

<https://ricochets.cc/La-5G-infrastructure-logique-d-internet.html>



La 5G, infrastructure logique d'internet

- Les Articles -

Publication date: vendredi 8 mai 2020

Copyright © Ricochets - Tous droits réservés



La 5G n'est pas contagieuse, cessons de la propager

Dans le discours de ceux qui la promeuvent, la 5G pourrait inaugurer une nouvelle révolution industrielle, comme le charbon ou l'électricité en leur temps. Son installation est d'ores et déjà en cours. En France, dans de nombreuses villes des expérimentations sont en cours et l'installation avance. [1]. Elon Musk [2] prétend offrir un accès internet à tout le monde. L'Union Européenne a conclu un New Deal Mobile qui vise la disparition des « zones blanches » d'ici 2022. D'ici 2025, si les solutions techniques sont peu à peu stabilisées, la 5G pourrait être littéralement partout.

Déjà, des pétitions et des appels contre ce nouveau réseau circulent, des antennes de 5G sont depuis peu volontairement incendiées, principalement en Angleterre. Difficile en effet de ne pas voir un complot dans le silence des autorités publiques qui entoure l'installation des infrastructures nécessaires à la 5G. Si rien n'est dit, ou presque, toutes les grandes entreprises du monde sont en ordre de guerre, et des conflits se préparent entre les puissances internationales pour la mainmise des marchés de 5G. Déjà, les États-Unis cherchent à imposer qu'aucun pays n'accepte de contrats auprès de l'entreprise chinoise Huawei, l'Union Européenne a investi plus de 50 millions d'euros dans l'installation de la 5G (et ce n'est rien encore) et l'envoi de 30 000 satellites dans l'atmosphère est en cours [3].

Gagnant en popularité depuis le début de la crise du COVID-19, une théorie inspirée de l'anthroposophe Rudolf Steiner établit une corrélation historique entre des périodes d'accroissement de l'électrification de la terre et l'apparition de pandémies : alors que les ondes radios émergent en 1916, la grippe espagnole ravage le monde entier en 1918. En 2009, l'épidémie de grippe aviaire suit quant à elle immédiatement l'installation de la 4G. Aujourd'hui, alors que la 5G est en cours d'installation, c'est le COVID-19 que le monde doit affronter. Face à ce type de raisonnement, les médias 'sérieux' (dont le Monde) s'empressent de multiplier les articles démontrant combien l'hypothèse d'une corrélation virale est absurde et scientifiquement inepte. La dimension complotiste de cette théorie devient une opportunité pour rassurer les lecteurs à l'égard de la 5G, et prétendre que tout va bien.

Depuis déjà plusieurs années, les autorités scientifiques (« ceux qui savent » comme dirait Macron) dénie systématiquement toute preuve de la dangerosité des ondes électromagnétiques, transmises par les ondes wifi et les téléphones mobile. Les électro-sensibles sont traités comme des hurluberlus par toutes les autorités en place (on peut se souvenir du traitement médiatique réservé à l'opposition aux compteurs linky). Sans entrer ici dans ce débat, bien qu'il y ait beaucoup à dire sur la dangerosité des ondes, il faut souligner que ceux qui attaquent actuellement la 5G ont mille fois raison. Dans ses effets, dans les opérations qu'elle va produire sur le monde, l'arrivée de la 5G ne manque pas non plus de faire écho et d'autoriser les analogies avec la pandémie actuelle. De fait, le confinement généralisé accroît l'importance des réseaux numériques, dont la 5G se veut l'avenir. La 5G sera aussi mondiale que

le virus. Pourquoi ?



<https://www.cartoradio.fr/index.html>

Pendant le confinement, les smartphones et les ordinateurs sont des fenêtres vers l'extérieur. Ils sont les médiations qui mettent en rapport avec le monde. À l'échelle globale, la vente en ligne, les livraisons des plateformes, tout ce qui semblait un temps secondaire devient l'infrastructure de base de nombreux pays. Les géants du web sont les premiers à s'enrichir du confinement. Comme le souligne Benjamin Bratton :

D'abord en Chine et maintenant dans chaque ville dans la mesure où elle peut le supporter, les plateformes numériques et leurs capacités de livraisons maintiennent intact le tissu social sous-pression. En réponse au virus, les magasins sont fermés, les rues sont vides, et pourtant la vie continue. Des centaines de millions d'individus enfermés dans leur maison continuent à s'encapsuler dans leur vie privée, à faire leurs courses sur leur téléphone et à manger ce que la personne + l'usine alimentaire à la fin de l'application apporte à leur porte. Avec les relais de commande automatisés, des vagues d'administrateurs systèmes et de coursiers font bouger le monde quand le gouvernement ne peut pas le faire. Ce faisant, les chaînes d'automatisation sont devenues une sphère publique d'urgence. Parfois, l'automatisation n'est pas la fragile couche virtuelle au-dessus de la ville solide, mais plutôt l'inverse. [4]

Cette centralité stratégique et l'omniprésence invisible d'internet donne une bonne idée du projet qui accompagne l'arrivée de la 5G [5]. À un certain moment, une infrastructure ne dépend plus de rien sinon de celles qui l'ont précédé. Elle les intègre, les avale et les déploie à une nouvelle échelle. La 5G existe sur le fond d'internet et des réseaux précédents. Elle ne crée pas internet, mais compte en réaliser le plein potentiel.

