



**OBSERVATOIRE  
DE LA GESTION INTÉGRÉE  
DE L'ESPACE PUBLIC URBAIN**



**MANDAT DE RECHERCHE**

# **Le déploiement de la 5G dans les municipalités du Québec**

**RAPPORT 2**

*Enjeux municipaux des réseaux 5G à  
l'international : une revue des écrits*



**DÉCEMBRE 2022**



## AUTEUR DU RAPPORT

Jérémy Diaz

Ce rapport est le second livrable réalisé dans le cadre du mandat de recherche sur le déploiement de la 5G dans les municipalités québécoises. Les travaux de recherche et la rédaction ont été effectués par M. Jérémy Diaz, stagiaire postdoctoral au Centre Urbanisation Culture Société à l'Institut national de recherche scientifique (INRS), sous la supervision de Mme Marie-Soleil Cloutier, professeure agrégée à l'INRS.

## PARTENAIRES DU MANDAT DE RECHERCHE

### PARTENAIRES FONDATEURS



### PARTENAIRES MUNICIPAUX



Ce mandat de recherche a bénéficié d'une subvention :



## MISSION

L'Observatoire de la gestion intégrée de l'espace public urbain a débuté sa mission en 2020 au sein du centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU).

### MISSION DE L'OBSERVATOIRE

**L'Observatoire sur la gestion intégrée de l'espace public urbain** a pour mission d'exercer une vigie et d'identifier, de prioriser et de réaliser en partenariat des mandats de recherche sur les meilleures pratiques de gestion et d'intervention en matière d'espace public urbain afin qu'il soit adapté aux besoins évolutifs des différents usagers.

### MISSION DU CERIU

Fondé en 1994, le Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines CERIU a pour mission de mettre en œuvre toute action de transfert de connaissance et de recherche appliquée pouvant favoriser le développement du savoir-faire, des techniques, des normes et des politiques supportant la gestion durable et économique des infrastructures et la compétitivité des entreprises qui œuvrent dans le secteur.

## CONSEIL SCIENTIFIQUE DE L'OBSERVATOIRE

Le Conseil scientifique de l'Observatoire est impliqué dans l'identification des axes de recherche, le suivi des travaux de recherche avec le stagiaire postdoctoral, la révision et l'approbation des livrables finaux. Ses membres sont :

**Hélène Bourdeau**, directrice adjointe Planification de projets, service de l'ingénierie, Ville de Laval.

**Danny Dallaire**, chargé de projet, service du génie, Ville de Mascouche.

**Sophie Duchesne**, professeure, Centre Eau Terre Environnement, Institut national de recherche scientifique (INRS).

**Annie Fortier**, ingénieure de projets, ingénierie municipale, service des travaux publics, Cité de Dorval.

**Patrick Lépine**, directeur, service du génie, Ville de Blainville.

**Yvan Péloquin**, chef de division, service des infrastructures du réseau routier, direction des infrastructures, Division de la conception des travaux, Ville de Montréal.

**Claude Poirier**, directeur, direction du génie, Ville de Boucherville.

**Érik Rolland**, directeur, direction des travaux publics, Ville de Pointe-Claire.

**François Trudel**, directeur par intérim, service de la planification de l'aménagement et de l'environnement, Ville de Québec.

**Alexandre Viens**, directeur des technologies de l'information, Ville de Saint-Jean-sur-Richelieu.

**Réjean Vigneault**, directeur, service de la gestion des infrastructures, Ville de Repentigny.

**Rafika Lassel**, directrice de l'Observatoire de la gestion intégrée de l'espace public urbain du CERIU.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>TÉLÉCOMMUNICATIONS ET MUNICIPALITÉS : UN ÉTAT DES LIEUX DES ENJEUX PASSÉS</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>QUESTION ET MÉTHODE DE RECHERCHE</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>RÉSULTATS</b>	<b>19</b>
4.1	Enjeux liés à l'aménagement	19
4.2	Enjeux liés à la santé	25
4.3	Enjeux environnementaux des réseaux 5G	27
4.4	Enjeux liés aux cyberrisques	30
4.5	Enjeux liés aux contestations locales	35
4.6	Enjeux liés à la gouvernance locale	39
<b>5</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>47</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>49</b>
	Bibliographie	50
	<b>ANNEXES</b>	<b>62</b>
	ANNEXE 1 : Tours et installations sans fil — facteurs qu'une collectivité peut contrôler aux états-unis d'après ziolkowski (2011)	63
	ANNEXE 2 : Principes directeurs guidant la conception et l'esthétique des petites cellules de 15 villes et comtés aux États-Unis	65
	ANNEXE 3 : Recommandations architecturales pour augmenter les taux de pénétration des signaux et l'utilisation de matériaux de construction	70
	ANNEXE 4 : Influence des types d'arbres sur la propagation des ondes radio	71
	ANNEXE 5 : Un cas — la ville de Rennes, la stratégie du « oui, mais »	72

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Étapes du processus de la revue des écrits	18
<b>Figure 2.</b> Les nouveaux kiosques Link5G d'une hauteur de 32 pieds de haut (Waever, 2022).	24
<b>Figure 3.</b> Dimensions possibles pour la gouvernance municipale de la 5G	40
<b>Figure 4.</b> Capture d'écran de l'interface de l'Observatoire des ondes pour la ville de Bruxelles (Belgique)	44

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Quatre types de postures des municipalités face à la contestation résidentielle face à l'installation d'antennes	12
<b>Tableau 2.</b> Enjeux passés liés aux municipalités et identifiés dans la littérature scientifique	14
<b>Tableau 3.</b> Bases de données pour chacune des équations de recherche booléenne	16
<b>Tableau 4.</b> Vulnérabilités des gouvernements locaux	33

# 1 INTRODUCTION

Le déploiement des réseaux de téléphonie mobile de cinquième génération, également appelée 5G, s'accompagne de défis, de risques et de vulnérabilités dont nous ne saisissons pas encore toute la complexité sur les municipalités.

La raison est que la production scientifique s'est concentrée sur les aspects techniques, industriels et géopolitiques à l'échelle mondiale, négligeant les enjeux socio-territoriaux de la 5G à l'échelle locale. Pourtant, la scène qui se joue dans les coulisses des gouvernements locaux, et particulièrement les municipalités, n'est pas sans intérêt. Le déploiement de la 5G pose d'importants défis aux municipalités du fait de la densification du parc d'antennes requises pour les futurs réseaux.

Les débats restent vifs et nombreux. La 5G possède d'ardents partisans, mais elle génère aussi beaucoup d'interrogations et de réticences. En effet, la 5G augure des enjeux locaux complexes : techniques, économiques, environnementaux, énergétiques, sanitaires et sociétaux. Des zones d'incertitudes planent sur les infrastructures et les équipements de la 5G alors que des contestations locales montent dans plusieurs pays occidentaux. Or, les municipalités, au Canada comme à l'international, ont peu de recours pour orienter directement la planification des réseaux 5G afin de protéger leurs intérêts et de répondre aux préoccupations de leurs résidents. D'où la nécessité de faire le point sur l'état de nos connaissances.

Ce rapport souhaite donc mieux comprendre les enjeux non techniques posés par la 5G aux municipalités à l'international (hors Canada).

Comme nous allons le voir, rares sont les articles qui traitent spécifiquement du sujet de la 5G à l'échelon local alors que les gouvernements locaux s'interrogent sur la façon dont ils doivent se préparer aux répercussions pratiques, politiques et logistiques de la 5G.

Le reste du rapport est organisé comme suit : la section 2 propose un état des lieux sur les enjeux municipaux passés autour des télécommunications ; la section 3 décrit la question et la méthode de recherche ; et la section 4 présente les résultats de la revue de littérature.

Les résultats sont regroupés en six enjeux autour de l'aménagement, de la santé, de l'environnement, des cyberrisques, des contestations et des oppositions ainsi que de la gouvernance locale.

## **Quelques éclairages sur la 5G**

Il existe de nombreuses ressources facilement accessibles pour répondre à la question : qu'est-ce que la 5G ? Dans cet encadré, nous avons voulu brièvement exposer quelques points essentiels pour faciliter la poursuite de la lecture du rapport – en particulier pour ceux qui n'ont pas eu accès au premier livrable.

### **La 5G désigne la cinquième génération de standards en matière de téléphonie mobile.**

Elle succède à la 4G et s'ajoute aux réseaux mobiles existants (3G, 2G). La 2G a généralisé le téléphone mobile en numérique avec la voix et les SMS, tandis que la 3G a apporté l'Internet sur mobile. La 4G, quant à elle, a offert le haut débit sur mobile et le développement des applications.

### **La 5G est d'abord une promesse technologique.**

Celle d'augmenter la vitesse de transmission de données, de réduire le temps d'accès au réseau (latence) et d'accroître le nombre d'appareils pouvant se connecter à un même réseau. Les caractéristiques techniques de la 5G doivent permettre l'avènement d'un nouvel écosystème permettant à des secteurs économiques et industriels stratégiques (l'automobile, la santé, l'énergie, la robotique, etc.) de développer de nouveaux cas d'usage. C'est pourquoi la 5G est une technologie pivot pour ses défenseurs. En fluidifiant les flux d'informations, ce nouveau réseau doit faciliter l'émergence de l'Internet des Objets (IoT) et de l'intelligence artificielle (IA). Les répercussions économiques et sociales sont potentiellement importantes en permettant de répondre aux besoins en communication de milliards d'objets connectés. Ainsi, la 5G est devenue une priorité pour de nombreuses institutions nationales et internationales (Blackman et Forge, 2019).

### **La 5G est également une offre commerciale.**

Elle répond à l'objectif des entreprises de télécommunication de pallier l'augmentation continue du trafic mobile et d'éviter sa saturation. Le fonctionnement d'un réseau mobile assure à ses utilisateurs de connecter des téléphones (ou terminaux) aux antennes des opérateurs par l'utilisation d'ondes radio. L'information circule entre les antennes et les téléphones grâce aux champs de radiofréquences dont l'unité est le hertz (Hz). Pour satisfaire les utilisateurs, les

opérateurs et les États ont choisi de se tourner vers d'autres fréquences, plus spécifiques afin d'augmenter le spectre hertzien dédié aux réseaux mobiles. Par exemple, la 5G se déploie sur des bandes de fréquences allant de 400 MHz à des bandes de 26 GHz (Follenfant et al, 2020). Un débat est en cours sur la rentabilité pour les opérateurs de 5G alors que les investissements sont importants dans les licences d'exploitation des bandes de fréquences, dans l'équipement, dans le marketing, dans la mise à niveau de base et les ordinateurs de périphérie (Webb, 2016). Les consommateurs ne semblent pas encore prêts à changer tout leur matériel ni leur abonnement, car le saut technologique paraît faible malgré les avancées techniques en matière de qualité de service (Dreyfus, 2019).

### **La 5G est aussi consommatrice d'espaces.**

Ce point est plus rarement soulevé bien qu'il soit au cœur des enjeux locaux entourant le déploiement des réseaux 5G. Traditionnellement, les opérateurs de télécommunication divisent les réseaux d'un territoire en zones. Chacune de ces zones comprend une antenne qui permet aux téléphones cellulaires de communiquer avec le réseau. Or, la 5G repose sur des normes techniques inédites qui imposent la densification du nombre d'antennes capables, entre autres, d'exploiter les nouvelles bandes élevées de spectres radioélectriques, de transmettre simultanément différents faisceaux ou de créer un faisceau direct entre l'antenne et l'équipement de l'utilisateur. À terme, la majeure partie des réseaux 5G fonctionnera sur des bandes de fréquences très élevées (26 GHz), plus connue sous le nom de spectre des ondes millimétriques. Or, le taux de propagation de ces ondes est plus faible que les générations précédentes. La conséquence directe est la multiplication continue du nombre d'antennes-relais de différentes puissances : les « traditionnels tours » ou macrocellules (portée entre 2 et 35 kilomètres) d'une part, d'autre part les petites cellules (traduction de l'anglais small cells) qui regroupent les microcellules (portée entre 0,2 à 2 kilomètres), les pico cellules (porté entre 100 et 250 mètres) et les femto cellules (portée entre 10 et 20 mètres). Des équipements, sur poteau ou au sol accompagnant les petites cellules, peuvent également être nécessaires et peuvent être de la dimension d'un grand réfrigérateur. Ces équipements peuvent se trouver dans l'emprise ou sur d'autres propriétés publiques ou privées (Yan et al., 2022).

## 2 TÉLÉCOMMUNICATIONS ET MUNICIPALITÉS : UN ÉTAT DES LIEUX DES ENJEUX PASSÉS

La question de l'action municipale en matière de télécommunication s'est véritablement posée à la suite de la dérégulation internationale du secteur des télécommunications, au début des années 1990, qui met fin aux régimes monopolistiques nationaux et internationaux.

Les articles pionniers ont décrit les conséquences du Telecommunication Act (1996) pour les autorités locales aux États-Unis (Orton, 1987 ; Crowell, 1996 ; Gibbon, J. H., 1996 ; William et al., 1996 ; Tryniecki, 2002). L'objectif déclaré de cette loi américaine était de fournir un cadre politique national qui favorise la concurrence, réduit la réglementation afin d'accélérer le déploiement des technologies de télécommunications et de garantir des prix plus bas pour ces services. Elle régit les pouvoirs des autorités fédérales, étatiques et locales concernant l'emplacement des installations de communication sans fil. L'industrie du sans-fil a fait pression sur le Congrès pour que le gouvernement fédéral prenne le pas sur les autorités locales en matière de zonage. Au lieu d'un contrôle local, l'industrie préférait une normalisation nationale des exigences relatives à l'emplacement des installations afin d'éviter les retards causés par le zonage et la planification des villes.

D'après Lentz (1998), les collectivités locales américaines n'étaient pas préparées aux batailles juridiques nécessaires pour protéger leurs décisions en matière de zonage et d'aménagement du territoire. Les lobbies du secteur des télécommunications auraient monté une campagne en faveur de la préemption fédérale de tous les moratoires locaux que certaines collectivités locales avaient utilisés pour gagner plus de temps afin d'évaluer les problèmes, les risques et les opportunités. Au bout du compte, la dérégulation du secteur a conduit à **une diminution du contrôle local** offrant une victoire partielle à l'industrie du sans-fil (Knauf et Moses, 1996).

Durant ces premières années se noue une **tension entre les opérateurs de télécommunications et les collectivités locales** qui perdure encore aujourd'hui et dans d'autres pays que les États-Unis. Dès 2000, Nick Tinari résume parfaitement la situation :

*Les effets de cette Loi [Telecommunication Act] se sont manifestés dans les municipalités à travers le pays, alors que les propriétaires tentent de préserver le caractère résidentiel de leurs communautés face à une avalanche de demandes de la part des compagnies de téléphonie cellulaire pour installer des tours d'antennes disgracieuses dans leurs quartiers. Armée des dispositions de la Loi, l'industrie de la téléphonie cellulaire a écrasé les conseils de zonage conçus pour réguler l'utilisation des terres*

*afin de préserver la santé, la sécurité et le bien-être général de leurs communautés. Par conséquent, les gouvernements locaux sont souvent obligés de choisir entre accéder aux demandes de l'industrie, malgré les plaidoyers passionnés des résidents de la communauté, ou faire face à des poursuites fédérales pour violation de la Loi. Le texte de la Loi est vague quant à l'étendue de l'autorité que le Congrès a arrachée aux gouvernements locaux. La Loi stipule que les réglementations étatiques et locales « ne doivent pas interdire ou avoir pour effet d'interdire la fourniture de services sans fil personnels ». Cependant, la Loi stipule également qu'elle ne « limite ni n'affecte l'autorité d'un État ou d'un gouvernement local... sur les décisions concernant le placement, la construction et la modification des installations de services sans fil personnels ». Comme la loi prévoit des audiences accélérées devant les tribunaux fédéraux en cas de violation par les gouvernements des États ou les collectivités locales, le texte apparemment ambigu fait l'objet d'une jurisprudence croissante qui n'a pas encore tranché la question de savoir dans quelle mesure les collectivités locales peuvent réglementer la prolifération des tours d'antennes cellulaires.<sup>1</sup>*

Les effets du Telecommunication Act aux États-Unis sont particulièrement visibles sur l'utilisation des droits de passage publics par les entreprises de télécommunication. Comme l'écrit Cohen (2001),

*Les nouvelles entreprises de télécommunications frappent à la porte des collectivités locales pour demander l'autorisation de placer des câbles et d'autres équipements de télécommunications sur leur propriété. Qu'il s'agisse d'entreprises câblées ou sans-fil, elles sont agressives et exigent des approbations locales rapides afin de devancer la concurrence. La situation peut être difficile pour les gouvernements locaux qui n'ont pas de processus d'autorisation en place pour répondre à ces entreprises en temps voulu et qui n'ont pas de normes pour évaluer leurs demandes. Les biens que les entreprises de télécommunications cherchent à occuper sont, bien entendu, les bandes de terrain qui longent presque toutes les rues et routes, connues sous le nom de droits de passage publics. Contrôlées par les collectivités locales, ces petites parcelles de terrain sont devenues des champs de bataille virtuels.<sup>2</sup>*

---

<sup>1</sup> Tinari, 2000, p. 270-271, notre traduction.

<sup>2</sup> Cohen, 2001, p. 1, notre traduction.

Néanmoins, les collectivités locales américaines conservent une certaine autorité pour gérer les droits de passage publics en recevant une **compensation raisonnable** pour cette utilisation des entreprises de télécommunications. L'élaboration par les municipalités d'une ordonnance locale restrictive sur les droits de passages est vivement préconisée pour faire face à l'augmentation de la charge imposée aux fonctionnaires et aux demandes (Couret, 1999). Ces règlements peuvent inclure, par exemple, le processus d'autorisation, les normes de sécurité en matière de construction, les responsabilités et indemnisations, les sanctions en cas de non-conformité, les limitations concernant l'équipement (Cohen, 2001).

Ce nouveau contexte réglementaire et concurrentiel a eu des conséquences sur la **baisse des revenus** des collectivités locales (Walters et Cornia, 1997). S'est également posée la question des coûts économiques de la multiplication des antennes de téléphonie mobile sur la valeur des propriétés à proximité.

Pour Bond et Beamish (2005), cette question est celle qui préoccupe le plus les répondants de leurs enquêtes d'opinion à propos des impacts des tours de télécommunication. Plusieurs études tendent à démontrer que la proximité des tours de téléphonie cellulaire **affecte négativement la valeur des maisons**, diminuant au fur et à mesure que la distance de la tour augmente (Filippova et Rehm, 2011 ; Brandt et Maennig, 2012 ; Affuso et al., 2018).

Le Telecommunication Act de 1996 a ouvert la voie à une expansion rapide des services sans fil aux États-Unis. Le nombre d'utilisateurs de téléphones sans fil n'a cessé de croître depuis la fin des années 1990. L'industrie était bien placée pour exploiter les nouvelles possibilités d'installation de pylônes et d'antennes dans le paysage américain. Les entreprises, qui fournissent ce service, ont été soumises à une pression constante pour trouver des sites où construire les tours. Certains gouvernements locaux et des groupes communautaires ont commencé à imposer de nouvelles exigences pour **limiter l'encombrement visuel** des antennes de téléphonie mobile dans le paysage en améliorant l'apparence des antennes et des poteaux (Millar, 2015). À ce sujet, Awanti et al. (2022) montrent que les tours camouflées à Las Vegas ont un impact négatif relativement moindre sur les prix des maisons par rapport aux tours cellulaires conventionnelles.

