

ETUDE PESTEL

LA FILIÈRE 5G

Réalisée par les étudiants du Master IEGI de l'IAE de Saint Etienne
Mars 2021



**MASTER 2 INTELLIGENCE
ECONOMIQUE ET GESTION DE
L'INNOVATION**

5G

ÉTUDE PESTEL

LA FILIÈRE 5G

Alors que la technologie 5G commence à être déployée en France et sur de nombreux pays du globe, les questionnements restent nombreux sur les implications de cette technologie, que ce soit sur le plan de l'environnement, des équilibres géopolitiques, des conséquences économiques ou tout simplement sur notre vie quotidienne.

Afin d'aider {Société Confidentielle}, commanditaire de cette étude, à mieux identifier les opportunités et risques relatifs à cette technologie dans son champs d'activité, les étudiants du master Intelligence Économique et Gestion de l'Innovation de l'IAE de Saint Etienne ont effectué une veille sur cette thématique dans le cadre de leurs cursus, veille dont les résultats sont présentés ici sous un format synthétique de type PESTEL.

Cette étude est accompagnée de deux documents placés en annexe:

- Une **liste des 200 principales entreprises de la filière 5G** sur un périmètre mondial regroupées dans un tableur Excel
- Une **bibliographie/liste des principales sources** utilisées au cours de l'étude

