamsterdam.com/nl/ontdek/digitale-haven>
- Porter, M. E. (1990, mars 1). The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/1990/03/the-competitive-advantage-of-nations>
- Pradhan, R. P., Mallik, G., & Bagchi, T. P. (2018). Information communication technology (ICT) infrastructure and economic <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2018.01.001>
- Priartem. (s. d.). *Qui sommes- - PRIARTEM - Pour Rassembler, Informer et Agir sur les Risques liés aux Technologies ElectroMagnétiques*. <https://www.priartem.fr/Qui-sommes-nous.html>
- Proximus. (2021, avril 23). *Proximus inaugure sa plateforme d'innovation 5G et accueille son premier client*. Site du Groupe Proximus.
<https://www.proximus.com/fr/news/2021/20210423-proximus-inaugurates-5G-innovation-platform.html>
- Proximus for Enterprises. (2021). *5G drone application enables targeted weed control*.
https://www.youtube.com/watch?v=ac7Bb_SEA&ab_channel=ProximusforEnterprises
- Qualcomm. (2017, juillet 25). *What is 5G | Everything You Need to Know About 5G | 5G FAQ*. Qualcomm. <https://www.qualcomm.com/invention/5g/what-is-5g>
- Radu, L.-D. (2020). : A Survey on Current Trends and Challenges. *Smart Cities*, 3(3), 1022-1038. <https://doi.org/10.3390/smartcities3030051>
- Rao, S. K., & Prasad, R. (2018). Impact of 5G Technologies on Smart City Implementation. *Wireless Personal Communications*, 100(1), 161-176.
<https://doi.org/10.1007/s11277-018-5618-4>

- Ray, B. (2015). *3 Reasons Why IPv6 Is Important For the Internet Of Things*.
<https://www.link-labs.com/blog/why-ipv6-is-important-for-internet-of-things>
- Raza, M. (2020). *Introduction to the Gartner Hype Cycle*. BMC Blogs.
<https://www.bmc.com/blogs/gartner-hype-cycle/>
- Remmert, H. (2021). *What Is 5G Network Architecture?* <https://www.digi.com/blog/post/5g-network-architecture>
- Rossel, P., & Glassey, O. (2004). *Caractéristiques et enjeux de la dimension dynamique de la fracture digitale*.
http://irene.asso.free.fr/digitaldivides/papers/ROSSEL_GLASSEY.pdf
- RTBF Info. (2021, juillet 23). : *La hausse de la norme d'émission va dans la bonne direction mais il faudra plus*. RTBF Info. https://www.rtb.be/info/regions/bruxelles/detail_5g-a-bruxelles-la-hausse-de-la-norme-d-emission-va-dans-la-bonne-direction-mais-il-faudra-plus?id=10810152
- Santi, J.-M., Mercier, S., & Arnould, O. (s. d.). *La matrice SWOT*. <https://www.e-marketing.fr/>. https://www.e-marketing.fr/Thematique/academie-1078/fiche-outils-10154/La-matrice-SWOT-324670.htm#&utm_source=social_share&utm_medium=share_button&utm_campaign=share_button
- Saracco, R. (2019). *Reality check on 5G*. IEEE Future Directions.
<https://cmte.ieee.org/futuredirections/2019/09/13/reality-check-on-5g/>
- Sbeglia, C. (2020, juin 12). Five top 5G use cases for enterprises, according to Nokia. *RCR Wireless News*. <https://www.rcrwireless.com/20200612/5g/five-top-5g-use-cases-enterprises-nokia>

- Schmeer, K. (2000). *Stakeholder Analysis Guidelines*. 48.
- Schurmans, D., Bonnetier, C., Brotcorne, P., & Vendramin, P. (2017). *La fracture numérique sur le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale*.
https://cris.vub.be/ws/portalfiles/portal/51098780/CIRB_ANALYSE_DE_LA_FRACTURE_NUMERIQUE_SUR_LE_TERRITOIRE_DE_BXL.pdf
- Schuster, W., & Vallier, F. (s. d.). *The Future of Europe relies*. 55.
- Schwaderer, C. (2019). : *Basic Architecture*. Embedded Computing Design.
<http://www.embeddedcomputing.com/technology/iot/5g-primer-part-1-basic-architecture>
- Shabanzadeh, M., & Moghaddam, M. (2013, novembre 4). *What is the Smart Grid? Definitions, Perspectives, and Ultimate Goals*. Power System Conference.
<https://doi.org/10.13140/2.1.2826.7525>
- Smith, J. (2016, septembre 22). *Intelligent transport systems* [Text]. Mobility and Transport - European Commission. https://ec.europa.eu/transport/themes/its_en
- Soe, R.-M. (2017). : *Platform for cross-border smart city solutions*. 352-357.
<https://doi.org/10.1145/3085228.3085287>
- Soldani, D., Fadini, F., Rasanen, H., Duran, J., Niemela, T., Chandramouli, D., Hoglund, T., Doppler, K., Himanen, T., Laiho, J., & Nanavaty, N. (2017). 5G Mobile Systems for Healthcare. *2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring)*, 1-5.
<https://doi.org/10.1109/VTCSpring.2017.8108602>
- Standaert, G. (2019). *5G offre des nouvelles possibilités*.
https://www.proximus.be/fr/id_b_cl_5G_offers/entreprises-et-secteur-public/blog/news-blog/inspiration/5g-offers.html

