

## Les 5G, 5G+, 6G: une fuite en avant vers un solutionisme technologique

### LIMINAIRE

Les 7 premiers chapitres de ce document constituent une description technique « neutre et factuelle » de ce que nous concoctent les industries du numérique et de la téléphonie mobile au delà de la 5G, avec la bienveillance, l'appui des pouvoirs publics et politiques.

Mes commentaires et avis sont regroupés au chapitre 8 « mes conclusions » que je vous suggère de prendre le temps de lire, peut être même avant d'aborder les aspects techniques, dans lesquels je ne fais aucun commentaire personnel, me bornant à décrire ce qui se prépare dans les laboratoires et les bureaux des décideurs.

### 1/ La 5G et les satellites

Visionner le montage vidéo (durée 26 mn) extrait de la visio réunion du Réseau National Stoplinky5G le 13 avril 2022. intervention de Patrice Goyaud sur le thème des satellites 5G:

<https://youtu.be/BUh5c7Qbrg4>

#### Autre projet fou:

AST SpaceMobile

Pas de réseau ? Quand un satellite d'AST SpaceMobile passera dans la zone, un smartphone aura peut-être l'option de s'y connecter. C'est en tout cas le pari de l'entreprise, qui va pour cela envoyer un premier satellite de très grande envergure. Mais il sera encore plus visible dans le ciel de nuit...

Dix mètres de diamètre, 64 mètres carrés... Le satellite démonstrateur BlueWalker 3 ne fait pas dans la miniature.

Cette mégaconstellation se positionnera en orbite basse (400 Km), d'un côté le satellite accueille les cellules solaires qui collectent l'énergie nécessaire à son fonctionnement, et de l'autre les antennes « plates » à commande de phase qui sont sa raison d'être. Un satellite de communication et connectivité bien particulier, car ce dernier a vocation à relier directement les smartphones existants à des antennes relais.

Sur le papier, le plan d'AST SpaceMobile est particulièrement simple : profiter d'une antenne assez grande et sensible pour pouvoir capter même les faibles signaux envoyés par les smartphones existants, et les relayer vers les relais au sol eux, aussi existants.

### 2/ 5G : la Cour des comptes dénonce un vrai manque d'intérêt des entreprises industrielles

Moins de deux ans après les enchères pour l'attribution des fréquences 5G, la Cour des comptes a fait le bilan. Et selon elle, le monde industriel n'a toujours pas saisi les enjeux de la technologie mobile de cinquième génération.

*Analyse de ce rapport par Robin des Toits:*

[https://www.robindestoits.org/5G-la-Cour-des-comptes-denonce-un-vrai-manque-d-interet-des-entreprises-industrielles\\_a3162.html](https://www.robindestoits.org/5G-la-Cour-des-comptes-denonce-un-vrai-manque-d-interet-des-entreprises-industrielles_a3162.html)

### **3/ Un premier test de la 5G sur les ondes millimétriques (26 GHz) doit avoir lieu à Paris, dans le quartier de La Défense**

Depuis 2019, Paris La Défense fait partie des 15 acteurs du Grand Paris autorisés à déployer un réseau 5G expérimental sur la bande des 26 GHz, aussi appelée 5G millimétrique. Un appel aux opérateurs a été lancé pour que ces derniers puissent utiliser cette nouvelle norme 5G qui n'est pas encore déployée en France. Elle doit permettre des débits bien plus élevés et également d'expérimenter de nouveaux usages, notamment pour les entreprises. En contrepartie, elle propose une couverture bien plus réduite. Ainsi, Paris La Défense met en place deux lots concernant cette 5G bien particulière:

-Le premier est à destination des opérateurs qui auront l'opportunité d'exploiter le réseau opérateur neutre à titre expérimental de décembre 2022 à septembre 2023. Son but est avant tout de tester la faisabilité et la viabilité d'un schéma d'opérateur neutre et d'un réseau 5G en 26 GHz en surveillant les possibilités en terme de qualité de services offertes par cette bande.

-L'autre lot concerne les entreprises et autres acteurs souhaitant développer de nouveaux concepts autour de la 5G. Pour permettre ce test, Paris La Défense va s'appuyer sur quatre candélabres de la dalle. L'un sera équipé d'une antenne 4G, utilisant la bande LTE TDD 2,6 GHz, qui sera utilisée comme bande d'accroche (B38) au réseau 5G. Les trois autres seront équipés de small cells 5G mmWave en bande N258 (26 GHz) qui diffuseront la 5G SA en 360 degrés.

