



BANQUE des
TERRITOIRES



5G : enjeux et perspectives territoriales

Juin 2020

Sommaire

Introduction	3
La 5G, de quoi s'agit-il exactement ?	4
FICHE 1 - La 5G : nouveau paradigme ou version améliorée de la 4G ?	5
FICHE 2 - Quelles sont les évolutions technologiques de la 5G ?	8
FICHE 3 - Comment le déploiement de la 5G est-il prévu ?	12
Quels services en 5G pour les territoires ?	14
FICHE 4 - Quels domaines d'application potentiels de la 5G par les acteurs publics ?	15
FICHE 5 - Quels services peut-on envisager pour les acteurs industriels ?	20
Quels pourraient être les effets de la 5G sur les territoires ?	22
FICHE 6 - Comment anticiper l'arrivée de la 5G ?	23
FICHE 7 - 5G : quels sont les points de vigilance ?	25
Conclusion	29

Introduction

Les deux prochaines années devraient être celles de la 5G en France. 5ème génération de communication mobile. Cette nouvelle technologie est souvent présentée comme un vrai changement de paradigme plus que comme une version améliorée de la 4G. Alors qu'elle se développe déjà dans de nombreux pays et que l'attribution des licences approche en France, des enjeux de maîtrise technologique, de sécurité informatique et de sécurité sanitaire ainsi que des questions sur les usages sont posés au travers de différents rapports.

Des débits jusqu'à 10 fois plus importants que la 4G, mais aussi une latence très faible permettant des applications critiques, la possibilité de densifier de façon considérable les connexions au sein d'une cellule ouvrant un champ d'application de l'internet des objets, une consommation énergétique du réseau réduite, voici quelques-unes des promesses de la 5G qui arriveront progressivement (fiches 1 à 3).

Avec ces atouts, la 5G devrait permettre le développement de nouveaux usages et pourrait également devenir une arme majeure de compétitivité industrielle selon ses promoteurs.

Mais qu'en est-il des territoires ? Eux qui vont une nouvelle fois être au centre des débats de couverture et des attentes des usagers.

Au travers de fiches thématiques, l'objet de ce document est de faire un état des lieux ainsi qu'un point sur l'impact de la technologie 5G pour les collectivités territoriales et de son déploiement dans les territoires : que va-t-elle concrètement apporter aux territoires ? Quels impacts auront les déploiements ? Comment les collectivités peuvent-elles se saisir de cette technologie (fiches 4 et 5) ? Comment doivent-elles se préparer ? Quels en sont les potentiels avantages et les inconvénients (fiches 6 et 7) ?

Mobilisée depuis de nombreuses années sur la question de la transformation numérique des territoires, la Banque des Territoires espère que ce document contribuera utilement aux réflexions et aux choix des différents acteurs intéressés aux enjeux territoriaux de la 5G.

01

La 5G, de quoi s'agit-il exactement ?

FICHE 1

La 5G : nouveau paradigme ou version améliorée de la 4G ?

5ème génération de standard de téléphonie mobile, la « 5G » utilise plusieurs bandes de fréquences dont la bande 3,5 GHz¹ constitue la « bande cœur ». Elle s'appuie sur un certain nombre d'éléments techniques comme des technologies de « découpage » du réseau ou la focalisation des ondes radio sur un point donné. Ceci permet à la 5G d'amener des nouvelles avancées par rapport aux technologies précédentes : un débit jusqu'à 10 fois supérieur à celui de la 4G, une très faible latence et une densification des connexions au sein d'une cellule ouvrant la voie au développement de l'internet des objets.

Quelles nouvelles capacités offre la 5G ?

En pratique, la 5G développe 3 atouts majeurs :

- Un **débit jusqu'à 10 fois supérieur à celui de la 4G**. Ce qui devrait permettre aux utilisateurs de visualiser de la vidéo haute définition en streaming par exemple ;
- Une **faible latence**, autrement dit un temps de réponse très rapide, qui devrait permettre de nouvelles applications industrielles pour les sites de production par exemple ;
- Une grande **densification des connexions** avec un faible coût énergétique qui ouvre la possibilité de déployer des objets connectés massivement dans une zone.

Dans une société où le numérique prend une importance de plus en plus grande, l'avènement de la 5G constitue donc une réponse technique qui semble prometteuse au regard des besoins exprimés par l'ensemble des acteurs économiques.

Comment ces améliorations sont-elles possibles ?

On se reportera à la fiche 4 de ce guide pour plus de détails, mais on peut d'ores et déjà mettre en avant plusieurs évolutions qui permettent de comprendre le saut technologique que constitue la 5^{ème} génération de téléphonie mobile.

En effet, la 5G va se déployer sur deux nouvelles bandes de fréquences hautes la 3,5 et la 26 GHz. Ces bandes présentent l'avantage de disposer d'une largeur de bande supérieure aux fréquences plus basses exprimées en MHz. Cette largeur de bande permet ainsi d'offrir des débits importants.

La 5G va également permettre le découpage du réseau en tranches virtuelles (*network slicing* que nous détaillerons dans la fiche 4) permettant la coexistence simultanée dans le même réseau d'usages différents, tels que les services à destination du grand public, des entreprises ou des objets connectés. Chacune de ces tranches bénéficiera des niveaux de performances de bout en bout adaptés au service fourni (débit maximal, criticité, volume de terminaux, etc.) permettant ainsi le développement de services spécifiques.

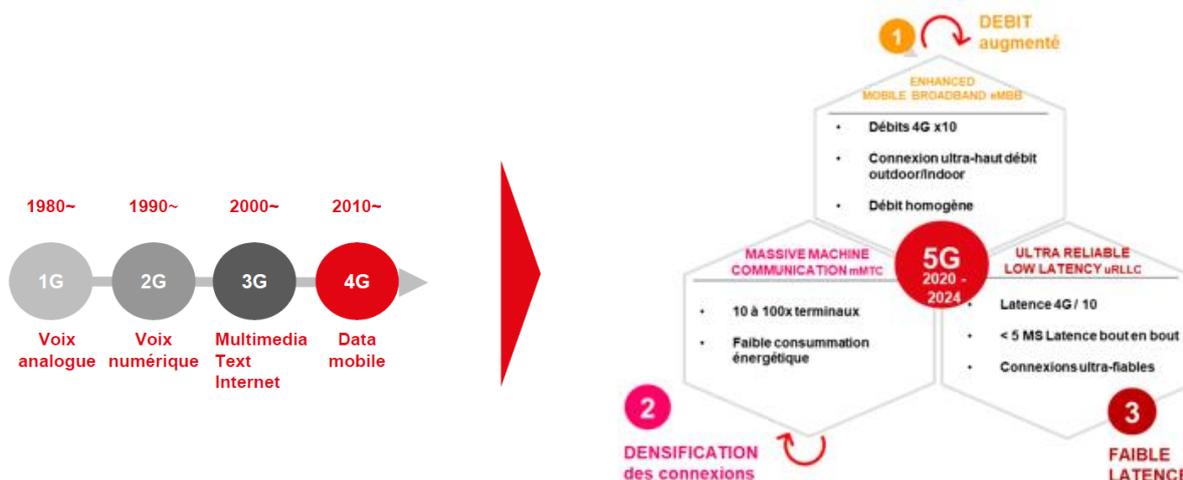
D'autres atouts technologiques sont permis par les antennes actives : le *massive-MIMO* et le *beamforming*. Ces technologies participent grandement à la réduction de la latence² et à l'amélioration de l'efficacité spectrale grâce à l'orientation du signal vers les terminaux actifs contribuant ainsi à l'augmentation des débits. Ces antennes actives, plus volumineuses, sont moins adaptées aux fréquences basses.

¹ La bande 3,5 GHz correspond en réalité à la bande 3,4-3,8 GHz.

² La réduction de la latence est due principalement aux antennes massive-MIMO et la possibilité de rapprocher les capacités de calcul et traitements plus près des terminaux, cette décentralisation des ressources permise par la 5G en mode *Stand-Along* est appelée *Mobile Edge Computing*.

La 5G, plus qu'une simple évolution technologique

La 5G ne vise pas à une simple augmentation des débits de la 4G pour les smartphones mais ouvre la perspective à trois grandes familles d'utilisation pouvant utiliser d'autres types de terminaux : les applications critiques (robots, drones, etc.) exploitant la faible latence, l'internet des objets massif exploitant la densification des connexions et les connexions à ultra-haut débit :



Source : Etude prospective 5G pour les territoires – Banque des Territoires – Juillet 2019

Quels sont les nouveaux usages pour les acteurs ?