- Stein, Y., & Udasin, I. G. (2020). Electromagnetic hypersensitivity (EHS, microwave syndrome) – Review of mechanisms. *Environmental Research*, 186, 109445.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109445>
- Stolton, S. *Commission concedes delay in 5G deployment across EU – EURACTIV.com*.
<https://www.euractiv.com/section/5g/news/commission-concedes-delay-in-5g-deployment-across-eu/>
- Stolton, S. , octobre 19). Quinze États membres tirent la sonnette d’alarme sur les « anti-5G ». *www.euractiv.fr*. <https://www.euractiv.fr/section/economie/news/fifteen-eu-countries-raise-alarm-on-europes-anti-5g-movement/>
- Stolton, S. (2021, février 24). New 5G goals to feature in upcoming EU « Digital Decade » targets. *Www.Euractiv.Com*. <https://www.euractiv.com/section/5g/news/new-5g-goals-to-feature-in-upcoming-eu-digital-decade-targets/>
- Thales. *5G technology and networks (speed, use cases, rollout)*. Thales Group.
<https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/mobile/inspired/5G>
- Thales. *Long Term Evolution (LTE)—4G LTE explained*. Thales Group.
<https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/technology/lte>
- The federal Government. (2017). *5G Strategy for Germany*.
https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/5g-strategy-for-germany.pdf?__blob=publicationFile
- Thompson, H. G., & Garbacz, C. (2008). *Broadband Impacts on State GDP: Direct and Indirect Impacts*. 17.

- Thompson, L., & Vande Stadt, W. (2017). *5G is Not the Answer For Rural Broadband*.
<http://www.bbcmag.com/rural-broadband/5g-is-not-the-answer-for-rural-broadband>
- Tian, M.-W., Wang, L., Yan, S.-R., Tian, X.-X., Liu, Z.-Q., & Rodrigues, J. J. P. C. (2019).
 Research on Financial Technology Innovation and Application Based on 5G
 Network. *IEEE Access*, 7, 138614-138623.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2936860>
- Tian, S., Yang, W., Grange, J. M. L., Wang, P., Huang, W., & Ye, Z. (2019). : Making
 medical care more intelligent. *Global Health Journal*, 3(3), 62-65.
<https://doi.org/10.1016/j.glohj.2019.07.001>
- Tomás, J. P. (2021, mars 26). Deutsche Telekom to cover 90% of German population with
 5G this year. *RCR Wireless News*.
<http://www.rcrwireless.com/20210326/5g/deutsche-telekom-to-cover-90-percent-of-german-population-with-5g-this-year>
- Tomsett, S. (2020). *5G mMTC will be the Business Game Changer for Manufacturing, Healthcare, Transportation, Farming, and Smart Cities*.
<https://www.abiresearch.com/press/5g-mmtc-will-be-business-game-changer-manufacturing-healthcare-transportation-farming-and-smart-cities/>
- Trajkovska, B. (2018, décembre 11). *Berlin's startup ecosystem at a glance*. EU-Startups.
<https://www.eu-startups.com/2018/12/berlins-startup-ecosystem-at-a-glance/>
- Turner, A. (2021). *Belgium finally makes progress on first 5G auction*. Mobile Europe.
<https://mobileeurope.co.uk/press-wire/15456-belgium-finally-makes-progress-towards-first-5g-auction>

- UAE. (s. d.). *Smart sustainable cities—The Official Portal of the UAE Government*.
<https://u.ae/en/about-the-uae/digital-uae/smart-sustainable-cities>
- Ullah, H., Gopalakrishnan Nair, N., Moore, A., Nugent, C., Muschamp, P., & Cuevas, M. (2019). : An Overview of Vehicle-to-Everything, Drones, and Healthcare Use-Cases. *IEEE Access*, 7, 37251-37268. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2905347>
- Vein, C. (2017). *Why we need smart cities*. PwC. <https://www.pwc.com.au/digitalpulse/why-we-need-smart-cities.html>
- Velosa, A., Schulte, W. R., & Lheureux, B. (2020). *Gartner report—Hype Cycle for the Internet of Things*. PrimeKey. <https://www.primekey.com/gartner-report-hype-cycle-for-the-internet-of-things/>
- Watzke, M. (2020). *5G Mobilfunkstandard—Netz-Gegner machen mobil*. Deutschlandfunk. https://www.deutschlandfunk.de/5g-mobilfunkstandard-netz-gegner-machen-mobil.862.de.html?dram:article_id=485845
- WHO. (2021). *Electromagnetic hypersensitivity*. <https://www.who.int/teams/control-of-neglected-tropical-diseases/yaws/diagnosis-and-treatment/radiation-and-health>
- Woods, E., & Goldstein, N. (2014). <https://silo.tips/download/navigant-research-leaderboard-report-smart-city-suppliers>
- Government Information Quarterly*, 34(3), 556-565.
<https://doi.org/10.1016/j.giq.2017.05.001>
- Young, J. (2021). *Vertical Market*. Investopedia.
<https://www.investopedia.com/terms/v/verticalmarket.asp>