À ces préoccupations esthétiques, la question **de la sécurité des sites et les effets sur la santé des résidents** se sont posés de manière de plus en plus importante (Kim, 2007 ; Millar, 2015). L'ensemble de ces préoccupations a abouti à des **formes de contestation et d'opposition** de la population à l'édification de nouvelles tours aux États-Unis comme en Europe (Burgess, 2002 ; Law et McNeish, 2007 ; Drake, 2010).

Dans un article de 2016, Bröer et al. (2016) ont identifié quatre postures des administrateurs locaux (tableau 1), partagés entre le respect des politiques nationales

(poussant à la diffusion des communications mobiles) et le traitement des préoccupations des citoyens. Certaines oppositions ont pu influencer l'élaboration de politiques locales et nationales comme l'adoption de réglementations plus strictes sur l'emplacement et les émissions d'antennes téléphoniques (Eagle, 2004 ; Chiaraviglio et al., 2019).

**Tableau 1. Quatre types de postures des municipalités face à la contestation résidentielle face à l'installation d'antennes<sup>3</sup>**

Posture municipale	Discours (Mot d'ordre)	Discours (Ce qui est suggéré aux résidents de ressentir <sup>4</sup> )	Résultat : action collective ?	Résultat : changement de politique ?
<b>Rejet</b>	Affirmer l'impératif technologique	Faire confiance au gouvernement et à la science	Pas d'action collective soutenue ; plaintes individuelles	Marginal ; judiciarisation
<b>Tolérance</b>	Affirmer l'impératif technologique	Tolérer la peur, la pollution visuelle et la perte de valeur de la propriété	Débordements, pas d'action collective soutenue	Recherche de sites alternatifs pour l'installation d'antennes, judiciarisation
<b>Médiation</b>	Reconnaître le conflit ; affirmer l'impératif technologique, mais aussi de protéger la santé des résidents	Légitimer de problèmes de santé spécifiques	Activisme collectif soutenu, mais disparate	Création de politiques locales ; changement de lieu pour l'installation d'antennes
<b>Coopération</b>	Politiser les préoccupations des résidents	Légitimer les préoccupations et craintes des résidents	Action collective durable et unie	Redéfinition de la politique (locale) ; suppression des antennes

<sup>3</sup> Source : Bröer et al. (2016, p.455).

<sup>4</sup> La traduction française des termes « feeling rules » est difficile. Le terme désigne les directives sur ce que les gens doivent ressentir de manière appropriée dans une situation donnée. Se reporter à l'article de Bröer et al. (2016) pour plus d'explications.

Plusieurs textes déplorent **l'état d'impréparation des municipalités** sur la question des télécommunications (Lentz, 1998 ; Courent, 1999 ; Cohen, 2001 ; Kim, 2007, Ziolkowski, 2011). Un consensus émerge sur le constat que les collectivités locales sont **plus réactives que proactives** pour faire face aux enjeux directs et indirects de réseaux de télécommunication sans fil (Handy et Mokhtarian, 1995 ; Evans-Cowley et al., 2002 ; Alizadeh, 2016).

Or, comme l'écrit Cohen (2001, p.5),

*en étant simplement préparés, les gestionnaires peuvent répondre aux entreprises de télécommunications en position de force et s'assurer que leurs localités sont protégées aujourd'hui et à l'avenir.*

Toutefois, les tâches sont nombreuses pour les collectivités locales. Comme l'énumère Yolanda Millar (2015), les municipalités doivent :

- Composer avec la législation qui limite dans les faits le contrôle des antennes de téléphonie mobile par les autorités locales ;
- Former les membres élus et la communauté sur les équipements et infrastructures de téléphonie mobile et la législation associée ;
- Négocier avec les différents opérateurs pour répondre à leurs besoins de déploiement des infrastructures et équipements de téléphonie afin de satisfaire les demandes des consommateurs.

Souvent, les municipalités externalisent ces tâches du fait qu'elles n'ont pas toujours les forces vives pour investir le dossier en l'intégrant dans la planification territoriale. Par exemple, elles pourraient élaborer un plan directeur qui serait à même d'intégrer plusieurs éléments que les collectivités locales peuvent contrôler (Ziolkowski, 2011, Alizadeh et al., 2015) (voir Annexe 1).

D'autres articles traitent des initiatives des gouvernements locaux **d'investir ou de construire leurs propres réseaux de télécommunications** (Gillett et al., 2004 ; Bar et Park, 2005 ; Tapia et al., 2006). Plusieurs raisons l'expliquent comme la sécurité, l'inclusion numérique, le développement économique, l'éducation ou le tourisme (Alvarez et Rodriguez, 2008), mais également pour répondre à une absence de desserte en milieu rural (Arai et al., 2012). Ces initiatives restent fortement liées à la politique et à la réglementation nationale (Troulos et Maglaris, 2011).

Depuis la dérégulation, un débat est toujours en cours entre les tenants d'une intégration totale du secteur des réseaux de télécommunications au champ de compétences des

gouvernements locaux, et ceux qui, au contraire, militent en faveur d’une ouverture plus maîtrisée, compatible à la fois avec le respect des règles de la concurrence et avec la protection des intérêts des collectivités locales (Bauer, 2010 ; van der Berg, 2019, p. 24).

Dans cette section, nous avons voulu faire le point sur les enjeux passés des municipalités en matière de télécommunications identifiables dans la littérature. Nous avons dénombré six enjeux, résumés dans le tableau 2.

**Tableau 2. Enjeux passés liés aux municipalités et identifiés dans la littérature scientifique**

<p><b>Zonage et aménagement du territoire</b> (Localisation non souhaitée, hauteur désirée, non-respect de la marge de recul, utilisation répétée des droits de passage, signalisation)</p>	<p>Knauf et Moses, 1996 ; Couret, 1999 ; Cohen, 2001 ; Kim, 2007 ; Ziolkowski, 2011</p>
<p><b>Coûts et revenus économiques</b> (Frais de demande, indemnisations, impacts des antennes de téléphonie mobile sur la baisse de la valeur foncière des résidences)</p>	<p>Walters et Cornia, 1997 ; Ziolkowski, 2011 ; Filippova et Rehm, 2011 ; Brandt et Maenning, 2012 ; Rajapaksa et al, 2018 ; Awanti et al., 2022</p>
<p><b>Esthétique</b> (Préservation du paysage, pollution visuelle, améliorer l’apparence et/ou supprimer les pylônes obsolètes)</p>	<p>Kim, 2007 ; Millar, 2015</p>
<p><b>Préoccupations en matière de sécurité du site et de santé</b> (Vérification de la conformité aux normes d’émission)</p>	<p>Kim, 2007 ; Millar, 2015</p>
<p><b>Batailles politiques et juridiques</b> (Contestations citoyennes, préemption fédérale des moratoires locaux, formation technique et juridique des élus)</p>	<p>Lentz, 1998 ; Millar, 2015 ; Bröer et al, 2016</p>
<p><b>Négociations avec les opérateurs</b> (Colocation, vérification du besoin réel)</p>	<p>Ziolkowski, 2011 ; Millar, 2015</p>

L’ensemble des écrits consultés dans cette partie ne traitaient pas de la 5G. Néanmoins, il est probable que l’avènement des réseaux 5G manifeste d’anciens enjeux sous de nouvelles formes tout en apportant un lot supplémentaire de défis inattendus, c’est

pourquoi nous pensons qu'il était important de faire ce tour d'horizon avant de passer au mandat principal.

La prochaine section présente notre question et notre méthodologie de recherche tandis que la suivante présentera les résultats.

### 3 QUESTION ET MÉTHODE DE RECHERCHE

La question initiale de recherche était : « Quels sont les enjeux municipaux concernant le déploiement des réseaux 5G à l'international (hors Canada) ? ».

Cette large question se prêtait bien à une revue des écrits dans la mesure où cette méthode fournit une vue d'ensemble de l'état de nos connaissances dans un domaine de recherche particulier (Peters et al., 2022).

La revue des écrits s'est déroulée en **quatre étapes**.

**Étape 1 : recherche des documents pertinents** à partir de mots clés déclinant trois concepts : réseau 5G, municipalité et enjeu.

Comme le montre le tableau 3, nous avons élaboré trois équations de recherche booléenne pour consulter dix bases de données dans le champ des sciences sociales.

Tableau 3. Bases de données pour chacune des équations de recherche booléenne

Bases de données	Équations de recherche booléenne		
	Concept 1 - Réseau 5G	Concept 2 - Municipalité	Concept 3 - Enjeu
Scopus, CAIRN, ERUDIT, Web Of Science (sauf la base de données IEEE), ProQuest + (Sociological Abstracts + ERIC),	5G OR «5G networks» OR «5G technology» OR "small cells" OR "mobile networks" OR "wireless networks"	AND municipalit* OfiguR city OR cities OR «local government» OR urban	AND challenge* OR issue* OR social OR litige OR controversy OR "public problem*" OR regulation* OR law
SocIndex, HAL, GreenFile	"5G" OR "5G networks" OR "5G technology" OR "small cells" OR "mobile networks" OR "Wireless networks»)	AND municipalit* OR city OR cities OR «local government» OR urban	
Muniscope, JSTOR <sup>5</sup>	"5G" OR "5G networks"		

<sup>5</sup> Les domaines de recherche suivants ont été inclus : Urban Studies, Communication Studies, Cultural Studies, Environmental Studies, Geography, History of Science and Technology, Science and Technology Studies, Technology, Transportation Studies.

Le choix de l'élaboration de trois équations de recherche résulte de tests préliminaires. Ces tests nous ont montré qu'un trop grand nombre de mots clés ne donnait pas toujours de résultats. Nous nous sommes adaptés en conséquence en ajustant la taille de l'équation de recherche pour collecter le maximum d'articles selon les bases de données de documents scientifiques consultés.

**Étape 2 : La collecte de données** suivant l'étape 1 a permis de recueillir 4391 références. Après la suppression des doublons, 3905 références uniques ont été importées dans *EndNote*, un logiciel de gestion des références bibliographiques.

**Étape 3 : Une présélection de documents**, à partir de la lecture des titres et des résumés des références provenant de l'étape 2, a été effectuée selon 3 critères d'inclusion :

1. Les articles ou les chapitres de livre complets étaient rédigés en anglais, en français ou en espagnol ;
2. La référence mentionnait les réseaux de télécommunications sans fil de cinquième génération ;
3. La référence faisait état d'une réflexion au sujet d'une municipalité, d'une ville, d'une collectivité locale ou d'un gouvernement local.

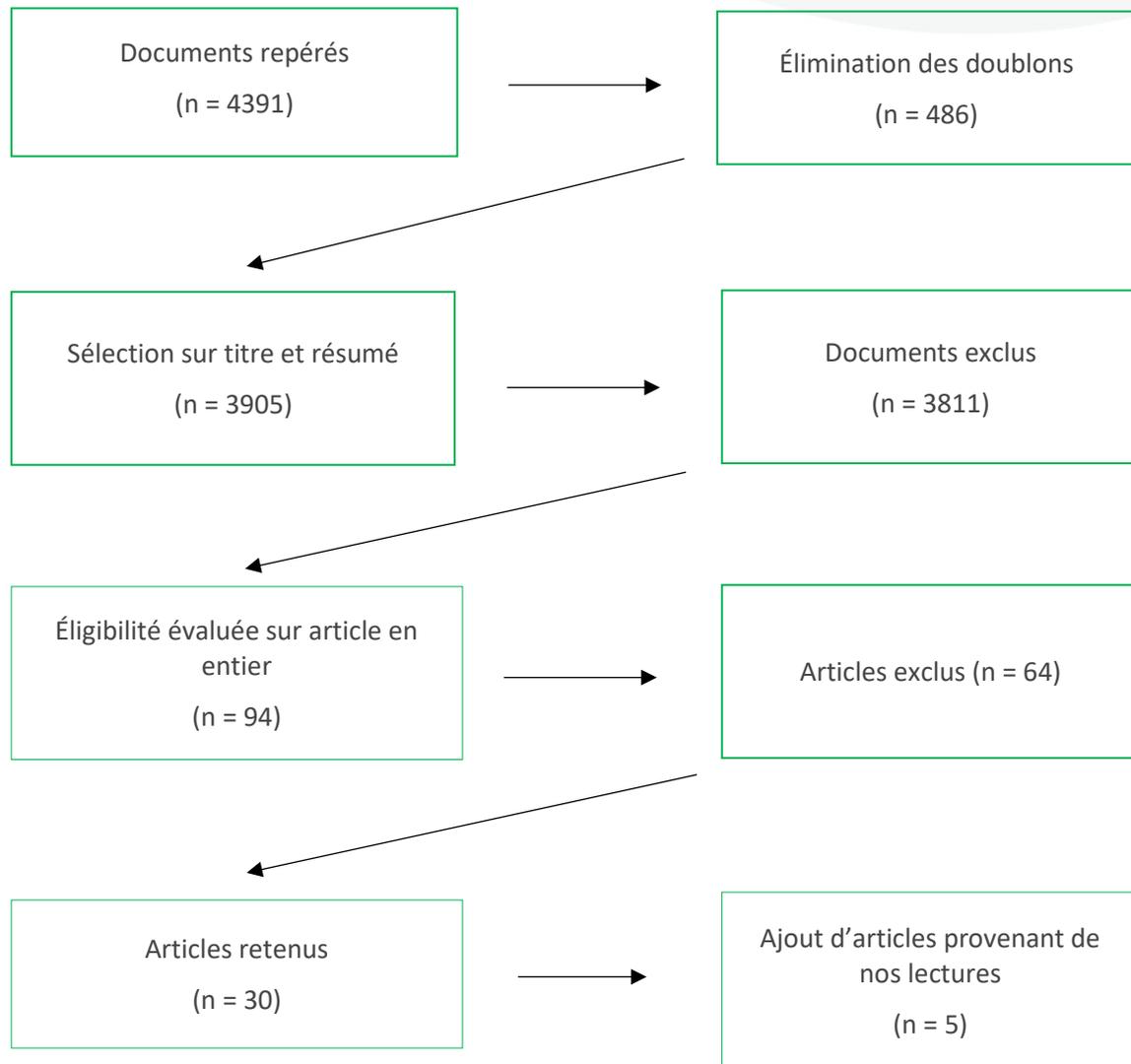
À cette étape, nous avons souhaité ne pas être trop restrictifs, car nous étions conscients que pour certains articles, une seule section ou une brève mention pouvait être intéressante.

**Étape 4 : Analyse du contenu des documents.** La lecture complète des 94 documents restants après l'étape 3 a permis de retenir 35 documents pour la suite et d'exclure toutes publications ne correspondant pas aux critères suivants :

1. Absence des enjeux liés aux municipalités ;
2. Absence d'une analyse ou d'un commentaire au sujet des gouvernements locaux ;
3. Ne traite que des enjeux techniques ;
4. Ne fait aucune mention de la 5G ;
5. Traite d'une zone géographique hors Occident.

Enfin, nous avons aussi parcouru les bibliographies des publications ayant été retenues pour ajouter à notre corpus des références pertinentes additionnelles qui respectaient

les critères d'inclusion et d'exclusion. La figure 1 récapitule les étapes de la revue des écrits. Au total, nos résultats présentés ici reposent sur 35 documents scientifiques.



**Figure 1.** Étapes du processus de la revue des écrits

## 4 RÉSULTATS

Dans cette section, nous présentons les six enjeux ressortant de notre revue des écrits :

- Enjeux liés à l'aménagement ;
- Enjeux liés à la santé ;
- Enjeux environnementaux des réseaux 5G ;
- Enjeux liés aux cyberrisques ;
- Enjeux liés aux contestations locales ;
- Enjeux liés à la gouvernance locale.

### 4.1 ENJEUX LIÉS À L'AMÉNAGEMENT

#### *4.1.1 Une planification complexe et risquée*

Le déploiement massif des petites cellules crée de nouveaux problèmes dans la façon dont les terrains et les infrastructures publiques sont utilisés pour le placement des équipements de télécommunications.

Selon Taufique et al. (2017), la planification des réseaux 5G présente un niveau de complexité supplémentaire par rapport aux générations précédentes, en particulier dans les zones urbaines. Dans un premier temps, la 5G apportera un relais capacitaire aux réseaux 4G les plus chargés pour répondre aux besoins de connectivité, quels qu'ils soient, tout en favorisant le développement de nouveaux usages. En ce sens, le passage à la 5G est considéré comme un saut de performance avec des capacités de très haut débit et une vitesse accrue, ainsi qu'une faible latence (temps de réponse).

Pour ce faire, les entreprises de télécommunication doivent déployer de nouvelles petites antennes (ou cellules) en les combinant avec des modifications d'antennes de réseaux déjà construites (on parle de réseau « hétérogène »). Les petites cellules sont de petites tailles, mais il y en aura de grandes quantités. Chacune ne dessert qu'une petite aire. Dans les zones denses, leur déploiement nécessite **d'utiliser les infrastructures disponibles**, tant publiques que privées, comme des lampadaires, des arbres, des toits, des feux de circulation, des tours électriques et de communication existantes. L'emplacement constitue donc un enjeu central pour les opérateurs, soucieux d'optimiser la distribution

spatiale des cellules, comme pour les municipalités à titre de propriétaire d'actifs, de responsable de l'emprise municipale et d'autorité en matière d'aménagement et d'application des codes du bâtiment.

La création de ces réseaux hétérogènes implique **différents objectifs contradictoires** en termes d'emplacement des stations de base, de fréquences, d'interférences, de puissances de transmission, de hauteurs d'émission, de chevauchement des signaux, de gaspillages énergétiques, d'incertitudes du trafic, de modèles analytiques. Ce qui entraîne des risques financiers élevés pour les entreprises : une mauvaise planification entraîne des coûts plus élevés et un service de moins bonne qualité dû à une moindre optimisation de la distribution spatiale du réseau.

À ces problèmes techniques s'ajoutent des défis logistiques liés à la disponibilité de sites, aux contraintes immobilières et aux exigences de la réglementation locale qui peuvent alourdir le coût de déploiement des réseaux 5G pour les entreprises de télécommunication. Cette situation financière risquée conduit certaines entreprises de télécommunication à considérer que **le modèle économique selon lequel reposait le déploiement des réseaux précédents n'est plus viable** en raison de la pression sur les prix et de la rareté des emplacements causées par les loyers élevés demandés par les entreprises propriétaires des tours (Cramer, 2021).

#### ***Des « frais de poteau » vus comme des « interdictions de service »***

Aux États-Unis, Cramer (2021) nous enseigne que si la loi actuelle exige l'approbation des gouvernements locaux pour placer des émetteurs-récepteurs sur des poteaux électriques existants (ces gouvernements facturent traditionnellement des frais de poteau basés sur le marché pour couvrir les coûts de sécurité et de maintenance), les plaintes des opérateurs concernant ces frais ont inspiré une action de la FCC en leur faveur en septembre 2018, s'appuyant sur une présomption selon laquelle ces frais locaux sont des « interdictions de service » (Federal Communications Commission, 2018b, p. 11).

