

## RÉINVENTER LA TÉLÉCOMMUNICATION PAR FIL ET FIBRE OPTIQUE L'AVENIR DE NOS SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATION

**A propos :** Voici une traduction libre résumant la publication de Timothy Schoechle, PhD, *Re-Inventing Wires: The Future of Landlines and Networks*. Ce texte, produit en 2018, décrit la situation peu reluisante des télécommunications aux États-Unis et la façon dont l'industrie a berné les représentants des gouvernements et le public sur la pertinence et l'importance des communications sans fil. L'auteur propose un retour aux technologies filaires et à la fibre optique, plus performantes, plus fiables, plus avantageuses pour le consommateur et sans les effets, maintenant avérés, sur la santé du sans-fil. Précisons que ce document traite de la réalité des États-Unis. Mais considérant les liens étroits de commerce et de politiques avec ce pays, on peut raisonnablement penser que les mêmes enjeux, sauf pour les aspects légaux, s'appliquent à notre société canadienne.

Pour les références, consulter le document original en anglais, 130 pages.

<http://electromagnetichealth.org/electromagnetic-health-blog/wires-long-press-release/>

(Marc Robert ing.)

**L'auteur :** Timothy Schoechle, PhD, est un expert reconnu internationalement dans le vaste monde des télécommunications. Il a notamment travaillé sur l'ingénierie des ordinateurs, la standardisation des protocoles de télécommunication, la recherche, la conception et la cyber sécurité. Il enseigne également à l'Université d'État du Colorado.

---

Internet est devenu une composante essentielle de nos sociétés modernes. Mais comment expliquer que les États-Unis, qui en sont le créateur, soient au nombre des pays les plus mal desservis quant à la proportion de leur population ayant accès à Internet, à la vitesse et à la qualité? La réponse est dans le constat de l'échec de l'économie de marché à fournir des biens essentiels aux infrastructures publiques. Il faut reconnaître qu'il est irréaliste d'attendre des capitaux privés qu'ils soient à l'avant-garde des besoins fondamentaux des communautés.

**1. Revenons au début.** C'est à fin du XIXe siècle que les premières communications par fils et sans fils ont été réalisées, soit le télégraphe, le téléphone et la radio. Dans la foulée, l'Union Internationale des Télécommunication fut créée afin d'établir des standards techniques pour l'interconnexion des réseaux téléphoniques et l'allocation des fréquences pour les différents usages. Aux USA, une première loi des Communications fut promulguée en 1934. Il s'ensuivit la création de la Commission Fédérale des Communications (FCC), organisme qui, depuis, encadre les communications par fil, la radio, la télévision, la câblodistribution, le cellulaire et les communications par satellite.

Avec l'arrivée d'Internet et de la téléphonie mobile, une révision du cadre légal s'imposait. D'où la nouvelle loi des Télécommunications de 1996. Suite à l'adoption de cette nouvelle loi, le secteur de la téléphonie filaire et du câble sont demeurés règlementés alors que le poids des lobbys a fait en sorte que le sans fils ne soit pas règlementé. Cette importante faille fut habilement exploitée par l'industrie. On a réussi à créer de puissants monopoles, Verizon, AT&T (Bell) et Comcast.

Ces entreprises se sont rapidement tournées vers les technologies du sans-fil, plus payantes à court terme, au détriment du filaire, un marché moins malléable parce que toujours réglementé (pour le bénéfice des communautés). Et ce, sur la base d'une fausse rhétorique de désuétude et de modernisme. D'où l'échec des politiques des télécommunications aux USA. Il en résulte qu'aujourd'hui les États-Unis sont au 17ème rang des 20 pays les plus développés en terme de vitesse de données et de population desservie.

L'histoire des télécommunications américaines confirme qu'il est irréaliste d'attendre des monopoles privés, réglementés ou non, de réaliser les investissements à long terme nécessaires à la construction durable de l'autoroute de l'information publique dont le pays a besoin. Les entreprises rechercheront invariablement le chemin le plus rapide et le plus rentable, ce qui a conduit à mettre l'accent sur le sans-fil.