Sans détailler ici tous les aspects techniques de la 5G (d'autres articles suivront [6]), nous voulons ici introduire son rôle d'infrastructure générale du capitalisme que veulent lui donner ses concepteurs. La 5G a été conçue pour permettre l'internet des objets, pour être une médiation omniprésente par le nuage internet, et pour constituer une nouvelle infrastructure de production et de circulation à l'échelle mondiale.

Un réseau d'objets et d'humains, l'internet des objets

S'il est possible dès maintenant de construire des objets connectés, dits 'smart', il est encore impossible de les connecter massivement. C'est le but principal du réseau 5G : permettre des connexions de machines à machines. La 5G promet un réseau capable de connecter des milliards d'humains en même temps que des voitures, des frigos, des serrures, des montres, des conteneurs, des colis et des aspirateurs robotisés. Comme le réseau actuel est presque surchargé, la 5G va démultiplier sa capacité et le nombre d'entités qui peuvent s'y connecter. Par rapport aux précédents, les réseaux 5G fonctionneraient en « multicouches », capables d'émettre et recevoir à chaque fois plusieurs signaux et messages de différents types (sur des fréquences et entre des entités différentes).

D'ici 2025, c'est la connexion d'un peu plus de 50 milliards d'objets qui est anticipée, que les réseaux mobiles actuels ne peuvent absolument pas connecter. La 5G n'est pas qu'une augmentation du débit, un simple passage à plus grand, plus vite. Le réseau est transformé de fond en comble et obéit à de nouveaux protocoles informatiques et se fonde sur d'autres moyens. Il ne peut pas reposer sur la base des installations existantes et exige de nouveaux types d'antennes.

La 5G compte utiliser les ondes millimétriques pour relier des utilisateurs mobiles à la station du réseau la plus proche. Tandis que les téléphones mobiles actuels utilisent des bandes inférieures à 6 gigahertz (GHz), les ondes millimétriques sont diffusées à des fréquences comprises entre 30 et 300 GHz. Certains opérateurs de téléphonie mobile les utilisent déjà pour envoyer des données entre des points fixes. De telles liaisons ont également été mises en place par le trading à Haute-Fréquence [7].

Les ondes millimétriques sont puissantes et efficaces mais elles sont excessivement fragiles et incertaines : un mur suffit à les arrêter. Il faut donc des antennes tous les 1500 mètres environ pour qu'elles puissent transmettre des messages. En plus des 20 à 30 000 satellites qui doivent être lancés dans le ciel, les opérateurs (Orange, SFR, Nokia, etc.) prévoient donc d'installer de nouvelles antennes au coeur de chaque ville. En tant que mini-cellules, elles serviront de relais au réseau. Pour chacune de ces stations de base, la capacité des antennes sera décuplée. Via la dizaine d'antennes accueillies sur chaque station, elles pourront émettre et recevoir plusieurs messages à la fois sur des canaux différents, particulièrement de machines à machines. Ces stations seront installées sur les poteaux d'éclairage, au sommet des bâtiments, partout. Des milliers de ces stations permettront d'assurer un relais permanent, évitant que le signal tombe, recevant les signaux des autres stations de base et envoyant des données aux utilisateurs en tout lieu. Comme pour les réseaux existants, l'ensemble des fonctions de traitement des signaux reçus par les antennes loge souvent dans un autre équipement que la partie visible. À côté des antennes, des boîtiers s'occuperont entre autres du relais par fibre optique ainsi que de la transmission vers le réseau internet.



Les experts ont raison sur une chose, la 5G naît des contraintes actuelles. Un opérateur peut bien faire la publicité d'un service internet disponible en permanence et en tout lieu, un tel service est quasi-irréalisable pratiquement. Il n'est par exemple pas forcément possible de fournir à un grand nombre d'utilisateurs connectés dans un même lieu au même moment une grande capacité de streaming et la possibilité de jouer en ligne. En effet, alors qu'une plateforme comme Netflix demande une capacité de transfert large et stable, les jeux en ligne exigent un débit bien plus rapide avec un temps de latence (de réaction au clic) beaucoup plus réduit [8].

L'enjeu de la 5G, appuyé sur les smart grids est de parvenir à un réseau d'une plus grande capacité mais qui soit aussi assez « intelligent » et « dynamique » pour allouer les ressources à tel ou tel endroit, tout en gérant les variations de connexion. Les profils d'utilisations s'avéreront à cet égard décisif pour anticiper les besoins et les capacités du réseau. Les satellites, qui serviront à connecter des lieux sans stations de base, seront principalement destinés à fournir de la bande passante en cas de surcharge locale du réseau. Quand, en ville ou ailleurs, le réseau terrestre ne sera plus suffisant, la circulation des données basculera sur les satellites. Ils seront des relais du réseau terrestre.

De plus, les antennes utiliseront la technique massive MIMO (Multiple Input Multiple Output) permettant d'envoyer et de recevoir des signaux de beaucoup plus d'utilisateurs à la fois, augmentant la capacité des réseaux mobiles d'un facteur de 22 ou plus. Cette technique est décisive pour que des échanges de machines à machines aient lieu en même temps que des connexions d'usagers humains du réseau. L'image ci-dessous revient sur les différentes « innovations » techniques de la 5G par rapport aux réseaux précédents.