#### ***4.1.2 Préservation de l'architecture et du paysage***

La multiplication des équipements de télécommunication 5G pose la question de l'esthétisme.

Aux États-Unis, plusieurs villes ont publié des guides concernant les petites cellules. L'Annexe 2 regroupe quinze documents allant de petites villes à de grandes métropoles américaines ayant élaboré ces documents. Ces guides précisent les attentes des municipalités en termes d'emplacements, d'installation sur les différents types de poteaux, d'intégration paysagère (hauteur, couleur, enfouissement, etc.) et de protection des arbres.

Toutefois, en cas de litige, l'analyse juridique de Cramer (2021) semble démontrer que les municipalités peuvent être confrontées à une bataille probablement impossible à gagner s'ils souhaitent freiner le déploiement des réseaux à des fins de préservation patrimoniale et environnementale.

### *Exemples de diverses pratiques répertoriées*

#### **Paris (France)** : l'intégration paysagère

Dans leur charte relative à la téléphonie mobile, la ville de Paris a mis en place un protocole d'intégration paysagère qui s'appuie sur les trois principes suivants :

1. Une bonne intégration dans l'environnement parisien compatible avec les dispositions du Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Paris ;
2. Une attention particulière portée à l'aspect de l'installation vue depuis le domaine public, en vision proche et lointaine ;
3. Une prise en compte de l'architecture des bâtiments supportant l'installation (composition des façades et des toitures), notamment par le positionnement des mâts supports d'antennes, la bonne intégration des baies et édicules techniques aux volumes bâtis existants, ou à défaut en les adossant aux émergences existantes en terrasse (Ville de Paris, 2021).

#### **Boston (États-Unis)** : la morphologie urbaine des quartiers historiques

La ville de Boston possède des quartiers historiques aux rues étroites et sinueuses avec peu d'espace sur les trottoirs et une grande variété de poteaux et de lampadaires décoratifs - y compris quelques lampes à gaz. Les emprises sont donc encombrées et les besoins esthétiques sensibles.

Pour répondre à la demande croissante d'installations de petites cellules, la ville a utilisé des outils en ligne afin de créer un processus de demande et d'examen en ligne qui a réduit à deux semaines le délai moyen d'examen des demandes de sites. La ville a

également réussi à endiguer l'afflux potentiel de demandes en imposant des obligations raisonnables aux fournisseurs désireux de déposer plusieurs demandes à la fois.

Par exemple, après l'approbation d'un permis pour une nouvelle installation de petites cellules, le fournisseur doit terminer l'opération sur site dans les soixante jours. En raison de ses rues étroites et historiques, Boston a dû travailler en étroite collaboration avec les résidents voisins et les fournisseurs de services sans fil pour créer des modèles de poteaux novateurs qui occupent moins d'espace sur les trottoirs, ou pour négocier un autre emplacement de poteau sur une artère voisine où il y a moins de résidences et plus d'espace pour installer l'équipement (NLC, 2018, notre traduction).

### **Alberta (Canada)** : protection des arbres

Un couvert forestier limite la portée des ondes. Cependant, l'abattage d'arbres injustifié est une démarche proscrite par plusieurs guides de ville états-uniennes (Annexe 2).

Dans la même veine, le guide encadrant la 5G dans la ville d'Airdrie (s.d.) en Alberta, stipule que les nouvelles structures autonomes portant des petites cellules ne doivent pas être situées d'une manière qui nécessite l'enlèvement d'un arbre existant ou qui a des répercussions sur la zone critique des racines ou le couvert des arbres existants.

La couverture végétale, le mobilier urbain et la matérialité des immeubles peuvent **diminuer la propagation des ondes** des réseaux sans-fil. Ce constat pose un défi pour l'aménagement paysager tout comme les choix architecturaux. El-Shorbagy (2021) pointe que la propagation des ondes est variable en fonction des matériaux de construction.

L'auteur présente neuf recommandations (voir Annexe 3) afin de diminuer l'impact esthétique des futures antennes et cellules des réseaux 5G en réfléchissant aux matériaux de construction et à l'intégration des petites cellules au sein de la structure des bâtiments.

Dans la même veine, Suchocka et al. (2019) souligne que la demande d'utilisation d'Internet en plein air sera en pleine croissance, mais que la qualité du service sera inégale, notamment à cause de la couverture végétale qui diminue la propagation des ondes dans l'air. Ces auteurs réfléchissent à la manière dont les autorités locales peuvent orienter l'aménagement paysager de leurs villes afin d'augmenter la qualité des signaux (pour plus d'information sur l'influence des types d'arbres sur les ondes, voir l'Annexe 4).

### 4.1.3 Fractures numériques

Le développement d'une nouvelle génération de réseaux de télécommunication repose la question de l'**attractivité** de certains territoires, plutôt urbains au détriment d'autres territoires, plutôt ruraux, pour son déploiement.

En dépit des promesses éculées de réduction des fractures numériques, l'avènement des réseaux 5G ne sera pas la solution miracle (Weeber, 2020). L'article d'Oinas-Kukkonen et al. (2021) souligne que les zones rurales possèdent moins d'infrastructures sur lesquels attacher les petites cellules, comme les poteaux électriques. Cette situation implique de plus grands investissements pour les entreprises de télécommunication à moins que les municipalités rurales construisent leurs propres parcs de poteaux autonomes.

#### *Exemples de diverses pratiques répertoriées*

##### **France** : obligations pour les opérateurs

En France, les conditions d'utilisation des fréquences, définies par le Gouvernement sur proposition de l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (ARCEP), prévoient des obligations pour les opérateurs. Par exemple, l'Arcep a imposé aux opérateurs qu'au moins 25 % des zones équipées de bandes de fréquences de 3,5GHz soient des zones rurales ou industrielles. D'autre part, la 4G doit être renforcée sur le territoire français à travers la 4G+. Les opérateurs sont tenus d'offrir un débit quatre fois plus élevé que le débit obligatoire actuel de la 4G que ce soit avec de la 5G ou de la 4G améliorée et quelle que soit la fréquence utilisée (ARCEP, 2021).

##### **New York (États-Unis)** : des bornes pour les quartiers mal desservis

La ville de New York a annoncé au début de l'été 2022 qu'elle étendait sa couverture 5G en installant près de 2 000 bornes Internet dans ses arrondissements, en particulier dans les zones mal desservies (Weaver, 2022). Ces bornes seront équipées du Wi-Fi gratuit, d'un bouton 911, de ports USB, d'une tablette, de capacités d'appel et d'affichages publicitaires.

Ces bornes offriront un service 5G gratuit aux New-Yorkais dont le forfait téléphonique permet de se connecter au service à haut débit. Les poteaux pourront être loués par les entreprises de télécommunication. Les kiosques sont exploités dans le cadre d'un partenariat public-privé par le consortium CityBridge, le même groupe qui est à l'origine de LinkNYC, le réseau existant depuis 2016 de kiosques à travers la ville. Ajoutons que ces bornes sont l'objet de mécontentements de la part de commerçants.

Des témoignages rapportent l'installation d'itinérants et de toxicomanes près de ces bornes (Balsamini, 2022).



Figure 2. Les nouveaux kiosques Link5G d'une hauteur de 32 pieds de haut (Waever, 2022).

### **San José (États-Unis)** : augmenter la couverture et l'inclusion numérique

Avec seulement 3 % de la ville connectée à des lignes de fibre optique de haute qualité, la ville de San José avait pour objectif d'améliorer l'accès général à l'Internet haut débit et de réduire la fracture numérique pour les 95 000 résidents qui n'y ont pas accès. Après avoir mené des enquêtes auprès des populations à faibles revenus, les responsables de San José ont commencé à travailler avec le secteur privé sur un arrangement qui facilite le déploiement et qui répond aux objectifs d'équité de la ville et aux attentes des fournisseurs. La ville et les entreprises de télécommunication ont opté pour une structure de tarification échelonnée selon qu'ils couvrent l'ensemble de la ville ou de petites zones. Autrement dit, les déploiements qui couvrent le plus de secteurs bénéficient d'un tarif préférentiel.

Ces revenus financent deux objectifs. Le premier consiste à soutenir le service des travaux publics, permettant au personnel de rationaliser les processus d'autorisation et de gouvernance. Les fournisseurs sont donc favorables à l'accord, car il facilite un déploiement plus rapide des petites cellules. Le second est la création d'un « fonds

d'inclusion numérique » destiné à réduire la fracture numérique pour les populations à faible revenu et vulnérables (par exemple, le prêt gratuit d'appareils dans les bibliothèques et les camps d'été de codage) (NLC, 2018).

## 4.2 ENJEUX LIÉS À LA SANTÉ

### 4.2.1 *La 5G présente-t-elle des risques pour la santé ?*

C'est l'enjeu le plus délicat de ce dossier, là où il existe de grandes incertitudes et là où les inquiétudes sont les plus fortes. Le débat sur la question de savoir si l'exposition aux champs électromagnétiques (CEM) présente un danger pour la santé humaine est récurrent et remonte à des siècles, lorsque notre société a commencé à utiliser l'électricité. L'avènement des réseaux cellulaires sans fil, il y a quelques décennies, a encore alimenté cette controverse.

Traditionnellement, les citoyens se sont plaints de l'installation des antennes de téléphonie mobile, en particulier lorsqu'ils se trouvent à proximité de leur domicile, malgré le fait qu'aucune corrélation causale **claire** entre les niveaux d'exposition aux tours cellulaires conformes à la loi et les maladies n'ait été scientifiquement démontrée à ce jour depuis les années 1950 (Fallefant et al., 2020). Pourtant, ce différend a récemment atteint de nouveaux sommets avec le déploiement en cours des antennes 5G.

### 4.2.2 *Un consensus sur l'innocuité des réseaux 5G sur la santé humaine...*

Les agences sanitaires nationales et internationales, qui se sont prononcées, considèrent les **effets sanitaires de la 5G non avérés à court terme**. Plus précisément, il n'a pas été démontré d'effets thermiques délétères sur les tissus, en dessous des valeurs limites d'exposition recommandées par la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non Ionisants (ICNIRP) ni dans le grand public, ni chez les travailleurs (Follenfant et al., 2020 ; ANSES 2021, 2022). Les éventuels effets sur le long terme, cancérigènes ou non, difficiles à mettre en évidence sont à ce stade, non établis, selon les mêmes agences nationales et internationales.

Des **débats persistent** toutefois, notamment pour ces effets de long terme, au sein de la communauté scientifique (ANSES, 2022). En effet, les seuls effets avérés sont des effets thermiques, dits de court terme, liés à des niveaux d'exposition **très supérieurs** aux valeurs limites d'exposition recommandées par l'ICNIRP (Follenfant et al., 2020, p.42). Les éventuels effets au long terme, difficiles à mettre en évidence, sont à ce stade non reconnus. Un consensus semble néanmoins s'établir entre scientifiques et agences sanitaires sur la persistance de **zones d'ombre concernant les effets à long terme** de la

5G sur la santé (Jeannin, 2021). De plus amples études sont notamment attendues concernant la bande de fréquences 26 GHz et l'exposition liée aux futurs cas d'usages qu'il est difficile d'évaluer (Follenfant et al., 2020).

#### *4.2.3 Mais des voix discordantes se font entendre*

Cependant, une **controverse scientifique existe** sur les effets des ondes électromagnétiques sur la santé. Dans son enquête, le journaliste Antoine Dreyfus mentionne deux dates importantes. En 2012, un groupe de vingt-neuf scientifiques et experts de la santé indépendants du monde entier ont mis en garde, dans une mise à jour de leur rapport BioInitiative 2007, contre les risques sanitaires des technologies sans fil et des champs électromagnétiques. Puis, en 2017, plus de deux cents médecins et scientifiques de différents pays ont lancé l'Appel sur la 5G, en demandant un moratoire sur le déploiement de la cinquième génération de réseaux.

#### *4.2.4 Que peuvent faire les municipalités ?*

À l'échelle locale, les municipalités ne peuvent pas décider des limites d'exposition aux champs électromagnétiques alors que le sujet constitue une préoccupation centrale pour certains résidents. Comme le rapportent Charaviglio et al. (2019), ce sont les États qui en dictent les limites. Si la majorité des pays adopte des limites basées sur les niveaux d'exposition prescrits par l'ICNIRP<sup>6</sup>, qui spécifie des valeurs maximales d'exposition aux champs électromagnétiques pour éviter l'effet néfaste de l'échauffement des tissus irradiés, ces auteurs montrent que certains pays comprennent des limites d'exposition beaucoup plus basses que celles de l'ICNIRP, ainsi **qu'une distance minimale à respecter** entre les sites de station de base et les lieux sensibles (par exemple, les écoles, les hôpitaux, les parcs publics).

#### *Exemples de diverses pratiques répertoriées*

##### **Rome (Italie)** : des distances minimales

La ville de Rome impose une distance minimale de 100 mètres entre une antenne et un lieu sensible. La définition de « lieu sensible » est laissée à l'interprétation, qui est évaluée au cas par cas, en fonction de la demande présentée par l'opérateur et les citoyens vivant à proximité du site prévu (Charaviglio et al., 2019).

---

<sup>6</sup> Dans le rapport, les auteurs rapportent que sur 37 pays étudiés, 28 (76 %) ont adopté les seuils ICNIRP de valeurs d'exposition en champ lointain, dont le Canada, et neuf (24 %) des seuils plus exigeants (Follenfant et al., 2020).

**France** : diminuer au maximum l'exposition à proximité d'un site sensible

En France, lorsque des établissements scolaires, crèches ou établissements de soins sont situés dans un rayon de 100 mètres de l'équipement ou de l'installation, le dossier de l'opérateur doit préciser les actions engagées pour s'assurer que l'exposition du public au champ électromagnétique émis par l'équipement ou l'installation est aussi faible que possible tout en préservant la qualité du service rendu (Follenfant et al., 2020, p.24).

#### *4.2.5 L'hypersensibilité aux ondes électromagnétiques, un handicap en voie de reconnaissance ?*

L'hypersensibilité électromagnétique se caractérise par des manifestations de diverses natures, non spécifiques (maux de tête, nausées, fatigue, difficultés de concentration, rougeurs, troubles locomoteurs, cardiorespiratoires, auditifs, allergiques, etc.), que certaines personnes attribuent à leur exposition aux champs électromagnétiques. L'hypersensibilité aux ondes électromagnétiques n'est pas reconnue comme une maladie, et fait l'objet de controverses entre experts (Dreyfus, 2019).

En Suède, l'électrohypersensibilité est une déficience fonctionnelle officiellement reconnue (et non une maladie). D'après le rapport de Follenfant et al. (2020), aucun lien de causalité entre ondes électromagnétiques et les symptômes d'hypersensibilité des personnes n'a été démontré. Toutefois, la souffrance des personnes concernées est avérée, et leur prise en charge nécessaire. Les intolérants aux champs électromagnétiques, outre la reconnaissance de leurs pathologies, réclament la création de zones blanches, où la téléphonie mobile n'existe pas.

### **4.3 ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DES RÉSEAUX 5G**

#### *4.3.1 Un gain énergétique non avéré*

L'une des promesses des promoteurs de la 5G est de fournir des équipements de plus basse consommation qui permettront de supporter énergétiquement l'accroissement des échanges. Comme le rapporte Louis Anderson (2022) :

*Ces avancées techniques sont réelles lorsque l'on regarde la consommation des nouvelles antennes. Le fait qu'elles passent d'un caractère omnidirectionnel qui permettait d'envoyer le signal tous azimuts à un système par faisceaux, semblable à un laser qui vise directement le téléphone fait baisser drastiquement la consommation d'énergie<sup>7</sup>. Ce qui*

---

<sup>7</sup> Cigref 2020, ANFR 2020, Pujolle 2020.

*permet à Orange (2020), entreprise télécommunication française, de dire que : “chaque passage d’une génération de réseaux à une autre a entraîné un gain de facteur 10 en efficacité énergétique”. Il serait donc vrai de dire que chaque avancée de l’infrastructure sans fil est toujours plus résiliente et efficace<sup>8</sup> puisque la consommation d’énergie de données (Watt/bit) est inférieure avec le réseau 5G par rapport au réseau 4G (Huawei 2020). Mais cela concerne la consommation d’une antenne à charge de travail égal, mais il faut s’attendre à une forte hausse de l’usage des données.<sup>9</sup>*

Autrement dit, les nouvelles antennes 5G consomment moins que les anciennes précédentes. Toutefois, comme la somme totale des antennes sera plus élevée, le gain énergétique n’est pas avéré en fin de compte. Sur le même thème, une étude française publiée par l’ARCEP (2022) a évalué, à tendance de consommation identique, les impacts énergétiques de l’introduction de la 5G en bande 3,5GHz, en comparant deux scénarios : un réseau de 4G seul, et un réseau combinant 4G et déploiement de la 5G.

Les résultats montrent que :

*Avec le déploiement de la 5G, les gains en efficacité énergétique et les émissions GES évitées dans les zones plus densément peuplées sont effectifs à partir de 2023 et manifestes à horizon 2028 ; ils sont nettement plus modestes en zones moins denses (p.1).*

Toutefois, l’étude présente plusieurs limites dont une forte sensibilité des résultats au taux de croissance de la consommation future des données. Ce constat doit amener les collectivités locales à s’interroger plus largement sur la question de **l’empreinte environnementale du numérique** en incluant l’ensemble des réseaux, des équipements et des terminaux (*smartphones*, téléphones, tablettes, ordinateurs, etc.).

#### *4.3.2 Aucune considération pour les effets des champs électromagnétiques sur la faune et la flore*

Les normes d’exposition aux rayonnements de radiofréquences, qui ont été adoptées par les agences et les gouvernements du monde entier, ne prennent pas en compte la faune et la flore. Pourtant, de nombreuses espèces, en raison de leur physiologie particulière, se sont révélées sensibles aux champs électromagnétiques.

---

<sup>8</sup> Usam et Erol-Kanraci 2019, Orange 2020.

<sup>9</sup> Anderson, 2022, p.30.

Un riche article récent en trois parties a été publié récemment sur la question. Selon Levitt et al. (2021), certaines espèces de flores et de faunes sont sensibles aux niveaux ambiants de champs électromagnétiques.