## **2. Un cours tutorial sur la radio communication :**

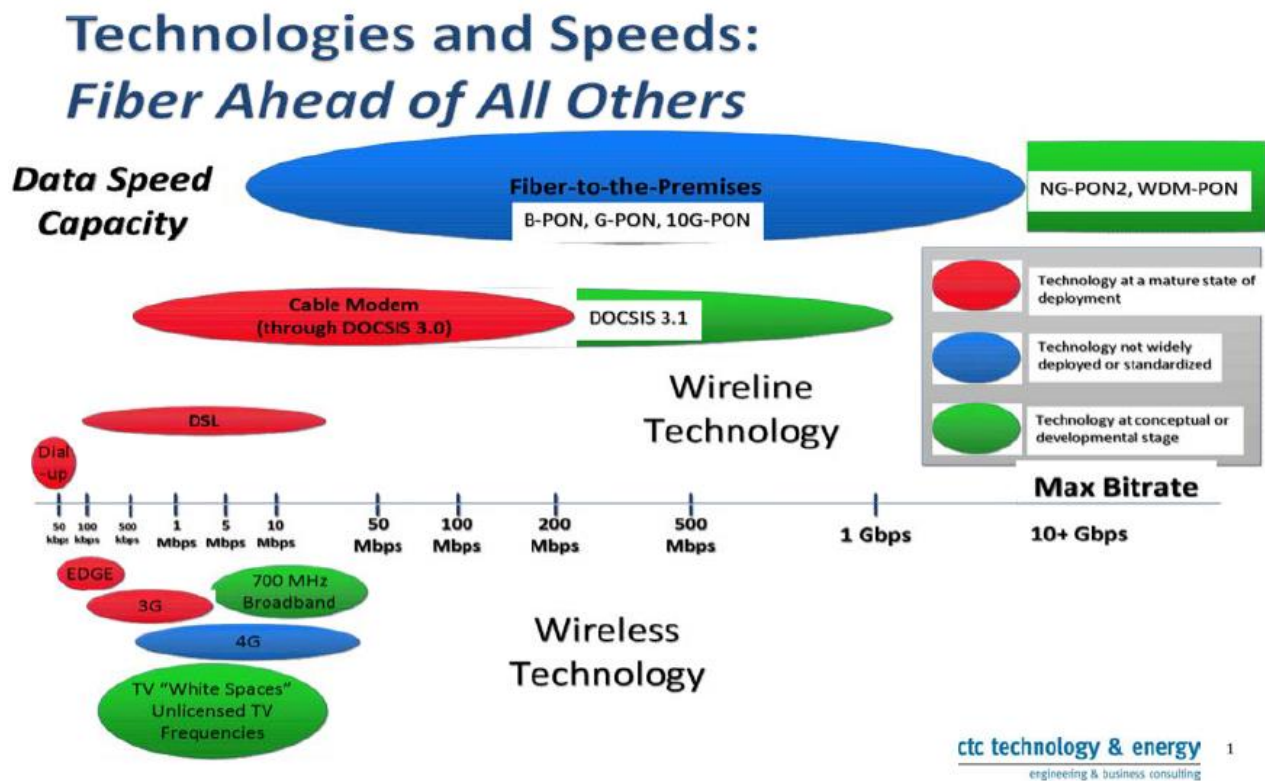
*Lorsqu'un courant électrique continu (DC) passe dans un fil, il crée un champ magnétique statique autour du fil. S'il y a des variations du courant (AC), le champ magnétique varie, lui aussi, proportionnellement. Si le courant s'inverse, le champ s'inverse également. Plus la variation du courant est rapide, autrement dit plus la fréquence est élevée, plus le champ magnétique grandit dans l'espace autour du fil. Dans ces circonstances, ce qui se passe, c'est que l'énergie, sous la forme d'un champ magnétique, quitte le fil et se propage dans l'espace. C'est la manière dont fonctionne la propagation des ondes radio. Lorsque les variations de courant ne sont pas rapides, autrement dit dans les basses fréquences, les ondes propagées sont longues et celles-ci peuvent contourner plus facilement les obstacles. Dans les fréquences plus hautes, les ondes contiennent plus d'énergie mais se propagent plutôt en ligne droite et contournent peu les obstacles. Dans le cas où le fil est enveloppé dans une gaine métallique, les radiations restent confinées dans cet ensemble filaire et ne sont pas radiées dans l'espace. Cela permet d'acheminer l'énergie sur de longues distances. C'est le fonctionnement du câble coaxial. La lumière visible est tout simplement une onde à une fréquence plus élevée. Le rayon-X est encore plus élevé. Pour ce qui est des micro ondes, elles sont d'une fréquence intermédiaire, soit dans les 100 MHz (3 mètres) et plus. Une fréquence de 10 GHz sera d'une longueur d'onde de trois centimètres, ce qui est l'ordre de grandeur des ondes des téléphones cellulaires et des communications Wi-Fi. Le projet de réseau de téléphonie mobile de nouvelle génération, 5G, ira à des fréquences encore plus élevées (par exemple, 60 GHz et plus) avec des longueurs d'onde qui seront dans les millimètres, dites ondes millimétriques.*

