

**L'avenir
c'est la**
5G!

Préface de **Guillaume Pepy**

Président d'Initiative France

Stéphane Richard, Orange

Ana Giros, Equans

Dominique Mockly, Teréga

Marc Laidet, FHP Psychiatrie

Nicolas Rousselet, Groupe Rousselet

Christian Bombrun, Groupe MTN

Minggang Zhang, Huawei France

L'avenir, c'est la 5G !

SOMMAIRE

PRÉFACE

- Guillaume Pepy**, Président d'Initiative France 13
La 5G, c'est l'avenir !

CHAPITRE 1

- Stéphane Richard**, ex-PDG d'Orange..... 21
« La 5G, un réseau télécom pas comme les autres »

CHAPITRE 2

- Ana Giros**, Directrice Générale Adjointe d'Equans
chargée de la Stratégie, du Développement et de la RSE 37
« La 5G, catalyseur de l'industrie 4.0 »

CHAPITRE 3

- Dominique Mockly**, Président et Directeur Général de Teréga..... 57
« 5G et sobriété énergétique : l'équation gagnante »

CHAPITRE 4

- Marc Laidet**, Président de la FHP Psychiatrie,
Vice-Président Acteurs de la Prévention 71
« La 5G sauve des vies ! »

CHAPITRE 5

- Nicolas Rousselet**, Président-Directeur Général du Groupe Rousselet . . . 91
Mobilité connectée : la 5G, accélérateur de particules
de la « smart mobility »

CHAPITRE 6

- Christian Bombrun**, Directeur des Services Digitaux du Groupe MTN . . 105
« De la 5G, de la réalité virtuelle et des expériences ultra
réalistes : bienvenue dans le futur du divertissement »

CHAPITRE 7

- Minggang Zhang**, Directeur Général Adjoint de Huawei France 123
« La 5G, du monde clos à l'univers infini ? »

PRÉFACE

La 5G, c'est l'avenir !

Guillaume Pepy, Président d'Initiative France

La 2G, 3G, 4G, 5G? D'habitude, on n'en parlerait même pas! Sauf lorsque l'ancienne génération devient tout à coup dépassée... Présentée comme une nouvelle ère, autorisant tous les rêves, plus puissante, plus rapide, plus fiable, la 5G, elle, fait parler d'elle! Il faut dire que plusieurs polémiques sont apparues en France au moment de son déploiement. Il est pourtant plus que temps d'investir plus avant dans cette technologie décisive pour la révolution industrielle 4.0, comme les différents chapitres de ce livre en témoignent. Veut-on, en France, gagner ou perdre cette bataille de plus en plus concurrentielle de l'industrie de demain?

Tout commence par une technologie qui promet tout: un débit 20 fois supérieur, une transmission sans latence, permettant de prioriser les usages. Une vraie rupture! Elle est très vite perçue comme telle tant par les opérateurs – comme celui qui témoigne ici, Stéphane Richard, le pionnier qui a « importé » la 5G en France – que par trois industriels: Huawei, Nokia et Ericsson. L'adoption populaire est immédiate pour télécharger, faire du streaming, échanger en visio ou encore jouer en ligne... C'est le premier âge de la 5G, et c'est une nette réussite en trois

années seulement. Mais l'usage professionnel était, de fait, le plus attendu pour justifier l'investissement et les espoirs autour de ce saut technologique. On allait voir dans la production, le commerce, les services et l'économie toute entière des innovations de rupture déterminantes – comme ceux de l'usine connectée, automatisée, pilotée à distance. Un gain énorme, bien supérieur à celui de la fibre depuis vingt ans...

Mais cela ne s'est pas produit. Ou plutôt pas encore. Pourquoi ? Et comment rattraper ce retard maintenant ? C'est tout le but de ce livre, qui explore les potentialités sous-estimées de la 5G. La France cultive de longue date une forme de méfiance instinctive vis-à-vis des ruptures technologiques – alors même qu'elle est un pays d'ingénieur talentueux. Il faut dire que trois grands débats ont jusqu'ici retardé le déploiement et l'intégration de la 5G dans notre société. Le débat sanitaire, nécessaire, a mis du temps à être tranché par des études faisant autorité. L'ANSES, l'agence nationale de la sécurité sanitaire, a établi à partir de l'état actuel de la recherche l'absence d'effets nocifs de la 5G sur la santé. Le fait que certaines villes aient voulu limiter l'émission de certaines ondes a toutefois contribué au trouble sur cette technologie.