Se basant sur des données datant des années 1980 aux États-Unis, les auteurs ont observé des effets biologiques sur l'ensemble des espèces à des intensités de **fréquences extrêmement faibles**, comparables aux expositions ambiantes actuelles. Par exemple, des impacts importants sur la faune ont été observés sur l'orientation et la migration, la recherche de nourriture, la reproduction, l'accouplement, la construction de nids et de tanières, le maintien et la défense du territoire, la longévité et la survie. Levitt et al. (2021) cible l'avènement des réseaux 5G dont ils accusent que le déploiement se soit fait pratiquement **sans considération ou examen environnemental** :

*La pression de l'industrie sur les législateurs américains et sur la Commission fédérale des communications (FCC) a réussi à influencer le contournement de l'examen local de l'importance environnementale et historique concernant l'emplacement de l'infrastructure. Aux États-Unis, aucun examen environnemental n'a été recommandé avant la construction. En effet, la FCC a réduit l'examen des effets environnementaux et de l'importance historique au niveau local et au niveau des États en contournant la législation fédérale qui exige de tels examens en vertu de la loi nationale sur la protection de l'environnement (NEPA) et du National Historic Preservation Act (NHPA). Mais le Natural Resources Defense Council a contesté cette décision au tribunal et a gagné, préservant ainsi le NEPA pour l'instant. <sup>10</sup>*

Ces mêmes auteurs plaident pour que les normes gouvernementales adoptées pour les expositions humaines soient examinées pour déterminer si elles sont applicables à la faune. Selon eux, les lois environnementales existantes, telles que la National Environmental Policy Act et la Migratory Bird Treaty Act aux États-Unis et d'autres utilisées au Canada et en Europe, devraient être renforcées et appliquées pour tenir compte de l'augmentation constante de l'exposition aux champs électromagnétiques.

---

<sup>10</sup> Levitt et al., 2021, p. 98.

## 4.4 ENJEUX LIÉS AUX CYBERRISQUES

### QUE SONT LES CYBERRISQUES ?

D'après Douville (2020), les cyberrisques sont l'ensemble des risques liés à l'utilisation des technologies de l'information. Les risques encourus sont, notamment, le vol ou la perte de données, les intrusions volontaires ou involontaires sur un réseau, les virus informatiques, les fraudes informatiques, le cyberterrorisme, les erreurs humaines, les interruptions ou la dégradation de services, ainsi que les dommages matériels ou immatériels qui peuvent affecter négativement la réputation, les activités ou les finances, par exemple, d'un individu ou d'une entreprise.

Plus précisément, les principaux cyberrisques auxquels sont exposées les administrations municipales sont les cyberattaques sur les sites municipaux, le défacement d'autres sites, l'inondation de pourriels dans les boîtes courriel d'élus ou d'employés municipaux, les risques de fuite de données personnelles et l'atteinte à la vie privée.

#### 4.4.1 Les collectivités locales, cibles des cyberattaques

Depuis une dizaine d'années, les municipalités affrontent des enjeux nouveaux et complexes liés de près ou de loin à la cybersécurité. En effet, les villes sont à l'interface de multiples domaines qui entraînent un usage accru et constant de données pour pouvoir gérer les demandes des citoyens (informations, transparence, efficacité), mais aussi pour s'assurer de répondre à leurs besoins. Selon Hou et al. (2022), les gouvernements locaux sont sensibles aux cyberattaques : 44 % des collectivités locales aux États-Unis ont déclaré subir des cyberattaques au moins quotidiennement. Or, le **taux réel de cyberattaques serait beaucoup plus élevé**, car moins de 60,1 % des gouvernements locaux cataloguent ou comptent réellement la fréquence à laquelle leurs systèmes sont attaqués. Avec l'émergence des villes intelligentes, la multiplication des capteurs sur leurs territoires et une augmentation du volume des données à traiter forcent les municipalités et les villes à prendre des choix politiques et administratifs de nature technologique où **la cybersécurité tient un rôle important**. Cela est notamment dû à la conscientisation sociale face aux enjeux en matière de cybersécurité, mais aussi par rapport au cadre légal de chacun des pays. À ce sujet, Ding et Janssen (2018) soulignent que le Règlement général sur la protection des données (RGPD) dans l'Union européenne représente le plus grand changement apporté aux lois sur la protection des données depuis des décennies.

#### 4.4.2 La 5G accroît-elle les cyberrisques ?

Les articles sélectionnés s'accordent sur le fait que l'émergence des réseaux 5G risque d'amplifier les risques d'attaques ou de défaillances. Cependant, il n'est pas toujours clair à ce stade d'identifier l'ensemble des menaces. Soare et Burton (2020) observent que les vulnérabilités des administrations locales sont tout aussi graves que les appareils de sécurité nationale, mais **restent beaucoup moins étudiées**.

Lorsqu'on touche à la sécurité des réseaux et des systèmes d'information eux-mêmes, il semble difficile d'anticiper ce qui peut advenir du fait que les municipalités, comme les utilisateurs, sont pris par surprise.

Collart Dutilleul (2020) préconise d'adopter une **approche de la précaution** afin d'anticiper des moyens de résilience qui permettent de surmonter l'attaque immédiatement et sans retard. Selon lui, cette approche suppose :

*(...) de bien connaître les points faibles susceptibles de générer des risques, même si ceux-ci sont encore inconnus ou non encore rencontrés. C'est donc très en amont que la précaution se conçoit, avec cette difficulté que ce sont les mêmes personnes, spécialistes de ces réseaux et systèmes qui les créent, les gèrent, les protègent et communiquent sur eux. Il y a donc une précaution à avoir à l'égard de la gouvernance des cyberrisques <sup>11</sup>.*

Ce constat est partagé par Yang et al. (2022) qui soulignent que les réseaux 5G sont plus vulnérables du fait qu'un plus grand nombre d'intervenants sont impliqués. Il n'est pas toujours évident d'en déterminer le nombre ni l'identité pour les collectivités locales, mais qui assurent le déploiement, la gestion, la maintenance et l'utilisation de ces infrastructures et des données. Les conséquences des cyberattaques sur les réseaux des villes intelligentes ont des coûts financiers et des effets importants sur la méfiance publique pour les gouvernements locaux (Collart Dutilleul, 2020 ; Soare et Burton 2020). Ce qui risque d'être préjudiciable à l'acceptation sociale de l'avènement des nouveaux réseaux et services numériques.

Concrètement, d'après le site d'une entreprise experte en cybersécurité, la 5G présente quatre nouvelles menaces (Avanista, 2022) :

---

<sup>11</sup> Collart Dutilleul, 2020, p. 393.

1. Les points de contact vont considérablement augmenter et **la surface à protéger sera plus grande**. En conséquence, le modèle de la cybersécurité devra se décentraliser pour garantir la sécurité de l'ensemble des points de contact et garantir la sécurité informatique de l'entièreté du réseau ;
2. **Le nombre d'appareils connectés** va croître. Les niveaux d'exigences quant à la qualité des appareils sur le plan de la cybersécurité sont variables tout comme le niveau de protection de chaque objet ;
3. La tendance à l'automatisme dans la **génération de gros volumes de données** par l'intelligence artificielle et le *machine learning* nécessite de proposer des systèmes d'alerte performants ;
4. **L'augmentation de la disponibilité de nouvelles informations** pour les cybercriminels du fait aucun chiffrement n'a lieu lors du processus de connexion

Les municipalités, comme toutes autres organisations, devront **anticiper les enjeux éthiques** générés par la gestion de la cybersécurité et la sécurité de l'information. Les vols de données, l'autodétermination informationnelle des citoyens, la protection des renseignements personnels, l'imputabilité des gestionnaires et des élus, les cadres de gestion éthique des informations et des préjudices potentiels ne sont que quelques exemples de cet aspect éthique peu connu de la cybersécurité.

Bloom et Clark (2016) observent que la précision croissante des petites cellules dans les réseaux 5G permet une surveillance continue des mouvements d'une personne à quelques mètres près. Bien que les petites cellules offrent de nombreux avantages aux consommateurs, elles risquent de porter **gravement atteinte à la vie privée**.

#### *4.4.3 Les municipalités ont-elles les moyens de se défendre des cyberrisques ?*

C'est la question qui se pose à la lecture de l'article de Soare et Burton (2020). Ces auteurs fournissent une analyse complète de l'essor des villes intelligentes et des vulnérabilités de l'infrastructure et des technologies des villes intelligentes, notamment la 5G, l'intelligence artificielle (IA), l'Internet des objets (IoT) ou encore les médias sociaux ainsi que des risques posés aux structures et capacités de gouvernance qui reposent sur la connectivité de ces réseaux. Plus précisément, Soare et Burton identifient trois formes de vulnérabilités des administrations locales, que nous avons récapitulées dans le tableau 4 à la page suivante.

Ces constats illustrent le fait que l'ensemble des municipalités n'est probablement pas actuellement armé pour se défendre de certaines menaces qui pèsent sur les réseaux 5G.

Tableau 4. Vulnérabilités des gouvernements locaux

Vulnérabilité technologique
Mauvaise maintenance (systèmes d'exploitation datés et pas à jour) ;
Détection et réparation des dispositifs compromis dans les réseaux extrêmement difficiles et coûteux ;
Interopérabilité, coordination et contrôle de la conformité à des normes de sécurité commune difficile étant donné la multitude de systèmes, de dispositifs et de protocoles dans les infrastructures (allant de Bluetooth à la 5G), de composants logiciels et matériels et de parties prenantes. Responsabilité et imputabilité difficiles en cas de défaillance d'un système ;
Vulnérabilité des composants et technologies ajoutés aux réseaux des villes intelligentes (capteurs et dispositifs) malgré l'adoption croissante de normes de cybersécurité ;
Effets en cascade si corruption d'un dispositif à cause de forte interconnexion des données et des systèmes qui fonctionnent sur la ville intelligente. Par exemple, le brouillage et l'usurpation des signaux GPS peuvent perturber des services essentiels tels que la police, les pompiers, les services médicaux d'urgence et les réseaux électriques) ;
Présence sur le marché de producteurs de dispositifs technologiques abordables qui manquent d'expérience ou de bonnes pratiques en matière de mesures de cybersécurité. Par exemple, le cryptage est rarement un élément essentiel des données locales (avec des implications importantes pour la vie privée et la sécurité) et les logiciels sont généralement utilisés avec des paramètres de cybersécurité par défaut toujours en place ;
Manque de ressources financières des administrations locales pour recruter, former et conserver des experts qualifiés. Risques plus élevés d'erreur humaine ;
Sous-investissement local à long terme dans les infrastructures critiques.

## Vulnérabilité sociale

Aggravation de l'exclusion sociale par les changements technologiques et le développement de services numériques. Par exemple, les municipalités moins aisées ne peuvent pas se permettre d'engager le travailleur qualifié ou d'investir dans des technologies sécurisées pour déployer en toute sécurité des initiatives de villes intelligentes et de déploiement de réseaux 5G ;

Accentuation du désordre social due à l'incapacité des gouvernements locaux à façonner et à contrôler pleinement leurs environnements d'information. Les médias en ligne accentuent la prolifération de contenus créés par l'homme ou automatisés qui diffusent de la désinformation. Les campagnes d'influence malveillante sont de plus en plus sophistiquées et exploitent les contextes locaux, les crises et les tensions sociales ;

Perte de compétitivité économique en cas de perte généralisée de données privées d'utilisateurs ou de données industrielles exclusives exposant les vulnérabilités et les secrets industriels.

## Vulnérabilité institutionnelle

Interdépendances complexes et politico-administratives entre les niveaux de gouvernance locale et nationale. Par exemple, forte dépendance des infrastructures critiques des villes intelligentes vis-à-vis de services généralement coordonnés au niveau national, notamment les services par satellite, le GPS et les réseaux mobiles 5G ;

Faible coopération entre les administrations locales et nationales, y compris en ce qui concerne le partage d'informations sur les cybermenaces en évolution. Les responsables et les processus des gouvernements locaux devraient être mieux intégrés dans la prise de décision et la planification de la sécurité au niveau national ;

Politiques nationales sur les réseaux de télécommunications sont élaborées avec peu ou pas de participation des gouvernements locaux.

Source : Soare et Burton, 2020, notre traduction

## 4.5 ENJEUX LIÉS AUX CONTESTATIONS LOCALES

### 4.5.1 Des tribunes aux sabotages d'antennes 5G

L'opposition au déploiement des réseaux 5G peut prendre plusieurs formes allant de tribunes dans la presse par des Maires en France (JDD, 2020) à des actes de dégradations matériels en passant par la rédaction de moratoires ou l'organisation de manifestations dans plusieurs pays occidentaux. Comme le souligne Jeannin (2021) :

*Le point de départ de ces actes de vandalisme a été le Royaume-Uni (Ogundipe, 2020), avec plus d'une centaine d'incidents recensés en avril 2020 (Satariano et Alba, 2020). Mais très vite, ils se sont propagés en Europe et dans le reste du monde (Cerulus, 2020 ; Chan et al., 2020 ; Fildes et al., 2020 ; Lewis, 2020) (Jeannin, 2021, p. 37).*

Cette section expose la façon dont la population et les municipalités tentent de contester le placement indésirable des infrastructures et des équipements 5G ainsi que les raisons pour lesquelles la population, tout comme les municipalités, conteste son déploiement.

### 4.5.2 La contestation au sein de la population

Plus que les autres, le développement de la 5G est fréquemment contesté par le public en raison des préoccupations relatives à leur santé, suivie d'arguments liés à la conservation de la nature ou à l'environnement en général, aux effets sur les plantes et les animaux ainsi que la perturbation des champs électromagnétiques. En outre, d'autres préoccupations pointent les cyberrisques comme la protection des données, l'état des connaissances incomplet, l'augmentation de la consommation de ressources et la création d'une infrastructure qui augmente le danger de guerres (cyber) mondiales (Meese et al., 2020 ; Jenal et al., 2021).

Concernant les facteurs explicatifs de ces comportements contestataires, l'article de la présence en ligne de Jenal et al. (2021) sur le cas allemand indique une corrélation entre les protestations contre la 5G et le **revenu moyen élevé des ménages**. L'article de Čábelková et al. (2020) s'est intéressé à l'opinion publique en République tchèque concernant le développement croissant de réseaux techniques urbains dont les réseaux 5G. Plus précisément, ils se sont concentrés sur l'identification des menaces et des dangers pour les réseaux énergétiques urbains, les réseaux d'information et les réseaux d'énergie dans les villes. Leurs résultats brossent le portrait de l'opinion publique tchèque sur les craintes perçues par la population. Quatre préoccupations ont été exprimées par l'échantillon représentatif de la population : les coupures de courant de longue durée ; les interruptions de service de l'Internet, des réseaux mobiles ou des lignes téléphoniques

fixes ; les cyberattaques et la dépendance technologique de l'État vis-à-vis des multinationales technologiques. Plus encore, leurs résultats démontrent que les personnes qui vivent dans **de petits établissements ruraux et dans des villes de taille moyenne** ont tendance à craindre plus les menaces et des dangers des réseaux techniques urbains. Ces résultats semblent corroborer ceux de Jenal et al. (2021) sur le fait que des regroupements contestataires ont pu être observés dans des zones moins urbaines.

D'autres ont décrit ce phénomène contestataire comme une conséquence de l'infodémie causée par l'épidémie de Covid-19 (Moscadelli et al., 2020). Plusieurs analyses s'accordent à dire que les médias sociaux ont contribué à la circulation de fausses informations sur la 5G, même parmi les groupes d'utilisateurs qui ne croient pas aux théories du complot (Ahmed et al., 2020 ; Bruns et al., 2020). La manière dont cette infodémie s'est traduite par des actions concrètes contre la 5G est cependant moins claire.

Selon l'enquête menée par Jolley et Paterson (2020), les attaques contre les tours 5G au Royaume-Uni étaient positivement liées aux croyances conspirationnistes, médiées par la colère et la paranoïa. Meese et al. (2020), en revanche, ont observé comment les activistes contre la 5G au Royaume-Uni et en Australie ont utilisé les enquêtes publiques sur cette technologie pour influencer les débats alimentant le processus d'élaboration des politiques nationales et locales.

De son côté, l'article de Danieli (2021) montre la façon dont les citoyens opposés aux compteurs connectés et à la 5G souhaitent protéger leurs domiciles d'une intrusion dans leurs espaces intimes de nouveaux acteurs commerciaux. L'auteur décrit la manière dont ces personnes opèrent des stratégies « solidarité de voisinage ». Pour lutter pragmatiquement contre l'installation de compteurs, mais aussi de promouvoir la sobriété numérique, l'anticonsumérisme et le désir de déconnexion.

Ce constat est confirmé par Jenal et al. (2021) dont l'analyse de la présence en ligne des opposants à la 5G montre que les initiatives impliquées ont un haut degré de capacité organisationnelle et d'interconnexion, qui est généré et renforcé en particulier par des échanges fermés à l'intérieur même des groupes d'opposition. Les auteurs pointent le risque de polarisation extrême du débat autour de la 5G qui rendrait la régulation du conflit difficile.

### *Exemple de pratique répertoriée*

**Raleigh (États-Unis)** : entendre le souhait des résidents

La ville de Raleigh a tenté d'établir une bonne relation de travail avec les entreprises de télécommunications tout en protégeant et en défendant les valeurs et les intérêts des résidents de nos communautés.

D'un côté, la ville a rationalisé son processus de demande d'installation en éliminant certains délais et coûts d'ingénierie inutiles. Plutôt que de demander des plans d'ingénierie pour toutes les installations, la ville a modifié son processus pour exiger des coordonnées géographiques de base pour les sites sans fil proposés, afin qu'elle puisse travailler rapidement avec les entreprises de télécommunication pour trouver des emplacements optimaux. Les entreprises ont apprécié de recevoir une réponse du personnel de la ville sur la faisabilité du site dans les deux jours suivant la soumission de la demande.

De l'autre, la ville a pris plusieurs mesures pour entendre les souhaits des habitants, le plus directement par l'intermédiaire de ses 20 conseils consultatifs de citoyens. Les employés de la ville qui gèrent le déploiement des petites cellules se sont réunis régulièrement avec ces conseils consultatifs pour recueillir les commentaires et répondre aux questions sur le processus d'installation des petites cellules.

Toutefois, un texte de loi de 2017 empêche les autorités locales de Caroline du Nord d'envoyer au conseil municipal, pour examen, les demandes d'installation d'infrastructures des poteaux existants. Les entreprises de télécommunications qui souhaitent le faire pour des petites cellules sont autorisées à demander une approbation administrative et à placer leurs équipements et infrastructures sur ces poteaux existants.

Cette mesure vise à simplifier le processus d'examen pour les installations de petites cellules qui ne nécessitent pas la construction d'une nouvelle structure ou d'un nouveau poteau. Bien qu'elle raccourcisse le processus d'approbation administrative, elle retire à la ville la capacité de gouverner sur cette question (NLC, 2018, notre traduction).

#### *4.5.3 La contestation au sein des municipalités*

Aux États-Unis, Cramer (2022) nous apprend qu'il y a en fait eu des contestations locales réussies contre des projets d'aménagement du territoire pris par les fournisseurs de télécommunications pour la 5G et d'autres infrastructures récentes. Le comté de Douglas, dans le Colorado, a refusé une tour visuellement peu attrayante proposée par T-Mobile et a obtenu gain de cause devant les tribunaux. La ville de San Jose, en Californie, a convaincu AT&T et Verizon d'adapter leurs plans locaux d'infrastructure 5G avec l'initiative « ville intelligente » de San Jose, en mettant l'accent sur la protection de l'environnement et la durabilité.

En Europe, l'article de Gerli et al. (2021) explore l'opposition croissante à la 5G, en analysant comment les débats locaux sur cette technologie ont évolué en Italie entre 2019 et 2021. L'analyse souligne le **rôle proactif** joué par les politiciens locaux de différents partis qui ont banni la 5G sur leurs territoires. Selon les auteurs, la coordination des initiatives municipales peut être aussi un indicateur d'un changement d'échelle dans l'opposition contre les technologies sans fil.

