

LA 5G, UNE RUPTURE ET DES QUESTIONNEMENTS

L'arrivée de la 5G enflamme le débat public : véritable rupture, elle suscite des interrogations légitimes. Explications de **Serge Abiteboul** sur cette technologie, ses enjeux, les défis et les incertitudes qu'elle porte, afin que, informés, nous puissions mieux choisir.

Dans le cadre de notre partenariat avec l'Académie des sciences, des académiciennes et académiciens analysent et apportent leur éclairage sur les grands enjeux du monde contemporain au travers de questions scientifiques qui font l'actualité.

L'arrivée d'une nouvelle génération de téléphonie cellulaire est toujours un événement. Celle de la 5G – la cinquième génération de réseaux mobiles, qui succède aux technologies 2G, 3G et 4G – a soulevé de nombreuses critiques fondées. Comme membre du collège de l'Arcep (Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse) et de l'Académie des sciences, j'ai été doublement interpellé à ce sujet. J'ai notamment participé à l'écriture d'un rapport de l'Académie des sciences sur la 5G, à une série d'articles avec Gérard Berry et à un dossier pour l'Institut polytechnique de Paris ; la page « Parlons 5G : toutes vos questions sur la 5G » du site de l'Arcep apporte aussi de nombreuses réponses (voir « En savoir plus »). Le présent article, inspiré de ces textes, est un résumé de ce que je sais aujourd'hui du sujet.

LE COIN DE LA TECHNIQUE

La 5G est un nouveau standard technologique qui intègre dix années de recherche et développement dans le domaine des communications cellulaires. Elle apporte des améliorations en termes de débit, de latence (le délai de transmission d'un paquet de données), de densité de connexion, mais aussi de sécurité des communications et d'efficacité énergétique. D'un point de vue technologique, un changement vient des évolutions des antennes et du traitement des ondes radio, avec notamment les antennes « massive MIMO » (1), qui permettent d'exploiter des fréquences radio ayant des capacités plus importantes afin d'atteindre des débits plus élevés et de maintenir plus de connexions simultanées. La convergence des réseaux télécoms

avec les réseaux informatiques s'appuyant sur des socles de logiciels communs et banalisés, ainsi que des techniques comme le « slicing » (qui permet une découpe virtuelle d'un réseau en plusieurs tranches, des « slices ») ou le « edge computing » (qui consiste à gérer les données à la périphérie du réseau, près des applications) complètent la panoplie des innovations de la 5G pour des usages plus fiables et plus flexibles.

LES USAGES

Pour le grand public et à court terme, la 5G servira surtout à éviter la saturation des réseaux 4G dans les centres-villes. Ce qui changera aussi, à moyen terme, ce sera l'arrivée d'applications autour de la vidéo et des jeux en réseau s'appuyant sur des débits plus importants et une faible latence.

Les usages qui vont créer une véritable rupture et apporter des innovations radicales sont plutôt à attendre du côté professionnel. La moindre transformation d'une chaîne de production demande aujourd'hui de repenser la connectique, une complexité qui disparaît avec la 5G. Dans les usines, la maintenance, notamment prédictive, devrait être transformée. La logistique et les transports collectifs devraient également être fortement impactés, se voir plus automatisés. Certains prédisent aussi une vraie disruption dans les territoires connectés, et dans l'agriculture connectée, avec un recours massif à des capteurs 5G remontant des informations comme des malformations sur des pièces en fabrication. On parle aussi de médecine et de voitures individuelles connectées en 5G, et de bien d'autres applications encore. La 5G va ainsi permettre l'arrivée de nombreux nouveaux services, mais à quelle vitesse, et quelles seront les « killer apps » (les applications qui feront véritablement adopter cette technologie) : cela est difficile à dire.



BRITTE BAUDESSON

LE TEMPS DES INTERROGATIONS

Plus que d'autres avant elle, cette nouvelle génération de téléphonie cellulaire a déclenché une volée de critiques : risques sanitaires, menaces sur l'environnement, atteintes à la sûreté des réseaux et au-delà à la souveraineté de l'État, surveillance de masse. De tels questionnements sont légitimes à l'égard d'une technologie qui va changer nos vies. Nous discuterons ici de deux d'entre eux qui nous paraissent particulièrement essentiels.