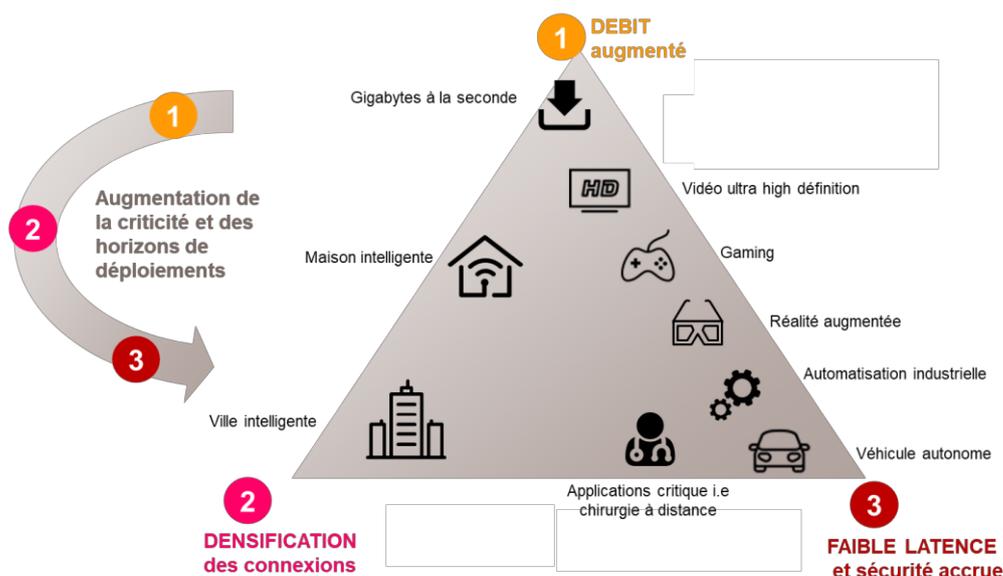
Il est difficile aujourd'hui de prévoir et d'être exhaustif sur les usages qui émergeront avec le déploiement de la 5G d'autant que certains sont déjà possibles en 4G comme la vidéosurveillance par exemple, mais les potentialités offertes par cette nouvelle génération laissent entrevoir plusieurs catégories d'usages pour chacune des cibles économiques des opérateurs :

	Particuliers	Industries	Collectivités
Augmentation des débits	<ul style="list-style-type: none"> Technologies immersives (ex. réalité virtuelle) Vidéo Très haute définition 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation intensive du logiciel en tant que service (SaaS) y compris en situation de mobilité Technologies immersives (réalités augmentée, virtuelle ou mixte) Vidéo Très haute définition 	<ul style="list-style-type: none"> Vidéosurveillance très haute qualité (définition et fiabilité) Téléassistance vidéo des secours
Réduction de la latence	<ul style="list-style-type: none"> Jeux connectés 	<ul style="list-style-type: none"> Robotique connectée (ex : convoyeurs en usine ou entrepôts) Pilotage de lignes de production 	<ul style="list-style-type: none"> Mobilité connectée Véhicule autonome Services de secours
Densifications des connexions	<ul style="list-style-type: none"> Domotique 	<ul style="list-style-type: none"> Connexion de l'outil de production Objets connectés (Internet of Things « IoT ») 	<ul style="list-style-type: none"> Pilotage de la smart city à travers des objets connectés (cf. fiche 4)

Les usages nécessitant un très haut débit comme le visionnage de vidéos en ultra haute définition 4K ou 8K restent encore très restreints notamment en mobilité. Ces usages ne se déploieront que progressivement, sur des années.

La 5G ne devrait pas au départ se déployer pour répondre en premier lieu à ces nouveaux usages mais surtout parce que ses capacités en débit devraient permettre de décongestionner des zones très denses comme les aéroports, les gares ou les centres-villes dans lesquelles les réseaux 4G saturent, avec les usages actuels.

Les 3 grandes « promesses » de la 5G et ses applications



Source : Etude prospective 5G pour les territoires – Banque des Territoires – Juillet 2019

Ces promesses de la 5G vont se réaliser progressivement. Ainsi le très haut débit sera disponible à partir de 2021 par l'utilisation de la bande 3,5 GHz, tandis que l'ultra-très haut débit nécessitera l'utilisation de la bande de 26 GHz dont l'attribution n'est prévue avant 2023. De même, la densification massive des connexions pour les objets connectés et les très faibles latences pour les applications critiques nécessiteront le déploiement progressif de systèmes à partir de 2022-23⁴.

³ Les vidéos ou images en 4K ou 8K indiquent respectivement des définitions supérieures à 4 096 pixels et 8 192 pixels.

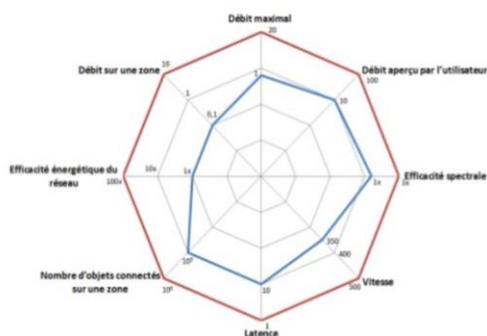
⁴ Ces fonctionnalités s'appuieront sur la Release 16 stabilisée en 2020 (cf. fiche 2). Le découpage du réseau en tranches virtuelles permettant la coexistence de niveaux de service différenciés nécessitera la mise en œuvre du *Network Slicing* sur des cœurs de réseau 5G. En plus, la diminution de la latence sera permise par les antennes massive MIMO, tandis que la très faible latence utilisera le Mobile Edge Computing en mode Stand-Alone.

FICHE 2

Quelles sont les évolutions technologiques de la 5G ?

Répartie sur plusieurs bandes de fréquences dont certaines ne feront pas l'objet d'une ouverture avant 2023, la 5G présente la particularité d'exploiter des bandes de fréquences hautes permettant d'atteindre des débits proches de ceux de la fibre optique sous réserve d'un nombre faible d'utilisateurs par cellule. Grâce à l'ensemble des bandes de fréquences, la 5G permettra le développement des technologies *Massive-MIMO* et *Beamforming*, toutes deux permettant d'améliorer significativement la qualité du signal entre les antennes et les récepteurs (téléphones, capteurs, etc.). Enfin, le découpage du réseau autorisé par la création de réseaux virtuels permettra de démultiplier les usages simultanés.

Les sauts de performances attendus en 5G



Performances	4G	5G
Débit maximal (Gbit/s)	1	20
Débit aperçu par l'utilisateur (Mbit/s)	10	100
Efficacité spectrale	1x	3x
Vitesse (km/h)	350	500
Latence (ms)	10	1
Nombre d'objets connectés sur une zone (quantité d'objets/km ²)	10 ⁵	10 ⁶
Efficacité énergétique du réseau	1x	100x
Débit sur une zone (Mbit/s/m ²)	0.1	10

Source : Arcep – Juin 2019

Bien que la 5G améliore les performances par rapport à la 4G, comme le montre le graphique ci-dessus, on ne peut pas bénéficier de la totalité des améliorations de performances à un même endroit en même temps on ne peut notamment pas avoir de l'ultra-haut débit pour des millions de terminaux simultanément et il est compliqué d'avoir à la fois du très haut débit et une large couverture radio.

Une répartition sur plusieurs bandes de fréquences

Le réseau 5G englobe l'ensemble des technologies dites de 5^{ème} génération du standard de téléphonie mobile. En s'appuyant sur les standards précédents, ces dernières sont validées par l'UIT⁵ et le consortium 3GPP⁶.

⁵ UIT : Union Internationale des Télécommunications, Organisation des Nations Unies pour les télécommunications.

⁶ 3GPP : *Third Generation Partnership Project* : accord de collaboration datant de décembre 1998 qui rassemble un certain nombre d'organismes de normalisation des télécommunications pour le développement des réseaux mobiles de 3^{ème} génération comme l'UMTS.

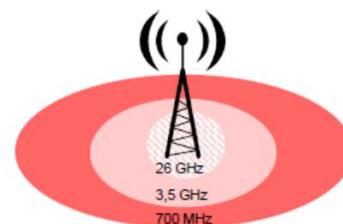
Les standards du 3GPP sont structurés en *Releases* (versions) et les réseaux 5G en service ou en phase actuelle d'installation sont basés sur la *Release 15*, finalisée en 2018. Cette *Release-15* spécifie aussi bien l'interface radio (5G NR pour *new radio*) que le cœur du réseau 5G. Celui-ci permettant un déploiement de la 5G sur un cœur de réseau 4G (mode *non-stand-alone* - NSA) ou sur un cœur de réseau 5G (mode *stand-alone* - SA). La *Release 16* est stabilisée en juin 2020 et la *Release -17* est prévue pour fin 2021.

Bien que le nombre de fonctionnalités de ces standards soit très important, les *Releases 16* et *17* développeront principalement des fonctionnalités liées à l'internet des objets dans l'industrie, la communication de véhicules (V2X) par exemple pour la *Release 16* et des couches applicatives pour les chemins de fer ou des fonctionnalités pour les terminaux en autres pour la *Release 17*.

La 5G qui sera installée lors de sa commercialisation prévue à l'issue de l'attribution des licences ne sera donc pas dans sa version définitive et sera amenée à évoluer au gré des nouvelles releases.

Au même titre que les technologies précédentes, la 5G s'appuie sur le spectre hertzien et sur des bandes de fréquences régulées :

- La bande 700 MHz, déjà attribuée aux opérateurs fin 2015 et actuellement utilisée pour la 4G. Elle permet notamment une large couverture des territoires ;
- La bande 1,4 GHz utilisée par les faisceaux hertziens autorisés par l'Arcep⁷ et les ministères de la Défense et de l'Intérieur. Elle ne fera l'objet d'une ouverture qu'en 2023.
- La bande 3,4 – 3,8 GHz, sur laquelle reposera essentiellement la 5G car elle offre un bon ratio « couverture/débit ». Les licences d'exploitation font actuellement l'objet d'une mise aux enchères par le gouvernement via l'Arcep (plus d'informations en fiche 3) ;
- La bande 26 GHz permet des débits très élevés mais une couverture d'une zone très restreinte. Une partie de cette bande a été mise à disposition pour des expérimentations entre 2020 et 2023.



Si l'ensemble des bandes ne seront donc pas toutes disponibles lors du lancement commercial de la 5G, la bande 3,5 GHz constituera néanmoins la « bande cœur » du nouveau réseau. Disposant en effet d'une grande largeur de bande⁸ et bénéficiant de l'amélioration de l'efficacité spectrale de la 5G, elle permet de lancer de nouveaux services haut débit.

D'un point de vue technique, on peut émettre une distinction entre les ondes de fréquence inférieures à 6 GHz et celles supérieures que l'on appelle ondes « millimétriques ». Ces ondes ont la particularité de pouvoir proposer des débits théoriquement similaires à ceux de la fibre optique grâce à une largeur importante du spectre disponible. Malheureusement, elles sont d'une portée très courte et ne cibleront pas la couverture des territoires les moins denses.