Traditionnellement, les interventions des municipalités sont une réponse aux protestations des citoyens. Cependant, Gerli et al. (2021) met en évidence que dans de nombreuses municipalités interdisant la 5G ni la presse ni d'autres sources n'ont fait état de protestations ou de mouvements locaux contre la nouvelle technologie. Ils ne sont pas opposés à la technologie en elle-même, mais ils s'opposent sur la manière dont cela a été imposé par les autorités nationales **sans consulter l'échelon local**.

Tant les partisans que les opposants aux interdictions de la 5G ont décrit les moratoires comme des outils qui garantissent efficacement le principe de précaution. Plus généralement, ces interventions des autorités locales ont été perçues comme nécessaires pour compenser le manque de démocratie dans la gestion des questions de 5G dû à l'exclusion des citoyens du débat. Cet article souligne la façon dont l'État italien est à la fois juge et partie dans le déploiement des réseaux 5G. Il ne peut pas adopter une position neutre à l'égard des conflits, car il pousse à l'expansion de la 5G (par la vente des licences d'exploitation des bandes de fréquence) et devient ainsi une partie au conflit lui-même.

### *Exemple de pratique répertoriée*

**Rennes (France)** : une démarche de participation citoyenne ambitieuse

En novembre 2020, la ville de Rennes a financé une **mission d'étude** pour une durée de quatre mois pour dénouer un conflit latent entre les citoyens, les entreprises de télécommunication et la municipalité. La mission était constituée de 40 personnes composées d'élus au conseil municipal et de citoyens. L'objectif était « d'éclairer le débat public en vue du déploiement du réseau 5G à Rennes » et « chercher à identifier les avantages, les inconvénients, les opportunités et les risques liés au déploiement de cette nouvelle technologie » (Rennes Métropole, 2020). Durant quatre mois, onze séances et deux cafés Mission 5G ont été organisés portant entre autres sur l'économie, l'énergie, la santé, l'impact social ou encore les marges d'action. La mission a ainsi auditionné une vingtaine d'experts du numérique, des opérateurs de téléphonie, des experts de la santé. Les habitants ont aussi pu contribuer au débat via la plateforme Fabrique citoyenne. L'Annexe 5 détaille les résultats et les obstacles de cette démarche. Elle montre la façon dont une municipalité peut mener jusqu'au bout un dialogue entre les élus et les citoyens

pour l'élaborer de propositions concrètes en concertation avec les entreprises de télécommunications.

#### **4.6 ENJEUX LIÉS À LA GOUVERNANCE LOCALE**

Cette section dresse un aperçu des réflexions et des actions que pourraient mener les municipalités face aux enjeux posés par la prolifération des petites cellules et les données générées. À l'instar du travail de Kim (2007), nous n'avons pas trouvé d'articles qui traitent frontalement de la question de la gouvernance locale des réseaux 5G.

La gouvernance désigne ici les différents modes d'articulation des intérêts des acteurs sociaux, conduisant à un équilibre ou à un ordre social (Streeck et Schmitter, 1985). Toutefois, nous avons pu identifier des informations qui se rapportent à la façon dont les municipalités peuvent élaborer des stratégies visant à réguler de façon volontaire et impliquant les entreprises de télécommunication et les résidents le déploiement de la 5G.

L'enjeu de la gouvernance locale est donc transversal aux cinq autres exposés dans ce rapport. Il regroupe des informations éparses sur la façon dont les écrits consultés rapportent la manière dont les municipalités pourraient se saisir des enjeux de la 5G pour leur apporter une réponse politique.

La figure 3, dont les informations ont été colligées à partir de nos lectures, présente les quatre dimensions d'une stratégie municipale possible pour accompagner le déploiement de la 5G sur son territoire.



**Figure 3.** Dimensions possibles pour la gouvernance municipale de la 5G

#### 4.6.1 Encourager les collaborations

La complexité technique des réseaux 5G peut dépasser la capacité de nombreuses municipalités à en comprendre les impacts, particulièrement ceux liés à la sécurisation des données générées.

Plusieurs articles décrivent des **zones d'expérimentation** pour le déploiement de la 5G impliquant, entre autres, des acteurs publics comme certaines municipalités italiennes (Franchi et al., 2018 ; Nizzi et al., 2018 ; Guevara et Cheein, 2020). Ces articles ne détaillent pas la nature des échanges au sein de ces projets pilotes. Toutefois, il est fort à penser que les municipalités facilitent l'implantation des petites antennes sur leurs infrastructures à des fins d'expérimentation en échange d'une plus grande compréhension des enjeux techniques et donc, de la façon dont il est possible de les régler correctement par la suite.

D'autres sources font mention d'approches collaboratives impliquant les entreprises de télécommunications et les citoyens dans le développement de politiques locales pour le déploiement des antennes 5G. Ces approches vont des audiences publiques traditionnelles aux groupes consultatifs indépendants en passant par des commissions, des groupes de travail intermunicipaux.

Pour le déploiement de la 4G et 4G+ en France, on observe le cas d'**équipes médiatrices** sur le terrain pour faciliter la coopération, accompagner le processus et assurer une planification coordonnée (Cour des comptes, 2021, p.12). La ville de Rennes a un processus plus ambitieux (voir Annexe 5) en finançant une mission d'étude constituée de 40 personnes composées d'élus au conseil municipal et de citoyens. L'objectif est « d'éclairer le débat public en vue du déploiement du réseau 5G à Rennes » et « chercher à identifier les avantages, les inconvénients, les opportunités et les risques liés au déploiement de cette nouvelle technologie » (Rennes Métropole, 2020). Cette mission a notamment amené le Conseil municipal à proposer la création d'un **pôle d'expertise municipal** ayant pour mission de centraliser l'ensemble des sollicitations des opérateurs et d'assurer un traitement opérationnel des déploiements et de leurs impacts sur le territoire.

#### 4.6.2 Optimiser et baliser l'utilisation des infrastructures et des espaces publics

La prolifération des petites cellules appartenant aux différents opérateurs risque d'exercer une pression plus forte sur les infrastructures publiques disponibles. Les municipalités peuvent élaborer un cadre prévisible pour le déploiement harmonieux des infrastructures 5G sur son territoire. Ce cadre peut éviter une régulation des demandes

des entreprises fondées sur une approche cas par cas — difficilement applicable dans le cas de la 5G du fait de l'augmentation exponentielle du nombre de petites antennes.

À ce sujet, la ville de Denver (2019) dans son Guide pour le déploiement des petites cellules a opéré une classification de ses poteaux pour préciser les fixations des petites antennes et le partage attendu de la part des opérateurs (voir Annexe 2). Cette classification pourrait être complétée par une identification des sites disponibles pour l'attache des petites cellules.

### *Exemple de pratique répertoriée*

**Lincoln (États-Unis)** : créer une base de données sur l'utilisation des emprises

La ville de Lincoln a développé une base de données sur les infrastructures existantes dans les emprises, telles que les lignes d'eau, d'électricité et à large bande de la ville. Cela permet de faciliter le processus de demande et de réduire le temps nécessaire à la communication entre les services municipaux et avec les fournisseurs (NLC, 2018).

L'article de Ziolkowski (2011) nous rappelle toutefois que certains opérateurs ont tenté de **spéculer sur les meilleurs emplacements disponibles** pour installer des antennes superflues alors que les besoins réels du réseau ne le nécessitaient pas. Au moment d'émettre un avis favorable à l'attache de nouvelles petites cellules sur leurs infrastructures, les municipalités pourraient demander une preuve de la saturation du réseau par exemple qui justifierait l'ajout de nouvelles petites antennes.

Les municipalités pourraient également construire **leurs propres poteaux** pour les louer aux opérateurs. Par exemple, la Metropolitan Area of Barcelona (AMB) a pour objectif de déployer des spots Wi-Fi 5G en partenariat avec des opérateurs locaux, le long de 42 km du littoral métropolitain, afin de fournir une connexion internet rapide et gratuite aux utilisateurs des plages. Les spots 5G pilotes ont été ajoutés à des poteaux appelés CIM (acronyme en catalan de « colonnes modulaires intégrales ») qui fournissent déjà des services tels que la mesure des rayons UV, l'éclairage par LED et des haut-parleurs pour les annonces publiques de sécurité (Metropolis, 2021). Offrir ou construire ses propres poteaux autonomes, en concertation avec les opérateurs, peut alors apparaître comme un atout plutôt que comme une vulnérabilité. Surtout si les conditions d'utilisation permettent une plus grande emprise des municipalités sur les niveaux d'exposition ou les informations personnelles collectées par exemple.

Comme évoqué, les réseaux 5G ne se limitent pas aux antennes. Des équipements occuperont le domaine public. Dans son article, Baraud-Sarfaty (2020) incite les collectivités locales à se pencher sur la question de l'encombrement des trottoirs, et plus précisément les bordures. Selon l'auteure, les bordures de trottoir sont une ressource

stratégique limitée qui est de plus en plus exploitée commercialement. Beaucoup de petites cellules seront accompagnées d'équipements de soutien dans des boîtes au sol de la taille d'un réfrigérateur. Baraud-Sarfaty préconise d'intégrer la gestion des bordures de trottoirs dans la gouvernance territoriale des municipalités et de réfléchir à de nouveaux modèles d'aménagement, de gestion et de financement de ces espaces.

#### 4.6.3 Réfléchir aux choix et solutions techniques

Dans le passé, de nombreuses entreprises et collectivités ont employé des techniques pour **atténuer l'impact des antennes ou des tours**. Elles sont parfois placées sur des clochers d'église, regroupées à un ou deux endroits, ou même déguisées en cime d'arbre<sup>12</sup>. Dans son article, El-Shorbagy (2021) mentionne que l'atténuation de la présence visuelle des petites cellules est une préoccupation pour les opérateurs. Il rapporte que des projets pilotes sont en cours en partenariat avec des universités pour imaginer **un design plus attractif** des petites antennes (sous forme d'oiseaux ou de cadrans). Les municipalités pourraient encourager l'adoption de diverses techniques pour diminuer l'impact des petites antennes dans le paysage ou bien même développer un design propre autour de ces antennes et des poteaux qui les soutiennent.

#### *Exemple de pratique répertoriée*

##### **Lincoln (États-Unis)** : réorganiser les processus opérationnels

Alors que la demande de services et d'autorisation de construction d'infrastructures 5G augmentait, la ville de Lincoln a décidé de s'attaquer aux défis liés aux processus opérationnels. La ville a commencé à déplacer physiquement le personnel et à le regrouper par processus et fonction, plutôt que par département. Elle a ainsi créé un nouveau groupe de construction des droits de passage composé d'employés de plusieurs départements pour gérer l'infrastructure à large bande, les applications sans fil des petites cellules et d'autres questions. Cela a permis de créer un guichet unique pour la construction de services publics privés dans l'emprise publique.

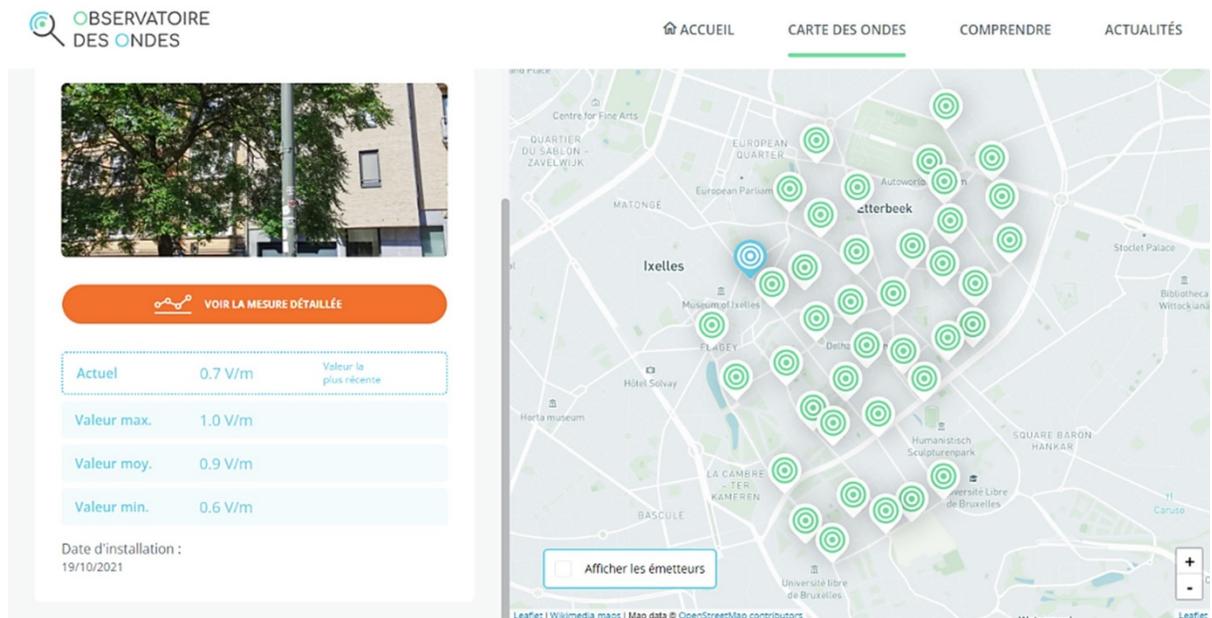
La ville a également travaillé avec les opérateurs pour créer un modèle de poteau standard qui répond aux besoins de 95 % des emplacements de poteau de la ville et qui peut accueillir l'équipement de la plupart des opérateurs. Pour les 5 % restants, la ville a collaboré avec les différents opérateurs pour concevoir des poteaux répondant aux

---

<sup>12</sup> L'entreprise American Tower a des options de dissimulation pour minimiser l'impact visuel de l'infrastructure sans fil : <https://www.americantower.com/us/solutions/towers/concealed-structures.html>.

besoins de ces emplacements et a ajouté ces nouveaux modèles à une liste de poteaux préapprouvés (NLC, 2018, notre traduction).

Concernant l'inquiétude de la population liée à l'exposition aux ondes électromagnétiques, plusieurs villes françaises et belges financent un **outil de surveillance** appelé l'Observatoire des Ondes (Figure 4).



**Figure 4.** Capture d'écran de l'interface de l'Observatoire des ondes pour la ville de Bruxelles (Belgique)

Source : <https://www.observatoiredesondes.com>

Dans chacune des villes partenaires, des capteurs ont été déployés pour une agence indépendante spécialisée dans l'analyse des champs électromagnétiques. Ces capteurs mesurent en temps réel les émissions des antennes des opérateurs dans la ville afin d'avertir les autorités publiques en cas de dépassement des limites d'exposition. Ces données sont disponibles en tout temps et accessibles pour la population en tout temps sur le site.

Le débat sur les choix des réseaux à privilégier est clivant parce que derrière la question de la technique se cache des projets de société, des imaginaires que l'ensemble des parties prenantes tente parfois d'instrumentaliser. Comme l'écrivent Lopez et Le Blanc (2022) :

*On pourrait imaginer aujourd'hui des systèmes hybrides grande échelle/petite échelle, il faudrait arriver à penser la **diversité***

*infrastructurelle avec un peu de souplesse, ce qui demandera du temps et des expertises techniques, territoriales, etc.*<sup>13</sup>

À ce propos, Dreyfus (2019) évoque le développement du lifi-net ou lifi<sup>14</sup> (provenant des termes « light fidelity »). Elle pourrait être une alternative crédible à la 5G dans certains lieux. Il s'agit d'une technologie en développement qui permet de transformer une source lumineuse en diffuseur de contenu numérique. Le fonctionnement est simple : en allumant et en éteignant des milliers de fois par seconde une ampoule LED, il est possible de transmettre des données. Cette technologie a l'avantage de ne présenter aucun danger pour la santé. Il pourra être déployé dans les bâtiments (là où il y a de la lumière) comme les aéroports, les centres commerciaux, les hôpitaux, etc. L'hôpital de Perpignan en France a adopté cette technologie depuis 2014 (Ouest France, 2018). Au Québec, Vidéotron s'intéresse à cette technologie, tout comme Air Canada pour l'installer dans l'aéroport de Montréal. Les villes qui possèdent des lampadaires DEL pourraient aussi l'utiliser<sup>15</sup>.

Certains écrits consultés s'opposent plus radicalement à la 5G pour lui substituer la fibre optique. Par exemple, Schoechle (2018) recommande aux collectivités locales de privilégier les infrastructures de télécommunications filaires<sup>16</sup> considérées comme un service public au même titre que les écoles, les rues, les réseaux d'aqueducs, etc. Le déploiement de la fibre optique serait plus susceptible de soutenir la croissance économique, de combler la fracture numérique et de réduire les risques pour la sécurité, la sécurité publique, la santé publique et l'environnement.

---

<sup>13</sup> Lopez et Le Blanc, 2022, p.5.

<sup>14</sup> Au mois de juillet 2019, l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) a officialisé la création du futur standard lifi (le lifi 802.11bb), une étape importante avant la démocratisation de cette technologie à grande échelle.

<sup>15</sup> Voir : <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1087243/li-fi-wi-fi-transmission-donnees-web>.

<sup>16</sup> Plus précisément, l'auteur avance plusieurs recommandations comme l'investissement dans la fibre optique jusqu'au domicile (FTTH), la défense de la neutralité du Net, l'abrogation des lois entrave les réseaux municipaux à large bande, la combinaison des réseaux d'accès en fibre optique avec les réseaux de distribution d'électricité locaux, la réduction considérable de la consommation d'énergie en utilisant des technologies de communication câblées plutôt que sans fil, le développement de normes de confidentialité et de sécurité, la sensibilisation aux conséquences connues et inconnues sur la santé des ondes millimétriques prévues, la recherche de nouveaux modèles commerciaux pour soutenir l'Internet et l'appel aux collectivités locales afin qu'elles assument la responsabilité de la création d'un accès Internet fiable, sûr et à haut débit..

## PRÉCISIONS SUR LA FIBRE OPTIQUE

Une fibre optique est

*un fil dont l'âme, très fine, en verre ou en plastique, possède la propriété de conduire la lumière et sert pour la fibroscopie, l'éclairage ou la transmission de données numériques. Elle offre un débit d'information nettement supérieur à celui des câbles coaxiaux et peut servir de support à un réseau "large bande" par lequel transitent aussi bien la télévision, le téléphone, la visioconférence ou les données informatiques.<sup>17</sup>*

### 4.6.4 Résolution volontaire des différends

Plusieurs municipalités ont justifié un moratoire sur la construction d'antennes pour se donner le **temps d'une réflexion collective** sur les enjeux que les réseaux 5G représentent. Ces moratoires ont pu créer un rapport de force temporaire avec les entreprises de télécommunication, mais la jurisprudence américaine a montré que les collectivités locales perdent leurs batailles juridiques (Cramer, 2021).

Pour Kim (2007), les gouvernements locaux devraient préférer le processus de résolution volontaire des conflits plutôt que d'aller devant les tribunaux. Pour inciter la résolution de conflits, les municipalités peuvent se préparer par l'élaboration de **guide**. Sans ce type de document, les municipalités ne se donnent pas la capacité de se faire entendre par les entreprises de télécommunication.