SOMMAIRE

p. 4

POLITIQUE

La 5G au coeur des tensions géopolitiques

Inquiétudes vis-à-vis de Huawei et la chine

Un enjeu de souveraineté

L'UE comme champ de bataille

Un pari sur l'avenir technologique - La maîtrise du monde de demain

Stratégies d'alignement

La guerre économique à venir

p. 12

ÉCONOMIE

Domaines d'application

Chaîne de valeur

La filière industrielle de la 5G

Géolocalisation des principaux acteurs

p. 21

SOCIAL

Santé

Confidentialité

Emploi

Opinion publique

Lobbying

Socialisation

p. 25

TECHNOLOGIE

Une amélioration de la 4G

Optimisation de la consommation d'énergie

Fibre vs. 5G

Nouveaux domaines d'application

Matériel et infrastructures

Durée de vie de la technologie 5G

Enjeux et opportunités de la 5G au niveau des matériaux

p. 34

ENVIRONNEMENT

Impact sur la faune

Infrastructures 5G - Consommation de ressources naturelles

Efficacité énergétique

Explosion de la consommation de données

Gaz à effets de serre et empreinte carbone

Impact écologique des terminaux

Recyclage et consommation responsable

p. 41

LÉGISLATION

Europe

Le cas français

États-Unis

Asie



POLITIQUE

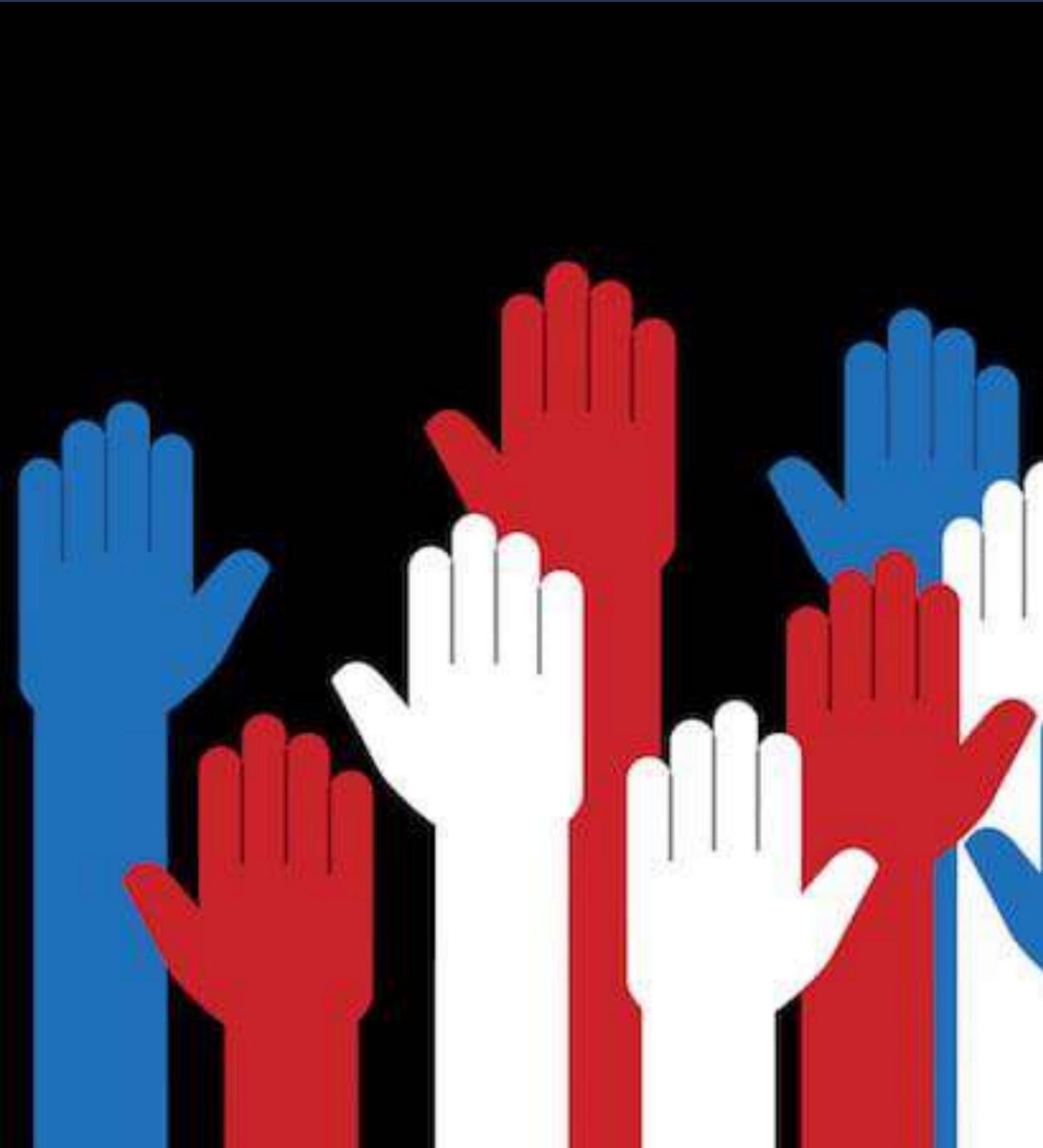
LA 5G AU COEUR DES TENSIONS GÉOPOLITIQUES

Si le monde d'aujourd'hui se caractérise par une tension entre les puissances mondiales, le monde de demain se caractérisera par une tension plus forte. **L'une des composantes de cette tension sera la 5G.**

L'actualité internationale récente est riche en rebondissements, alliances et offensives politiques autour de cette technologie émergente. Dernière en date au moment de la rédaction de cette étude (mars 2021), les États-Unis envisageraient selon le Financial Times de subventionner les sociétés européennes Nokia et Ericsson, afin d'éviter que l'entreprise chinoise Huawei ne prenne une position de monopole mondial sur certaines activités stratégiques.

Il s'agit là du dernier avatar d'une guerre économique sur le déploiement de la 5G qui a commencé en 2017 et se poursuit aujourd'hui, alors que la phase de commercialisation de la 5G a débuté aux États-Unis, en Corée du Sud, en Suisse ou encore en France.

Au delà des **intérêts économiques** évidents des grandes puissances sur ce dossier, le déploiement de la 5G sur le globe est devenu aujourd'hui un **enjeu géopolitique majeur.**



POLITIQUE

INQUIÉTUDES VIS-À-VIS DE HUAWEI ET LA CHINE

La République Populaire de Chine a adopté en 2017 une **loi sur le renseignement** qui oblige les **citoyens chinois à soutenir le travail de renseignement national**. Ce texte a fait l'effet d'une bombe sur le plan géopolitique, car il a été interprété comme destiné à permettre, voire à imposer, l'espionnage pour toute structure ou citoyen chinois.

C'est dans ce sens que **l'inquiétude** affichée face à l'accès de Huawei au développement de la 5G s'explique. En effet, cette technologie permet un échange massif de données, y compris à caractère sensible, sans que puisse être totalement exclu le **détournement éventuel** de ces données à des **fins de renseignement et de surveillance**.

UN ENJEU DE SOUVERAINETÉ

L'ex-président des Etats-Unis, **Donald Trump**, avait déclaré en mai 2019 que les adversaires étrangers des États-Unis exploitaient de façon croissante des **vulnérabilités dans les services et les infrastructures de l'information et de la communication**. Cette affaire a été traitée comme une urgence nationale. avec quelques jours plus tard une interdiction faite aux réseaux de télécommunication américain de se fournir en équipement auprès de sociétés étrangères jugées à risque (sauf à obtenir préalablement une licence spécifique) : Une décision en faveur du protectionnisme économique et surtout **contre les sociétés chinoises Huawei et ZTE**.