- Zaken, M. van A. (2019, décembre 6). *Plans for 5G and testing 5G antennas—ICT - Government.nl* [Onderwerp]. Ministerie van Algemene Zaken.
<https://www.government.nl/topics/ict/plans-for-5g-and-testing-antennas>
- Zhu, Z.-T., Yu, M.-H., & Riezebos, P. (2016). A research framework of smart education. *Smart Learning Environments*, 3(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s40561-016-0026-2>

Annexes

Annexe 1

Glossaire

3GPP	3 ^e génération du projet de coopération
2G	2 ^e génération des standards pour la téléphonie mobile
3G	3 ^e génération des standards pour la téléphonie mobile
4G	4 ^e génération des standards pour la téléphonie mobile
5G	5 ^e génération des standards pour la téléphonie mobile
5GPPP	Collaboration privée et publique de l'infrastructure 5G, c'est un projet commun entre la commission européenne et l'industrie TIC européenne (5GPPP, n.d.)
ACM	Autoriteit Consument Markt
ANFR	Agence nationale des fréquences
ARCEP	Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse
Autoriteit Consument Markt	Autorité des marchés de consommations
B2B	Business to business
B2C	Business to consumer
B2G	Business to government
Bundesnetzagentur	L'agence fédérale des réseaux

BNB	Bundesnetzagentur
Brique technologique	Une brique technologique est un élément d'un produit ou d'un processus qui remplit une fonction ou qui dispose d'une propriété particulière. (GoToS3, s. d.)
Business to business	Entreprise à entreprise
Business to consumer	Entreprise à consommateur
Business to government	Entreprise à gouvernement
CAPEX	Capital Expenditures
Capital Expenditures	Dépenses en capital
CEPT	Commission européenne des administrations des postes et télécommunications
Compteur intelligent	Un compteur intelligent est capable de mesurer l'électricité utilisée, il fournit plus d'informations qu'un compteur classique. (Commission Européenne, 2014)
Cybercinétose	La cybercinétose est un effet secondaire inconfortable ressenti par les utilisateurs de la réalité virtuelle. Ce trouble est associé à des symptômes comme la nausée, la désorientation, des maux de têtes, fatigue visuelle et la fatigue. (Nesbitt & Nalivaiko, 2018)
ECC	European Electronic Communications Committee
Education intelligente	Ce terme désigne l'apprentissage par la stimulation de la créativité, de la pensée mais aussi la considération que les individus sont différents et que leur façon d'apprendre est différente également. A Singapour, il y a aussi un accent sur la technologie, le but étant de donner des expériences d'apprentissage qui sont adaptées à chacun des apprenants à l'aide d'utilisation innovante de technologies

	d'informations et de communications. (Zhu et al., 2016)
eMBB	Enhanced mobile broadband
Energie intelligente	Le développement de ce concept peut avoir plusieurs bénéfices comme l'amélioration de l'efficacité, la réduction de consommation d'énergie, l'amélioration de la fiabilité, du control en temps réel, réduire les coûts des systèmes d'énergie. (Mohammadi et al., 2018)
Enhanced mobile broadband	Haut débit mobile amélioré
ETSI	Institut des standards de télécommunications européennes
ETSI	European Telecommunication Standards Institute
European Electronic Communications Committee	Comité des communications électroniques européennes
European Telecommunication Standards Institute	Institut des standards de télécommunication européenne
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Food and Agriculture Organization of the United Nations	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Gb	GigaBits
GHz	GigaHertz
Global System for Mobile communications Association	Association pour le système globales des communications mobiles
GSA	Association globale des fournisseurs mobiles
GSMA	Global System for Mobile communications Association

GSMA	Global System For Mobile communications Association
IBPT	Institut belge des services postaux et des télécommunications
IMD	Institute for Management Development
Institute for Management Development	Institut pour le développement de la gestion
Internet des objets	Cette technologie se définit par l'interconnexion des machines et des appareils par Internet, cela permettant la génération de données qui amèneront de nouvelles informations ainsi que des opérations. (Nord et al., 2019)
Internet of Things	Internet des objets
IoT	Internet of Things
ITU	Union des télécommunications internationales
Long Terme	50 à 60 ans
LTE	Long Term Evolution
Macro cell	Station plus large que la petite cellule qui permet des fréquences plus basses que la petite cellule et donc couvre plus de portée. (Goss, 2020)
Maison intelligente	Ce terme réfère une à une installation domestique pratique dans laquelle les appareils et dispositifs peuvent être contrôlés à distance depuis n'importe quel endroit à l'aide d'un appareil en réseau comme le téléphone. (Hayes, 2021)
Massive machine types communication	Communications massives de type machine
Mbps	Megabits par seconde