La 5G, infrastructure logique d'internet



UTILISER LES ONDES MILLIMÉTRIQUES (LA TERRE COMME UN MICRO-ONDE)
- Les téléphones mobiles actuels utilisent des bandes radiofréquences à 4 gigahertz (GHz), les ondes radiofréquences sont diffusées à des fréquences comprises entre 30 et 300 GHz.
- Elles sont dites millimétriques car leurs oscillations varient en longueur de 1 à 10mm (les ondes radio d'aujourd'hui mesurent des dizaines de centimètres de longueur)
- Elles sont puissantes mais fragiles, et rebondissent contre les obstacles.



DES PETITES CELLULES (PETITES-CELLS) PLUS PRÈS DES 100 MÈTRES
- Les ondes millimétriques nécessitent des antennes reliées à proximité.
- Les petites cellules sont des stations de base miniaturisées portables qui nécessitent peu de puissance électrique pour fonctionner et peuvent être placées tous les 200 mètres environ dans les villes.
- Les antennes de ces cellules peuvent être beaucoup plus petites que les antennes traditionnelles. Cette différence de taille rend possible leur installation sur les poteaux d'éclairage et au sommet des bâtiments.
- En plus de ces cellules, il y aura d'autres antennes et 50 000 satellites dans l'atmosphère.



MANY MIMO (MULTIPLIS ENVOIES ET SORTIES)
- Permet d'envoyer et recevoir des signaux de beaucoup plus d'utilisateurs à la fois. Cette technique est appelée MIMO massive, qui signifie multiple-input multiple-output.
- Permet d'utiliser des dizaines d'antennes sur un même réseau. Les systèmes sans fil MIMO utilisent deux ou plusieurs émetteurs et récepteurs, le MIMO massif multiplie cette capacité.
- Cette capacité d'émission/réception doit permettre de canaliser l'échange entre humains et calculateurs de données de machines à machines.
- Si des messages partent en même temps, ils risquent de se croiser, se réfléchir, provoquer beaucoup d'interférences. L'émission en faisceau est nécessaire, mais ne fonctionne bien qu'en laboratoire actuellement.



ÉMISSION EN FAISCEAU, CAPABLE D'ÊTRE DIRIGÉE VERS UN POINT PRÉCIS
- La mise en forme de faisceau est un système de signalisation pour les stations de base cellulaires qui identifie la route la plus efficace pour la transmission de données à un utilisateur particulier, et qui réduit ainsi les interférences entre signaux pour les utilisateurs voisins.
- Les algorithmes de traitement du signal trouvent le meilleur chemin de transmission par voie aérienne pour chaque utilisateur. Ils peuvent ensuite envoyer des paquets de données individuels dans de nombreuses directions différentes, les faisant rebondir sur des bâtiments et d'autres objets selon un schéma coordonné. En cartographiant les mouvements et le temps d'arrivée des paquets, la formation de faisceaux permet à de nombreux utilisateurs et antennes d'un gigantesque réseau MIMO d'échanger beaucoup plus d'informations à la fois.
- La formation de faisceaux aide donc, en concentrant le signal pour pointer uniquement vers un utilisateur, plutôt que de diffuser dans plusieurs directions à la fois. Cette approche peut réduire les chances d'un signal d'arriver intact et réduire les interférences pour tous les autres. Cette technique est beaucoup plus efficace que d'être au point.



FONCTIONNEMENT EN DUPLEX, ÉMISSION ET RÉCEPTION SIMULTANÉ
- Les stations de base et les téléphones portables d'aujourd'hui reposent sur des émetteurs et récepteurs qui doivent se relayer s'ils transmettent et reçoivent des informations sur la même fréquence, ou fonctionner sur des fréquences différentes si un utilisateur souhaite transmettre et recevoir des informations en même temps.
- Un émetteur récepteur pourra transmettre et recevoir des données en même temps, sur la même fréquence. Cette technologie pourrait doubler la capacité des réseaux sans fil. Elle n'est utilisée que par l'armée jusqu'à présent.

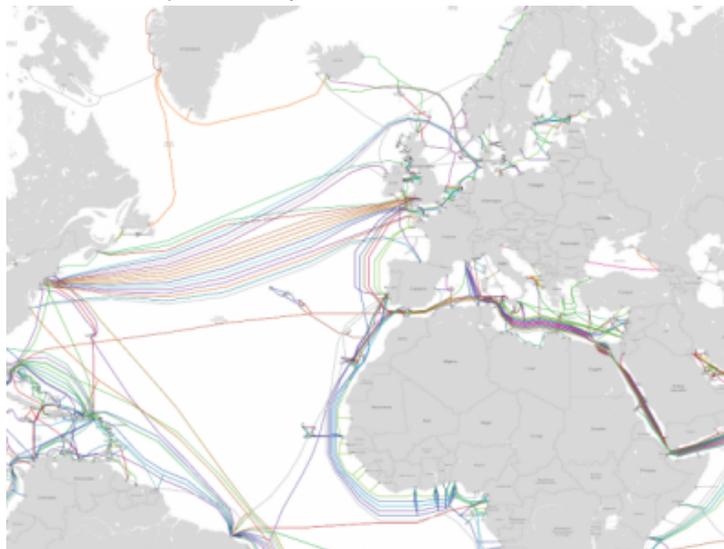
La 5G, qui nécessite énormément d'antennes et de satellites, est une technologie matérielle. Le sans-fil tient de l'arnaque infinie face au poids des infrastructures nécessaires. En bout de ligne, le débit internet se mesure en longueur et diamètre de câble. Les antennes sur chaque station de base sont reliées à des boîtiers informatiques, reliés par fibre optique à d'autres câbles internet. Ces câbles sont eux-mêmes reliés par un point ou un autre aux gigantesques câbles souterrains qui relient les continents du monde [9]. Cette infrastructure d'internet est excessivement coûteuse en métaux lourds, et repose en grande partie sur l'industrie minière. Les satellites vont permettre des connexions en l'absence de câbles. La 5G propose déjà des machines connectées à toute l'industrie minière [10], qui d'autres veut être puissamment connecté en plein désert ?