⁷ Arcep : Autorité de régulation des communications électroniques et des postes

⁸ L'attribution de 310 MHz est prévue dans la bande 3,5 GHz, à partager entre les 4 opérateurs mobiles avec un minimum chacun de 50 MHz et un maximum de 100 MHz. La bande 3,5 GHz permet d'augmenter de plus de moitié la totalité du spectre disponible par les opérateurs mobiles, soit environ 600 MHz toutes bandes confondues (700-800-900-1800 MHz, 2,1-2,6 GHz) et toutes générations confondues (2G, 3G, 4G).

Les spécificités des différentes bandes de fréquences envisagées pour la 5G

	PÉNÉTRATION À L'INTÉRIEUR	PORTÉE	DÉBIT
<p>La bande 700 MHz : déjà attribuée aux opérateurs (depuis fin 2015), qui peuvent d'ores et déjà y déployer la 4G et pleinement disponible depuis mi-2019</p>	++	++	--
<p>La bande 3400 – 3800 MHz : en cours de réorganisation pour permettre l'attribution d'une grande partie de la 5G, elle offre un bon ratio couverture/débit est souvent identifiée, en Europe, comme la bande « cœur 5G »</p>	-	+	+
<p>La bande 26 GHz : bande « millimétrique », avec des fréquences très élevées jusqu'à présent utilisées pour les liaisons satellitaires ou d'infrastructure, elle permettra des débits très importants dans des cellules de petite taille</p>	--	--	++

Source : ARCEP 2019

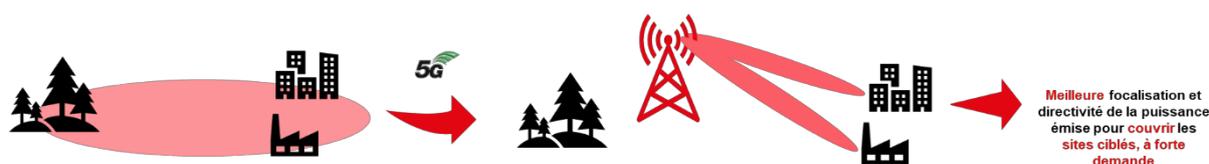
« Massive-MIMO » et « Beamforming »

La seconde spécificité de la 5G est l'introduction du « *Massive-MIMO* ». Il s'agit d'une amélioration du *MIMO* (Multiple Input Multiple Output) déjà utilisé pour la technologie 4G, permettant via l'utilisation de plusieurs antennes et d'importants calculs algorithmiques, d'améliorer la liaison entre l'émetteur et le récepteur et ainsi d'augmenter le débit.

Alors que le *MIMO* était souvent limité par le nombre d'antennes disponibles (12 maximum dans les stations de base), le *massive-MIMO* devrait permettre de s'affranchir de cette contrainte et ainsi réduire le *fading*, c'est-à-dire le rebond des ondes radio qui peuvent potentiellement créer des interférences. C'est cette réduction qui permet aussi, de fait, une réduction importante du temps de latence.

Enfin, alors que les antennes 4G émettent indifféremment dans toutes les directions et de manière continue, il est désormais possible de focaliser l'émission d'ondes sur un point précis localisé dans la cellule d'émission et durant le temps nécessaire exclusivement. Cette potentialité permettant d'améliorer significativement la consommation électrique et plus largement l'efficacité du réseau. On parle dès lors de *Beamforming*.

Utilisation de la technologie Beamforming dans la 5G



Source : Etude prospective 5G pour les territoires – Banque des Territoires – Juillet 2019

Les antennes visibles bénéficiant du « *Massive-MIMO* » regroupent en réalité un nombre important d'antennes (de l'ordre de 128 à 256), augmentant leur taille et donc leur impact visuel. Seules les fréquences hautes sont adaptées pour le « *Massive-MIMO* », car les antennes sont de plus petite taille. En revanche, il est peu probable que les antennes de la bande 700 MHz, de grande taille, incorporent le « *Massive-MIMO* » qui les rendrait encore plus imposantes.

Un découpage virtuel du réseau pour s'adapter aux usages

L'une des nouvelles fonctionnalités de la 5G est sa capacité de « découper » le réseau en autant de réseaux virtuels chacun avec un niveau de service spécifique, privilégiant différemment le débit, la latence ou le nombre d'objets. Ce découpage du réseau en tranches (*Network slicing*) permet la création de réseaux virtuels de bout en bout exploités depuis une infrastructure partagée commune. Chacune

de ces tranches est paramétrée en fonction des cas d'usages qu'elles supportent et pour délivrer le niveau de performance adéquat. Cette fonctionnalité pourra intéresser des services d'urgence ou de sécurité qui recherchent des latences très faibles, par exemple.

Un apport à l'internet des objets au-delà des technologies déjà disponibles

Depuis plusieurs années des standards de communication sont apparus spécifiquement pour l'internet des objets. Utilisant préférentiellement des bandes de fréquences basses, des standards plus ou moins ouverts sont aujourd'hui entrés en concurrence : les écosystèmes LoRa ou NB-IoT et l'opérateur Sigfox pour ne citer qu'eux⁹, se partagent un marché encore peu développé et estimé entre 7 et 10 milliards € en 2019.

Ces 3 standards permettant l'échange à longue distance s'appuient donc sur des bandes de fréquences très basses (< 900 MHz), peu gourmandes en énergie où les objets peuvent transmettre quelques informations peu gourmandes en données comme des identifiants ou un relevé de mesure.

Si elles présentent également un intérêt en termes de coût, elles sont encore limitées en nombre d'objets connectables et restent peu utilisées. Bénéficiant de standards internationaux et d'une capacité de densification des connexions d'objets, c'est sur ce point que la 5G pourra faire la différence¹⁰.

Un impact sur l'écosystème de la donnée

La possibilité de communiquer en radio avec des objets en temps réel (avec une très faible latence) pourrait avoir un impact sur le traitement des données. En effet les architectures de traitement extrêmement centralisées ou dans le Cloud font appel à des serveurs parfois distants de plusieurs milliers de kilomètres, Il en résulte donc des délais de transmission parfois importants. Le recours à la 5G pourrait résoudre ce problème et donc permettre de nouveaux usages nécessitant une extrême rapidité de traitement comme le pilotage automatique d'un véhicule ou d'un objet en mouvement par exemple.

Sur le plan technologique, il faut également mentionner que la capacité de la 5G à collecter des données d'objets de plus en plus nombreux va induire une multiplication du volume de données à traiter, ce qui devrait mobiliser les techniques d'intelligence artificielle (IA). Concernant les enjeux territoriaux de l'IA en général, on peut se référer au guide de la Banque des Territoires « Intelligence artificielle et collectivités »¹¹.

En revanche, faible apport sur la PMR, déjà bien prise en compte en 4G

Les réseaux mobiles professionnels (PMR), permettent de rester à l'intérieur d'un groupe fermé d'utilisateurs. Les fonctionnalités les plus connues sont le push-to-talk et l'appel de groupe notamment. Elles sont utilisées par les services publics comme la police, les pompiers ou l'armée, ainsi que par des entreprises privées.

Ces réseaux, qui avaient peu changé depuis la technologie 2G, viennent de connaître une évolution importante avec l'ouverture de la bande 2,6 GHz TDD¹² qui leur est dédiée. La canalisation de cette bande leur permet en effet d'utiliser des technologies de type 4G à très haut débit. Une fois que le *network slicing* sera mis en œuvre (vers 2023) la 5G devrait permettre la création de services de type PMR sur des réseaux publics. Cette solution permettrait de répondre à une partie des besoins, dans la mesure où les utilisateurs de la PMR acceptent de ne pas maîtriser le réseau et de partager les infrastructures avec les utilisateurs grand public. Actuellement, les acteurs du secteur sont principalement concernés par la migration en 4G des réseaux actuels, ce qui leur permet un passage vers les fonctionnalités du THD.

⁹ D'autres standards à plus courtes portées comme le Bluetooth, le Wi-Fi, Enocean ou Zigbee proposent des solutions en intérieur notamment

¹⁰ La 5G prévoit de supporter de l'ordre de 1 million d'objets connectés par km², en comparaison des 100 mille objets connectés par km² de la 4G.

¹¹ https://www.banquedesterritoires.fr/sites/default/files/2019-12/guide_intelligence_artificielle_et_collectivites_0.pdf

¹² TDD : *Test-Driven Development* pour développements pilotés par les tests. Méthode itérative de développement logiciel

FICHE 3

Comment le déploiement de la 5G est-il prévu ?

Les licences d'utilisation de nouvelles bandes de fréquence autour de 3,5GHz devraient être attribuées en 2020, ce qui permettra le début d'exploitation commerciale de la 5G. Toutefois, sa disponibilité et le déploiement de nouveaux usages seront très progressifs et s'étaleront sur plusieurs années :

- Le déploiement suppose des interventions sur des milliers de site.
- Le déploiement commencera certainement dans les zones denses pour les désaturer. En zone rurale, les déploiements 5G risquent de pas être effectués avant quelques années, et seront sans doute effectués dans la bande 700Mhz donc avec un apport de débit moindre.
- Il faut que des terminaux soient disponibles, à commencer par les smartphones, et le temps de remplacer les terminaux actuels
- Il reste encore des travaux de normalisation technique à finaliser sur certains apports de la 5G

Quel cadre réglementaire pour le déploiement de la 5G ?

La 5G fait actuellement l'objet d'une procédure d'attribution par l'Arcep pour la bande 3,4 – 3,8 GHz. La bande des 700 MHz étant d'ores et déjà attribuée depuis 2015, il restera ensuite les bandes 1,4 GHz et 26 GHz dont l'ouverture est envisagée à partir de 2023.

Concentré dans un premier temps sur la bande 3,5 GHz, l'attribution des licences permettant l'exploitation commerciale de la 5G attendue initialement pour l'été 2020 devrait finalement être retardée fin septembre 2020 suite à la crise sanitaire du Covid-19. Les fréquences seront attribuées pour 15 ans suivie d'une éventuelle prolongation de 5 ans. Le gouvernement ayant fixé à 2,17 milliards € le prix plancher de l'ensemble du spectre désigné soit 310 MHz disponibles.