## **3. Comment les systèmes filaires sont-ils plus avantageux?**

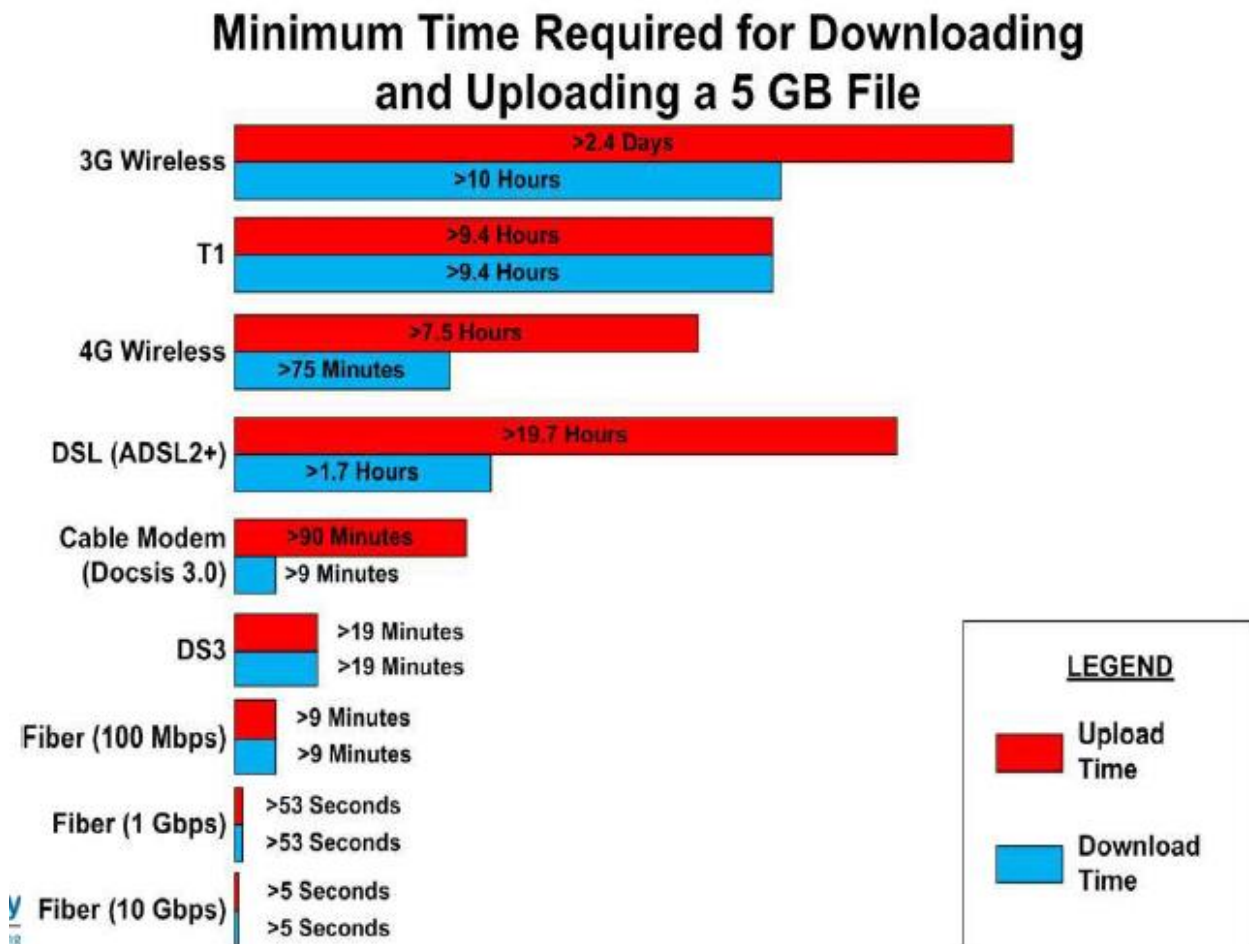
Comme on peut le voir sur la figure ici-bas, on obtient des vitesses d'opération nettement plus élevées avec des fils ou de la fibre optique par comparaison au sans-fil. L'axe horizontal représente, de gauche à droite les vitesses de transmission. Sous l'axe, ce sont les technologies du sans fil. En rouge sont les systèmes présentement en usage. En bleu, les systèmes sont à la fois en usage et en déploiement, alors qu'en vert ce sont des techniques en processus de développement.