Camion d'extraction minière sans chauffeur en Chine

Le fonctionnement du cloud dépend d'étendues gigantesques et grandissantes de Data Center, où sont regroupés toujours plus de serveurs [11]. Dans les dernières années, EDF installe des réseaux smart grids, sorte de réseau électrique 'intelligent' conçu pour gérer un réseau de production électrique constitué de différentes sources de production de tailles variables (nucléaire, éolien, solaire, etc.) [12]. Selon EDF (surprise), le monde de demain sera plus électrique. Les objets connectés exigeront une multiplicité de sources d'approvisionnement en électricité et la mise en oeuvre de grandes variations de puissances et d'approvisionnement. Dépendante de ces réseaux électriques, l'installation de la 5G aidera également à les gérer en transmettant des données sur chaque point du

réseau, comme comptent le faire les compteurs linky.



Cartographie d'une partie des câbles sous-marins

Revenons à l'internet des objets. Le fonctionnement d'une voiture autonome repose sur des capteurs disposés un peu partout dans l'espace, et sur la possibilité d'accéder à des données. Or pour fonctionner, la voiture autonome doit faire transiter beaucoup plus d'informations que ne l'exige la simple géolocalisation par exemple. Les objets connectés vont s'appuyer sur un ensemble de relais leur permettant de se connecter et de répondre à leur environnement. Chaque objet percevra son environnement via des capteurs divers (un laser peut aider un véhicule autonome à repérer une roche devant lui ou sur le bord d'une route, ou encore décrypter un message d'un autre objet, une autre présence, etc.). Différentes couches d'algorithmes permettent ensuite à chaque objet de décoder et d'utiliser ces perceptions pour agir [13]. Chaque capteur est un gain « d'intelligence ». Des programmes informatiques ont d'abord entraîné par des clics humains à reconnaître tels ou tels objets sur des images [14]. Pour les informaticiens, un robot n'a pas de sens commun. Spontanément, une intelligence artificielle ignore qu'on ne traverse pas une autoroute ou qu'il faut freiner à l'approche d'une vieille dame en chaise roulante qui chasse un canard. Seul l'entraînement et la récolte des données lui permet d'apprendre les réflexes nécessaires.

5G, Big Data, et Deep Learning

La 5G vient avec le BigData et réciproquement. Un rapide détour par les récents développements de l'Intelligence Artificielle peut aider à comprendre cette interdépendance mutuelle. La société DeepMind, qui a été rachetée une fortune par Google en 2014, est connue pour être à la pointe du deep learning, expression consacrée pour la mise au travail des données. Dans un meeting, en 2013, les informaticiens de DeepMind ont présenté un programme informatique capable de jouer à des jeux « Atari », tels que Space Invaders. Dans ce jeu classique, le joueur dirige un petit vaisseau spatial en bas de l'écran et doit tirer sur les vaisseaux aliens qui arrivent par le haut avant qu'ils ne traversent tout l'écran. En 2013, l'ordinateur a joué impeccablement et a même gagné en portant un joli coup final contre le dernier vaisseau Alien. L'importance de cet événement, pour les concepteurs de ce programme, tient au fait qu'il avait appris seul, sans directives préalables, ni règles pour lui indiquer la corrélation entre le mouvement du joystick vers la gauche et le déplacement du vaisseau. Les données transmises au départ se limitaient à l'emplacement des pixels à l'écran et le score préexistant, soit une cartographie de son environnement. Le programme avait appris au même moment tout aussi seul à jouer à 49 autres jeux d'arcade fournis avec Space Invaders.

Il pratiquait le renforcement learning [15]. Cette expression du vocabulaire de l'intelligence artificielle s'inspire d'une vieille recette de psychologie. Le programme informatique apprend en recevant des récompenses ou des punitions selon ses actions. Son concepteur n'a qu'à programmer l'incitation initiale : chercher des récompenses. Le

programme se met en route et va peu à peu trouver, par des successions d'échecs/erreurs, ce qu'il doit faire pour obtenir les récompenses. Pour Space Invaders, le programme a auto-élaboré une fonction mathématique pour déplacer le joystick et tirer. Il a répété à l'infini le processus, observé ses propres parties à rebours et sélectionné les bonnes actions à suivre, jusqu'à la fin du jeu. Rien de bien magique dans sa façon de jouer, mais ce programme conçu par DeepMind a démontré le potentiel du DeepLearning : un programme auto-apprenant une fois nourri de données. En 2015, DeepMind ont conçu AlphaGo, un programme informatique capable de jouer au jeu de go et de gagner contre les meilleurs joueurs du monde (en 2016 et 2017 notamment).