MHz	MegaHertz
mMTC	Massive machine types communication
OCDE	Organisation de coopération de développement économique
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONG	Organisation non gouvernementale
Petabit	Un million de Gigabits
PIB	Produit intérieur brut
Port intelligent	Un port intelligent est un port automatisé en utilisant des analyses de données pour prendre les bonnes décisions d'entreprises et gérer efficacement les opérations. Le concept consiste à utiliser une technologie intelligente pour accroître l'efficacité d'un port, améliorer ses performances et sa compétitivité économique. (DeChant, 2020)
Radio Access Network	Réseau d'accès radio
RAN	Radio Access Network
Réseau électrique intelligent	Un réseau électrique intelligent est une innovation qui peut révolutionner la transmission, la distribution et la conservation d'énergie. Elle emploie la technologie pour améliorer la transparence et augmenter la fiabilité et l'efficacité. Les TICs et les capteurs jouent un rôle important dans ces grilles intelligentes. (Shabanzadeh & Moghaddam, 2013)
Sécurité intelligente	Ce système vise à rendre une ville plus sûre en réduisant les crimes et en permettant aux citoyens de vivre dans un environnement sain et simple d'accès aux soins de santé et aussi d'être

	capable de répondre rapidement à des menaces ou des urgences.(Lacinák & Ristvej, 2017)
Small cell	Une small cell est une petite station mobile qui sert de point d'accès pour les fréquences radio. (Oliver, 2021)
Smart city	Ville intelligente
Smart economy	Economie intelligente
Smart education	Education intelligente
Smart energy	Energie intelligente
Smart environment	Environnement intelligent
Smart governance	Gouvernance intelligente
Smart grid	Réseau électrique intelligent
Smart healthcare	Soins de santé intelligents
Smart home	Maison intelligente
Smart living	Vie intelligente
Smart meter	Compteur intelligent
Smart mobility	Mobilité intelligente
Smart people	Personnes intelligentes
Smart port	Port intelligent
Smart safety	Sécurité intelligente

Smart transportation system	Système de transport intelligent
Soins de santé intelligents	Ce terme désigne un système de service de santé qui utilise la technologie comme des appareils portables, l'IoT, l'internet mobile pour dynamiser l'accès à l'information, connecter les gens. Les soins de santé intelligents peuvent promouvoir l'interaction entre tous les acteurs du domaine de la santé, ils s'assurent aussi que les patients reçoivent l'aide nécessaire, aider le personnel à prendre de bonnes décisions et faciliter l'allocation des ressources. (S. Tian et al., 2019)
Stakeholder	Partie prenante
Stakeholder Analysis	Analyse de parties prenantes
Système de transport intelligent	Les systèmes de transport intelligents sont vitaux quant à l'augmentation de la sécurité, baisse des émissions de gaz à effet de serre, des problèmes de congestion. Ces systèmes rendent le transport plus sûr, plus efficace et plus durable en utilisant différentes technologies de l'information et de la communication. (Smith, 2016)
TIC	Technologie de l'information et de la communication
UAE	United Arab Emirates
Ultra reliable low latency communications	Communications de faible latence et très fiable
United Arab Emirates	Emirats Arabes Unis
URLLC	Ultra reliable low latency communications

Annexe 2

Voici la liste des personnes contactées, celles dont la réponse a été positive sera surlignée en vert, celle dont la réponse a été négative ou la personne ne se sentait pas assez qualifiée surlignée en rouge et celles sans réponse resteront sans couleur.

Nom de l'interviewé	Profession
Benjamin Bois	Chef de projet – Smart city / Smart Territoire (Marseille)
Leonie Van den Beuken	Program Director Amsterdam Smart city à Amsterdam
Barbara Daled-Rosseel	Manager Health and Food - Test-Achats
Kathleen Dillen	Chef de projet Santé (département Test Santé) - Test Achats
Kristof Van Ostaede	Expert Télécom - Test-Achats
Inne Michielsen	Content Marketeer Innovation à Proximus
Ronald Beernaert	Head of Solutions ICT Services à Proximus
Denys Bornauw	Digital transformation expert
Julie Randaxhe	Project Manager au Smart city Institute HEC Liège
Aude Robert	Smart city Project Manager à Bruxelles
Michaël Lesent	Market Researcher Consumer Electronics & Telecom chez Test-Achats
Frans-Anton Vermast	Smart city Strategy / Public and International Affairs (Amsterdam)
Burcu Bayar Kuzlak	Senior Program Manager Connectivity at Chief Technology Office (Amsterdam)
Luuk Hackeng	Résident aux Pays-Bas
5GPPP	
Mikael Anneroth	Expert Human and Society Perspective of ICT (Ericsson)
Geraldine de Bastion	Founder at Global Innovation Gathering (Berlin)
Robert Lenk	Smart city Berlin Berlin Partner for Economy and Technology
Fabienne Giboudeaux	Project manager Smart city Paris
Cedric Perez	Résident de Marseille
Christina Necula	Etudiante résident à Berlin
Kenneth Duah	Résident d'Amsterdam
Charles Michel	Président du conseil européen
Philippe Soutaer	Wireless & IoT innovation Proximus
Charles Mahaut	Project manager smart city chez Camtelec shreder