De plus, elles peuvent adopter des **incitatifs** tels qu'un délai de traitement de demandes plus court pour encourager le respect de ces exigences, car l'installation des antennes reste majoritairement un choix opéré par des acteurs privés pour accorder les usagers à leurs réseaux.

---

<sup>17</sup> Dreyfus, 2019, p.220.

## 5 CONCLUSION

L'objectif de ce rapport était d'explorer l'état de nos connaissances sur les enjeux locaux de la 5G. Comment se matérialisent-ils ? Comment les municipalités tentent-elles d'y répondre ? Nous en avons identifié six à savoir : l'aménagement, la santé, l'environnement, les cyberrisques, les contestations locales et la gouvernance locale.

Notre démarche a tout de même fait face à deux dilemmes majeurs. D'une part, les documents consultés étant bien souvent basés sur des hypothèses et des théories, il était donc parfois difficile d'accéder à de l'information « concrète » sur le sujet, en particulier pour illustrer certaines dimensions avec des exemples vécus par les différents acteurs. D'autre part, nous avons décidé d'intégrer des enjeux globaux (comme la santé ou l'environnement) à notre liste d'enjeux locaux. Ce choix est assumé par le fait que les municipalités doivent faire face aux préoccupations sanitaires ou environnementales de leurs résidents, même lorsque ce n'est pas dans leurs champs de compétence reconnus.

Plus d'antennes, plus d'informations, mais la même marge de manœuvre que pour les générations précédentes de téléphonie mobile, tel est le défi auquel font face les municipalités. Dans ce contexte, trois constats émanent de nos travaux.

Premièrement, les télécommunications font désormais partie du champ potentiel de l'action publique locale. Rien n'est obligatoire, mais la prise en considération des enjeux de la 5G décrite dans ce rapport devrait interpeller les municipalités dans leur volonté de vouloir influencer ou non sur les déploiements à venir des réseaux. Les municipalités québécoises n'ont pas moins de pouvoir d'intervention sur le déploiement des infrastructures de télécommunication que les autres collectivités locales aux États-Unis et en Europe. Pouvoir intervenir directement dans le déploiement des réseaux est une revendication partagée dans les pays cités dans le rapport. L'histoire des relations entre les entreprises de télécommunication et les collectivités locales semble indiquer que les décisions étatsuniennes politico-juridiques « donnent la cadence » aux autres États occidentaux depuis le Telecommunication Act (US).

Deuxièmement, ce constat sur le déséquilibre entre les entreprises et les collectivités n'a pas empêché certaines municipalités de se dégager une marge de manœuvre pour l'action. Ces municipalités ont en commun de s'être préparées en amont des déploiements de technologie, que ce soit par des investissements dans les infrastructures ou l'élaboration de chartes ou de plans directeurs. Le rôle de ces municipalités s'insère alors dans un accompagnement de l'évolution technique des réseaux en minimisant les coûts sociaux, énergétiques et environnementaux.

Troisièmement, en matière de télécommunication, un élu local se posait traditionnellement deux questions : qu'est-il économiquement souhaitable de faire ? Et qu'est-il juridiquement possible de faire ? (Barré-Vinchon, 2001). Les protestations locales concernant la 5G ajoutent une troisième question : qu'est-il socialement acceptable de faire ? À l'exception d'une courte section dans un article de droit (Dutilleul, 2020), cette question n'est jamais traitée directement, alors qu'elle apparaît comme fondamentale à l'action publique locale sur le sujet de la 5G. Sur ce point, les travaux scientifiques sont encore trop rares.

Maintenant que nous avons établi divers enjeux liés au déploiement de la 5G pour le monde municipal, le prochain volet de notre mandat consiste à documenter les enjeux vécus et perçus par les municipalités ainsi que leur niveau de préparation au déploiement de la 5G. Pour ce faire, nous avons distribué un questionnaire web à l'ensemble des municipalités du Québec entre juillet et septembre et nous allons maintenant analyser les données recueillies.



# BIBLIOGRAPHIE

## BIBLIOGRAPHIE

Acharya, A., Basu, S., & Hanink, D. M. (2022). Spatial Hedonic Regression Analysis of the Impact of Cell Towers on Las Vegas Real Estate Market. *The Professional Geographer*, 1-12.

Affuso, E., Reid Cummings, J., & Le, H. (2018). Wireless towers and home values: An alternative valuation approach using a spatial econometric analysis. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 56(4), 653-676.

Airdrie (s.d.) Small Cell Facility Standards. Disponible sur :  
<https://www.airdrie.ca/getDocument.cfm?ID=8988>

Al-Absi, M. A., Al-Absi, A. A., Sain, M., & Lee, H. J. (2020). A state of the art: future possibility of 5G with IoT and other challenges. *Smart Healthcare Analytics in IoT Enabled Environment*, 35-65.

Alizadeh, T. (2016). Local government planning and high-speed broadband in Australia. *Journal of Urban Technology*, 22(4), 23-43.

Alizadeh, T., Shearer, H., & Sipe, N. (2015). Planning implications of telecommunication: Why telecommunication infrastructure? Why now? *Australian Planner*, 52(1), 1-3.

Alvarez, R., & Rodríguez, J. M. (2008, January). Discursive Deployments: Mobilizing Support for Municipal and Community Wireless Networks in the US. In *Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2008)* (pp. 260-260). IEEE.

Anderson, L. (2022). Écosystème et processus de déploiement de la 5G et l'innovation au Québec : cas de l'ADRIQ. [Rapport de stage].

ANSES. (2021). 5G : pas de risques nouveaux pour la santé au vu des données disponibles. Disponible sur :  
<https://www.anses.fr/fr/content/5g-pas-de-risques-nouveaux-pour-la-sant%C3%A9-au-vu-des-donn%C3%A9es-disponibles>

ANSES. (2022). 5G : des travaux actualisés suite à la consultation publique. Disponible sur :  
<https://www.anses.fr/fr/content/5g-des-travaux-actualis%C3%A9s-suite-%C3%A0-la-consultation-publique>

Arai, Y., Naganuma, S., & Satake, Y. (2012). Local government broadband policies for areas with limited Internet access. An analysis based on survey data from Japan. *Netcom. Réseaux, communication et territoires*, (26-3/4), 251-274.

ARCEP. (2021). Parlons 5G : toutes vos questions sur la 5G. Disponible sur : <https://www.arcep.fr/nos-sujets/parlons-5g-toutes-vos-questions-sur-la-5g.html>

ARCEP. (2022). Environnement. 5G et empreinte environnementale des réseaux : de nouveaux travaux de l'Arcep pour éclairer le débat et identifier des leviers d'action. Disponible sur : <https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiqués/detail/n/environnement-140122.html>

Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology*, 8(1), 19-32.

Avanista. (2022). La 5G : quelles conséquences pour la cybersécurité ? Disponible sur : <https://www.avanista.fr/actualites/50-la-5g-quelles-consequences-pour-la-cybersecurite>

Balsamini, D. (2022, 23 juillet). LinkNYC WiFi kiosks are hubs for pervs and vagrants, business leaders say. *Nypost*. Disponible sur : <https://nypost.com/2022/07/23/linknyc-kiosks-are-magnets-for-pervs-vagrants-business-leaders/>

Bar, F., & Park, N. (2005). Municipal Wi-Fi networks : The goals, practices, and policy implications of the US case. *Communications and Strategies*, 61(1), 107-124.

Baraud-Serfaty, I. (2020). Le trottoir, nouvel actif stratégique. *Futuribles*, (3), 87-104.

Barré-Vinchon, M. C. (2001). *La genèse des initiatives publiques communales de réseaux de télécommunications, entre politiques publiques et concurrence* (Thesis, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées).

Batalla, J. M., Andrukiewicz, E., Gomez, G. P., Sapiecha, P., Mavromoustakis, C. X., Mastorakis, G., ... & Imran, M. (2020). Security risk assessment for 5G networks: National perspective. *IEEE Wireless Communications*, 27(4), 16-22.

Bauer, J. M. (2010). Transformations of the State in Telecommunications. In *Communications Policy* (pp. 148-165). Palgrave, London.

Blackman, C., & Forge, S. (2019). 5G Deployment: State of play in Europe, USA and Asia. Disponible sur : [https://www.5gexposed.com/wp-content/uploads/2019/05/IPOL\\_IDA2019631060\\_EN.pdf](https://www.5gexposed.com/wp-content/uploads/2019/05/IPOL_IDA2019631060_EN.pdf)

Bloom, R. M., & Clark, W. T. (2016). Small Cells, Big Problems: the increasing precision of cell site location information and the need for fourth amendment protections. *J. Crim. L. & Criminology*, 106, 167.

Bond, S., & Beamish, K. (2005). Cellular phone towers : perceived impact on residents and property values. *Pacific Rim Property Research Journal*, 11(2), 158-177.

Brandt, S., & Maennig, W. (2012). Perceived externalities of cell phone base stations: The case of property prices in Hamburg, Germany. *Environment and Planning A*, 44(2), 396-410.

Bröer, C., de Graaff, M. B., Duyvendak, J. W., & Wester, R. A. (2016). Engaging citizens: local interactions, policy discourse and courses of protest against mobile phone cell site deployment. *European Journal of Cultural and Political Sociology*, 3(4), 447-468.

Burgess, A. (2002). Comparing national responses to perceived health risks from mobile phone masts. *Health, risk & society*, 4(2), 175-188.

Čábelková, I., Strielkowski, W., Wende, F. D., & Krayneva, R. (2020). Factors influencing the threats for urban energy networks: The inhabitants' point of view. *Energies*, 13(21), 5659.

Chiaraviglio, L., Galán-Jiménez, J., Fiore, M., & Blefari-Melazzi, N. (2018). Not in my neighborhood: A user equipment perspective of cellular planning under restrictive EMF limits. *IEEE Access*, 7, 6161-6185.

Cohen, D. (2001). The Telecommunications Explosion: Protect Your Community Through a Strong Right-of-Way Ordinance. *Public Management-Lawrence*, 83(8), 21-23.

Colman-Meixner, C., Khalili, H., Antoniou, K., Siddiqui, M. S., Papageorgiou, A., Albanese, A., ... & Simeonidou, D. (2019). Deploying a novel 5G-enabled architecture on city infrastructure for ultra-high definition and immersive media production and broadcasting. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 65(2), 392-403.

Cour des comptes. (2021). Réduire la fracture numérique mobile. Le pari du «New Deal» 4G. [Rapport du Sénat français]. Disponible sur :

<https://www.senat.fr/rap/r20-853/r20-853-annexe.pdf>

Couret, C. (1999). Solving the problem of cell tower placement. *American City and County*, 114(11), 45–52

Cramer, B. W. (2021). Not over my backyard: the regulatory conflict between 5G rollout and environmental and historic preservation. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 23(2), 97-112.

Cramer, B. W. (2022). The moral hazard of Lax FCC land use oversight for advanced network infrastructure. *Telecommunications Policy*, 46(1), 102232.

Crowell, A. (1996). Local government and the Telecommunication Act of 1996. *Public management*, 78(6), 6-12.

Damgé, M. (2019, 13 septembre). Oiseaux tués, insectes en surchauffe..., démêler le vrai du faux sur les animaux et la 5G. *Le Monde*. Disponible sur : [https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2019/09/13/oiseaux-tues-insectes-en-surchauffe-demeler-le-vrai-du-faux-sur-les-animaux-et-la-5g\\_5509887\\_4355770.html](https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2019/09/13/oiseaux-tues-insectes-en-surchauffe-demeler-le-vrai-du-faux-sur-les-animaux-et-la-5g_5509887_4355770.html)

Danieli, A. (2021). « " Stop linky, non merci ". Mobilisations à domicile et solidarité de voisinage pour le maintien d'une société sans compteurs communicants. » *Réseaux* 228(4) : 233-266.

De Graaff, M. B., & Bröer, C. (2019). Governance and risk in everyday life: depoliticization and citizens' experiences of cell site deployment in the Netherlands and Southern California. *Journal of Risk Research*, 22(12), 1586-1601.

Denver. (2019). Small Cell Infrastructure Design Guidelines. Disponible sur : [https://www.denvergov.org/files/assets/public/doti/documents/standards/pwes-016-1-small\\_cell\\_infrastructure\\_design\\_guidelines.pdf](https://www.denvergov.org/files/assets/public/doti/documents/standards/pwes-016-1-small_cell_infrastructure_design_guidelines.pdf)

Diez, L., et al. (2017). « Electromagnetic Field Assessment as a Smart City Service: The SmartSantander Use-Case. » *Sensors* 17(6).

Ding, A. Y. and M. Janssen (2018). Opportunities for applications using 5G networks: Requirements, challenges, and outlook. 7th International Conference on Telecommunications and Remote Sensing, ICTRS 2018, Association for Computing Machinery.

Douville, T. (2020). L'émergence des cyberrisques. *Archives de philosophie du droit*, 62(1), 289-298.

Drake, F. (2010), « Protesting mobile phone masts: risk, neoliberalism, and governmentality », *Science, Technology, & Human Values*, Vol. 36No. 4, pp. 522-548.

Dreyfus, A. (2019). *5G, mauvaises ondes*. Massot Éditions.

Dutilleul, F. C. (2020). La précaution entre un enjeu et un principe. *Archives de philosophie du droit*, 62(1), 385-397.

Eagle, S. J. (2004). Wireless telecommunications, infrastructure security, and the Nimby problem. *Cath. UL Rev.*, 54, 445.

Eldred, C., Kenney, M., Kushida, K. E., Murray, J., & Zysman, J. (2019). 5G: Revolution or Hype? Disponible sur : [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3443740](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3443740)

Evans-Cowley, J., Malecki, E. J., & McIntee, A. (2002). Planning responses to telecom hotels: what accounts for increased regulation of co-location facilities? *Journal of Urban Technology*, 9(3), 1-18.

Filippova, O., & Rehm, M. (2011). The impact of proximity to cell phone towers on residential property values. *International Journal of Housing Markets and Analysis*.

Follenfant, P., Nataf, J. M., Aballea, P., Viossat, L. C., Robineau, F. M., Havard, H., ... & Distler, P. (2020). Déploiement de la 5G en France et dans le monde : aspects techniques et sanitaires. *Rapport de l'Inspection générale des affaires sociales, Paris*.

Fonyi, S. (2020). Overview of 5G security and vulnerabilities. *The Cyber Defense Review*, 5(1), 117-134.

Flaherty, E., Sturm, T., & Farries, E. (2022). The conspiracy of Covid-19 and 5G: Spatial analysis fallacies in the age of data democratization. *Social Science & Medicine*, 293, 114 546.

Franchi, F., Graziosi, F., Marotta, A., & Rinaldi, C. (2018, December). The INCIPICT Project and the 5G Trial: a Living Lab for the City of L'Aquila. In *2018 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)* (pp. 519-524). IEEE.

Frank, J. W. (2021). Electromagnetic fields, 5G and health: what about the precautionary principle? *J Epidemiol Community Health*, 75(6), 562-566.

Gerli, P. (2021). Municipal 5G bans during the Covid-19 pandemic: the case of Italy. *Digital Policy, Regulation and Governance*.

Gholampooryazdi, B., Hämmäinen, H., Vijay, S., & Savisalo, A. (2017, November). Scenario planning for 5G light poles in smart cities. In *2017 Internet of Things Business Models, Users, and Networks* (pp. 1-7). IEEE.

Gibbon, J. H. (1996). The Telecommunications Act of 1996 and its Impact on Municipal Regulation. *The Urban Lawyer*, 737-744.

Gillett, S. E., Lehr, W. H., & Osorio, C. (2004). Local government broadband initiatives. *Telecommunications Policy*, 28(7-8), 537-558.

Graham, S. (1997). Cities in the real-time age: the paradigm challenge of telecommunications to the conception and planning of urban space. *Environment and Planning A*, 29(1), 105-127.

Graham, S., & Marvin, S. (2001). *Splintering urbanism: networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*. Routledge.

Guevara, L., & Auat Cheein, F. (2020). The role of 5G technologies: Challenges in smart cities and intelligent transportation systems. *Sustainability*, 12(16), 6469.

Handy, S. L., & Mokhtarian, P. L. (1995). Planning for telecommuting measurement and policy issues. *Journal of the American planning association*, 61(1), 99-111.

Henderson, D., & Roche, N. (2020). Examining the policy mix for broadband deployment in Wales: The role of informal coordination in the last mile. *Local Economy*, 35(1), 48-67.

Hou, Y., Collins, K., & Van Wart, M. (2022). Intersection Management, Cybersecurity, and Local Government: ITS Applications, Critical Issues, and Regulatory Schemes.  
<https://www.intechopen.com/online-first/80518>

Huet, Y.-A. (2022, 13 janvier). ENTRETIEN. 5G à Rennes : la ville renonce à sa charte de la téléphonie mobile... « On va plus loin ». Ouest France. Disponible sur : <https://www.ouest-france.fr/bretagne/rennes-35000/entretien-5g-a-rennes-la-ville-renonce-a-sa-charte-de-la-telephonie-mobile-on-va-plus-loin-e4cd9e48-7454-11ec-a548-b13536dd6bba>

Huet, Y.-A. (2021, 11 novembre). Comment la Ville veut garder le contrôle sur la 5G. Ouest France. Disponible sur :

<https://www.ouest-france.fr/bretagne/rennes-35000/5g-a-rennes-comment-la-ville-veut-garder-le-controle-96766ba6-421f-11ec-bf34-dccbc8c1efb2>

Huet, Y.-A. (2021, 19 mars). La mission 5G de la Ville a fait ses propositions... Et après ? Ouest France. Disponible sur :

<https://www.ouest-france.fr/bretagne/rennes-35000/rennes-la-mission-5g-de-la-ville-a-fait-ses-propositions-et-apres-7193567>

JDD. (2020, 12 septembre). Lyon, Bordeaux, Marseille : les maires de 11 grandes villes demandent un moratoire sur la 5G. Journal du Dimanche. Disponible sur : <https://www.lejdd.fr/Societe/5g-une-soixantaine-de-maires-et-de-deputes-demandent-un-moratoire-au-moins-jusqua-lete-2021-3991401>

Jeannin, H. (2021). 5G et Covid-19 : le cas britannique. *Les Cahiers du numérique*, 17, 35-75.

Jenal, C., Endreß, S., Kühne, O., & Zylka, C. (2021). Technological Transformation Processes and Resistance—On the Conflict Potential of 5G Using the Example of 5G Network Expansion in Germany. *Sustainability*, 13(24), 13550.

Kim, S. (2007). The development of wireless telecommunications and local governments' policy responses: The US case. *Government Information Quarterly*, 24(3), 611-623.

Knauf, A. J., & Moses, B. C. (1996). Changing the landscape: Cellular communications towers. Disponible sur :

<http://www.nyenvlaw.com/cellular.htm>

Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, 79(1), 1-14.

Koh, T. H., Choi, J. W., Seo, M., Choi, H. D., & Kim, K. (2020). Factors affecting risk perception of electromagnetic waves from 5G network base stations. *Bioelectromagnetics*, 41(7), 491-499.