En 1997, l'ordinateur DeepBlue (conçu par IBM) avait vaincu aux échecs Gary Kasparov, le champion mondial jusqu'alors incontesté. DeepBlue fonctionnait par système de règles. On apprend au départ à l'ordinateur un ensemble de contraintes logiques très simples, les règles du jeu d'échecs en l'occurrence (les coups autorisés et les buts). Le programme analyse sa position dans le jeu, celle de l'adversaire et génère à chaque fois tous les coups possibles, les siens et ceux de l'adversaire. Il imagine toutes les suites possibles à chaque coup, et joue en fonction (si x est ici, y est possible, etc.). Tout reposait dans sa puissance de calcul, limitée par le temps imparti pour jouer. Pour jouer suffisamment vite, il n'anticipait que les douze prochains coups. DeepBlue, toutefois, ne pouvait jouer aussi bien aux échecs qu'au go, plus complexe. Sa puissance de calcul était limitée, bien qu'évidemment plus « capable » que celle de l'esprit humain [16].

La puissance d'un programme repose sur ces circuits et processeurs. A l'inverse, les programmes du DeepLearning reposent beaucoup moins sur la puissance brute des machines, que sur le traitement et la quantité des données`. Le programme consulte les données, reconnaît des schémas, des récurrences, ses 'neurones' essaient et apprennent, répartis sur différentes couches au fonctionnement relativement indépendantes les unes des autres. Il ne lui faut que du data. Ces données, il faut les extraire, les faire circuler, rendre saisissable le monde pour les machines. Au-delà d'une partie de jeu atari, il faut offrir à grande échelle la possibilité aux autres objets d'apprendre à leur tour.

Une voiture autonome se fait une image du territoire qui l'entoure. Elle connaîtrait peu à peu son chauffeur, ses habitudes de conduite, ses trajets. Chaque machine apprenante parviendrait à profiler toujours plus et mieux son action, partageant éventuellement ses données avec d'autres machines. Les objets connectés circuleraient de façon fluide, discrète, leur usage du réseau serait imperceptible parce que constant, sans contact apparent. Ils capteront des informations, se mettront à agir et proliférer.

Pour que cela soit possible, il faut non seulement qu'ils soient connectés, mais que tout l'environnement le soit également. Un réseau 5G ne connecte que des données similaires (selon des protocoles de standardisations identiques, renforçant le mono-technologisme). Cette exigence n'empêche pas que des restrictions sur la vie privée puissent exister, ce qu'Apple accepte régulièrement. Les opérateurs pourront rendre anonymes les données ou plutôt les soustraire à d'autres utilisation, mais à condition qu'elles puissent circuler et nourrir les machines (ce qui leur permettra au passage de maintenir un monopole et de bénéficier de la valeur de ces données).

Pour se répandre, une technologie s'appuie sur un milieu associé. Les avions n'existent pas sans carburants, aéroports, commerce et tourisme international, etc. La 5G, pour exister à son plein potentiel, nécessite un monde de données captées et mises en forme. Elle permet une connexion internet permanente et en dépend pour fonctionner.

Internet comme médiation globale

Si un objet est connecté, le saisir de nos mains continuera de nous mettre en rapport direct avec lui, mais internet se placera comme médiation. On pourrait être assis dans une voiture connectée qui circule dans une rue automatisée par des capteurs, et ne rien voir des échanges de données en cours. Le réseau sera invisible parce qu'omniprésent.

C'est ce qu'il faut comprendre du discours de Rand Hindi, entrepreneur récompensé et créateur français de start-ups en intelligence artificielle, qui dit vouloir 'faire disparaître les technologies'. Ce genre d'affirmations, sur fond de simplicité bouddhique, ne peut être intelligible qu'avec l'arrivée de la 5G.

Ce que le point de vue d'un riche actif tel quel Rand Hindi nous apprend, c'est qu'il y a désormais quelque chose de ringard et désuet dans le fait d'être devant un écran ou un PC plus ou moins bruyant. Les postes classiques deviendront ceux des ouvriers du clic et du back office. La possibilité de tout connecter permet de multiplier les interfaces et de retirer leur centralité aux ordinateurs, tels qu'on les connaît. Ce processus est largement entamé avec les smartphones et les tablettes, qui remplissent déjà un grand nombre de fonctions en se passant de l'interface clavier/souris/écran. Avec l'interconnexion des objets, les interactions peuvent être 'directes'. Voilà l'utopie qu'Hindi fait miroiter dans l'entretien qu'il accorde au journal Le Monde :

« Nous travaillons sur la sensibilité des objets au contexte de l'utilisateur, le contexte awareness », résume-t-il avant de se lancer dans un cours magistral, feutres de couleur en main devant un tableau blanc. « L'objet pourra anticiper certaines actions de la personne et les faire à sa place, comme réserver un mode de transport avant un rendez-vous inscrit dans son agenda. » Dans le monde idéal de cet amateur de bonnes tables et de fêtes branchées, la technologie n'aura pas disparu au sens propre, mais on n'y pensera plus` [17].