Alice Lavayssière	Smart city Project Manager (France)
Beate Albert	Smart city Project Manager (Berlin)
Smart city Unit Berlin Partner	
Wieke Schrama	MScBA / Researcher Smart Cities and Lecturer Business Administration (Amsterdam)
Egbert-Jan van Dijk	MA. / Researcher Smart Cities and Lecturer Business Development and Innovation Management
Twitter Ville de Marseille	
Alexandre Chaffotte	Innovation & Smart city chez Vill de Saint-Quentin
Vincent Farge	Project Manager – Smart city at VINCI Energies – Paris
Timo Gierschke	Business Manager Smart city bei Salt And Pepper Gruppe – Cologne
Alexandre A.	ITS and Smart city Project Manager chez Artelia – Greater Paris Metropolitan Region
Flemke Blokhuis	Program Manager Smart Health Amsterdam at Economic Affairs, Amsterdam
Han Desimpelaere	Digital Transformation – Innovation – Smart Industry – Industry 4.0 - Bruges
Isabel Michiels	Expert digital innovation innovating in/with software software engineering connecting digital 'dots' theme manager digital #Industriepartnerschap spinning enthusiast - Brussels Metropolitan Area
Carine Lucas	Digital innovation, connecting people and organisations, public speaker
Frederik Tibau	Expert Digital Innovation & Growth at Agoria Project Lead Scale-up
Karliën Erauw	Expert ICT & eHealth standardisation .Agoria - vendor co-chair IHE Belgium - founding member and co-chair HL7 Belgium - interoperability matters - Brussels Metropolitan Area
Geert Jacobs	Expert Innovation Factory of the Future Project Manager chez Agoria - Ostende
Guy Vandenbosch	Professeur à la KUL - spécialisé dans les ondes
Gaetan Dewingaerden	Head of 5G Live Program Proximus
Nathalie Crutzen	Professor & Academic Director, Smart city Institute, HEC Liege
Richard Budel	Chief Commercial Officer / CIO / CTO - Genève
Stéphen Kerckhove	Directeur d'Agir Pour l'Environnement

Jean François Lecuru	Smart city Advisor (Marseille)
Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH	
Startup in Residence	
Cécile Caputo	Project Manager and reaching assistant Smart city Institute
Samuel Buschhorn	General Manager Innovation & Operations at Neorizon
Ahlem Maouia	IT project Manager, B2B/EDI core IT - Marseille
Stéphane Richard	PDG Orange
Stéphane Reiche	Directeur général Port de Marseille
Digital Agentur Berlin	
Stéphane Grimaux	Chargé de mission de développement numérique, smart city à Marseille
Luc Tranquilin	Responsable de projets 5G chez Orange - Marseille
Prakash Joshi Ericsson	Senior Pre Sales Manager (5G digital solutions)
Openresearch Amsterdam	
Mike van Vliet	Strategy advisor – Amsterdam economic board
Annelies van der Sloep	Strategic advisor – Amsterdam economic board
Antonia Carreto De Jong	Strategic advisor – Amsterdam Economic board
Onno Slikker	Etudiant résident à Amsterdam
Margrit Larmit	Innovation & Strategy Lead – Amsterdam Economic Board
Marion Foch	Responsable de la région Marseille/Montpellier
Nelly Donneaud	Directrice Développement durable – Aix-Marseille Université
Paul Barthe	Directeur Général - Sofitel Marseille Vieux Port - Marseille
Juliette Gillissen	Etudiante résidant proche de Marseille
Rachid Abaha	5G program manager Kayley Consulting pour Telenet - Paris
Roberto Sciuto	Technology Evolution RAN Eng. Sr. Manager chez Orange & 5G CAMPUS NETWORK Pgr. Manager
Mohamed Amraoui	Head of Network (Design, roll out and operations) at Orange Luxembourg

Geoffrey Braye	Deputy Director Network Deployment & Operations and Customer Interventions at Orange North of France - Lille
Bastien Bianchi	Director Core Network & Transmission Solutions Orange – Belgium/Luxembourg
Nicolas Roy	CTO Orange France - Paris
Anne-Lyne Roger	Advanced Engineering Center (A6K)
Beate Albert	Head of the Smart Cities unit at Berlin Partner
Angeline van Dijk	Directeur-hoofdinspecteur bij Agentschap Telecom – Groningen area
Lenneke de Voogd-Claessen	Business developer TU Delft Corporate Innovation / Programme Manager Do IoT Fieldlab – The Hague
Rudolf Roeleven	Program manager for digital connectivity - Amsterdam
Abd-Samad Habbachi	Directeur A6K-E6K

Annexe 3

Guide d'interview

Bonjour Monsieur/Madame, nous vous remercions de nous accorder du temps et cette interview. Avant de commencer, nous avons besoin de votre accord pour enregistrer cette interview. Pouvons-nous y procéder ?