Au terme de l'instruction des dossiers chacun des quatre opérateurs mobiles sera assuré d'obtenir le bloc de 50 MHz pour 350 M€, car ils ont souscrit aux engagements prévus par le cahier des charges. Ils participeront à la phase d'enchères pour l'attribution des 11 blocs de 10 MHz encore disponibles dans la bande dite 3,5 GHz. Cette enchère, initialement prévue au mois d'avril sera décalée en fonction de la durée de la crise sanitaire. Le cahier des charges conditionne l'attribution des licences à certaines exigences notamment en termes de déploiement de sites dans la bande 3,5 GHz, pour une ouverture commerciale au plus tard le 31 décembre 2020 :

	2020	2022	2024	2025	2027
Exigences de déploiement de sites 3,5 GHz	Au moins 2 communes ¹³ pour chaque opérateur	3 000 sites déployés ¹⁴	8 000 sites déployés ¹³	10 500 sites déployés ¹³	100% des sites en 2030
			Couverture des sites olympiques	Couverture des grands centres urbains et des axes autoroutiers (16 642 km)	Couverture des routes principales (54 913 km)
				Accès à la 5G pour les deux tiers de la population	

¹³ Deux communes dans des régions administratives distinctes. Une commune de plus de 150 000 habitants couverte en 3,5 GHz à au moins 50% de la surface et l'autre de moins de 150 000 habitants couverte en 3,5 GHz à au moins 50% de la surface en un seul tenant.

¹⁴ Nombre minimal de sites, séparés entre eux de plus de 100 mètres, rayonnant en moyenne vers au moins 2,5 secteurs, de PIRE supérieure à 5W et permettant un accès mobile avec un débit descendant d'au moins 100 Mbit/s par bloc de 10 MHz simplex, et d'une latence maximale de 5 ms

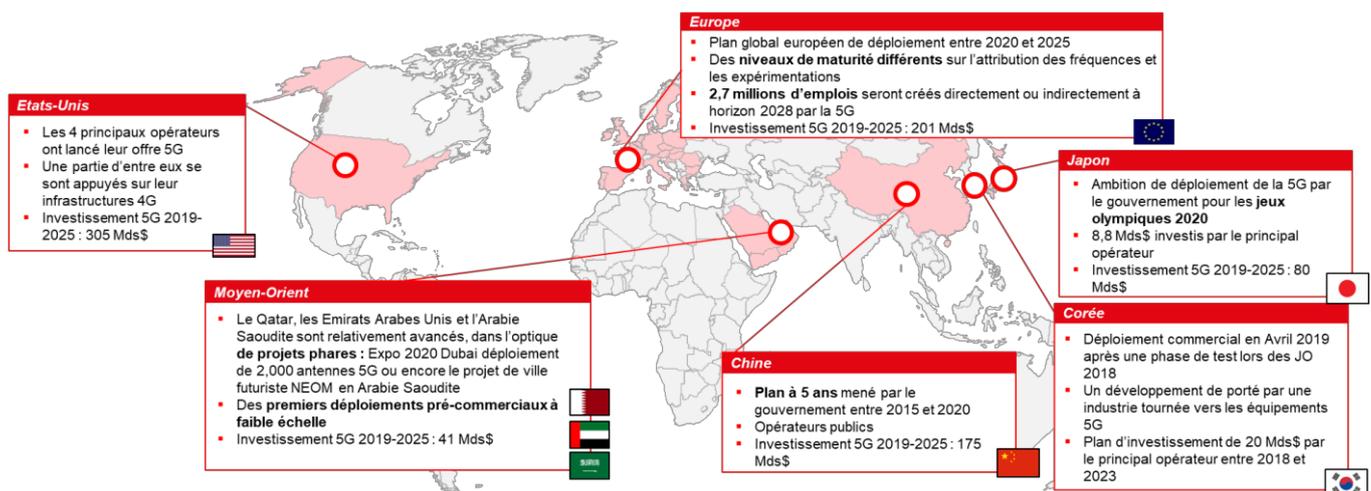
Afin de garantir un déploiement dans les zones moins denses, 20% des sites 3,5 GHz exigés en 2024, et 25% en 2025, devront être déployés dans les « Territoires d'Industrie » ou dans la zone de déploiement prioritaire et en dehors des unités urbaines de plus de 50 000 habitants.

L'attribution de licences 3,5 GHz s'accompagne d'exigences de débit pour une grande partie des sites mobiles de l'opérateur, existants ou à déployer et ce indépendamment de la bande de fréquences et de la technologie utilisée (ex. sites 4G). Ainsi, 75% des sites mobiles seront à même de fournir un débit de 240 Mbit/s descendant par secteur en 2022, 85% des sites en 2024, 90% en 2025 et 100% en 2030.

Le déploiement mondial a déjà commencé

Comme pour toutes les précédentes générations, le déploiement de la 5G est prévu dans tous les pays qui en auront fait le choix. A ce jour, on peut constater un développement essentiellement centré sur les pays les plus développés, en Amérique du Nord, en Europe, au Moyen Orient et en Asie avec la Corée du Sud et la Chine comme leaders mondiaux.

Les différentes stratégies de déploiement



Source : Etude prospective 5G pour les territoires – Banque des Territoires – Juillet 2019

En Europe, la Commission Européenne essaie de coordonner les calendriers de déploiement des pays au travers d'un plan d'action dont l'objectif est le déploiement de la 5G dans au moins une ville par Etat membre à horizon fin 2020. Parmi les atouts de l'Europe dans cette course, on peut noter la présence de deux équipementiers majeurs avec Nokia et Ericsson et la présence également d'institutions clés comme l'ETSI¹⁵. Pour accompagner ce déploiement, 9 pays ont d'ores et déjà publié un « plan d'action 5G » : France, Autriche, Finlande, Pays-Bas, Espagne, Suède, Allemagne, Luxembourg et la Grande-Bretagne.

¹⁵ ETSI : European Telecommunications Standards Institute

Quels services en 5G pour les territoires ?

FICHE 4

Quels domaines d'application potentiels de la 5G par les acteurs publics ?

En s'appuyant notamment sur la capacité offerte par la 5G à développer un internet des objets densifié et la réduction de la latence permise par cette nouvelle génération, les collectivités devraient pouvoir envisager de nouveaux services urbains dans les transports collectifs ou individuels (véhicule connecté), ou en matière de protection de leurs populations (SDIS, vidéosurveillance) par exemple. L'essor de la 5G devrait ainsi permettre d'accompagner le développement des « territoires intelligents » dans les prochaines années.

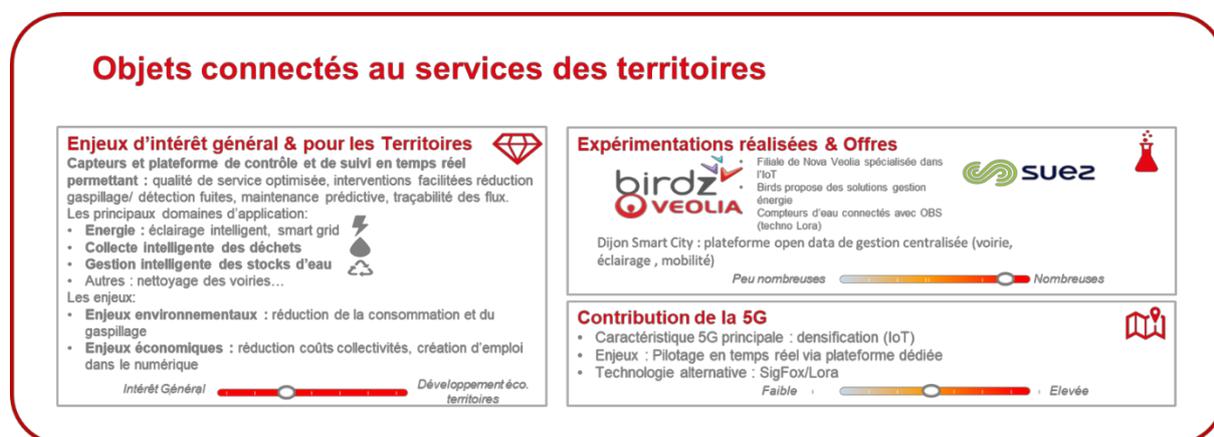
Nota : la dynamisation économique des territoires est traitée dans la fiche 5

Les territoires connectés

La densification des connexions par antenne permise par la 5G ouvre de nouvelles possibilités pour le développement de la ville intelligente. Comme nous l'avons évoqué dans la fiche 2, plusieurs technologies IoT sont d'ores et déjà utilisées comme NB-IoT, LTE-M, LoRa ou Sigfox. Positionnées sur un segment bas débit et encore peu saturé, elles proposent des solutions relativement simples et à faible coût tout à fait intéressantes pour les collectivités. En contrepartie, elles restent limitées en nombre d'objets connectés simultanément et ne peuvent répondre à des besoins de débits élevés et certains usages « critiques ». La 5G pourrait donc permettre l'enrichissement de nouveaux services pour la ville intelligente : services à forte densification d'objets connectés par antenne et faible consommation énergétique, services critiques avec une latence réduite, services à très haut débit.

Avec cette technologie, les collectivités pourront également connecter sans fil leurs bâtiments (par exemple pour surveiller la température des pièces), les réseaux qui les parcourent, leurs infrastructures routières ou le mobilier urbain à moindre coût en évitant des travaux de câblage, de branchements notamment. Ce déploiement de capteurs permettra d'accélérer la collecte de données jusqu'alors peu recueillies permettant ainsi une gestion plus fine des services à la population.

Plus qu'un nouveau standard, la 5G pourrait entraîner la création d'une véritable dynamique de filière IoT. Fédérés autour d'une même technologie, les acteurs de l'IoT pourraient enfin bénéficier de l'appui d'acteurs télécom déjà bien implantés et économiquement puissants.