Le **gouvernement américain enjoint clairement ses alliés européens**, qui partagent les mêmes inquiétudes, à **adopter des mesures similaires** ; le vice-président de la Commission européenne en charge du numérique a affirmé qu'il est possible que les composants Huawei comportent des portes dérobées, des programmes malveillants et des microprocesseurs permettant un accès à distance aux dispositifs d'information.



POLITIQUE

L'UE COMME CHAMP DE BATAILLE

L'Union Européenne est un champ de bataille de première instance, **tant pour le développement de la 5G chinoise que pour la guerre commerciale sino-américaine.** Selon Grégory Rayko, chef de rubrique International à The Conversation, « Pour la Chine, gagner le marché européen s'intégrerait dans une stratégie plus large d'affaiblissement de la puissance étasunienne sur le Vieux Continent. Avec la 5G, non seulement la RPC gagnerait un marché représentant une manne financière, mais elle pourrait aussi créer un lien, sinon une dépendance, des États européens l'ayant choisie au détriment du concurrent américain. ».

Certes, l'UE est consciente de sa position dans cette guerre. Toutefois, **les pays membres adoptent des postures différentes** face à Huawei. **Certains interdisent** l'adoption de la technologie chinoise alors que **d'autres adoptent une position médiane**: ils l'excluent des secteurs sensibles comme ceux liés à la défense nationale, mais proposent des accès limités.

D'un autre côté, l'UE dispose aussi de **deux entreprises qui proposent des services en matière de déploiement de la 5G, Nokia et Ericsson.** Si ces deux entreprises accusent un retard relatif quant à la technologie 5G, elles restent néanmoins compétitives, notamment Nokia qui est en mesure de proposer la même complétude de services que Huawei et d'assurer la totalité de la chaîne, de l'accès, aux câbles sous-marins en passant par le transport et la transmission optique.

POLITIQUE

UN PARI SUR L'AVENIR TECHNOLOGIQUE LA MAÎTRISE DU MONDE DE DEMAIN

A l'inverse de l'UE, Les Etats-Unis ne disposent pas d'entreprises capables de gérer intégralement le déploiement de la 5G. Or, il s'agit là d'une **technologie qui va jouer un rôle majeur** dans les évolutions prochaines de l'économie et l'industrie. La 5G permettra en effet de développer plusieurs secteurs stratégiques tels que la médecine, les smart-cities, la défense, le transport... (voir section Économie de la présente étude).

Autrement dit, la **maîtrise de cette technologie** va constituer un **levier déterminant de la puissance économique** et stratégique des nations, dans un contexte où les Etats-Unis risquent de perdre prochainement leur statut de première puissance mondiale. Pour répondre à ces enjeux, les **États-Unis** essayent par tous les moyens de **combler leur retard** en la matière, notamment via des **partenariats internationaux** :

- **Alliance technologique** avec des **entreprises sud-coréennes et japonaises** qui ont moins de compétences technologiques, mais qui sont capables de rattraper le retard par rapport aux chinois.
- **Collaboration** avec le **Royaume-Uni** en mettant en avant des standards ouverts, ce qu'on appelle « Open Ran ».