LE RISQUE SANITAIRE

Les ondes électromagnétiques inquiètent depuis le développement massif de leurs émissions dans les activités humaines. Leurs effets sur la santé ont été intensément étudiés sans véritablement permettre de conclure à une quelconque nocivité dans un usage raisonné. La grande majorité des spécialistes estime qu'il n'y a pas de risque sanitaire avec les ondes des téléphones cellulaires à condition de

« LA 5G VA ÉVITER LA SATURATION DES RÉSEAUX MOBILES DANS LES ZONES DENSES ET AMENER DES INNOVATIONS RADICALES DANS L'INDUSTRIE, L'AGRICULTURE, LA MÉDECINE, LES TRANSPORTS... »

bien suivre les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé, et la France va au-delà. Cela ne dispense évidemment pas de poursuivre les recherches sur ce sujet, en particulier autour des aspects les plus nouveaux de la technologie comme les nouvelles fréquences ou les antennes directionnelles.

LES MENACES SUR L'ENVIRONNEMENT

La 5G, comme le numérique en général, a une empreinte environnementale importante. Elle met à l'ordre du jour de façon aiguë un enjeu capital : comment tirer les bénéfices du numérique tout en maîtrisant les impacts environnementaux ? Une analyse du cycle de vie nous conduit à considérer trois grandes phases pour les impacts de la 5G sur l'environnement : la fabrication des équipements (consommation de matières premières et consommation énergétique) ; leur utilisation principalement consommatrice d'énergie ; la gestion de leur fin de vie avec la production de déchets.

Pour simplifier, nous nous concentrerons ici sur la consommation énergétique et donc sur la génération de gaz à effet de serre. Mais ce n'est qu'une facette de l'empreinte environnementale de cette technologie, comme du numérique en général. On pourrait aussi parler de l'exploitation de ressources naturelles non renouvelables, de déchets peu recyclables ou des pollutions causées par l'extraction des métaux rares.

Le déploiement de la 5G conduit à changer des équipements. A contrario, son non-déploiement aurait conduit à la densification du réseau 4G, donc aussi à la production d'équipements, et surtout à des surcoûts énergétiques de fonctionnement car, à volume de données constant, la 5G est plus efficace. Ce qui complique tout, c'est que le passage à la 5G pourrait encourager des usages excessifs de débit par un effet de rebond difficile à quantifier. Selon les hypothèses que l'on formule, on obtient des résultats radicalement différents sur son empreinte environnementale.

Si l'incertitude est importante, les scénarios envisagés par exemple dans le rapport du Haut Conseil pour le climat (2) concluent tous que le déploiement de la 5G engendre une croissance importante de cette empreinte, principalement du fait de l'accroissement du nombre d'objets connectés au réseau. Une étude menée par un comité d'experts auquel participent les principaux fournisseurs d'équipement réseaux et les quatre opérateurs mobiles métropolitains, et dont l'Arcep a assuré le secrétariat, apporte un éclairage plus détaillé (3). On constate que le déploiement de la 5G permet aux réseaux mobiles d'être beaucoup plus sobres dans les zones denses. En revanche, »



GUO SHINING / VCG VIA GETTY IMAGES

Le déploiement de la 5G en Chine, où un million d'antennes ont déjà été érigées. En France, un rapport remis en mars à Bercy indique un retard de la 5G industrielle.

» dans les zones à faible densité, à court et à moyen termes, ce serait plutôt l'effet contraire.