Comme Hindi a le cynisme de l'admettre lui-même dans d'autres entretiens, cette perspective radieuse, qui permettra de ne plus penser aux bornes de paiement automatiques sur les parkings, repose implicitement sur des hiérarchies d'accès. Ce qu'Hindi n'évoque qu'à demi-mots, c'est la perspective d'un monde certes connecté mais ponctué de bugs et dysfonctionnements, en perpétuel ajustement. À l'heure actuelle, rares sont les smartphones et les outils électroniques construits pour durer ou simplement bien fonctionner. Toutes aussi rares sont les voitures qui ne tombent pas en panne, ou les grille-pains qui ne rendent pas l'âme. Nous faisons d'ores et déjà l'expérience quotidienne de tout ce qui ne fonctionne jamais vraiment, que l'on pense aux applis de la SNCF, aux machines de vente de la Poste ou aux caisses automatiques du supermarché, qui exigent régulièrement de l'assistance. Dans les furtifs, Alain Damasio anticipe un espace urbain divisé en zones plus ou moins payantes, réservées à certains. Avec la 5G, pour tous ceux qui ne pourront accéder aux abonnements, la perspective de vivre entouré d'objets connectés plonge dans une vie de bugs permanents, d'interfaces électroniques capricieuses, de choses impossibles à réparer soi-même, qui laisseront démunis ou furieux.

Finalement, pour lier les objets, pour faire d'internet une médiation omniprésente, un milieu ambiant, il suffit d'en faire un nuage, un cloud. La 5G vise le basculement de toutes les données vers le cloud. Puisque la connexion serait permanente, autant en profiter. L'histoire de l'informatique établit une distinction entre hardware (c'est-à-dire) et software (le logiciel). Un utilisateur a affaire avec un système d'exploitation (Windows, MacOs, linux, etc.) qui lui propose des logiciels à portée de clics. Ceux qui s'aventurent à manipuler directement les disques durs, les cartes mères ou les processeurs touchent au hardware. Dans les ordinateurs ultrafins récents et pire encore dans les smartphones, le hardware est inaccessible, intouchable, couvert de résine pour n'être ni copié ni manipulé. Il ne peut la plupart du temps qu'être hacké au niveau software. La majorité des utilisateurs ne connaissent que les logiciels et les interfaces. Avec la 5G, cette distinction pourrait prendre une ampleur inégalée. Internet fera office d'hardware et tout le reste relèvera du software. Via un terminal d'accès à internet (de l'ordinateur de bureau au smartphone), les services proposés passeront par le cloud.

Les plateformes numériques ont déjà imposé le principe des abonnements, qu'il s'agisse de l'accès payant lors de l'utilisation ou de paiements mensuels, ou encore des nouvelles modalités de « partage » qui font de chaque geste l'occasion d'une opportunité monétaire. Tout comme une plateforme de streaming propose des films en ligne, l'ensemble des logiciels (de ceux d'Adobe à l'ensemble des services informatiques d'une entreprise) seront accessibles par le cloud. Cette virtualisation permettra aux entreprises d'offrir sans cesse des contenus et de continuer à élargir l'économie des plateformes numériques. Une entreprise n'aura plus à investir une partie de son capital de départ dans l'achat de licences, de logiciels, ou d'un système informatique entier. Elle pourra simplement les louer et bénéficier éventuellement d'un service après-vente. Un tel basculement implique un autre avantage : les

utilisateurs n'auront plus forcément besoin de machines puissantes ou fixes, qui pourront être d'autant plus mobiles qu'elles seront connectées (quand un smartphone utilise une app, ou un contenu du cloud, ils mobilisent des ressources bien plus puissantes que celles logées dans son hardware). Tous ces petits changements accroîtront l'impression de facilité et d'infinité d'accès à portée de clics. Du point de vue des instigateurs du réseau, immatériel rime avec liberté.

Toutes ces transformations infrastructurelles expriment une cohérence d'ensemble. Certains économistes, qui parient depuis toujours sur l'innovation, y voient l'occasion de relancer la croissance [18]. En tant qu'elle redéfinit toutes les autres technologies et qu'elle reconfigure l'ensemble de la circulation des marchandises, la 5G est dite « technologie de rupture ».

Changer l'usine, changer la logistique

Comme nous l'avons mentionné plus haut, les ondes millimétriques perdent facilement leur chemin, si bien que l'installation de milliers d'antennes est nécessaire pour espérer rendre la 5G opérationnelle. L'intérieur des usines et des entrepôts peut plus facilement l'accueillir. C'est d'ailleurs principalement dans la sphère de l'usine que la 5G promet ses premiers succès. Son installation pourrait permettre de modifier la chaîne de montage et la logistique qui l'accompagne. Si l'usage de la 5G n'est pas encore généralisé, d'importantes transformations sont néanmoins enclenchées. Cette longue citation élogieuse d'une usine italienne du secteur aéronautique en dit déjà beaucoup. Tout comme les jeunes du sud de l'Italie étaient engagés à l'usine Fiat en tant que main d'oeuvre corvéable sur les chaînes de montage [19], l'usine sollicitera des jeunes employables sans qualifications mais enthousiastes :

Les processus et les machines se sont considérablement modifiés ; la production est devenue reproductible, traçable et prévisible. L'expérience humaine ne demeure un facteur clé que dans les cas où les systèmes automatisés ne permettent pas de garantir ces trois qualités. Le responsable de la production, Davide Schinetti, nous présente le chef d'un îlot qui vient d'être monté - un simple carré sous la structure métallique du hangar comme une tache blanche ressortant sur un fond noir : il manoeuvre simultanément plusieurs machines qui effectuent diverses opérations sur une pièce protégée par une coupole en verre. Autour de lui, il y a l'atelier qui attend d'être transformé, avec ses rangées de machines mono-fonction qui sont là depuis de nombreuses années et sont désormais dépassées. D'un simple coup d'oeil, on peut percevoir chez Avio Aero tous les stades de la transformation en cours : l'ouvrier d'autrefois penché sur son tour, aussi bien que l'opérateur d'aujourd'hui qui travaille en se mouvant constamment et qui, changeant de position, change aussi de perspective. « Ce n'est plus un expert, mais il sait un peu de tout. De notre point de vue, c'est une compétence distinctive et nous avons donc choisi de placer uniquement des jeunes sur les nouvelles lignes. » (...)