Les 3G et 4G sont les dernières générations des téléphones intelligents. Dans 700 Mhz on retrouve, notamment, les compteurs intelligents. Pour ce qui est du ``TV White Spaces``, ce sont les fréquences de télévision non utilisées comme telles et récemment vendues au privé. Le 5G n'apparaît pas ici. Les performances sont meilleures que pour le 4 G mais ne pourront jamais être ce qu'elles sont pour la fibre optique. Au-dessus de l'axe horizontal, on retrouve les technologies par fil et par fibre optique. Le DSL est la traditionnelle ligne téléphonique de fils de cuivre. On constate encore une fois que la fibre optique est nettement supérieure en terme de vitesse. Toutefois il est important de savoir, que même si la ligne téléphonique (DSL) et le câble performant bien actuellement, des récents développements techniques ont permis d'augmenter encore sensiblement leurs performances. Cela de manière à ce qu'on puisse en faire un usage hybride avec la fibre optique pour certaines applications de fin de parcours, notamment pour l'accès aux résidences et dans les édifices à bureaux. Même dans l'éventualité de futurs progrès technologiques de part et d'autre, le filaire restera toujours nettement plus performant.

Une récente innovation des ports USB et le la ligne DSL procure un avantage intéressant en fournissant une alimentation DC de 100 watts. Ce qui limitera ainsi le besoin d'une alimentation à 120 Vac, branchée dans la prise de courant, pour bien des appareils numériques.



La figure suivante est une autre représentation des vitesses de transmission de données illustrant la rapidité des systèmes filaires et optiques par rapport aux autres. On y voit ici le temps requis pour télécharger et télétransmettre un fichier de 5 Gb.



L'importance de la vitesse peut grandement varier selon l'application (données, images, sons, graphiques) ainsi que pour l'appareil utilisé (ordi, téléphone cellulaire, tablette, écran) et pour d'autres raisons, tels le besoin et le temps de réaction nécessaire.