Law, A., & McNeish, W. (2007). Contesting the new irrational actor model: A case study of mobile phone mast protest. *Sociology*, 41(3), 439-456.

Levac, D., Colquhoun, H., & O'Brien, K. K. (2010). Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation science*, 5(1), 1-9.

Levitt, B., Lai, H. & Manville, A. (2022). Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, part 1. Rising ambient EMF levels in the environment. *Reviews on Environmental Health*, 37(1), 81-122.

Levitt, B., Lai, H. & Manville, A. (2021). Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, Part 2 impacts: how species interact with natural and man-made EMF. *Reviews on Environmental Health*, 37(1), 000010151520210050.

Levitt, B., Lai, H. & Manville, A. (2021). Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, Part 3. Exposure standards, public policy, laws, and future directions. *Reviews on Environmental Health*, 37(1), 000010151520210083.

Liu, Z. (2021). Huawei, une success story à la chinoise. *Libération*. Disponible sur : [https://www.liberation.fr/planete/2019/07/15/huawei-une-success-story-a-la-chinoise\\_1740131/](https://www.liberation.fr/planete/2019/07/15/huawei-une-success-story-a-la-chinoise_1740131/).

Locke, S. L., & Blomquist, G. C. (2016). The cost of convenience: Estimating the impact of communication antennas on residential property values. *Land Economics*, 92(1), 131-147.

Lynggaard, P., & Skouby, K. E. (2015). Deploying 5G-technologies in smart city and smart home wireless sensor networks with interferences. *Wireless Personal Communications*, 81(4), 1399-1413.

Marabissi, D., Mucchi, L., Fantacci, R., Spada, M. R., Massimiani, F., Fratini, A., ... & Fedele, L. (2018). A real case of implementation of the future 5G city. *Future Internet*, 11(1), 4.

Marzloff, B. (2016). Y a-t-il un pilote dans la smart city?. *Sociétés*, (2), 37-52.

Massaro, M., & Kim, S. (2022). Why is South Korea at the forefront of 5G? Insights from technology systems theory. *Telecommunications Policy*, 46(5), 102290.

Meese, J., Frith, J., & Wilken, R. (2020). COVID-19, 5G conspiracies and infrastructural futures. *Media International Australia*, 177(1), 30-46.

Metropolis. (2021). The deployment of the 5G technology on metropolitan scales. Disponible sur : <https://www.metropolis.org/agenda/5g-deployment-metropolitan-scales-private-workshop-city-managers>

Millar, Y. (2015). Telecommunications infrastructure and the urban landscape. *Australian Planner*, 52(1), 60-70.

Monaci, S. (2021). The Pandemic of Conspiracies in the COVID-19 Age: How Twitter Reinforces Online Infodemic. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, 11(4), e202120.

NLC. (2018). Small Cell Wireless Technology in Cities. Disponible sur : [https://www.nlc.org/wp-content/uploads/2018/08/CS\\_SmallCell\\_MAG\\_FINAL.pdf](https://www.nlc.org/wp-content/uploads/2018/08/CS_SmallCell_MAG_FINAL.pdf)

New York City. (2022). Disponible sur : <https://www1.nyc.gov/office-of-the-mayor/news/485-22/mayor-adams-cto-fraser-linknyc-first-link5g-kiosk-new-york-city#/0>

Nizzi, F., Pecorella, T., Bertini, M., Fantacci, R., Bastianini, M., Cerboni, C., ... & Fratini, A. (2018, October). Evaluation of IoT and videosurveillance applications in a 5G Smart City: the Italian 5G experimentation in Prato. In *2018 AEIT International Annual Conference* (pp. 1-6). IEEE.

Oinas-Kukkonen, H., Karppinen, P., & Kekkonen, M. (2021). 5g and 6g broadband cellular network technologies as enablers of new avenues for behavioral influence with examples from reduced rural-urban digital divide. *Urban Science*, 5(3), 60.

Orton, B. (1987). Telecommunications deregulation: local impacts. *Policy Studies Journal*, 16(1), 134.

Paoli-Lebailly, P. (2020, 27 novembre). Mission 5G à Rennes : le sujet crisper, l'écosystème du numérique affûte ses arguments. La Tribune. Disponible sur : <https://www.latribune.fr/regions/bretagne/mission-5g-a-rennes-le-sujet-crispe-l-ecosysteme-du-numerique-affute-ses-arguments-863534.html>

Peters, M. D., Godfrey, C., McInerney, P., Khalil, H., Larsen, P., Marnie, C., ... & Munn, Z. (2022). Best practice guidance and reporting items for the development of scoping review protocols. *JBI evidence synthesis*, 20(4), 953-968.

Pichetworakoon, A., & Sukhawattanakun, N. (2020). 5G Authorization Auctions in the European Union: A Comparison Between Italy and France. *Italian LJ*, 6, 249.

Psyrris, A., Kargas, A., & Varoutas, D. (2020, November). 5G Networks' Implementation and Development of Smart & Sustainable Cities Evidence and Key Issues. In *2020 13th CMI Conference on Cybersecurity and Privacy (CMI)-Digital Transformation-Potentials and Challenges (51275)* (pp. 1-7). IEEE.

Rajapaksa, D., Athukorala, W., Managi, S., Neelawala, P., Lee, B., Hoang, V. N., & Wilson, C. (2018). The impact of cell phone towers on house prices: evidence from Brisbane, Australia. *Environmental Economics and Policy Studies*, 20(1), 211-224.

Rennes Métropole. (2020). La 5G à Rennes. Présentation de la démarche. Disponible sur :  
<https://metropole.rennes.fr/sites/default/files/inline-files/ME5g-D%C3%A9marche%20et%20M%C3%A9thodologie.pdf>

Rodriguez (2018). Les collectivités ne doivent pas se faire déposséder de leurs données. La Gazette des communes. Disponible sur :  
<https://www.lagazettedescommunes.com/598178/les-collectivites-ne-doivent-pas-se-faire-deposseder-de-leurs-donnees/>

Ruohomaa, H., Salminen, V., & Lähteenmäki, N. (2020, July). 5G as a Driver for Transition of Digitalization in Ecosystem-Based Development. In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (pp. 35-43). Springer, Cham.

Saghezchi, F. B., Rodriguez, J., Mumtaz, S., Radwan, A., Lee, W. C., Ai, B., ... & Taha, A. E. M. (2015). Drivers for 5g: The 'pervasive connected world'. *Fundamentals of 5G Mobile Networks*, 1-27.

Schoechele, T. (2018). Re-Inventing. the Future of Landlines and Networks. *National Institute for Science, Law & Public Policy, Washington, DC*, 2018, vol. 69.

Soare, S. R., & Burton, J. (2020). Smart cities, cyber warfare and social disorder. *Cyber Threats and NATO 2030: Horizon Scanning and Analysis*, 108.

Shin, S. Y., Kim, D., & Chun, S. A. (2021). Digital divide in advanced smart city innovations. *Sustainability*, 13(7), 4076.

Streeck, W. et Schmitter, P. (1985). « Community, market, state - and associations? The prospective contribution of interest governance to social order » dans Wolfgang Streeck et Philippe C. Schmitter (dir.), *Private Interest Governmenty* (p.1-29). London, Sage.

Suchocka, M., et al. (2019). Designing hotspots in the public spaces and public greenery of modern cities - Selected issues, *Ecological Questions*, 30(4): 83-91.

Tapia, A., Maitland, C., & Stone, M. (2006). Making IT work for municipalities: Building municipal wireless networks. *Government Information Quarterly*, 23(3-4), 359-380.

Taufique, A., Jaber, M., Imran, A., Dawy, Z., & Yacoub, E. (2017). Planning wireless cellular networks of future: Outlook, challenges and opportunities. *IEEE Access*, 5, 4821-4845.

Tinari, N. (2000). Cell Phone Towers in Residential Areas: Did Congress Let the Pig in the Parlor with the Telecommunications Act of 1996. *Temp. L. Rev.*, 73, 269.

Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., ... & Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Annals of internal medicine*, 169(7), 467-473.

Triolo, P., Allison, K., & Brown, C. (2018). Eurasia Group White Paper: The Geopolitics of 5G. *Eurasia Group*, 1811-14. Disponible sur :  
[https://www.eurasiagroup.net/siteFiles/Media/files/1811-14%205G%20special%20report%20public\(1\).pdf](https://www.eurasiagroup.net/siteFiles/Media/files/1811-14%205G%20special%20report%20public(1).pdf)

Troulos, C., & Maglaris, V. (2011). Factors determining municipal broadband strategies across Europe. *Telecommunications Policy*, 35(9-10), 842-856.

Tryniecki, T. J. (2002). Cellular Tower Siting Jurisprudence Under the Telecommunications Act of 1996-The First Five Years. *Real Prop. Prob. & Tr. J.*, 37, 271.

Van den Berg, K. (2019). Municipal Broadband Factors determining the entry of municipal broadband providers into the German telecoms market. (Thesis, Utrecht School of Governance).

Ville de Paris. (2021). Charte de téléphonie mobile. Disponible sur :  
<https://cdn.paris.fr/paris/2021/03/15/c45d9c389d8fdefeef5488aba34187a8.pdf>

Walters, L. C., & Cornia, G. C. (1997). The implications of utility and telecommunications deregulation for local finance. *State and Local Government Review*, 29(3), 172-187.

Weaver, S. (2022, 11 juillet). Thousands of 32-foot-tall 5G kiosks will be going up across NYC. *Timeout* Disponible sur :  
<https://www.timeout.com/newyork/news/thousands-of-32-foot-tall-5g-kiosks-will-be-going-up-across-nyc-071122>

Webb, W. (2018). *The 5G myth*. De Gruyter Press.

Weeber, S. (2020). Smart cities, resilience, and the 5G revolution: Implications for social policy. *Social Policy on the Cusp: Values, Institutions and Change*, Nova Science Publishers, Inc.: 221-241.

Williams Jr, G. P., Freeman, G. W. et Harlan, J. I. (1996). Municipal Regulation of Telecommunications: The Telecommunications Act of 1996 and the Facets of the Paradigm. *Urban Lawer*, 28, 745.

Yang, C., Liang, P., Fu, L., Cui, G., Huang, F., Teng, F., & Bangash, Y. A. (2022). Using 5G in Smart Cities: A Systematic Mapping Study. *Intelligent Systems with Applications*, 200065.

Ziolkowski, M. F. (2011). Municipal Telecommunications Master Planning to Achieve Competitive Advantage in a Global Economy. *Industrial Geographer*, 8(1), p. 26-43.



# ANNEXES

## **ANNEXE 1 : TOURS ET INSTALLATIONS SANS FIL — FACTEURS QU'UNE COLLECTIVITÉ PEUT CONTRÔLER AUX ÉTATS-UNIS D'APRÈS ZIOLKOWSKI (2011)**

1. Coût de l'assistance d'un expert — Peut être exigé d'être payé par le demandeur (aucun coût pour la communauté).
2. Pas de tours sur « spéculation », c'est-à-dire sans un fournisseur de services qui peut prouver la nécessité de l'installation.
3. Vérification/détermination du besoin réel (Comment savez-vous que la tour ou l'installation sans fil est réellement nécessaire ? Vous seriez probablement surpris du nombre de fois où il n'y a pas de besoin prouvé).
4. Emplacement (vous pouvez donner la priorité aux emplacements préférés... sans enfreindre l'interdiction de « zonage »).
5. Hauteur (doit-il vraiment être aussi haut que le fournisseur de services le dit ? Presque jamais !)
6. Apparence/esthétique
7. Co-implantation requise des installations (pour minimiser le nombre de tours)
8. Nombre de sites sur le territoire de la municipalité
9. Frais de demande — Montant
10. Recettes non fiscales (différentes des frais)
11. Vérification de la conformité aux normes d'émission (de la Commission fédérale des communications)
12. Esthétique/apparence (il n'est pas nécessaire que l'installation soit reconnaissable comme une installation sans fil).
13. L'éclairage peut être interdit
14. Marge de recul
15. Signalisation
16. Écran

17. Adéquation et intégrité de la structure
18. Sécurité du site
19. Services publics (souterrains ou aériens)
20. Garantie d'enlèvement (en cas d'abandon de l'installation)
21. Indemnisation pour l'utilisation de biens appartenant à la municipalité
22. Assurance
23. Interférence avec d'autres communications et appareils électroniques
24. Inspection pour s'assurer que ce qui est construit correspond à ce qui a été autorisé.

## ANNEXE 2 : PRINCIPES DIRECTEURS GUIDANT LA CONCEPTION ET L'ESTHÉTIQUE DES PETITES CELLULES DE 15 VILLES ET COMTÉS AUX ÉTATS-UNIS

Nom de la ville <sup>18</sup>	Population (habitants)/ Densité (hab./km <sup>2</sup> )	Commentaires
Denver (2019) <sup>18</sup>	715 522/1 783	<p><b>City and County of Denver Small Cell Infrastructure Design Guidelines</b></p> <p><a href="https://www.denvergov.org/files/assets/public/doti/documents/standards/pwes-016.1-small_cell_infrastructure_design_guidelines.pdf">https://www.denvergov.org/files/assets/public/doti/documents/standards/pwes-016.1-small_cell_infrastructure_design_guidelines.pdf</a></p> <p>La ville de Denver a produit l'un des documents les plus complets. Les lignes directrices sont en fonction de six cas :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. les fixations aux poteaux et lignes électriques ;</li> <li>2. les fixations aux poteaux d'éclairage public en bois ;</li> <li>3. les fixations sur les poteaux d'éclairage public en métal ;</li> <li>4. les nouveaux mâts autonomes pour petites cellules ;</li> <li>5. les fixations sur les lampadaires pour piétons ;</li> <li>6. les infrastructures partagées.</li> </ol>
Baltimore (2019) <sup>18</sup>	585 708/2 456	<p><b>Small Wireless Facilities: Design and Aesthetic Requirements</b></p> <p><a href="https://planning.baltimorecity.gov/sites/default/files/Small%20Cell%20Design%20and%20Aesthetic%20Standards%20-%20Final%203.28.19_ADOPTED%20-%20No%20Names.pdf">https://planning.baltimorecity.gov/sites/default/files/Small%20Cell%20Design%20and%20Aesthetic%20Standards%20-%20Final%203.28.19_ADOPTED%20-%20No%20Names.pdf</a></p> <p>Court document de cinq pages.</p> <p>La Ville précise que si l'installation d'une petite installation sans fil sur une emprise publique répond aux normes énoncées dans le présent règlement, l'installation fera l'objet d'un traitement accéléré par le service d'urbanisme et sera présumée autorisée de plein droit, à condition que les permis appropriés soient obtenus et que toutes les autres exigences soient satisfaites.</p>

<sup>18</sup> Année de publication de la dernière version du document.

Nom de la ville <sup>18</sup>	Population (habitants)/ Densité (hab./km <sup>2</sup> )	Commentaires
Comté d'Anne Arundel	537 656/499	<p><b>Anne Arundel County Guide to Technical and Aesthetic Standards for Small Wireless Facility Siting</b></p> <p><a href="https://www.aacounty.org/departments/public-works/resources/Small-Wireless-Facility-TAS.pdf">https://www.aacounty.org/departments/public-works/resources/Small-Wireless-Facility-TAS.pdf</a></p> <p>Document réalisé à l'échelle du Comté.</p>
Pittsburgh (2021) <sup>18</sup>	302 971/2005,2	<p><b>Small Cell Aesthetic Standards City of Pittsburgh Art Commission</b></p> <p><a href="https://apps.pittsburghpa.gov/redtail/images/15117_Small_Cell_Aesthetic_Guidelines_.pdf">https://apps.pittsburghpa.gov/redtail/images/15117_Small_Cell_Aesthetic_Guidelines_.pdf</a></p> <p>Le document s'applique à toutes les demandes d'installation de nouvelles antennes pour petites cellules sur des poteaux appartenant ou non à la Ville et situés dans l'emprise publique.</p>
Fort Collins (2021) <sup>18</sup>	169 810/1 180,6	<p><b>City for Fort Collins Small Cell Design Guidelines &amp; Installation Specifications November 2021</b></p> <p><a href="https://www.fcgov.com/engineering/files/smallcelldesignguidelines.pdf">https://www.fcgov.com/engineering/files/smallcelldesignguidelines.pdf</a></p>
Boulder (2021) <sup>18</sup>	108 250/1 627,3	<p><b>City of Boulder Planning &amp; Development Services: Small Cell Design Guidelines and Standards</b></p> <p><a href="https://bouldercolorado.gov/media/1173/download?inline">https://bouldercolorado.gov/media/1173/download?inline</a></p> <p>Le document précise que les nouvelles antennes et équipements doivent éviter les quartiers résidentiels à faible densité. Dans le cas contraire, les demandeurs doivent démontrer qu'il n'existe aucune option de remplacement ou de fixation dans un rayon d'un pâté de maisons de l'emplacement proposé ou fournir une lettre d'un ingénieur en radiofréquences indiquant qu'il n'existe aucune autre option possible (voir les détails à la page 5 du document).</p>

Nom de la ville <sup>18</sup>	Population (habitants)/ Densité (hab./km <sup>2</sup> )	Commentaires
South Bend (s.d.)	103 453/953,9	<p><b>City of South Bend Department of Public Works: Aesthetic Requirements for Small Cell Infrastructure Installations</b></p> <p><a href="https://southbendin.gov/wp-content/uploads/2018/05/COSB-Small-Cell-Standards.pdf">https://southbendin.gov/wp-content/uploads/2018/05/COSB-Small-Cell-Standards.pdf</a></p> <p>Court document de deux pages avec deux photos illustratives.</p>
Albany (2019) <sup>18</sup>	99 224/1 746,5	<p><b>City of Albany New York Department of Planning and Development: Small wireless facilities – Siting, construction, and aesthetic standards</b></p> <p><a href="https://www.dutchessny.gov/Departments/Planning/Docs/AlbanyNY-Small-Cell-Aesthetic-Standards.pdf">https://www.dutchessny.gov/Departments/Planning/Docs/AlbanyNY-Small-Cell-Aesthetic-Standards.pdf</a></p> <p>La Ville d’Albany exige les frais de demande suivants pour un permis d’emprise révoicable pour toute nouvelle installation sans fil de petite taille :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 500 \$ par demande, y compris jusqu’à cinq (5) sites.</li> <li>– 100 \$ par site/demande par la suite.</li> <li>– 270 \$ de frais annuels d’utilisation de l’emprise/par site.</li> <li>— Des frais d’examen par un consultant professionnel peuvent s’appliquer à tous les demandeurs.</li> </ul> <p>La Ville d’Albany précise les emplacements privilégiés : (1) Bâtiments non historiques où l’installation peut être camouflée pour s’harmoniser avec les matériaux et la texture existants ; (2) Quartiers industriels (I-1 ou I-2) qui ne sont pas adjacents à des parcs municipaux, à des zones résidentielles ou à des quartiers historiques inscrits au registre local ou national. La préférence sera donnée à l’intérieur d’une parcelle, plutôt que sur l’emprise de la ville ; (3) Les districts de zonage MU-CH (Mixed-use Community Highway) qui ne sont pas adjacents aux parcs de la ville, aux zones résidentielles ou aux districts historiques locaux ou nationaux. La préférence sera donnée à l’intérieur d’une parcelle plutôt que sur l’emprise de la ville.</p> <p>Quant aux emplacements les moins privilégiés par la Ville : (1) Districts de zonage résidentiels ; (2) Quartiers historiques, qu’ils</p>