Dans les procédés thermiques ou de galvanisation, un ouvrier expérimenté pouvait traditionnellement apporter une réponse à une interrogation sur les traitements en une semaine ; aujourd'hui, une nuit suffit, car c'est un logiciel développé à partir de l'expérience des opérateurs qui fait le travail. Grâce à cette translation du cerveau de l'opérateur vers le logiciel, l'expérience cesse d'appartenir à un seul individu, mais se transfère à toute l'équipe et devient, dès lors, accessible à tous. C'est ainsi que se modifie la manière dont l'information est produite et consommée : avant, il y avait le papier que personne ne consultait, puis il y a eu l'intranet d'entreprise, aujourd'hui on a le réseau social au sein d'une entreprise élargie, qui soude un groupe de 300 000 personnes [20].

Cet extrait permet d'entrevoir l'usage capitaliste du DeepLearning. Tout au long du XIXe et XXe siècle, le patronat cherchait à se débarrasser du savoir des artisans de métiers, et par la suite des ouvriers spécialisés. Il fallait vaincre tous ceux qui, parce qu'ils étaient indispensables, seuls capables de faire tourner les machines, pouvaient établir un rapport de force et déployer leur capacité de nuisance et blocage de la production. Le savoir dont il est question,

présenté comme « accessible à tous » sous couvert d'humanisme et « d'esprit d'équipe », appartient ici aux machines elles-mêmes. Et comme celles-ci appartiennent aux entreprises, plus rien ne peut interrompre l'infrastructure. Les ouvriers, eux, s'en trouvent encore un peu plus remplaçables et dépossédés.

Dans le champ industriel, la 5G pourrait permettre d'énormes gains de vitesse, au profit de chaînes de montage plus réduites. Il s'agit notamment de faire progresser les impressions 3D, dans le cadre desquelles les machines parviendraient à une fabrication dite additive, par ajout successif de matières (plastiques, céramiques, mais métalliques ou polymères). La filière de l'automobile s'y intéresse [21]. Pour la conception, des dispositifs de réalité virtuelle seraient installés pour accompagner la conception des pièces. À titre d'exemple, en production, dans le cadre de la conception du 'TGV du futur', le constructeur ferroviaire Alstom a déployé une solution de réalité virtuelle au sein de son usine basée à La Rochelle 19. Du fait de pouvoir « échanger » via la 5G, la possibilité de coopération entre robots (ou par exemple entre un robot et des capteurs de température) ouvre beaucoup de développements possibles aux manufactures industrielles. En outre, les robots seraient capables d'adaptation bien plus grande le long de la chaîne de montage, pour personnaliser plus rapidement tel ou tel produit en cours de production, ou pour changer la chaîne de production elle-même. Grâce à cette adaptabilité, un industriel de l'automobile pourra vendre des voitures massivement tout en les personnalisant individuellement. En somme, si la chaîne de montage est malléable, les détails peuvent varier pour vendre « ces petites choses qui font la différence » et des « produits faits pour vous ».



Dans la logistique, 60% des grandes entreprises industrielles prévoient d'intégrer des processus pilotés par l'intelligence artificielle à leur chaîne d'approvisionnement. PSA, en France, s'est par exemple alliée à IBM pour adopter une solution de 'track & trace' afin de connaître en temps réel (sur mer et sur terre) la position de chacun de ses conteneurs ainsi que l'état de la marchandise transportée. Ce dispositif mobilise l'internet des objets, l'analyse des données et un réseau de connexion dédié [22].

S'il le fallait encore, la pandémie actuelle le prouve. L'automatisation de la production s'accompagne d'une multiplication des entrepôts et du travail de logistique. Tout ce qui circule passe par un conteneur, un carton, un entrepôt, et des travailleurs sous pression managériale et robotique. La 5G veut renforcer la logistique. Dans les entrepôts, chaque objet pourrait être traçable du début à la fin, pour suivre en temps réel l'approvisionnement ou la pénurie de tels ou tels composants, pour (dans la vente en ligne) augmenter le service client et pour accélérer le travail de préparation des commandes à l'intérieur de l'entrepôt. Automatiser totalement une usine a un coût trop important pour que cette solution soit générale. Le travail logistique ne disparaîtra pas, il sera toutefois toujours plus suivi, contrôlé et assisté par des machines qui tendent à dicter le rythme de travail.

Refuser la 5G

Dans un article, les journalistes du Monde évaluent les critiques émanant d'une pétition contre la 5G [23]. Nous ne pouvons oublier que ceux qui atténuent les effets des réseaux mobiles sur la santé sont parfois les mêmes qui affirment que le nucléaire est sûr ou que le stress et l'anxiété sont plus dangereux que les radiations nucléaires elles-mêmes [24]. Le cancer de la thyroïde est le seul cancer dont le lien de cause à effet avec les radiations

nucléaires est mondialement reconnu. Sur tous les autres aspects, tant qu'une causalité directe ne peut être établie, rien ne fait preuve. Le même raisonnement se reproduit sur les ondes : les effets néfastes attribués aux ondes ne seraient que des « extrapolations hasardeuses » dans la mesure où rien ne permet d'établir de corrélation irréfutable avec le téléphone portable. De fait, les facteurs permettant d'établir les corrélations ne sont pas aisément isolables dans notre monde pollué par une quantité plus ou moins infinie de polluants et de déchets industriels.