Pour les raisons mentionnées précédemment, le sans fils a énormément gagné en popularité mais ne sera jamais un substitut pour le filaire, qui lui, offre plus de potentiel pour le travail, le développement économique et la sécurité. Malheureusement, l'industrie du sans-fil s'est tournée vers l'hyper commercialisation et les activités les plus lucratives telles que la publicité, la vente de données (données de base pour la publicité) et l'obsolescence programmée pour mousser la vente d'appareils. Il existe en plus toute une panoplie de bonnes affaires avec des produits connexes, tels que de petits accessoires, des applications et des logiciels. Cela se fait au détriment des valeurs sociales et culturelles, de la santé ainsi que de l'innovation et des changements technologiques fondamentalement utiles à la société. En 2015, les statistiques montraient que la plus grande utilisation de bande passante sur Internet était pour Netflix et la plus grande catégorie

de contenu unique sur Youtube était des vidéos de chats. Que cela soit décevant ou non, ce qui l'est encore plus est que la structure d'Internet, son développement, sa conception et son maintien soient en fonction de ce type de contenu et non pour les besoins fondamentaux des populations.

#### 4. L'Internet des objets (IdO)

L'Internet des objets (IdO) se présente comme une nouveauté appelée à dominer le champ des technologies d'avenir. Ce serait l'une des principales justifications pour l'expansion des réseaux sans fil avec la 5G (ci-bas). L'IdO consiste à relier tous les objets au web et à une multitude d'applications sur appareils mobiles ainsi que l'échange de données sur le ``nuage``. Par exemple, un cellulaire intelligent permettrait de connaître la température dans sa résidence de partout dans le monde et au besoin, de régler à distance les thermostats. Cette notion d'IdO a donné naissance à une frénésie d'investissements pour toutes sortes de composantes électromécaniques et d'appareils intelligents : la brosse à dents, l'ampoule d'éclairage, le parapluie et le grille-pain, etc

Cette hyper commercialisation a des côtés sombres. A l'heure actuelle, les objets connectés, avec fils ou par les ondes que nous utilisons, sont principalement les ordinateurs, les téléphones intelligents et les tablettes. Ceux-ci nécessitent une adresse unique pour être reconnus par les serveurs informatiques. La structure et les standards de cette adresse ont été convenus mondialement. Il s'agit d'un protocole informatique. Dans le jargon, cette adresse s'appelle *internet protocol* (IP). La version actuelle du protocole est le IPv4. Mais avec la gigantesque expansion projetée d'objets connectés, il a fallu standardiser un nouveau protocole, le IPv6. Celui-ci permettant de passer des 4.3 billions ( $4.3 \times 10^9$ ) d'adresses à 32 bits, que nous avons présentement, à 340 trillions de trillions de trillions ( $3.4 \times 10^{38}$ ) d'adresses à 128 bits pour le futur. A elle seule, cette augmentation numérique de l'adresse de l'objet connecté nécessitera plus d'espace dans les serveurs, plus de capacité de traitement, donc plus de temps. D'où une demande accrue pour plus de bande passante et plus de sites d'émission. Et, bien entendu, tout cela se traduit par une augmentation de la dépense d'énergie.

Revenons à l'exemple de la brosse à dents connectée. On pourra vous aviser automatiquement lorsque ce sera le moment de changer la tête de la brosse à dent. On vous proposera de vous en vendre une nouvelle et parions que l'appareil ne pourra plus fonctionner tant que ce ne sera pas fait. Les fabricants pourront décider de ne plus supporter tel ou tel logiciel d'opération et ainsi statuer sur la désuétude de vos appareils. Cela illustre jusqu'à quel point l'industrie aurait du pouvoir sur le citoyen.

Des applications valables peuvent exister avec l'IdO. Notamment dans les domaines de la santé et de la médecine. Ce, grâce à une nouvelle génération de capteurs en développement à faible énergie ou même à recharge par le mouvement, la lumière, la chaleur ou la vibration.

Cette vision des choses connectées aura de fortes implications comportementales. Il y a une évidence croissante que les médias sociaux sont la cause de dysfonctions d'apprentissage et de difficultés de socialisation chez les enfants. Les parents ne sont pas préparés pour affronter de telles complications et malheureusement la plupart des sources d'émission ne peuvent être

désactivées. Une frange de la population vit déjà des problèmes de dépendances, faut-il en ajouter? L'expérience du passé montre que tout cela est avant tout motivé par les bénéfices monétaires pour la vente de nouveaux appareils et applications et non pas pour une plus-value de nos vies ou un besoin réel. Ce qui se veut être un facilitant dans nos vies, risque d'être une source de tracas.