En fait, il est difficile d'analyser les effets de la 5G en isolant celle-ci du reste de l'écosystème numérique. C'est toute la consommation énergétique du numérique qu'il faut remettre en question. La difficulté de dégager des certitudes dans ce domaine met en évidence un grand besoin d'évaluations précises de cette consommation énergétique. Elles sont indispensables pour guider les politiques publiques, mais également le comportement des utilisateurs et les choix des entreprises. Une nouvelle mission de l'Arcep, notamment dans le cadre de travaux avec l'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) menés depuis 2020, est de quantifier l'empreinte environnementale du numérique. Une nouvelle loi lui permet d'ailleurs de collecter des données de tous les acteurs du monde numérique, matériel essentiel pour toute analyse des impacts environnementaux en préalable à une possible régulation de l'écosystème sur ces aspects.

Enfin, il faut également tenir compte des effets positifs de la 5G, et du numérique en général. Les innovations qui apporteraient des gains environnementaux dans les autres secteurs, notamment dans l'agriculture et les transports, sont à encourager. Mais il n'est bien sûr pas question de s'appuyer sur ces « externalités positives » pour ne pas avoir à se soucier des effets négatifs.

« À VOLUME DE DONNÉES CONSTANT, LA 5G EST PLUS EFFICACE SUR LE PLAN ÉNERGÉTIQUE QUE LA 4G. MAIS ELLE POURRAIT ENCOURAGER DES USAGES EXCESSIFS DE DÉBIT. »

LA SITUATION AUJOURD'HUI

La 5G sert comme prévu à empêcher les zones denses de saturer. Pour ce qui est de la 5G industrielle, un rapport de Philippe Herbert demandé par le gouvernement, remis le 3 mars 2022, indique un retard de la France, même si les expérimentations sont nombreuses. Les industriels estiment par exemple que pour les fréquences autour de 2,6 GHz, pour l'instant réservées aux usages professionnels, le prix est trop élevé, la maille géographique trop grande, et qu'il pourrait être nécessaire d'ouvrir des opportunités d'expérimentation dans d'autres bandes de fréquences. Le rapport insiste aussi sur le besoin de montée en compétence du tissu économique et industriel afin qu'il puisse s'emparer des opportunités qu'offre cette nouvelle technologie.

Enfin, une technologie ambitionne de transformer la téléphonie cellulaire : l'open RAN (Radio Access Network, réseaux d'accès radio). Comme l'open source a boosté le logiciel depuis des dizaines d'années, l'open RAN pourrait booster les télécoms cellulaires. En élargissant les fonctionnalités, en augmentant l'interopérabilité entre les composants de différentes entreprises, cette technologie se propose de diminuer les coûts de déploiement et de gestion du réseau et d'encourager l'innovation au-delà des acteurs qui animent traditionnellement le marché. Cette approche pourrait accélérer des avancées majeures, encore bien difficiles à prédire. ●

(1) Massive MIMO (Multi Input Multi Output) : antenne constituée de nombreux petits sous-ensembles antennaires qui exploitent au mieux la diversité spatiale de la propagation des ondes entre le réseau et les terminaux.

(2) « Maîtriser l'impact carbone de la 5G », rapport du Haut Conseil pour le climat, décembre 2020. En ligne sur : www.hautconseilclimat.fr

(3) « Consommation énergétique des réseaux mobiles. Étude comparée sur l'évaluation de la consommation énergétique d'un déploiement 4G vs 5G », janvier 2022. En ligne sur : www.arcep.fr

EN SAVOIR PLUS

Le site de l'Académie des sciences : www.academie-sciences.fr

« Rapport sur la 5G et les réseaux de communications mobiles », Académie des sciences, 2021. En ligne sur : www.academie-sciences.fr

Sur le blog Binaire, série d'articles de Serge Abiteboul et Gérard Berry sur différents aspects de la 5G : www.lemonde.fr/blog/binaire/5g

« 5G : amélioration ou aggravation du bilan carbone ? », de Serge Abiteboul et Patrick Lagrange, Polytechnique Insight, 1^{er} mars 2022. En ligne sur : www.polytechnique-insights.com

« Parlons 5G : toutes vos questions sur la 5G » sur le site de l'Arcep : www.arcep.fr

« Open RAN : la radiotechnologie qui veut hacher menu les télécoms », de Tom Cassauwers, DataNews, 24 avril 2020, sur : datanews.levif.be