Bâtiment intelligent

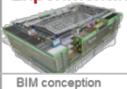
Enjeux d'intérêt général & pour les Territoires

- **Environnemental** : réduction consommation énergétique, durabilité et optimisation de l'usage du bâtiment (Bâtiments hybrides, multi-usages)
- **Enjeux économiques et sociaux**
- Chantier connecté: amélioration de la productivité, meilleures conditions de travail (impact emploi), optimisation des ressources / coûts
- « building as a service » : nouveaux services pour le gestionnaire / concierge
- Expérience usagers améliorée (nouveaux services)
- **Sécurité** : Détection des risques (IoT : fuite, incendie, intrusion...).

Arrivée des forces de l'ordre et des secours facilitée.

Intérêt Général | Développement éco. territoires

Expérimentations réalisées & Offres



BIM conception



ICADE
Icade Santé



BOUYGUES



MAPA-DE-SANTÉ
HABITAT



KONE
Solutions bâtiment
connecté

Peu nombreuses | Nombreuses

Contribution de la 5G

- Caractéristique 5G principale : densification (IoT) mais aussi latence (opérations critiques sur les chantiers)
- Enjeux : BIM, utilisation de RV/RA (32K) pour la promotion et la conception. Exploitation : IoT de masse.
- Technologie alternative : 4G (mobile), SigFox/Lora (IoT)

(!) L'infrastructure des bâtiments doivent être adaptée à la 5G (l'ICADE construit des bâtiments « 5G ready »)

Faible | Elevée

La mobilité connectée

Qui dit temps de latence fortement réduit, dit temps de réaction quasi-instantané. Cette innovation répond à l'une des conditions de mise en œuvre d'un véhicule de plus en plus autonome et plus largement aux questions de mobilité. Une fois équipé, un véhicule peut ainsi échanger avec son environnement direct (mobilier urbain, signalisation, etc.) et ainsi garantir un niveau de service et de sécurité très performant aux personnes à bord et à proximité.

Le véhicule pourra également fournir au conducteur une grande quantité d'informations sur le trafic, les travaux de voirie, les conditions météorologiques, les interventions d'urgence, etc.

Le secteur des transports publics pourrait également bénéficier de la 5G avec la connexion des réseaux et des véhicules collectifs. La 5G pourrait ainsi assurer un pilotage en temps réel par le gestionnaire, une maintenance prédictive et demain peut-être le développement de navettes autonomes.

Au regard des atouts de la 5G, c'est sans doute dans ce domaine de la mobilité que ceux-ci s'exprimeront le mieux et permettront les plus grandes innovations.

Navette autonome

Enjeux d'intérêt général & pour les Territoires

- **Enjeux d'aménagement du territoire** via le développement de nouveaux services : liaison derniers km (faciliter l'accès aux zones industrielles/économique), assurer la desserte de territoires /communes peu denses et moins rentables. Possibilité de développer des lignes évolutives « à la demande ».
- **Enjeux d'amélioration du trafic dans les zones denses**:
- Permettre d'augmenter l'usage des transports en commun.
- Compléter l'offre de service existante, notamment pour les liaisons très denses (gares/aéroports)

Intérêt Général | Développement éco. territoires

Expérimentations réalisées & Offres



Transdev



Navya - navette entre terminus de tramway et le site d'Eiffage



RATP avec Ile-de-France Mobilité



ADP avec Keolis - Roissypole

Peu nombreuses | Nombreuses

Contribution de la 5G

- Caractéristique 5G principale : latence, mais aussi le meilleur débit et la densification.
- Enjeux : la 5G pour agréger les données via le cloud pour répondre aux enjeux de sécurité & gestion du trafic en temps réel.
- Technologie alternative : G5 (wifi), permet de développer de nombreux cas d'usages.

Peu d'expérimentations à date avec 5G

Faible | Elevée

Les services critiques de protection des populations

En se rapprochant des standards de qualité des connexions filaires, la 5G s'adresse à des secteurs également plus critiques comme la sécurité ou les services de secours. En effet, l'augmentation des débits notamment permet de transmettre des flux vidéo en haute définition ou d'interagir directement avec des équipes de secours déployées sur le territoire (PC mobiles, ambulances, camions de pompiers, etc.), où qu'elles se trouvent à condition d'être sous couverture radio 5G, et permettre donc aux SDIS, communes et même certains acteurs privés de pouvoir renforcer leur coordination.

Il pourrait être également possible de connecter les caméras de vidéosurveillance sur la voirie et transmettre le flux vidéo haute définition à un centre de commande sans déployer une infrastructure fibre parfois plus coûteuse.

Dans un autre plan, la détection de risques environnementaux (ex. inondation) pourrait bénéficier d'une multiplication des capteurs permise par la technologie. Cela rejoint la notion de territoires connectés évoquée ci-dessus.

Gestion des risques de sécurité publique

<p>Enjeux d'intérêt général & pour les Territoires </p> <ul style="list-style-type: none"> • Economiques : réduction des coûts des services urbains (meilleure coordination entre acteurs et capacité à anticiper) • Attractivité et sûreté des villes (tourismes / résidents) • Sûreté des villes : détection menaces via capteurs / caméras de haute qualité, pertinence + réduction temps d'intervention & optimisation de l'efficacité des interventions • Sécurisation des grands événements • Permettre la détection des menaces pour les territoires (risques environnementaux) • Services publics facilités : ex: identification des voitures mal stationnées. <p style="text-align: right; font-size: small;">Intérêt Général Développement éco. territoires</p>	<p>Expérimentations réalisées & Offres </p> <div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: small;">THALES</div> <p>Nice : Centre de Supervision Urbain doté d'un Système de Vidéo Protection Intelligent</p> <p>Dubai 2020 (4K security cameras)</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Peu nombreuses Nombreuses</p>
<p>Contribution de la 5G </p> <ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques 5G principales : Débit (n°1), mais aussi densification (IoT) et temps de latence pour intervenir en temps réel • Enjeux 5G : possibilité de gérer des quantités massives de données, à terme la 5G sera probablement une technologie moins chère (effet d'échelle) • Technologies alternatives : fibre / 4G <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Faible Elevée</p>	

Les services de santé

La 5G devrait faciliter également les solutions de téléassistance médicale. Un médecin généraliste ou un secouriste bénéficieraient de l'assistance d'un médecin spécialisé via un flux audiovisuel en haute définition, voire à terme de services d'aide au diagnostic par intelligence artificielle. Elle devrait également faciliter le développement de services de télésurveillance à domicile.

Gestions des situations d'urgence (santé)

<p>Enjeux d'intérêt général & pour les Territoires </p> <p>Enjeux d'intérêt général</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amélioration et équité de la prise en charge des patients en situation d'urgence sur tout le territoire • Désencombrement des patients en situation d'urgence • Réponse aux déserts médicaux via l'assistance à distance des pompiers/samu lors de leurs interventions terrain • Amélioration des conditions d'exercice de la profession pour les médecins (connexion à distance) <p style="text-align: right; font-size: small;">Intérêt Général Développement éco. territoires</p>	<p>Expérimentations réalisées & Offres </p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: left;"> <p>nomadeec</p> <p>plateforme de télémédecine mobile avec Bouygues (à Bordeaux)</p> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: right;"> <p>étapes télémédecine</p> <p>Expérimentations de télémédecine depuis 2015 dans toutes les régions de France</p> </div> </div> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Peu nombreuses Nombreuses</p>
<p>Contribution de la 5G </p> <ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques 5G principales : le débit et faible latence • Enjeux : Partage d'infos en temps réel depuis les équipements médicaux; Communication vidéo en temps réel de haute qualité; Mobilité : transmission de données depuis le véhicule • Technologies alternatives : 4G (téléassistance) et Wifi <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Faible Elevée</p>	

Tourisme, culture ou gestion territoriale : l'apport des technologies immersives

L'augmentation des débits, estimée jusqu'à 10 fois ceux constatés avec la 4G, devrait permettre notamment la diffusion de contenus en 4K et ainsi accélérer encore l'usage de la vidéo en mobilité. Mais au-delà de la vidéo haute définition, la 5G devrait faciliter le développement des technologies immersives. Ces technologies, qui regroupent la réalité virtuelle, la réalité augmentée et la réalité mixte, requièrent en effet un volume de données important et une très faible latence.

La réalité virtuelle est portée notamment par le secteur du jeu vidéo et des expériences immersives comme Flyview Paris¹⁶ par exemple. S'il reste des progrès à faire techniquement, on peut pressentir déjà des développements dans des domaines très variés :

- De nouvelles expériences clients pour les spectacles culturels ou sportifs ;
- De nouvelles façons de former dans les domaines industriel et militaire notamment ;
- De nouvelles façons de simuler la gestion de crise in situ ;
- La visualisation de maquettes 3D à l'échelle sur chantier

Concernant les réalités augmentée et mixte, celles-ci reposent sur un principe similaire à savoir l'ajout d'une couche virtuelle sur un environnement réel. Appuyées par la 5G, ces technologies permettraient également d'améliorer les conditions d'intervention humaines dans le domaine de la maintenance des bâtiments ou des équipements publics ou pour de nouvelles expériences touristiques dans une ville ou un site historique.

Des expérimentations 5G

En amont de l'attribution des licences, plus d'une trentaine d'expérimentations sur les différentes bandes de fréquences 5G se sont multipliées ces derniers mois dans plusieurs villes comme Douai, Nantes, Marseille, Villeurbanne ou Bordeaux pour laquelle la Banque des Territoires s'est inscrite comme partenaire.

Parmi les cas d'usages proposés, on trouve la restitution de compétitions sportives augmentées sur un futur site olympique, les usages mobiles des passagers en gare SNCF, la connexion d'un réseau d'éclairage public, des tests de télé-médecine, de véhicules intelligents ou plus simplement des tests de performance réseau et de déploiement.