Comme nous avons pu le décrire dans nos échanges d'emails, ce mémoire tente d'analyser **“Quel est l'impact du déploiement de la 5G dans les dimensions Smart Economy et Smart Living des smart cities européennes ?”**.

Avec une hypothèse qui soutient que **“la 5G permet aux smart cities d'améliorer leur compétitivité (Smart Economy) sans entraver à la qualité de vie (Smart Living) des citoyens.”**

Pour effectuer notre analyse, nous procédons à une étude du niveau compétitivité des villes d'Amsterdam, Berlin et Marseille par rapport au déploiement de la 5G au travers du diamant de porter. Nous procédons également à une analyse de stakeholder d'où la nécessité de vous

interviewer aujourd'hui. Ensuite nous tenterons de faire des prédictions à propos de l'impact de la 5G dans les smart cities grâce à une analyse par les scénarios. C'est pourquoi l'avis de professionnels et d'experts dans le milieu nous est importante pour ce mémoire. Si vous avez la moindre question par rapport à nos analyses ou sur notre façon de procéder, surtout n'hésitez pas à nous la poser.

Ci-dessous, voici la liste des questions posées en anglais et en français durant les interviews en fonction des profils des personnes :

Questions pour les citoyens Amsterdam (Onno Slikker)/Marseille (Juliette Gillissen)/Berlin (Christina Recula)

- Can we record this meeting ?
- Could you introduce yourself ? Who are you ? Background ? Your relation with the city of Amsterdam/Marseille/Berlin ?
- Did you know Amsterdam/Marseille/Berlin is a smart city ?
- Are you familiar with smart city concept ?
- What do you think about 5G ? Do you use it on your smartphone ? Or at work ?
- What do you know about the health problems related to 5G ?
- Does it change your mind about 5G ?
- Are you concerned about these problems ?
- What would you think as a citizen of Amsterdam/Marseille/Berlin about 5G and not only yourself ? In terms of population acceptance ?
- How did Amsterdam/Marseille/Berlin citizens react when 5G was rolled out ? Was there mobilization for people that suffers from extra sensitivity to waves ? Or anything else ?
- Amsterdam/Marseille/Berlin's mindset is more focus on innovation (entrepreneurship) than health ? Or both are related ?
- How Amsterdam/Marseille/Berlin's Economy is doing ? Was there a growth or any change between the year before the roll out and the year after ?
- What does your workplace think about the 5G ? Is it dependent of 5G or related or not at all ?

Question Onno Slikker (Résident Amsterdam)

- Can we record this meeting ?
- Could you introduce yourself? Who are you? Background? Your relation with the city of Amsterdam?
- Are you familiar with the smart city concept? What is your vision of the concept ?
- Most of the resident of other cities that we interviewed didn't know that their city was in the Smart city ranking. Thus, did you know that Amsterdam was a Smart city? Explain ?
- Is 5G available in Amsterdam? Is it available to consumers?
- Who are the main stakeholders of 5G?
- What is the demand of it ?
- What do you think about 5G ? Do you use it on your smartphone ? Or at work ?
- What does your workplace think about the 5G? Is it dependent of 5G or related or not at all?
- What do you know about the health problems related to 5G? EM Exposure?
- Does it change your mind about 5G ?
- Are you concerned about these problems ?
- What would you think as a citizen of Amsterdam about 5G and not only yourself? In terms of population acceptance ?
- How did Amsterdam citizens react when 5G was announced? Are there NGO's related to 5G's problems ? Was there mobilization for people that suffers from extra sensitivity to waves? Or anything else ?
- In an economic point of view, how will 5G impact it ? Will it improve the productivity ?
- Amsterdam's mindset is more focus on innovation (entrepreneurship) than health ? Or both are related ?
- How is Amsterdam's Economy doing? Was there a growth or any change between the year before the roll out and the year after ?

- We are conducting a strategic analysis of 5G for smart city development through a scenario planning, what could be according to you the uncertainties about 5G for a Smart Economy?
- What could be the future scenarios of 5G?