Plus de détails ici:

<https://www.defense-92.fr/technologie/la-defense-va-devenir-une-terre-d-experimentation-pour-la-5g-en-26-ghz-73531>

### **4/ Qu'est-ce que la 5G+, attendue pour 2025 ?**

La première phase de la 5G vient de s'achever dans l'indifférence. Il faut dire que seuls les spécialistes étaient au courant. Le groupement du 3GPP (Third Génération Partners Project), qui définit les spécifications techniques des standards de téléphonie mobile, a achevé la Release 17 en 2021.

Un nouveau chapitre vient de s'ouvrir ce deuxième trimestre 2022 avec des négociations sur la 5G Advanced à partir de la Release 18, ainsi que toutes les versions qui suivront . C'est aussi le cas de Qualcomm, qui a longtemps insisté sur ses propres innovations lors de son 5G Summit, Ericsson et tous les équipementiers sont en ordre de marche pour pousser leurs brevets. Les industriels comptent intégrer davantage d'intelligence artificielle et notamment de machine learning (ML) dans les réseaux.

Le ML devrait permettre de mieux gérer le métavers et le XR (extended reality) qui désigne à la fois les applications de réalité augmentée et virtuelle. Le principal défi consiste à fournir simultanément un débit de données très élevé et une latence limitée.

Le Massive MIMO, qui consiste à multiplier les antennes en émission et en réception, devrait être poussé à son maximum avec des stations de base qui pourraient supporter jusqu'à 512 éléments contre 64 actuellement. Il existe également un débat au sein du 3GPP pour évoluer vers de nouvelles antennes qui fonctionneraient en full duplex. Elles pourraient envoyer et recevoir des informations plus fréquemment et presque simultanément sur la même bande de fréquence, au

lieu d'attendre un slot pour le faire à tour de rôle comme c'est le cas actuellement .

On parle aussi de l'intégration dans la 5G des réseaux non terrestres (NTN) que sont les satellites, les plates-formes de haute altitude ou des drones. Les NTN pourraient ainsi étendre la couverture. La réception du signal en mouvement dans un train ou une voiture devrait être meilleure. Une fonctionnalité de répéteur améliorée est par ailleurs prévue pour réduire les interférences et le bruit tout en étendant la portée.

La 5G-Advanced offre des avantages pour des cas d'utilisation aussi divers que le contrôle du réseau électrique « intelligent », l'automatisation industrielle et les transactions financières en temps réel. Cela améliorera la navigation et rendra les systèmes logistiques plus efficaces.

*Plus de détails ici:*

<https://www.01net.com/actualites/a-quoi-ressemblera-la-5g-qui-nous-attends-2025-2056375.html>

### **5/ 6G attendue en 2030, à quoi pourrait-elle ressembler?**

La réflexion a débuté sur la 6G dès 2019 sous l'impulsion de l'Université d'Oulu en Finlande. Depuis, des études ont été lancées aux Etats-Unis, en Corée du Sud, au Japon, en Chine et en Europe. Intelligence artificielle, recours aux ondes TéraHertz ou développement de jumeaux numériques, il existe de nombreuses pistes de réflexion autour d'une future 6G.

#### ***Quels seraient les besoins auxquels la 5G ne saurait pas faire face en 2030 ?***

L'intelligence artificielle pourrait aider à relever quelques-uns de ces défis. La 5G n'a pas été conçue nativement pour intégrer de l'IA, en la prenant en compte dès le départ dans la 6G, les milliers de paramètres du réseau pourraient être réglés plus finement et en temps réel.

Il est évoqué des débits descendants de 1000 Gbit/s et une latence inférieure à 0,1 ms, sur des fréquences porteuses pouvant aller de 100 GHz à 30 TéraHertz, contre 10 à 20 Gbit/s de débit et 1 ms de latence obtenus au mieux avec la 5G. Par contre cette augmentation substantielle des débits se soldera par des portées bien plus faibles , au fur et à mesure que l'on monte en fréquence.

#### ***Téléprésence holographique et jumeaux numériques***

Il y a une autre vision plus prospective et conceptuelle de la 6G. Comme celle de Nokia, qui pilote le projet exploratoire phare de la Commission européenne : Hexa-X. « En 2030, les interactions seront plus fortes entre le monde réel, le monde numérique et le monde virtuel », avance Jean-Luc Beylat, Président de Nokia Bell Labs France. L'idée, c'est de connecter ensemble le corps humain, les capteurs, les infrastructures numériques et les capacités de calcul au sein d'un vaste écosystème. « La 6G pourrait devenir le réseau des réseaux », ajoute Jean-Luc Beylat.