Exemples d'expérimentation 5G dans les territoires

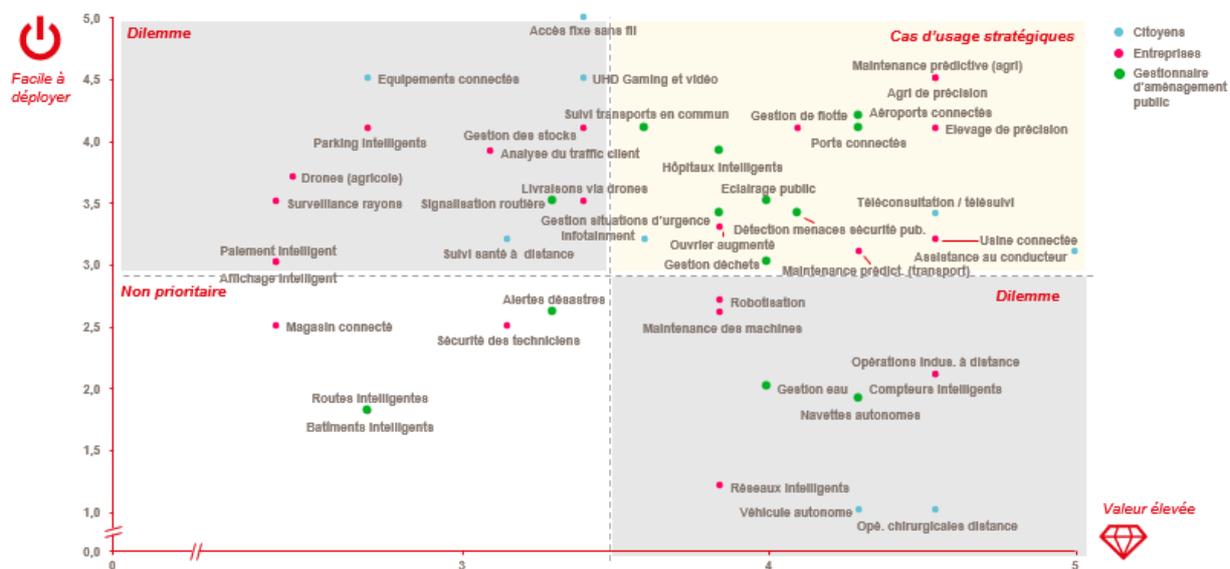
Territoires	Bande de fréquences	Usages expérimentés
Saint Maurice de Remens	3,5 GHz	Véhicules intelligents
Pau	3,5 GHz	Cas d'usages industriels dans un environnement technique hétérogène
Toulouse	3,5 GHz	Tests technologiques pour Airbus et ses partenaires industriels
Bordeaux	26 GHz	Connectivité ultra haut débit en zone très dense en s'appuyant sur le réseau d'éclairage public
Paris La Défense	26 GHz	Scenarii de déploiement et usages inédits en environnement urbain très dense.
Rennes	26 GHz	Tests en gare SNCF. Cas d'usages pour les passagers et les outils des agents.

Source : Tableau de bord des expérimentations 5G en France – Arcep Mars 2020

¹⁶ FlyView Paris est une expérience de réalité virtuelle permettant de découvrir Paris depuis le ciel (<https://www.flyview360.com/>)

Apports de la 5G par acteurs économiques

Les sections précédentes ont présenté des usages de communication que la 5G permettra de créer ou du moins de renforcer. Mais il existe aussi de nombreux usages actuels auxquels la 5G n'apportera que peu. Parmi les nouveaux usages évoqués, leur difficulté de déploiement pourrait freiner leur adoption. Le diagramme ci-après représente de manière non exhaustive un grand nombre d'usages et fait apparaître dans quelle mesure ils devraient bénéficier de la 5G, selon leur facilité de déploiement ou de mise en œuvre (axe vertical) et la valeur apportée à l'usage par la 5G (axe horizontal). Le type d'acteurs (citoyens, entreprises et gestionnaires de l'aménagement public) sont identifiés par une pastille de couleur. Les cas d'usage dits stratégiques sont ceux à la fois faciles à déployer et qui bénéficient fortement des apports technologiques de la 5G.



Source : Etude prospective 5G pour les territoires – Banque des Territoires – Juillet 2019

FICHE 5

Quels services peut-on envisager pour les acteurs industriels ?

Les évolutions technologiques de la 5G vont permettre le développement de nouveaux services à l'attention des entreprises. Parmi ces services, on peut noter l'avènement des réalités immersives (réalités augmentées ou virtuelles) avec des applications dans les domaines des loisirs ou de la formation par exemple. Mais également de nouveaux développements de l'usine connectée avec davantage de robotisation, de traçabilité des actifs de l'entreprise et d'automatisation du pilotage de la ligne de production. Autant de possibilités qui devraient accentuer la transformation numérique des entreprises.

Vers un Internet des objets industriels

L'usine du futur sera de plus en plus « intelligente » en ce sens qu'elle fera de plus en plus appel aux technologies de l'information et de la communication. Elle comportera en particulier de plus en plus d'objets connectés : machines de production, convoyeurs, conteneurs, capteurs, afficheurs, caméras, etc. Les opérateurs seront de plus en plus équipés de systèmes communicants : smartphones, tablettes ou lunettes de réalité augmentée qui les guideront dans leurs tâches. Les composants et produits finis eux-mêmes seront de plus en plus équipés de puces communicantes.

La plupart de ces objets communicants dans l'usine sont mobiles, ou doivent être aisément déplaçables pour reconfigurer les lignes de production. Leur communication ne peut donc être que par radio. Or, la technologie de communication intérieure la plus courante, le Wi-Fi, atteint ses limites en environnement industriel : il est difficile d'assurer une couverture étendue de qualité. De plus, le grand nombre d'objets peut induire une saturation, la consommation électrique de ces objets est importante, la sécurité des communications est difficile à assurer. La 5G pourrait donc apporter à moyen terme (5 à 10 ans) une solution bien adaptée à cette problématique.

Parmi les nouvelles possibilités offertes par la 5G, il y a la capacité de découpage du réseau (voir network slicing abordé Fiche 2). Cette solution consiste à partager virtuellement une même bande de fréquence et l'ensemble du réseau de bout en bout entre plusieurs types d'usages. Elle permet également d'allouer à chacun de ces usages un niveau de service spécifique (débit, latence, nombre de terminaux supportés, etc.). Ce découpage pourrait permettre d'assurer une qualité de service optimale de bout en bout.

Le développement de la 5G en milieu industriel ira certainement de pair avec celui des deux autres technologies déjà mentionnées : l'Edge Computing et l'Intelligence artificielle, dans la mesure où il y aura beaucoup de données à traiter avec une extrême exigence de temps de réponse.



Le développement de solutions immersives professionnelles

Au même titre que les collectivités ou les particuliers (voir fiche 3), le déploiement de la 5G devrait permettre le développement de solutions professionnelles basées sur les réalités immersives. De nombreuses applications sont d'ores et déjà disponibles et pourraient être rendues plus accessibles grâce à la 5G :

- Dans le domaine du bâtiment avec la maquette numérique en 3D exploitable sur chantier,
- L'assistance à un opérateur avec l'ajout d'information en réalité augmentée,
- La formation des personnels *in situ* ou en condition grâce à la réalité virtuelle.

Quels pourraient être les effets de la 5G sur les territoires ?

FICHE 6

Comment anticiper l'arrivée de la 5G ?

L'attribution de nouvelles licences sur les bandes hautes et le fibrage des points hauts existants constituent un enjeu financier important pour les quatre opérateurs français, tous candidats à l'exploitation de la 5G. Un poids qui devrait avoir un impact sur le rythme de déploiement notamment en zones peu denses. Pour autant, les attentes des usagers et les possibilités offertes doivent pousser les collectivités à anticiper l'arrivée de la nouvelle génération mobile en s'interrogeant sur les besoins exprimés, les usages potentiels et la couverture actuelle en 4G de leur territoire.

Les déterminants techniques et réglementaires des déploiements entraîneront une dynamique de couverture différenciée

Le coût total de déploiement français de la 5G de 2019 à 2025 est estimé entre 20 et 25 milliards €¹⁷. Ce montant comprend la mise en place des différents segments du réseau (accès radio, transport, collecte, cœur réseau), les réaménagements de sites existants et la création de nouveaux sites. Un tel coût, potentiellement supérieur aux capacités d'investissements mobiles des opérateurs, aura assurément un impact sur le rythme de déploiement et risque d'engendrer une couverture inégale des territoires.

L'ouverture des bandes 3,5 GHz puis 26 GHz va permettre une augmentation importante des débits grâce à la largeur de bande disponible dans ces fréquences. Malheureusement, elles sont d'une portée très courte, surtout la bande 26 GHz, impliquant nécessairement une multiplication des antennes.

En conséquence, cette densification des antennes risque d'entraîner une augmentation du nombre de demandes de permis de construction et des coûts supplémentaires de gestion et de maintien du parc en conditions opérationnelles.

Les opérateurs mobiles auront tendance à déployer les sites 5G en priorité sur les zones plus denses afin de les désaturer mais également pour offrir le service au plus grand nombre d'utilisateurs. Les licences 5G imposent des obligations de couverture pour les « Territoires d'Industrie » et pour les zones moins denses, ainsi que pour les axes de transports (cf. fiche 3).

Enfin, si la 4G utilise aujourd'hui les bandes 700 et 800 MHz, les plus adaptées aux zones peu denses grâce à leur meilleure portée, ce ne sera pas immédiatement le cas de la 5G sur tout le territoire. En effet, les sites 4G avec une collecte insuffisante devront préalablement être fibrés pour pouvoir exploiter tout le potentiel de débit supplémentaire de la 5G. Des équipements 5G devront ainsi être ajoutés pour les sites non équipés¹⁸.