L'autre argument de réfutation du danger repose sur la possibilité d'atténuation des ondes :

« Pour l'instant, nous n'avons repéré aucun effet des ondes millimétriques sur les cellules. Ce qu'il faut savoir, c'est qu'en l'état actuel de la recherche, nous ne connaissons qu'un seul effet possible des ondes sur leur environnement. C'est l'effet thermique, celui qui permet à votre eau de bouillir au four à micro-ondes. Et les puissances utilisées en télécommunications, quel que soit le type d'ondes, sont trop faibles pour générer un tel échauffement », précise le biologiste Yves Le Dréan, enseignant-chercheur à Rennes-I.

Les ondes seraient trop faibles pour nous affecter. Elles suffisent pourtant déjà à augmenter la température corporelle des insectes [25]. Et si tout est connecté, notre exposition pourrait basculer de la petite dose sans effet à une exposition généralisée et permanente, dont personne ne peut prévoir les effets. À ce jour, si la Suisse et la Belgique, entre autres pays, ont mis en place des moratoires ralentissant l'avancée des travaux, l'installation de la 5G ne continue pas moins son avancée à l'échelle planétaire, suivant une progression rapide et silencieuse, que quelques sabotages, quelles qu'en soit leur motivation, ont l'audace de rendre visible.

La pandémie actuelle accélère de toutes façons la centralité d'internet. A grande échelle, l'internet des objets pourrait être présenté comme un outil de distanciation sociale, et d'environnement assisté dans les usines, les maisons et les villes. Potentiellement, si les concepteurs de la 5G réussissent, ils esquisseraient une transformation de la majorité des infrastructures de production et de circulation.

Le virus n'entraîne pas qu'une crise sanitaire, l'enjeu est même de ne pas se laisser réduire à des corps vulnérables qui n'exigent qu'une réponse sécuritaire. Face à la 5G, sans rien lâcher sur la dangerosité des ondes, il s'agit tout autant de ne pas les laisser réduire les enjeux à des questions d'évaluation des dangers sur la santé. Une infrastructure ne se définit pas seulement par les possibilités qu'elle offre ou non, comme s'il n'était question que de l'apparition d'outils. Internet partout met en jeu le monde et les manières d'y vivre. La compagnie de smart objects dans un milieu connecté est aussi peu désirable que de vivre et travailler derrière un écran. Nous ne manquons pas seulement de capacité de débits, de connexions ou d'automatisation comme nouvelles clés du futur. L'absence de connexion, dans le désert ou ailleurs, importe bien plus que des antennes. Si la 5G, telle que prévue et exposée ici, est encore loin d'être au point, il faut sans aucun doute participer à provoquer l'échec de son installation.

Gontalde, chercheur affilié au Café-Librairie Michèle Firk.

PS:

Les ondes seraient trop faibles pour nous affecter. Elles suffisent pourtant déjà à augmenter la température corporelle des insectes [25]. Et si tout est connecté, notre exposition pourrait basculer de la petite dose sans effet à une exposition généralisée et permanente, dont personne ne peut prévoir les effets. À ce jour, si la Suisse et la Belgique, entre autres pays, ont mis en place des moratoires ralentissant l'avancée des travaux, l'installation de la 5G ne continue pas moins son avancée à l'échelle planétaire, suivant une progression rapide et silencieuse, que quelques sabotages, quelles qu'en soit leur motivation, ont l'audace de rendre visible.

La pandémie actuelle accélère de toutes façons la centralité d'internet. A grande échelle, l'internet des objets pourrait être présenté comme un outil de distanciation sociale, et d'environnement assisté dans les usines, les maisons et les villes. Potentiellement, si les concepteurs de la 5G

La 5G, infrastructure logique d'internet

réussissent, ils esquisseraient une transformation de la majorité des infrastructures de production et de circulation.

Le virus n'entraîne pas qu'une crise sanitaire, l'enjeu est même de ne pas se laisser réduire à des corps vulnérables qui n'exigent qu'une réponse sécuritaire. Face à la 5G, sans rien lâcher sur la dangerosité des ondes, il s'agit tout autant de ne pas les laisser réduire les enjeux à des questions d'évaluation des dangers sur la santé. Une infrastructure ne se définit pas seulement par les possibilités qu'elle offre ou non, comme s'il n'était question que de l'apparition d'outils. Internet partout met en jeu le monde et les manières d'y vivre. La compagnie de smart objects dans un milieu connecté est aussi peu désirable que de vivre et travailler derrière un écran. Nous ne manquons pas seulement de capacité de débits, de connexions ou d'automatisation comme nouvelles clés du futur. L'absence de connexion, dans le désert ou ailleurs, importe bien plus que des antennes. Si la 5G, telle que prévue et exposée ici, est encore loin d'être au point, il faut sans aucun doute participer à provoquer l'échec de son installation.

Gontalde, chercheur affilié au Café-Librairie Michèle Firk.