#### ***Améliorer la latence***

Celle-ci devrait passer de 1 ms pour la 5G à 0,1ms avec la 6G. Toutefois il s'agit de valeurs théoriques, les valeurs réelles sont à replacer dans un contexte de réseaux numériques hybrides (hertzien, satellites , fibre optique, câbles...) et de centres serveurs pour le stockage et la restitution des données

#### ***Améliorer la localisation***

Savoir géolocaliser très précisément et de manière fiable les utilisateurs et les obstacles sera essentiel pour assurer le bon fonctionnement de nombreuses futures applications, comme la voiture autonome ou l'industrie 4.0. Les technologies actuelles de type GNSS (une extension du

GPS) ne permettent pas d'atteindre le degré de précision souhaité dans tous les types d'environnement (ex. intérieur des bâtiments, canyons urbains, tunnels, usines, parkings souterrains, etc.), le plus souvent en raison d'obstructions du signal radio.

Si les applications émergentes auront besoin de service de localisation ultra-précis, elles auront aussi et surtout besoin de fiabilité. En complément des travaux sur la localisation 6G, l'institut travaille également au développement de systèmes de localisation hybride, qui, après traitement et agrégation de données issues de différentes technologies complémentaires (radio ou non), permettent d'atteindre des précisions records:

4G ~10 mètres 2D

5G ~10 cm -1 mètre 2D

6G ~1-10 cm 3D

Dans son livre blanc sur la 6G, l'équipementier finlandais prévoit que les écrans tactiles deviendront obsolètes au profit des interactions vocales et gestuelles qui s'imposeront comme une norme. Que nous commanderons des machines à distance via des patchs, des bio-implants, des appareils intégrés à nos vêtements, voire des capteurs cérébraux comme le rêve **Elon Musk avec son projet d'implant cérébral Neuralink** aux accents transhumanistes.

Autre piste émergente, celle de la téléprésence holographique, qui pourrait s'imposer dans les interactions professionnelles et sociales. Cela permettrait de donner l'impression que l'on se trouve à un endroit comme son bureau depuis n'importe quel point du globe. Exactement ce que prévoit le **patron de Facebook Mark Zuckerberg** avec les progrès de la réalité virtuelle.

Le concept de jumeau numérique tient enfin une place centrale dans la plupart des ébauches sur la 6G. L'idée est de faire une copie complète d'un objet, d'une collectivité, d'une entreprise et même d'une personne dans un data center et de la synchroniser en permanence. Cela peut valoir pour une ville entière comme Paris ou une usine. Si vous voulez changer la circulation des voitures ou une chaîne d'assemblage, vous testez les modifications dans la copie numérique et pouvez l'appliquer ensuite dans le monde réel avec une rapidité foudroyante. Et pourquoi pas faire de même **avec un traitement médical pour une personne**. « On pourra tester et diffuser immédiatement de nouvelles solutions », selon Jean-Luc Beylat.

Le projet européen Hexa-X rendra ses conclusions au mois de juin 2023. Tous les développements actuels devront faire consensus au niveau international avant d'engager un processus de standardisation. Si le 3GPP ne s'est pas encore emparé du sujet de la 6G, l'Union Internationale des Communications (ITU) commence timidement à y réfléchir.

## **6/ La France veut son plan d'action 6G, pour la lancer d'ici dix ans**

Le gouvernement compte élaborer une stratégie pour ce standard attendu dans dix ans. Les fonds investis dans la recherche des réseaux de télécommunication devraient aussi servir à l'anticiper. Le gouvernement a présenté ce 6 juillet 2022 un plan d'accélération de la 5G en France. 735 millions d'euros de financements publics seront consacrés d'ici 2025 à soutenir des projets industriels.

### ***Mais il est aussi question, à la marge, de préparer la 6G.***

Bercy va soutenir la recherche française de pointe sur les réseaux de télécommunications pour « anticiper les évolutions de la 5G et l'arrivée de la 6G », peut-on lire dans le dossier de

presse. Le ministère de l'Economie va même plus loin en parlant d' « élaborer un plan d'action sur la 6G ».