Nom de la ville <sup>18</sup>	Population (habitants)/ Densité (hab./km <sup>2</sup> )	Commentaires
		soient locaux ou inscrits au registre national ; (3) Districts de zonage à usage mixte.
Brooklyn Park (2019) <sup>18</sup>	86 478/1 256,6	<p><b>Brooklyn Park Operations &amp; Maintenance: Small Cell Aesthetic Standards</b></p> <p><a href="https://www.brooklynpark.org/wp-content/uploads/2019/10/APPROVED_-_Brooklyn_Park_MASTER_-_Small_Cell_Aesthetic_Standards.pdf">https://www.brooklynpark.org/wp-content/uploads/2019/10/APPROVED_-_Brooklyn_Park_MASTER_-_Small_Cell_Aesthetic_Standards.pdf</a></p>
Pasco (2019) <sup>18</sup>	77 108 / 873,8	<p><b>City of Pasco Small Cell Infrastructure Design Standards</b></p> <p><a href="https://www.pasco-wa.gov/DocumentCenter/View/60867/Pasco-Small-Cell-Infrastructure-Design-Standards-2?bidId=">https://www.pasco-wa.gov/DocumentCenter/View/60867/Pasco-Small-Cell-Infrastructure-Design-Standards-2?bidId=</a></p> <p>Certainement inspiré du document de la Ville de Denver, un document très complet de 99 pages pour une ville de plus de 75 000 habitants</p>
Napa (2019) <sup>18</sup>	76 915/1 636,5	<p><b>Technical and Aesthetic Guidelines for Small Cell Wireless Facilities</b></p> <p><a href="https://www.cityofnapa.org/DocumentCenter/View/5875/Napa-Small-Cell-Technical-and-Aesthetic-Guidelines-PDF">https://www.cityofnapa.org/DocumentCenter/View/5875/Napa-Small-Cell-Technical-and-Aesthetic-Guidelines-PDF</a></p> <p>La ville exige une signalisation indiquant les niveaux d'exposition : « grand public », « travailleurs professionnels » et « travailleurs spécialisés » sur chaque poteau ou lampadaire abritant une installation sans fil, et/ou à plusieurs endroits sur la structure du poteau.</p>
Burnsville (2019) <sup>18</sup>	64 317/922,4	<p><b>Small Cell Wireless Infrastructure Design Guidelines</b></p> <p><a href="https://www.burnsvillemn.gov/DocumentCenter/View/19331/Small-Cell-Wireless-Infrastructure-Design-Guidelines?bidId=">https://www.burnsvillemn.gov/DocumentCenter/View/19331/Small-Cell-Wireless-Infrastructure-Design-Guidelines?bidId=</a></p> <p>Document de quatre pages.</p>
Cypress (s.d.)	50 151 / 2 938,2	<p><b>City of Cypress Aesthetic Requirements for Small Wireless Facilities</b></p> <p><a href="https://www.cypressca.org/home/showpublisheddocument/8765/636910216275770000">https://www.cypressca.org/home/showpublisheddocument/8765/636910216275770000</a></p>

Nom de la ville <sup>18</sup>	Population (habitants)/ Densité (hab./km <sup>2</sup> )	Commentaires
Derby (2019) <sup>18</sup>	22 158/2 486	<p><b>City of Derby, Kansas Small Cell Antenna Aesthetic Standards</b>  <a href="http://www.derbyweb.com/DocumentCenter/View/6119/Derby-Small-Cell-Aesthetic-Standards">http://www.derbyweb.com/DocumentCenter/View/6119/Derby-Small-Cell-Aesthetic-Standards</a></p> <p>Document complet pour une ville de plus de 20 000 habitants.</p>
Greenwood Village (2019) <sup>18</sup>	15 691/731,7	<p><b>Small Cell Infrastructure Design Guidelines</b>  <a href="https://greenwoodvillage.com/DocumentCenter/View/18668/GV_Small-Cell-Guidelines-V32-Final">https://greenwoodvillage.com/DocumentCenter/View/18668/GV_Small-Cell-Guidelines-V32-Final</a></p> <p>Document complet pour une ville « verte » de moins de 20 000 habitants qui ne bénéficie pas de structures en hauteur</p>

## **ANNEXE 3 : RECOMMANDATIONS ARCHITECTURALES POUR AUGMENTER LES TAUX DE PÉNÉTRATION DES SIGNAUX ET L'UTILISATION DE MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION**

### **À l'échelle du bâtiment**

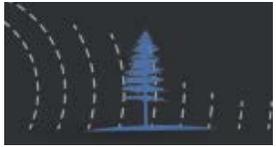
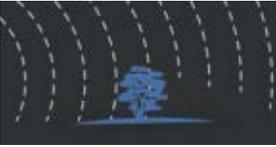
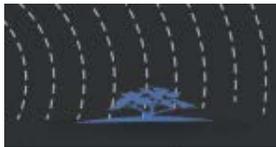
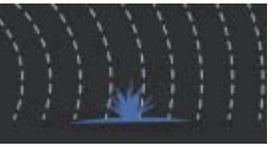
1. L'utilisation de différents matériaux de construction à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments devrait être basée sur leur perte de pénétration.
2. Tenir compte de l'agencement des espaces et du choix des matériaux des cloisons et de leur disposition.
3. Utiliser davantage de verre et de panneaux de particules pour les surfaces extérieures.
4. Pour les fenêtres ou les ouvertures, il est recommandé d'utiliser du verre ordinaire à une couche.
5. Moins de murs et de cloisons, plus d'espaces vides et des couloirs dégagés permettent la meilleure propagation du signal radio.
6. Le concept de plan ouvert pour l'intérieur offrirait une propagation suffisante du signal.

### **À l'échelle de la ville**

1. Prendre en compte les exigences de la mise en réseau 5G dans les processus de conception et de planification afin de préserver les valeurs esthétiques des espaces publics.
2. Créer de nouvelles solutions de conception pour soutenir les technologies intelligentes sans perturber la qualité visuelle du contexte urbain.
3. Tenir compte du paysage environnant afin de réduire les pertes de pénétration importantes par les arbres et les plantes.

Source : El-Shorbagy, 2021, p.129

## ANNEXE 4 : INFLUENCE DES TYPES D'ARBRES SUR LA PROPAGATION DES ONDES RADIO

	Plant height	Foliage	Function in the surroundings of access points to the wireless Internet	Diagram of signal propagation	Examples of plant species
Trees	High	Thick	Marking out the boundary Preventing signal reflection from the surrounding architecture	 	<i>Picea abies, Sorbus aria, Cercidiphyllum japonicum, Crataegus media, Abies sp.</i>
	High	Thin	Providing shade	 	<i>Larix kaempferi, Acer sp., Pinus sylvestris</i>
Bushes	Medium	Thick	Reinforcing the boundary Preventing signal reflection from the surrounding architecture		<i>Cornus sp., Ilex aquifolium, Caragana arborescens, Rhododendron sp.</i>
	Medium	Thin	Visual separation of the zones		<i>Berberis thunbergii, Juniperus communism, Pinus mugo</i>
Low-growing plants	Low	Thick	Increasing the attractiveness of the area without losing signal strenght		<i>Nepeta faassenii, Geranium sp., Lavandula angustifolia</i>

Source : Suhocka, 2019, p.68

## ANNEXE 5 : UN CAS — LA VILLE DE RENNES, LA STRATÉGIE DU « OUI, MAIS »

Après les enchères achevées le 1er octobre pour l'attribution par l'État des fréquences aux opérateurs en vue d'un déploiement national fin 2020, la 5G a fait réagir plusieurs municipalités françaises. Les villes écologistes de Bordeaux, Nantes ou encore Besançon se sont prononcées en faveur d'un moratoire. Rennes, pourtant pionnière des télécoms et du numérique, s'inscrit dans une démarche similaire, mais moins fermée. Les maires n'ont pas le pouvoir de s'opposer au développement du réseau mobile. Toutefois, aucun opérateur ne souhaite passer en force, d'autant que l'installation d'antennes sur les bâtiments municipaux relève des prérogatives des maires français. La menace d'un moratoire imposé par Rennes jusqu'en mars 2020 a ouvert une fenêtre d'opportunité afin que toutes les parties prenantes participent au débat local sur la 5G (Paoli-Lebailly, 2020).

En novembre 2020, la ville de Rennes débute une mission d'étude pour une durée de quatre mois. La mission est constituée de 40 personnes composées d'élus au conseil municipal et de citoyens. L'objectif est « d'éclairer le débat public en vue du déploiement du réseau 5G à Rennes » et « chercher à identifier les avantages, les inconvénients, les opportunités et les risques liés au déploiement de cette nouvelle technologie » (Rennes Métropole, 2020<sup>19</sup>). Durant quatre mois, onze séances et deux cafés Mission 5G ont été organisés portant entre autres sur l'économie, l'énergie, la santé, l'impact social ou encore les marges d'action. La mission a ainsi auditionné une vingtaine d'experts du numérique, des opérateurs de téléphonie, des experts de la santé. Les habitants ont aussi pu contribuer au débat via la plateforme Fabrique citoyenne.

Le rapport final a formulé 54 propositions<sup>20</sup> fondées sur l'identification de sept enjeux allant de l'impact environnemental au dialogue avec les opérateurs en passant par la santé publique ou la maîtrise de la consommation numérique. Plus précisément, le groupe des non-élus a formulé 26 propositions et le groupe des élus 28. Celles-ci avancent des demandes de transparence de l'information, de sobriété numérique, d'économie numérique responsable, de la 5G au service du territoire<sup>21</sup>. D'après le conseiller municipal responsable de la mission,

---

<sup>19</sup> Démarche de la mission d'étude à Rennes : <https://metropole.rennes.fr/sites/default/files/inline-files/ME5g-D%C3%A9marche%20et%20M%C3%A9thodologie.pdf>.

<sup>20</sup> Rapport final: <https://metropole.rennes.fr/deploiement-de-la-5g-rennes-la-mission-detude-fait-54-propositions>.

<sup>21</sup> Les propositions émises sont classées selon huit axes d'action. Par exemple, au registre du dialogue avec les opérateurs, il préconise la révision conjointe de la charte locale de la téléphonie mobile, la mise

*Les marges de manœuvre de la Ville sont limitées sur la 5G, néanmoins elles existent. Nos propositions sont réalisables pour une grande majorité. On en a les moyens réglementaires. Bien sûr, il faudra les instruire dans le détail pour voir si elles sont faisables telles quelles (Huet, 2021a).*

Le rapport a été présenté au conseil municipal le 29 mars 2021. Dans la foulée, la maire a annoncé cinq actions majeures. À savoir :

- L'élaboration d'une nouvelle charte rennaise de la téléphonie mobile incluant des enjeux en matière de santé, d'énergie, de respect de l'environnement et de transparence.
- La construction d'un conseil du numérique responsable construit sur le modèle de nos comités consultatifs locaux pour assurer le suivi de la mise en œuvre des propositions de la mission
- Le déploiement d'un réseau de capteurs dans des lieux stratégiques de la ville à proximité d'antennes 5G afin de mesurer en temps réel les niveaux d'exposition aux ondes et garantir ainsi la transparence attendue par les habitants sur les impacts de la 5G.
- Le renforcement des structures éducatives au numérique (réseau d'espaces sociaux numériques et bibliothèques municipales).
- La création d'un pôle d'expertise municipal ayant pour mission de centraliser l'ensemble des sollicitations des opérateurs et d'assurer un traitement opérationnel des déploiements et de leurs impacts sur le territoire.

À la suite de cette annonce, cinq capteurs (en plus des cinq existants) ont été installés à proximité d'antennes de téléphonie mobile pour mesurer les niveaux d'exposition de la population aux ondes électromagnétiques. Cette installation a été réalisée avec l'appui de l'Agence nationale des Fréquences (ANFR). Les mesures sont réalisées par le laboratoire indépendant Exem et restent accessibles en permanence sur l'Observatoire

---

à jour de la charte des antennes relais en incluant le respect de l'environnement et de la biodiversité. Concernant le déploiement, les actions suggèrent la mutualisation des installations et la priorisation de la 5G en tenant compte des besoins réels dans les périmètres où le réseau 4G est saturé. Sur le plan de la transparence, les citoyens souhaitent accéder à une information complète de l'impact environnemental des terminaux et des réseaux ainsi que sur l'installation des sites antennes. Pour garantir la santé des Rennais, des actions de réduction des ondes mobiles dans le métro sont préconisées ainsi que la mise en place de « zones blanches et non subies ».

des ondes<sup>22</sup>. Le Service Santé Environnement de la Ville suit en permanence ces mesures et peut créer des seuils d’alerte pour être averti en cas de dépassement.

Quant à la charte locale de la téléphonie mobile<sup>23</sup>, la ville de Rennes a dû y renoncer. L’idée était de bonifier la charte existante des antennes relais<sup>24</sup> qui ne reprenait que la réglementation en usage. Or, dans l’entretien donné dans un journal local, Pierre Jannin, conseiller municipal délégué au numérique et à l’innovation, explique que

*Il y avait des réticences nationales [...] On était prêts à signer et les opérateurs ont tout arrêté du jour au lendemain. Que s’est-il passé ? Parce qu’on a été très en avance sur la concertation, on a été propulsé sur le devant de la scène nationale. Or, on poussait un peu fort. Et ils se sont rendu compte que si on le faisait à Rennes, on allait le faire partout (Huet, 2022)*

---

<sup>22</sup> Plusieurs villes françaises et belges sont partenaires de l’Observatoire : Rennes, Mulhouse, Strasbourg, Paris, Bordeaux, Nantes, Marseille, Orléans, Bruxelles.

<sup>23</sup> La charte de la téléphonie mobile prévoyait de prioriser le déploiement de la 5G au regard du besoin réel, dans les périmètres où le réseau 4G est déjà saturé ; de mutualiser les antennes ; et même de réguler les forfaits « illimités » des opérateurs en vue de davantage de sobriété numérique (Huet, 2022).

<sup>24</sup> Certaines collectivités françaises ont instauré des chartes avec les opérateurs. Ces « contrats » visent à favoriser la bonne information des citoyens des collectivités considérées et prévoient des dispositifs d’information des citoyens sur les antennes, l’intégration paysagère et urbanistique des antennes par exemple. Toutes les chartes examinées rappellent le dispositif légal et réglementaire. Dans sa charte de 2014, la ville de Rennes rappelle le dispositif de mesure prévu par les textes, notamment en matière de points atypiques et indique avoir chargé des sociétés privées de réaliser une cartographie des ondes électromagnétiques liées à la téléphonie mobile. La charte de la Ville de Paris, signée en 2017, contient un dispositif fixant le niveau de champ des fréquences de téléphonie mobile à 5 V/m, fixant ainsi un niveau maximal d’exposition de la population parisienne distinct de celui retenu pour caractériser les points atypiques. Une méthode de calcul du niveau d’exposition est annexée à la charte. Enfin, certaines collectivités utilisent leur site Internet pour délivrer au public de l’information sur les antennes relais, leur localisation, les règles d’usage du téléphone portable (Follenfant, 2020, p.25). En 2021, la ville de Paris a renouvelé sa charte en se basant sur les recommandations d’une conférence citoyenne qui s’est déroulée le 21, 28 novembre et 5 décembre 2020. La conférence a rassemblé 80 citoyens autour de cinq thèmes majeurs : l’impact environnemental, social, le respect des libertés publiques et des protections des données personnelles, les applications économiques et industrielles ou encore la protection des enfants et l’éducation aux usages numériques. Neuf articles composent cette charte signée par la ville de Paris et les quatre opérateurs français : (1) décliner les recommandations de la conférence citoyenne ; (2) favoriser la transparence sur le parc des antennes ; (3) garantir une bonne information sur les projets d’implantation ou de modification des antennes-relais ; (4) organiser une concertation permanente et efficace ; (5) faciliter l’implantation des antennes sur le patrimoine public et privé de la ville ; (6) contribuer à la bonne intégration des installations dans l’environnement ; (7) favoriser la sobriété à l’exposition aux champs électromagnétiques ; (8) mettre en place des outils de contrôle ; (9) les modalités d’application de la charte (5 ans). La charte est disponible à cette adresse :

<https://cdn.paris.fr/paris/2021/03/15/c45d9c389d8fdefeef5488aba34187a8.pdf>.

La ville de Rennes travaille finalement sur un document de partenariat avec les opérateurs et d'autres acteurs du numérique du territoire. Elle a également mis en place un observatoire de la téléphonie mobile visant à la transparence et au développement réfléchi des antennes. En clair, la ville a ouvert un guichet unique, qui est une nouvelle façon d'instruire les demandes des opérateurs en regroupant tous les documents en une seule fois. Ainsi, dans leur nouveau document de demandes d'autorisation d'installation des antennes, Rennes demande aux opérateurs de respecter quelques-uns des aspects présents dans la charte abandonnée à savoir s'engager à mutualiser le matériel au maximum, optimiser les déploiements, là où il y a un mauvais signal 4G ou les zones mal desservies par la fibre.

D'après le conseiller, la création de cet observatoire permet un plus grand contrôle par la ville même si « de toute façon, une ville a peu de pouvoir d'interdiction » (Huet, 2022). Toutefois la ville ne peut pas agir sur toutes les antennes, mais bien uniquement celles qui sont sur les bâtiments municipaux, pas celles sur des bâtiments privés ou appartenant aux bailleurs sociaux. Sur leurs bâtiments, Rennes met des contraintes et aide les opérateurs à trouver des endroits appropriés. En janvier 2022, l'observatoire de la téléphonie mobile a déjà traité 27 demandes (dont 25 en 5G) d'installation d'antennes. Ils ont pu faire un rappel à la loi auprès d'un opérateur parce que son dossier n'était pas complet. Finalement, une politique d'aménagement numérique du territoire pour ce qui est des antennes, mais aussi des réseaux de fibre optique, se met en œuvre par l'intermédiaire de cet observatoire.

*Au début, on s'était dit qu'on ne pouvait pas faire grand-chose. Mais finalement si. On peut obliger les opérateurs à suivre les process, imposer la transparence, un affichage... Et progressivement, ça devient beaucoup (Huet, 2022).*







La reproduction de ce document par quelque procédé que ce soit et sa traduction, même partielles, sont interdites sans l'autorisation du CERIU.

ISBN: 978-2-9821305-1-7

Tous droits réservés.

© CERIU 12/2022

*La version numérique de ce document est disponible à :*

[www.ceriu.qc.ca/observatoire](http://www.ceriu.qc.ca/observatoire)



Centre d'expertise  
et de recherche  
en infrastructures  
urbaines



**OBSERVATOIRE  
DE LA GESTION INTÉGRÉE  
DE L'ESPACE PUBLIC URBAIN**

1255, boul. Robert-Bourassa, bur. 800  
Montréal (Québec) H3B 3W3  
Canada

514 848-9885

Observatoire@ceriu.qc.ca

[www.ceriu.qc.ca](http://www.ceriu.qc.ca)