La 5G permettra un meilleur débit par utilisateur dans les zones plus denses, et progressivement dans les zones moyennement denses, mais l'impact sera faible dans les zones peu denses qui ne bénéficieront pas d'équipement en 3,5 GHz. En fonction de la stratégie de chaque opérateur mobile, le partage des fréquences basses, notamment 700 MHz, entre la 4G et la 5G permettra de faire bénéficier les zones les moins denses des fonctionnalités 5G sans toutefois notablement améliorer le débit utilisateur.

Les obligations imposées par l'Arcep aux opérateurs mobiles attributaires de la bande 3,5 GHz se traduira par une amélioration du débit indépendamment de la technologie. Enfin, il n'est pas attendu que l'arrivée de la 5G se traduise par un élargissement de la couverture mobile par rapport à celle de la 4G¹⁹.

¹⁷ Sources : GSMA (fourchette haute), Accenture (fourchette basse) excluant le montant d'achat des fréquences.

¹⁸ Certaines stations 4G sont pré-équipées en 5G et pourront partager la bande de 700 MHz entre les deux technologies en fonction des utilisateurs présents. Cette solution permet de bénéficier de certaines fonctionnalités de la 5G de manière immédiate bien qu'avec une amélioration marginale de débit.

¹⁹ Toutefois la bande des 700 MHz, l'une des trois bandes pionnières de la 5G et qui a déjà été attribuée aux opérateurs mobiles en France métropolitaine, permet d'améliorer la couverture par rapport aux bandes précédentes. Cette bande, utilisée partiellement pour la 4G, permettra d'améliorer la couverture des zones moins denses.

Les zones les moins denses bénéficieront d'une amélioration globale du niveau de service mobile, y compris en 4G, grâce à l'attribution des licences 3,5 GHz. En effet, les opérateurs devront garantir un débit minimal de 240 Mbit/s par secteur, pour 75% des sites mobiles en 2022, 90% en 2025 et la totalité en 2030. Pour ce motif, même si l'arrivée de la 5G risque d'être lente dans les zones les moins denses, les obligations imposées par les licences 3,5 GHz devraient permettre d'améliorer la qualité du service mobile en zone rurale.

Anticiper les besoins, envisager les usages et s'assurer de la couverture

En premier lieu, il conviendra pour les collectivités territoriales de recenser les besoins exprimés ou potentiels sur le territoire notamment auprès des acteurs économiques qui pourraient être les principaux bénéficiaires de la 5G. En coordination avec les associations représentatives d'utilisateurs, il sera important de mesurer ces besoins tout en prenant garde à respecter les réglementations sur l'exposition aux ondes.

En parallèle, il peut être intéressant de se rapprocher des différents projets menés ces derniers mois sur le déploiement et le développement de différents cas d'usages. Ceux-ci ont été recensés par l'Arcep depuis début 2018²⁰ dans le cadre de la délivrance des autorisations en fonction des bandes de fréquences choisies (3,5 ou 26 GHz). Conditions techniques de déploiement, connexions d'infrastructures existantes, tests de nouveaux services, utilisations de nouvelles technologies, etc. Les sujets d'expérimentations sont aujourd'hui assez nombreux pour couvrir une grande partie des questions soulevées par la 5G.

Carte des expérimentations 5G pour les bandes 3,5 GHz (rouge) et 26 GHz (bleu)



Source : Arcep – Février 2020

Enfin, il est important de faire un état des lieux de la couverture mobile 4G et potentiellement 5G avec le ou les opérateurs en présence. En effet, en fonction de leur(s) plan(s) de déploiement et de la bande de fréquence nécessaire, la couverture en 5G pourra prendre de quelques mois à quelques années. À ce titre, la question du fibrage des antennes assurant la couverture du territoire constitue un enjeu de premier ordre.

²⁰ Tableau de bord des expérimentations 5G : <https://www.arcep.fr/cartes-et-donnees/nos-publications-chiffres/experimentations-5g-en-france/tableau-deploiements-5g.html#c17574>

FICHE 7

5G : quels sont les points de vigilance ?

La 5G apparaît comme une technologie de rupture. Les promesses ne doivent pas empêcher la prise en compte de ses risques éventuels et des inquiétudes qu'elle suscite, sur divers plans : sécurité, sanitaire, ou écologique, notamment.

A ce sujet, l'Union européenne a souligné les principaux points auxquels il convient encore de s'intéresser pour sécuriser le réseau.

Par ailleurs, la 5G, à l'instar des technologies précédentes émet un rayonnement électromagnétique et l'ouverture des nouvelles bandes de fréquences hautes soulève des questions sur les effets sanitaires éventuels. L'Anses a été missionnée par le Gouvernement français pour étudier l'impact sur la santé. Les résultats de ces travaux, après un rapport préliminaire d'octobre 2019, sont attendus début 2021.

La question de l'impact énergétique négatif de la 5G fait également débat opposant deux points de vue légitimes celui des équipementiers et celui des défenseurs de l'environnement.

Enfin, la 5G est devenue une cible pour un courant d'opinion qui questionne le principe de la course au progrès technologique et ses impacts sur la société, sociaux, politiques et écologiques.

Un rapport l'Union européenne sur la sécurité du futur réseau

Dans un rapport²¹ émis le 9 octobre 2019, l'Union Européenne a souligné les risques de sécurité du réseau 5G. Le rapport met en lumière différentes menaces potentielles : interruption de réseau, espionnage, modification ou reroutage du trafic, etc. Autant de risques qui pourraient notamment impacter des services publics utilisant cette nouvelle infrastructure télécom.

La première source de risque repose sur les fournisseurs d'équipements télécom et les craintes de manque de transparence de certains d'entre eux. Opérant le cœur de réseau, ce sont eux en effet qui détiennent la clé de fonctionnement. Le rapport appelle donc à une certaine vigilance à l'égard d'une dépendance industrielle notamment hors de l'Europe.

Le second type de risque identifié par le rapport concerne l'un des points forts de cette technologie : la possibilité de découper virtuellement le réseau afin de démultiplier les usages et de supporter les besoins en termes de qualité de service différenciés (voir *network slicing* abordé Fiche 2). Or, en virtualisant ce découpage, on supprime tout contrôle physique du réseau pour le remplacer par une solution logicielle plus facilement vulnérable. L'Union Européenne pointe également des « *failles majeures de sécurité, telles que celles dérivant de logiciels vulnérables au sein des équipements fournisseurs et qui pourraient aider des attaquants à insérer de façon malveillante des backdoors²² intentionnelles dans les produits, et les rendre également plus difficiles à détecter* »

Le dernier risque relevé par le rapport porte sur le manque de personnel spécialisé et formé pour sécuriser, surveiller et entretenir les réseaux 5G. Le rapport constate notamment des lacunes potentielles dans les procédures de sécurité ou de maintenance opérationnelle.

La 5G risque de renforcer la dépendance aux solutions numériques et d'accentuer une forme de vulnérabilité

En proposant le très haut débit mobile et en rendant possible des applications jusqu'ici inaccessibles, la 5G risque de renforcer encore la dépendance de notre société aux technologies numériques. Elle va en effet concerner des secteurs considérés jusqu'ici comme « non-connectés » : l'automobile, les services d'urgence ou la maintenance par exemple. Autant de domaines où les exigences de disponibilité et de qualité sont élevées.

²² *Backdoor* : fonctionnalité inconnue de l'utilisateur légitime qui donne un accès secret au logiciel

Or, comme le soulève le rapport de l'UE, la connexion de services publics, d'infrastructures de l'espace public ou de bâtiments, sont autant de possibilités de menacer le fonctionnement de la collectivité et de ses habitants. Dès lors, la question de la confiance numérique pour les responsables publics deviendra très vite centrale.

Des mesures législatives visant en priorité les équipementiers télécoms

Face aux risques de cybersécurité, différents travaux ont été entrepris notamment au niveau français.

D'une part, l'adoption en Août 2019 de la loi n° 2019-810²³ renforce le contrôle des autorités françaises sur le déploiement des équipements télécom 5G. L'article R226-1 et suivants du Code Pénal²⁴ soumet déjà à autorisation l'achat et la vente d'équipements de télécommunications susceptibles de permettre l'interception de communications électroniques. Ces autorisations sont délivrées par l'ANSSI (Agence Nationale de Sécurité des Systèmes d'Information) aux équipementiers et aux opérateurs.

La nouvelle loi de 2019 vient donc en complément, et soumet à un régime d'autorisation la plupart des équipements nécessaires au fonctionnement de la 5G. Pour la délivrance de ces autorisations, les autorités prendront en compte, outre les risques techniques déjà partiellement couverts par l'article R226, les conditions de déploiement et d'exploitation de ces équipements, et en particulier les risques engendrés par les éventuels liens entre les fabricants ou les exploitants de ces équipements et des puissances étrangères non européennes.

En parallèle, la Commission Européenne a publié en Janvier 2020 une boîte à outils de mesures juridiques, stratégiques et techniques. Celle-ci fait suite au rapport analysant les menaces potentielles (Risk Assessment). L'objectif est notamment de proposer un ensemble de mesures communes visant à limiter les risques identifiés, et de coordonner les approches entre Etats Membres.

Rayonnements électromagnétiques : aucune étude ne démontre aujourd'hui une nocivité particulière mais...

2G, 3G, 4G, WiFi, Bluetooth, LoRa. Alors que les protocoles d'échanges sans fil se sont multipliés ces dernières décennies et bien que des règles fixent les puissances d'émission maximales autorisées, une certaine méfiance vis-à-vis des rayonnements magnétiques est apparue et des associations comme les Robins des Toits ont mis en avant la défense des personnes électrosensibles (EHS). Pour répondre à cette préoccupation, des conventions particulières avec les opérateurs limitent les émissions dans certaines métropoles où la densité d'antennes est particulièrement forte. On peut noter aussi récemment, l'appel d'un millier de scientifiques français qui reproche « la promotion des technologies superflues et énergivores comme la 5G ».