## **7/ Annexe technique: Étude Prospective sur la 6G par le CEA-Leti de Grenoble**

Le document complet est ici:

[https://www.leti-cea.fr/cea-tech/leti/Documents/presse/DP\\_6G\\_FR\\_2021.11.pdf](https://www.leti-cea.fr/cea-tech/leti/Documents/presse/DP_6G_FR_2021.11.pdf)

*En voici les principaux extraits:*

Pour la propagation des ondes au delà de 100 GHz, plusieurs verrous technologiques doivent être levés :

- La propagation des ondes à ces fréquences devient difficile ;
- Les technologies à base de silicium atteignent leur limite

Pour pallier ces limitations techniques:

-le nitrure de Gallium (GaN): il a la particularité de limiter les pertes d'énergie et d'être compatible avec les technologies standards de la microélectronique (CMOS) et de nouvelles techniques d'hybridation. La co-conception d'amplificateur de puissance et de transistors avec d'autres matériaux est également à l'étude notamment pour répondre aux besoins spécifiques des bandes de fréquence allant jusqu'à 300 GHz.

### ***Le Lifi: une alternative pour décongestionner le spectre RF en intérieur comme en extérieur***

(éclairage public par ex.). l'utilisation de l'éclairage LED, et leur capacité à transmettre des données à haut débit, offre les avantages suivants :

- bande passante ultra-large
- aucune interférence électromagnétique RF
- insensible à l'environnement RF

### ***Les surfaces intelligentes configurables***

Les surfaces intelligentes reconfigurables sont considérées comme l'une des technologies les plus prometteuses pour améliorer la couverture. elles permettent de manipuler électroniquement les caractéristiques du champ électromagnétique. Ces surfaces bas coût sont constituées de milliers d'éléments rayonnants capables de rediriger au bon endroit les ondes contenant de l'information. Elles joueront d'intermédiaire entre station de base et utilisateurs Elles comportent trois modes :

-Mode réfléchissant

Ex : À l'instar des miroirs, pour réfléchir l'onde vers l'utilisateur

-Mode traversant

Ex : pour mieux faire passer les ondes millimétriques à travers des bâtiments

-Mode refocalisation et uniformisation: rediriger le signal de manière très directive vers la zone à couvrir.

De nouveaux dispositifs compatibles avec des fréquences allant jusqu'à 300 GHz , combinés à des algorithmes, décideront en temps réel du mode à adopter (réfléchissant, traversant, refocalisation). Ces surfaces seront déployées en priorité dans les villes, là où il existe une multitude d'acteurs et d'obstacles.

## 8/ Mes conclusions

Cette fuite en avant technologique s'inscrit dans une démarche libertarienne et transhumaniste selon laquelle:

- toute évolution technologique doit être mise en oeuvre (surtout si elle peut faire gagner de l'argent à une élite industrielle) car elle est nécessairement source de progrès pour l'humanité (ou la transhumanité?)

- la technologie est toujours « la solution » à un problème quelqu'il soit. S'il n'y a pas vraiment de problème, alors il faut le créer pour pouvoir promouvoir cette technologie.

Ex: faire croire que les réseaux antérieurs (3, 4G, et même 5G) sont saturés et qu'il est indispensable de monter en puissance (6G). Pour ce faire, créer et imposer de nouveaux besoins numériques qui accroissent artificiellement le trafic (vidéos ultra HD, caméras de surveillance, voitures connectées, domotique débridée...)

- faire croire à un confort et bien être accrus en présence d'objets domotiques qui vont tout faire à notre place sans qu'on ait à lever le petit doigt: l'humain brade son autonomie pour une hétéronomie numérique qui confine à une nouvelle forme d'esclavage. Cette perte d'autonomie va le rendre progressivement incompetent à effectuer les gestes quotidiens grâce auxquels il peut exercer un contrôle sur sa vie. Promouvoir le mode « ma vie en automatique » plutôt qu'en mode manuel est une fausse bonne idée, qui contribue à affaiblir l'humain dans toutes ses dimensions.

- Faire croire que ces évolutions technologiques sont un progrès au plan sanitaire ( moins de rayonnements), énergétique (moins énergivores) et moins impactants au plan environnemental. Ce qui est faux bien sûr, puisque les augmentations de puissance, de trafic provoquent toujours l'aggravation des 3 points sus-cités. D'ailleurs l'ANSES dans son rapport sur la 5G a réussi une bien triste circonvolution ou extrapolation, qui tient plus du doigt mouillé que de la science, en concluant que la bande 3500 MHz de la 5G NR, peu éloignée des bandes des 3 et 4G ne présentait pas plus de risques sanitaires, bien qu'elle n'ait soi-disant pas trouvé d'études dans cette bande de fréquence.

Pour finir, et le pire de mon point de vue, c'est l'inversion des valeurs: matraquer leurs mensonges, avec la complicité bienveillante des médias de grand chemin, pour faire avaler au grand public que ces technologies sans fil sont sans danger pour l'humain, et plus généralement pour le vivant.

***Patrice Goyaud***