Cette croissance rapide anticipée de processus automatisés est appelée à générer une consommation d'énergie invisible pour l'utilisateur et hors de son contrôle.

## 5. La 5G.

L'industrie fait pression pour l'implantation d'une 5ème génération de téléphonie mobile, la 5G. Mais sachant quels sont les principaux usages que l'industrie veut mousser avec le sans fils, on peut se questionner sur la pertinence de la 5G.

La stratégie permettant de densifier les accès au sans-fil est la multiplication de plus petites cellules, appelées micro-cellules, pico-cellules et même femto-cellules. Ces émetteurs, a peine la grosseur d'une mallette, seraient disséminés le long des rues dans les poteaux d'utilité publique. Considérant qu'il n'y a plus de fréquences disponibles dans les gammes d'opération des réseaux cellulaires présentement en usage, on irait puiser dans la partie plus élevée du spectre des radiofréquences pour aller jusqu'aux ondes millimétriques.

Par contre les bienfaits que ces innovations pourraient nous rendre en services essentiels risquent d'être compromis par l'augmentation du smog électromagnétique apporté par la 5G et l'IdO. En effet, une surabondance d'émissions dans nos environnements créerait un bruit de fond électromagnétique, ce qui rendrait plus difficile la réception des ondes et ainsi nécessiterait des puissances d'émissions plus élevées.

L'automobile autonome est également au nombre des justifications pour la 5G. Malheureusement l'acceptabilité sociale n'est pas au rendez-vous. Ce qui se cache sous les pressions de l'industrie pour ce mode de transport, ce sont les ventes de produits connexes, les logiciels, les capteurs, les services et les données.

À l'heure actuelle, maintes applications de l'IdO proposées par l'industries tiennent plus du mirage que d'une authentique plus-value dans nos vies. Par contre, d'autres peuvent apporter beaucoup, telles l'automatisation industrielle (communication machine à machine, M2M) et la ville intelligente. Il faut savoir que la plupart des applications auraient grandement avantage à être câblées pour des raisons de performance et de sécurité. La 5G n'est pas justifiée pour l'IdO. Ce sont plutôt la vidéo en direct (*streaming*), la publicité et la collecte d'informations qui sont les véritables motifs pour l'implantation de la 5G.

## **6. Risques pour la santé**

Dans tout cela, on ne peut plus ignorer les risques pour la santé de l'exposition aux champs électromagnétiques (CEM). Chaque cellule du corps humain fonctionne par des signaux électrochimiques. Le cerveau exerce, en partie, un contrôle sur le corps par une série de neurones. Il n'est pas surprenant d'apprendre que les champs électriques et électromagnétiques ont des effets perturbateurs sur le corps, au niveau cellulaire, et ainsi pour son fonctionnement dans l'ensemble. Il y a de plus en plus d'évidences sur les effets non-thermiques de l'exposition à toutes les fréquences du spectre électromagnétique. Un rapport publié récemment par le Programme National de Toxicologie du gouvernement américain (NTP) établit un lien avéré entre les rayonnements à faible niveau du téléphone cellulaire et le cancer chez les rats. L'Organisation mondiale de la Santé a classé les CEM comme possiblement cancérigènes pour l'humain. La recherche démontre des risques additionnels, notamment le stress oxydatif, les dommages par les radicaux libres, les dommages à l'ADN cellulaire, une baisse de fertilité, des effets neurologiques et neuropsychiques, une augmentation de l'apoptose, une augmentation du calcium intracellulaire, des impacts sur le développement et l'apprentissage des enfants, la santé mentale et la socialisation.

La Commission Fédérale des Communications (FCC) ne peut plus ignorer les effets sur la santé et doit revoir les niveaux d'exposition sécuritaires. Il est intéressant de voir que la France soit devenue la première nation à bannir le cellulaire à l'école élémentaire et secondaire.