Questions pour Guy Vandenbosch

- Can we record this meeting ?
- What do you think of the Smart city concept?
- What do you think of the 5G technology? How important is it for you?
- Do you think it is vital for the development of smart cities?
- Who are the most involved person about 5G ?
- Are there any threat about 5G according to you?
- How do you feel about the mobilization against 5G (Often health related)? Is it justified?
- What would you answer to an activist?
- How and when do people are diagnosed with electromagnetic hypersensitivity? Is it a scientifically proven?
- What do you think of people that are sensitive to waves? Do you think that 5G will worse off the situation? What perspectives for them since they have to live in a white zone (emf-free zone) ?
- Do you think that the presence of those people might prevent the roll out of 5G?
- Could you emphasize some uncertainties about 5G for smart cities?
- Do you think that the 5G roll out will succeed?
- In the end, will there be public acceptance?

Questions pour Barbara Daled-Rosseel, Kathleen Dillen et Van Ostaede Kristof (Test-Achat)

- Pouvons-nous enregistrer cette interview ?
- Pouvez-vous vous présenter ?
- Que connaissez-vous du concept de Smart city ?
- Que pensez-vous de la 5G ? (en général)

- Nous étudions l'impact de la 5G sur l'économie et sur la qualité de vie (deux dimensions de la smart city), Quels sont des effets de la 5G sur la qualité de vie selon vous ? (Positifs et/ou négatifs)
- Quelles sont les personnes les plus affectées par les ondes (notamment produites par la 3G, 4G, 5G). Quelles conséquences auraient la 5G sur la santé ?
- Est-ce qu'une fréquence plus haute est plus néfaste pour la santé ? (Par exemple, les ondes millimétriques que pourras utiliser la 5G). Y a-t-il des menaces potentielles de la 5G?
- Est-ce que le passage de la 5G est une très mauvaise nouvelle pour les citoyens souffrant d'hyper sensibilité aux ondes ? **Ou** est-ce que la situation actuelle avec la 4G ne leur permettaient déjà pas de vivre dans un tel environnement et donc ne changerait pas leurs habitudes ?
- Quelles seraient vos inquiétudes pour la 5G (ou les ondes en général) sur le long terme (40, 50, 60 ans) ?
- Quel est votre avis au sujet des mobilisations contre la 5G dénonçant des effets sur la santé ? Est-ce justifié ?
- La population aura-t-elle tendance à accepter/adopter la technologie ?

Questions Agir Pour l'Environnement Stephen Kerckhove (Directeur Général)

- Pouvons-nous enregistrer cette interview ?
- Pouvez-vous vous présenter ?
- Pouvez-vous présenter votre organisation ?
- Etes vous familier avec le concept de smart cities?
- Quelle est votre vision d'une Smart city?
- Que pensez-vous de la 5G? Pensez-vous que la 5G est nécessaire pour le développement des villes vers des villes plus intelligente ?
- Quelles seraient les principales parties prenantes ?
- Quels impacts néfastes et positifs cette technologie engendrerait ? D'un point de vue de l'environnement et d'un point de vue santé

- Qu'est-ce que sont les personnes sensibles à l'électromagnétisme ? Seront-elles plus vulnérables avec la 5G?
- Que répondriez-vous aux parties favorables à la 5G?
- Quelles actions prend APE maintenant que la 5G a commencé à être déployée ?
- Est-il encore possible d'empêcher/freiner le déploiement de cette technologie ?
- Pensez-vous qu'il y aura une adoption de la population?
- D'un point de vue économique, pensez vous que la 5G permettrait d'atteindre une meilleure compétitivité et productivité pour la ville ?
- Existe-t-il d'autres moyens ou méthode de connectivité à la fois soucieux de l'environnement et de la société et capable d'offrir les principaux services de la 5G?
- Quelles seraient les incertitudes liées à la 5G?
- Quels seraient les futurs scénarios concernant la 5G?

Questions Proximus Gaetan Dewingaerden (Head of 5G live Program)

- Can we record this meeting ?
- Could you introduce yourself?
- Could you tell us what do you think of the Smart city concept?
- How important is 5G for cities to become smart?
- Does being a smart city bring a competitive advantage?
- How 5G could respond to cities' needs, what is the demand?
- In an economical point of view, how 5G could help cities to get a Smart Economy?
- Will 5G reinforce this competitiveness? And how?
- What are the main stakeholders of this technology?
- Are there any threat about 5G according to you?
- How do you feel about the mobilization against 5G (Often health related)? Is it justified?
- What would you answer to an activist?
- What do you think about the people hypersensitive to waves?
- Do you think the 5G roll out will succeed?
- Do you think in the end, there will be public acceptance?

- What do you think of the roll out of 5G in Amsterdam, Berlin and Marseille? These are part of the IMD ranking and the chosen cities for our analysis.
- What could be the competitive advantage of Amsterdam, Berlin and Marseille concerning the 5G development, did one of those cities deploy it easier, if yes how? (separately)
- Where is 5G available in Belgium? Is it available to consumers like residents or exclusively to businesses?
- Since Belgium is late on the 5G deployment, did it have the opportunity to take example on a good 5G roll out from a neighbor? How could you benchmark with the operator from countries that already rolled out 5G?
- What is the actual strategy of Proximus? Pilot project? Niche project? In complementarity with other connectivity products (like fiber)?
- We know that 5G is a mobile network but others stakeholder think that fiber can replace 5G so how could you differentiate 5G and fiber?
- Is there competition over 5G? How will the mobile operators compete for it?
- Does the belgian government provide financial support for the 5G roll out or any other form of support? Was it the case in the Netherlands, Germany, France?
- We are conducting a strategic analysis of 5G for smart city development through a scenario planning, what could be according to you the uncertainties about 5G for a Smart Economy?
- Do you think the 5G will be profitable taking into account the cost of investment? And why it will be/ it will not be?