Le débat industriel est, lui, rémanent. Aucun équipementier français n'est encore en mesure de produire les infrastructures sous-jacentes aux réseaux 5G. Cette technologie est aujourd'hui mondiale et les questions de souveraineté, qui ont notamment concerné la Chine, sont venues retarder son intégration. La loi dite « anti-Huawei » de 2019 a finalement restreint l'usage de certains équipements sans les interdire. Et Huawei assure aujourd'hui la fourniture d'une bonne partie des services 5G de nos réseaux de télécommunication.

Le troisième débat, le plus délicat, est celui de la cybersécurité lié à l'usage de la 5G. Et si les protections étaient insuffisantes pour écarter le risque d'attaques malveillantes, de terrorisme, de paralysie de services vitaux comme l'eau, le système de santé ou les transports? Lorsqu'on parle de train connecté, de signalisation 5G, de maintenance d'équipements, les garanties de cybersécurité détermineront l'avenir. C'est ce dernier enjeu qui reste à mon sens l'enjeu central de la 5G. Sa réponse commande et commandera l'avenir de ses usages porteurs d'espoir dans l'industrie, la santé, l'agriculture, la ville intelligente et même la lutte contre le changement climatique.

Car le potentiel immense de la 5G est celui d'une technologie habilitante, d'une brique horizontale qui permettra l'éclosion d'innovations de rupture dans tous les domaines. Ce n'est pas seulement un sujet de métavers! La 5G permet la gestion à distance et automatisée d'usines robotisées, elle améliore la sécurité routière et sauve des vies grâce aux chaussées connectées, elle autorise l'essor de la télémaintenance et de l'hypervision, elle ouvre la voie aux jumeaux numériques ou encore aux usages industriels de la réalité augmentée. Les différents chapitres de ce livre le démontrent, c'est une technologie qui déblocuera de nombreux usages, suscitera des grappes entières d'innovation, permettra de changer l'échelle de l'Internet des Objets, bref qui permettra d'inventer une part déterminante de l'avenir de nos sociétés.

Sans naïveté ni béatitude, en plaçant son déploiement sous le regard des exigences de santé publique, des régulateurs et des précautions de sécurité, les conditions semblent désormais réunies pour passer à la vitesse supérieure sur la 5G. L'Etat s'est engagé en faveur de ses applications industrielles,

L'AVENIR, C'EST LA 5G !

qui font l'objet d'une stratégie dédiée au sein du plan France 2030. Les différentes autorités de régulation – ARCEP, ANSSI, ANSES – ont de leur côté défini un cadre pour son développement. Maintenant, aux industriels de se lancer !

Plus qu'une simple nouvelle génération de télécoms, la 5G doit être vue comme une formidable boîte à outils dont tous les secteurs et tous les clusters d'innovation doivent se saisir. Il est grand temps. Nous devons nous engager et gagner cette bataille de la transformation 4.0 de nos industries, de nos villes et de tous nos services. Bref, permettre à la France d'entrer dans ce nouveau monde ultra-connecté comme nous l'avons fait – avec une extraordinaire rapidité – pour la fibre dans tous les territoires. La 5G, c'est un peu la fibre dans la poche ! Il faut se lancer. Maintenant !

1

La 5G, un réseau télécom pas comme les autres

Stéphane Richard, ex-PDG d'Orange

À la fin du XVIII^e siècle, l'invention du télégraphe manuel par Chappe donnait un net avantage stratégique à la France en lui permettant de transférer des informations, notamment militaires, en quelques heures contre plusieurs jours auparavant. Mais cette précieuse avance fut vite perdue avec l'invention du télégraphe électronique en Angleterre puis aux Etats-Unis à la fin des années 1830 – avec la réussite qu'on lui connaît depuis. Cette anecdote nous rappelle tout à la fois l'importance des réseaux de communication et la nécessité de les adapter aux nouvelles technologies. Près de deux cents ans après, les atermoiements sur le déploiement de la 5G ne doivent pas nous conduire à passer à côté des nombreuses innovations de rupture qu'elle permettra dans des secteurs aussi cruciaux que l'industrie, l'énergie ou encore l'agriculture.

La 5G correspond ainsi à une génération de réseau de télécommunications à la fois en continuité et en rupture avec les réseaux précédents. En continuité d'abord, dans la mesure où la 5G se trouve dans la continuité des réseaux de téléphonie sans fil inventés dans les années 1950 aux Etats-Unis, généralisés avec les cellulaires dits « de première génération » (1G)

dans les années 1980, et améliorés dans les années 1990-2000 lorsque les réseaux 2G et 3G ont ouvert la voie au transfert de données. Plus récemment, le passage à la 4G s'est accompagné du développement de terminaux embarquant des puces de plus en plus performantes ; avec l'avènement des smartphones, les applications se sont multipliées au point que les mobiles concurrencent désormais téléphones fixes, télévisions et même ordinateurs. La 5G apparaît à cet égard comme une amélioration des réseaux existants afin d'éviter leur probable saturation d'ici quelques années.