## **7. Le poids des lobbys**

Qu'en est-il des organismes publics en autorité ayant le mandat d'assurer le meilleur service à la population? Malheureusement, par le phénomène des portes tournantes, des gens de l'industrie accèdent à des postes dans les organismes gouvernementaux responsables. Ce qui les met en conflit d'intérêt. C'est notamment le cas de Thomas Wheeler, un ancien lobbyiste du privé devenu président de la FCC. A ce poste, il est devenu un acteur important pour l'implantation de la 5G. On sait maintenant que la loi des télécommunications de 1986 a été largement influencée par les lobbys et que ceux-ci sont à l'origine de plusieurs législations locales interdisant, à quelques 20 États et à des villes, de réglementer l'implantation des tours de cellulaires pour des raisons de santé. En négligeant la qualité et l'accessibilité au câble, en favorisant son démantèlement et l'interdiction de la fibre optique, par son lobby, le privé a mis en place les conditions favorables à des tarifications exagérément élevées pour le sans-fil autant que pour la réintroduction du filaire. Considérant que les technologies de télécommunication ont de forts impacts sociaux et économiques, il y a, inévitablement, des choix politiques à faire. Ces choix sont d'autant plus difficiles lorsqu'il y a de forts enjeux monétaires.

## **8. Exemple pour l'économie locale**

De nombreux exemples montrent jusqu'à quel point la joute est serrée entre le privé, qui mène une concurrence agressive, et les communautés locales qui luttent pour l'accessibilité à des services

efficaces en matière de télécommunication. En 2010, ville de Chattanooga fut la première ville à se doter d'un réseau de fibre optique offrant un service Internet pour les besoins industriels et résidentiels, trois fois plus rapide que ce qui était offert par le privé à une fraction du prix. Cela attira une douzaine d'industries spécialisées qui profitèrent de ces services de télécommunications rapides pour le développement d'applications médicales et l'impression 3D. Il s'ensuivit une croissance de 13,5 pourcent du salaire moyen des résidents et de 14 pourcent de la valeur des propriétés. Tout cela en dépit d'une baisse généralisée de l'économie dans l'État. Bien que l'Internet rapide soit une nécessité, notamment pour l'instruction et les emplois, un tiers des foyers à bas revenu aux É-U. en est privé. Dans l'exemple de Chattanooga, la Compagnie locale de câblodistribution a poursuivi la municipalité pour compétition déloyale. Même si elle n'a pas gagné, cela montre qu'il y a bien des visages à la problématique de la faiblesse du service Internet. Entre autres, la FCC a approuvé en 2015 le démantèlement ``expérimental`` de réseaux de lignes téléphonique traditionnels.

## **9. Efficacité énergétique**

En terme d'efficacité énergétique, le cellulaire, dans sa version actuelle, occasionne une dépense en électricité équivalente à celle d'un frigo moyen *Energy Star*. Pour ce qui est de l'empreinte carbone d'Internet, elle est passé de 6 à 30 MegaTonnes, de 2012 en 2015, représentant un ajout de 4,9 millions d'autos sur la route et 90 % de cette augmentation est attribuable au sans fil. Cette croissance rapide anticipée de processus automatisés est appelée à générer une consommation d'énergie invisible pour l'utilisateur et hors de son contrôle. La production d'électricité et sa distribution sont appelées à subir des changements drastiques au cours des prochaines années. Un nouveau modèle de gestion de l'électricité intégrerait l'auto-production avec des panneaux solaires et une gestion bidirectionnelle. Dans une telle perspective, les réseaux actuels de compteurs intelligents deviendraient inutiles.