Dans ce contexte, l'utilisation de nouvelles fréquences, notamment hautes et la multiplication des antennes avec l'utilisation du *Massive-MIMO* est susceptible de soulever de nouvelles inquiétudes dans une partie de la population.

Concernant les effets d'une exposition prolongée aux ondes, l'OMS indique que « *Jusqu'ici, aucun effet sanitaire indésirable n'a été confirmé, mais la recherche se poursuit* »²⁵. En conséquence, les ondes électromagnétiques sont classées comme « *peut-être cancérigènes* » par le CIRC²⁶, l'agence de recherche sur le cancer de l'OMS. Quant à savoir si ces ondes pourraient avoir d'autres effets que l'échauffement, il n'existe pas encore d'études fiables ayant prouvé quelques résultats que ce soit.

Néanmoins, avec le recul dont on dispose désormais et face aux attentes du public, le sujet des rayonnements non-ionisants est mieux connu et continue à faire l'objet de publications scientifiques. C'est grâce à ces travaux que des seuils ont pu être déterminés et imposés aux fabricants et aux opérateurs. En France, leur respect est assuré par la surveillance de l'Agence nationale des Fréquences (ANFR).

²³ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000038864094&dateTexte=20200610>

²⁴ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006070719&idArticle=LEGIARTI00006419430&dateTexte=&categorieLien=cid>

²⁵ <https://www.who.int/peh-emf/about/WhatIsEMF/fr/index1.html>

²⁶ CIRC : Centre international de recherche contre le cancer

Malgré ses spécificités la 5G reste encadrée en termes d'exposition

Les bandes de fréquences de la 5G vont s'établir principalement entre 3,4 et 3,8 GHz, la « bande cœur » et la bande 26 GHz, plus haute que les générations précédentes²⁷. Si la bande 3,5GHz s'appuiera dans un premier temps sur les antennes existantes, celles-ci devraient être remplacées par la suite par de nouvelles petites antennes appelées « *Small cells* », nécessaires pour les fréquences millimétriques de 26 GHz²⁸ notamment. Or, cette multiplication d'antennes inquiète les détracteurs de la 5G.

Le gouvernement a chargé l'Anses de procéder à une expertise sur l'aspect sanitaire de la 5G et le premier rapport intermédiaire de l'Agence confirme le manque d'études scientifiques sur le rayonnement des ondes émises dans la bande 3,5 GHz dans la mesure où celle-ci ne faisait pas l'objet jusqu'ici d'une exploitation importante. Pour compenser ce manque d'information, l'Anses propose d'extrapoler les résultats des études menées sur les autres bandes de fréquences situées entre 8,3 kHz et 2,45 GHz. A ce propos, l'Agence observe « *qu'il est possible de considérer dans un premier temps que, dans le domaine des interactions biophysiques entre les champs électromagnétiques et le corps humain, l'exposition à des fréquences de l'ordre de 3,5 GHz est proche de l'exposition à des fréquences légèrement plus basses, par exemple 2,45 GHz, telles que celles utilisées pour les communications Wi-Fi. Toutefois, la spécificité des signaux 5G (modulation, puissance) pourrait influencer les niveaux d'exposition* »²⁹. Les résultats de ces travaux d'expertise seront disponibles au 1^{er} trimestre 2021.

Comme toutes les technologies antérieures, 3G, 4G, la 5G est soumise à une réglementation fixant des valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques. Cette réglementation est propre à la France et chaque pays à la sienne.

Ces valeurs se mesurent en Volts/mètre et sont comprises entre 28 V/m et 87 V/m, selon les fréquences. Or, une étude approfondie de l'ANFR en 2014, a prouvé que toutes les mesures effectuées étaient « *nettement inférieures aux valeurs limites réglementaires (28-87 V/m). Moins de 1% dépassent la valeur dite "d'attention" de 6 V/m.* ».

La consommation énergétique montrée du doigt à juste titre ?

Les acteurs de la 5G font très souvent de la transition écologique un argument de vente en se basant sur les technologies 4G existantes plus gourmandes en énergie. Si les futurs équipements présentent en effet de meilleurs bilans carbone, ce n'est pas le cas de l'augmentation des usages numériques. En effet, le développement commercial de la 5G va rendre obsolète un grand nombre de terminaux mais aussi augmenter la consommation de produits numériques comme les vidéos dont l'empreinte carbone n'est pas neutre.

Alors que la question environnementale est aujourd'hui une préoccupation majeure, cet accroissement de la consommation énergétique dû à la 5G (directement ou indirectement) fait donc débat sans pour autant apporter de preuves scientifiques. La consommation énergétique d'une antenne 5G est inférieure à celle d'une antenne 4G pour la même largeur de bande (MHz), la question est de savoir si la consommation globale sera supérieure avec l'augmentation de la largeur de bande et compte tenu de la multiplication des antennes. D'un côté, certains équipementiers réseaux dont Ericsson se veulent rassurants quant à la réduction de l'empreinte énergétique. L'industriel suédois, dans un rapport sur le sujet³⁰, met en avant plusieurs innovations sur les antennes permettant à celles-ci de limiter la consommation énergétique nécessaire.

De l'autre, des organismes ou des groupes de réflexions sur la transition énergétique dénoncent l'absence de considération écologique et un accroissement du nombre d'antennes nécessaire pour la 5G. Ainsi, l'Ademe affirme que « *les impacts [de la 5G] sont bien réels* » et le groupe « *Shift Project* » estime que la consommation d'énergie des opérateurs mobiles serait multipliée par 2,5 ou 3 dans les 5 ans à venir. Cela représenterait environ 10 TWh supplémentaires, soit une augmentation de 2% de la consommation d'électricité du pays.

²⁷ Les fréquences plus hautes utilisées par la 4G en France est la bande de 2,6 GHz.

²⁸ Les modalités et la date d'attribution de la bande 26 GHz ne sont pas fixées et ne devraient pas avoir lieu avant 2023.

²⁹ « *Exposition de la population aux champs électromagnétiques liée au déploiement de la technologie de communication « 5G » et effets sanitaires associés* » - Rapport préliminaire de l'ANSES – Octobre 2019 – p. 46

³⁰ « *Breaking the energy curve – An innovative approach to reducing mobile network energy use* »
<https://www.ericsson.com/493e7e/assets/local/about-ericsson/sustainability-and-corporate-responsibility/documents/2020/breaking-the-energy-curve-report.pdf>

Pour répondre à ces inquiétudes, l'Arcep sollicite différentes autorités publiques et associations afin d'établir une étude la plus complète à moyen terme³¹. En attendant, plusieurs initiatives tentent de voir le jour comme la mise en place d'un « Yuka du numérique » pour informer les usagers sur l'impact de leurs usages. A l'instar de l'alimentation, ceci permettrait aux citoyens de se rendre compte de l'impact de leurs habitudes et pourrait les inciter à réclamer auprès des industriels un changement dans leurs pratiques par une modification du mode de consommation.

³¹ Cette étude est cohérente avec la réflexion de différents régulateurs sectoriels : « Accord de Paris et urgence climatique : enjeux de régulation » (https://www.arcep.fr/fileadmin/user_upload/publications/cooperation-AAI/publication_AAI-API_Accord_de_Paris_052020.pdf)

Conclusion

Comme on peut le voir dans les différentes fiches de ce mini-guide, la 5G apparaît comme bien plus qu'un sujet « à la mode ». C'est une technologie porteuse d'avancées technologiques importantes qui laisse entrevoir de nombreuses possibilités d'applications pour les consommateurs, pour les entreprises et également pour les acteurs publics, notamment territoriaux.

Les premières expérimentations 5G en France en sont autant d'exemples et démontrent le grand intérêt des industriels pour cette nouvelle génération. Outre les quatre opérateurs, on retrouve en effet des groupes comme EDF ou Airbus, tandis que l'une des consultations publiques sur la 5G du régulateur des télécoms a entraîné des retours de la part de la RATP, d'Air France, d'Enedis ou encore de la SNCF. Et il ne s'agit-là que de quelques exemples.

Les opérateurs Telecom et les grands acteurs sont sur les rangs pour acheter les fameuses licences et déployer... Le processus en cours devrait mettre à disposition des quatre opérateurs mobiles vers fin 2020 les blocs de fréquence nécessaires au déploiement de la 5G.

Il convient donc pour les collectivités de s'y préparer dès à présent : en suivant ces expérimentations et le calendrier potentiel de déploiement sur les territoires, en estimant les besoins des utilisateurs, grand public, comme entreprise, en imaginant les services de demain., être très vigilant sur la couverture en zone peu denses. Mais il convient aussi d'éviter une forme de techno-béatitude qui pourrait faire oublier les grandes questions que posent cette technologie et qu'il faut également anticiper : risques cyber, questions de santé publique, etc.

La Caisse des Dépôts, au travers de la Banque des Territoires, agit depuis de nombreuses années pour des territoires plus connectés. C'est tout le sens de son action en faveur du déploiement du Très Haut Débit fixe au travers des Réseaux d'Initiative Publique de fibre optique. C'est aussi le sens de son engagement sur les sujets mobiles (expérimentations 5G, couverture 4G, couverture indoor, wifi territorial, etc.) La Banque des Territoires a pour feuille de route d'accélérer les projets et la transformation de tous les territoires et d'être un catalyseur de leurs ambitions. La 5G est une belle ambition collective pour les territoires et pour notre pays dans son ensemble. Ce guide a l'ambition de poser une première pierre.

Rédaction

Ce guide a été rédigé par la Banque des Territoires sur la base notamment d'une étude prospective menée par le cabinet Accenture pour le compte de la Banque des Territoires, en juillet 2019.

■ Rédacteurs

Aymeric Buthion, Julian Calderon, Didier Célisse, Laurent Depommier-Cotton, Gaël Sérandour.



[banquedesterritoires.fr](https://www.banquedesterritoires.fr)

  | @BanqueDesTerr