Mais la 5G représente également une rupture avec les générations précédentes de télécommunications. L'essor de nouveaux cas d'usage liés à l'Internet des objets (IoT) et à d'autres briques technologiques émergentes (Cloud, intelligence artificielle, robotique) a rendu nécessaire le développement d'un réseau conçu dès sa conception – les anglo-saxons diraient *by design* – pour ces applications inédites. La 5G, en ce sens, ne se bornera pas à augmenter les caractéristiques de la 4G mais promet des propriétés cruciales pour l'ensemble de l'écosystème numérique à venir.

Les promesses de la 5G : simple amélioration ou saut connectique ?

Alors que les premières infrastructures 5G ont d'ores et déjà commencé à se déployer en France, certains pourraient observer que la révolution promise n'a pas eu lieu. Il faut pourtant bien comprendre que les apports de la 5G sont de deux ordres. Les premiers réseaux 5G déployés offrent des performances certes amplifiées mais qui restent dans la continuité de ce qu'offre

aujourd'hui la 4G. La véritable rupture n'arrivera qu'avec une seconde génération de 5G, dite « Stand Alone », qui offrira demain des propriétés ouvrant la voie à des cas d'usages inédits.

Une continuité avec les réseaux actuels : le Enhanced Mobile Broadband

Les promesses de la 5G sont donc tout d'abord de nature capacitaire. Avec l'explosion de la volumétrie de données liées au développement des *smartphones*, il devient indispensable de se doter d'infrastructures plus performantes : la 4G fut un succès mais le prix de son utilisation exponentielle est la saturation du réseau. La 5G apparaît comme la solution à cette dégradation à prévoir de l'offre de service en offrant un débit maximal entre 10 et 20 fois supérieur aux limites actuelles. La densité maximale de connexions sera multipliée par 10 et la latence divisée par au moins 10, passant d'environ 35 ms en moyenne à près d'1 ms.

Ces nouvelles capacités ouvrent la voie à des usages parfois contestés, tels que le crédit social ou *gaming* en réalité virtuelle, mais il faut d'abord y voir une garantie de l'offre de service que l'on connaît actuellement sur la 4G. C'est le cas pour des pays comme la France ou la Pologne qui ont fait le choix de développer les réseaux câblés via la fibre optique et a fortiori dans ceux dans lesquels la 5G est vue comme une alternative à cette dernière. Cette « 5G fixe » sert à une utilisation type très haut débit à la maison qui remplace dès lors une box Wi-Fi. C'est notamment le cas des Etats-Unis, qui ont massivement déployé la 5G afin d'assurer une plus grande connectivité tout en s'épargnant de coûteux investissements dans la fibre.

Cette première famille d'applications de la 5G, qui correspond à l'évolution de la plupart des services proposés par les réseaux 4G, est ce qu'on appelle le *Enhanced Mobile Broadband* (eMBB). Elle renvoie aux applications et services qui nécessitent une connexion toujours plus rapide, par exemple pour la vidéo ultra haute définition (8K) et la réalité augmentée. Du point de vue des usages, cette première 5G sera donc en continuité avec les réseaux préexistants. Les premiers bénéficiaires en seront essentiellement les consommateurs grand public, via de la vidéo ou du *gaming* en mobilité plus fluide et de meilleure qualité.

Un « enabler » pour d'autres technologies de rupture : les usages mMTC et uRLLC

L'apport critique de la 5G réside néanmoins dans des propriétés dont ne disposent pas les réseaux 4G actuels. Elles visent généralement deux autres familles d'usages, complémentaires de l'eMBB : la mMTC et la uRLLC.

Les applications relevant des mMTC, pour *Massive Machine Type Communications*, relèvent principalement des usages liés à l'Internet des objets (IoT) et nécessitent une couverture étendue, une consommation énergétique maîtrisée mais admettent des débits restreints. Il s'agit de pouvoir garantir la connectivité d'une grande densité d'objets, notamment dans le secteur industriel où l'essor d'usines robotisées implique de pouvoir gérer la connexion simultanée de milliers de capteurs.