## **10. Rétablir des réseaux de communication efficaces**

Les développeurs d'Internet n'ont de compte à rendre à personne et ont ainsi façonné le web pour la publicité et la vente. Le modèle d'affaires publicitaire génère une énorme quantité de trafic de données invisibles, parfaitement intégrées au fonctionnement du navigateur et par le fait même complètement ignorées des utilisateurs. En cliquant sur un lien Web, l'utilisateur peut initier, à son insu, une séquence d'événements conduisant à l'échange de centaines de messages, pour l'analyse de ses préférences, l'affichage de publicité, la suggestion d'achat d'un produit, le tout finalement téléchargé et affiché sur sa page Web. L'action de l'utilisateur ne pourra se terminer tant que la publicité ne sera pas affichée à son écran. Ce processus introduit un retard de performance, sans qu'on sache à quel point le retard est attribuable au trafic réseau et à la vitesse d'accès de l'utilisateur. D'où un manque d'efficacité. Le consommateur devrait pouvoir décider et gérer les accès externes à ses données.



Le modèle actuel a failli à la tâche en regard des besoins fondamentaux de la population qui sont : un accès à Internet à toutes les communautés sur le territoire, un service suffisamment rapide à l'égal des défis administratifs, sociaux et techniques de la société moderne, une communication sécuritaire en terme de continuité et de confidentialité. Ce, autant pour le développement économique que pour des applications dans des domaines tels que la santé et l'éducation. Il faut également des services neutres et indépendants. Des fournisseurs censurent les contenus, tel Verizon, qui ne permet que les téléchargements préalablement approuvés. Avec l'IdO, le respect de la vie privée sera un problème monumental. Sachant que la toile sert, entre autres, à vendre de la publicité, l'industrie a peu d'incitatifs à maintenir une quelconque sécurité. On a dit que l'Internet est maintenant un bien essentiel au même titre que les routes, les services d'eau et d'égout, les bibliothèques, etc, qui ne peut être laissé aux aléas du marché. De la même manière, Internet devrait être construit, financé et géré de façon analogue aux services municipaux.

Les communautés n'ont pas à payer, par l'entremise des forfaits d'Internet et du cellulaire, pour tout ce qui est mis en œuvre par l'entremise des médias sociaux et autres afin de mousser la publicité et le commerce en ligne. L'IdO et la 5 G sont appelés à augmenter de manière significative l'exposition aux champs électromagnétiques (CEM) dans les environnements de vie. À cet égard, la fibre optique est plus avantageuse. Le filaire et le sans-fil ne sont pas des compétiteurs mais des compléments et le sans-fil doit être limité aux activités mobiles impossibles à câbler. Pour l'IdO, la 5G n'est pas justifiée, ni pour la ville intelligente. C'est plutôt la vidéo en direct (*streaming*), la publicité et la collecte d'informations qui sont les véritables motifs pour l'implantation de la 5G. Dans ce contexte, les communautés devraient reprendre le pouvoir de décider, en regard des avantages et des inconvénients, d'accepter ou de refuser des sites d'antennes dans leurs milieux de vie.

Les données actuelles montrent que la fibre optique est supérieure en terme de vitesse. De plus, de récents développements techniques ont permis d'augmenter sensiblement la performance du câble et de l'ancienne ligne téléphonique. Ces équipements peuvent alors être avantageusement utilisés en hybridation avec la fibre optique pour les fins de ligne, dans les bâtiments ou pour des distances plus courtes. Même dans l'éventualité de futurs progrès technologiques, de part et d'autre, le filaire restera toujours plus performant. Le sans-fils ne doit être utilisé que pour ce qui est mobile. Les grands des télécom rechignent à développer des réseaux qu'ils ne peuvent contrôler et ainsi adapter aux contenus qu'ils veulent bien livrer. Il faut reconnaître qu'il est irréaliste d'attendre des capitaux privés qu'ils développent des réseaux pour les besoins primordiaux de la population. On argue fréquemment que la fibre optique est plus chère. On ne peut comparer les coûts du sans fil à ceux de la fibre optique. Celle-ci a des avantages techniques et sociaux que le précédent n'a pas et qui sont nécessaires au développement des communautés. Celles-ci doivent donc acquérir et gérer leurs infrastructures de fibre optique et de câblage appropriées.