Question Richard Budel (CTO) - Mercredi 21/07 à 15h

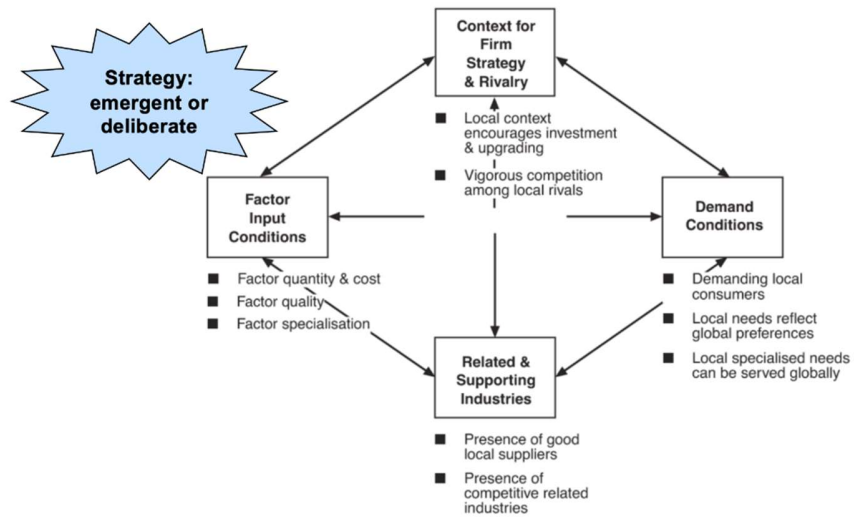
- Can we record this meeting ?
- Could you introduce yourself?
- Could you tell us what do you think of the Smart city concept?
- How important is 5G for cities to become smart?
- Does being a smart city bring a competitive advantage? Will 5G reinforce this competitiveness? Does 5G improve the productivity? If yes, will the productivity arrive fast after 5G deployment?

- How 5G could respond to cities' needs, what is the demand?
- In an economical point of view, how 5G could help cities to get a Smart Economy?
- Will 5G reinforce this competitiveness? And how?
- What are the main stakeholders of this technology?
- Are there any threat about 5G according to you?
- How do you feel about the mobilization against 5G (Often health related)? Is it justified?
- What would you answer to an activist?
- What do you think about the people hypersensitive to waves?
- Do you think the 5G roll out will succeed?
- Do you think in the end, there will be public acceptance?
- What do you think of the roll out of 5G in Amsterdam, Berlin and Marseille? These are part of the IMD ranking and the chosen cities for our analysis.
- What could be the competitive advantage of Amsterdam, Berlin and Marseille concerning the 5G development, did one of those cities deploy it easier, if yes how? (separately)
- Is there competition over 5G? Is there others technology that can replace 5G and answer to the same needs?
- We are conducting a strategic analysis of 5G for smart city development through a scenario planning, what could be according to you the uncertainties about 5G for a Smart Economy? Is there any uncertainty about how long it will take to increase productivity ?
- Do you think the 5G will be profitable taking into account the cost of investment? And why it will be/ it will not be?

Annexe 4

Le Diamant de Porter

The diamond from Porter



Source : M. Porter, The Competitive Advantage of Nations, Free Press, 1993
Reference: McKinsey Quarterly (2014): Rethinking the role of the strategist

Résumé :

Les villes européennes sont en pleine transition digitale et la nouvelle technologie de réseau mobile appelée la 5G peut répondre aux nouveaux besoins et enjeux de la société en apportant de nouveaux services connectés, une meilleure qualité de réseaux, etc. Ce mémoire étudie au travers d'outils stratégiques l'impact de la 5G sur les dimensions Smart Economy et Smart Living des smart cities européennes. Les résultats montrent une quasi similarité en termes de degré de compétitivité pour des smart cities européennes utilisant la 5G. Cette technologie fait cependant les frais de nombreuses controverses comme par exemple des potentiels effets néfastes sur la santé, fracture digitale, etc. C'est pourquoi, dans cette thématique les acteurs jouent un rôle important. Certaines villes en possèdent plus que d'autres, certains types d'acteurs ont un intérêt différent pour la 5G d'une ville à l'autre, mais le pouvoir reste le même au niveau des smart cities européennes. Enfin il est démontré par une analyse de scénario que la 5G sera adoptée par la population et que les smart cities européennes connaîtront un gain rapide en productivité.