Quant aux usages uRLLC, ou *Ultra-reliable and Low Latency Communications*, ils désignent toutes les applications

nécessitant une réactivité extrêmement haute ainsi qu'une fiabilité très élevée en termes de transmission, sans viser l'optimisation énergétique par exemple. On pense à la chirurgie à distance, qui implique une latence quasi-inexistante pour garantir la précision des gestes du médecin reproduits par des bras robotisés dans un bloc opératoire connecté.

Une propriété critique : le *network slicing*

Une fois pleinement déployée, la technologie 5G pourra fournir un réseau extrêmement fiable, bénéficiant de performances plus élevées en termes de bande passante et plus homogènes à travers le territoire ; une connexion plus stable, même en mobilité grâce à des vitesses de l'ordre de 500 km/h ; et une efficacité énergétique bien supérieure à celle d'aujourd'hui, avec des batteries jusqu'à 100 fois moins énergivores qu'actuellement.

Mais toutes ces caractéristiques ne pourront être atteintes en même temps. Débit, latence, portée : ce sont trois paramètres que la 5G pourra par exemple amplifier mais sans être en mesure de les maximiser tous simultanément. En d'autres termes, des choix devront être faits pour définir des classes d'usages bénéficiant chacune d'une configuration technique particulière, ce que l'Arcep appelle une « enveloppe de performances ». C'est le principe du *network slicing* : chaque « tranche » du réseau correspond à un type d'usage ciblé et maximise les performances les plus appropriés pour celui-ci. Par exemple, les cas d'usage type eMBB nécessitant un ultra haut débit, comme la vidéo HD ou la réalité augmentée, pourront bénéficier d'une optimisation des paramètres

d'efficacité spectrale et de débit maximal tout en admettant de moindres performances en matière de latence ou de densité de connexions simultanées. A contrario, la recherche de communications ultra fiables et sans latence (uRLLC) pourra se traduire par une réduction, sur cette « tranche » du réseau, de paramètres comme le nombre de communications simultanées ou encore le débit.

En clair, un réseau 5G peut s'adapter à l'usage que l'on en fait. C'est cette aptitude à la modularité permise par le *network slicing* qui permettra de tendre, dans chacune des familles applicatives évoquées – eMBB, mMTC, uRLLC – vers des performances impossibles à atteindre avec les technologies actuelles. Aspect le plus disruptif de la 5G, le *network slicing* ne sera toutefois opérationnel que dans plusieurs années, avec la mise sur le marché de la 5G Stand Alone encore en gestation.

De la 4G à la 5G Stand Alone : une technologie en cours de déploiement

Si les promesses de la 5G sont bien identifiées, moins connues sont les moyens par lesquels on compte y parvenir. La 5G repose en effet sur plusieurs technologies devant d'abord faire l'objet d'une normalisation avant d'être mise sur le marché. Son déploiement se fait ainsi de manière progressive, au rythme des « release » des institutions internationales chargées du travail de standardisation – l'UIT et le 3GPP – et des autorisations de l'Arcep, l'autorité de régulation des télécommunications en France.

Les normes 5G NR, une première brique ouvrant la voie à la 5G NSA

La 5G aujourd'hui déployée correspond à la première génération de réseaux 5G, dite « Non Stand Alone » (NSA) dans la mesure où elle s'adosse au réseau 4G-LTE existant. Concrètement, le processus de normalisation 5G a couvert une partie des infrastructures 5G sous l'étiquette « New Radio » (ou 5G NR) à partir de 2016, à l'initiative du 3GPP, l'organisme chargé de certifier les normes des technologies de télécommunications mobile. La « release 15 », publiée en 2018, était la première à introduire la technologie 5G et se focalisait sur les applications type « eMBB » visant une augmentation du débit et de la capacité des réseaux, priorité des opérateurs mobiles qui ont pu l'exploiter grâce aux premiers équipements déployés en 2018.

La release 16, publiée en 2020, concerne plutôt les industriels car davantage focalisée sur les nouveaux marchés de la 5G comme les applications à faible latence et haute fiabilité (uRLLC), la voiture autonome (V2X) ou encore l'Internet des objets (mMTC). Autant de normes ouvrant la voie à une seconde génération de réseaux 5G, de loin la plus disruptive.

La 5G Stand Alone, une révolution encore à venir

La Release 15 a posé les normes et standards pour de nombreuses technologies sous-tendant la 5G, en particulier la forme d'ondes New Radio, sous deux configurations distincte : la 5G NSA, que l'on connaît déjà depuis 2021 bien qu'elle reste encore en phase de déploiement, et la 5G SA, encore en phase d'expérimentation.