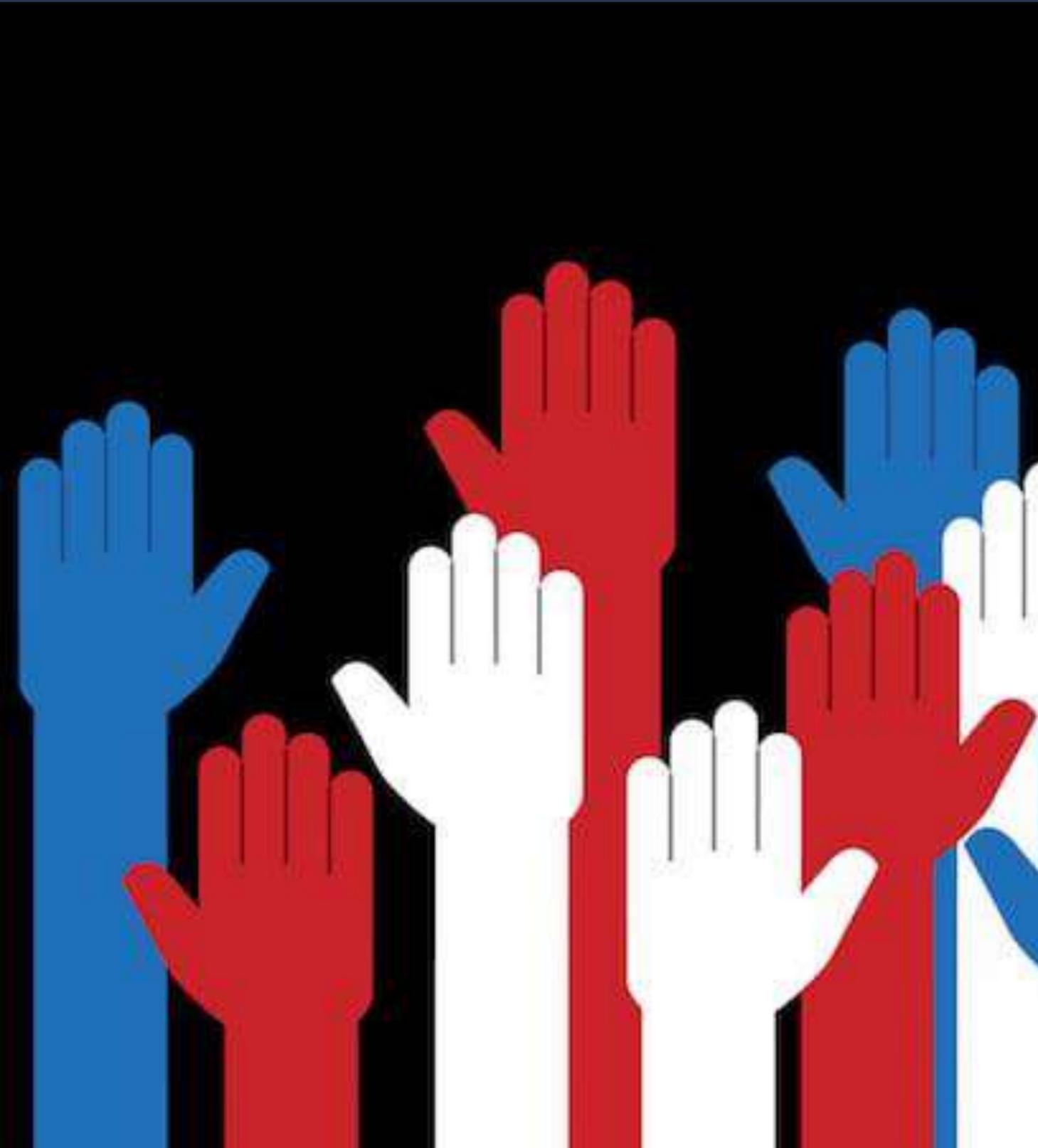
POLITIQUE

STRATÉGIES D'ALIGNEMENT

Derrière les **choix technologiques** réalisés par les différents pays du globe se cachent concrètement des **stratégies géopolitiques d'alignement**, telle qu'on pouvait les trouver à l'époque de la guerre froide. Certains états font le choix de s'allier aux Etats-Unis, d'autres s'alignent sur le "bloc" chinois. Enfin, une troisième partie fait le choix de ne pas s'aligner et préfère la neutralité. Autrement dit, la 5G fait l'objet de **stratégies de lobbying, d'influence normative et d'encerclement cognitif puissants** qui dépassent le simple cadre de la concurrence traditionnelle des états sur les technologies émergentes. Nous proposons sur la page suivante une présentation du positionnement d'une quinzaine de pays stratégiques dans le déploiement de la 5G.

LA GUERRE ÉCONOMIQUE À VENIR

Alors que de sérieuses réflexions s'engagent actuellement autour du **déploiement de la 6G** sur les territoires **russes** et **chinois**, de nombreux experts conseillent à l'**Union européenne** et aux **Etats-Unis** de se concentrer sur le développement de la nouvelle génération de réseaux sans-fil, afin de ne pas prendre de retard sur une technologie qui risque d'être encore plus révolutionnaire que la 5G.



POSITIONNEMENT VIS-À-VIS DES ÉQUIPEMENTS CHINOIS



Etats-Unis. Mai 2019 : Donald Trump annonce que Huawei a l'interdiction de vendre des équipements réseaux aux Etats-Unis.



Japon. Huawei exclu des futures infrastructures 5G.



Royaume-Uni. Janvier 2020 : La part de marché de Huawei dans les réseaux 5G est limitée à 35% et aucune présence sur les sites critiques n'est autorisée. Forte pression de l'opinion publique pour une interdiction totale de Huawei. La Chine, via son ambassadeur, menace de se retirer des projets de construction majeurs. HSBC dit craindre des représailles de la part de la Chine.



Allemagne. L'ambassadeur chinois en Allemagne a menacé de représailles l'industrie automobile allemande si Huawei était écarté de la 5G



République Tchèque. Les dirigeants tchèques ont dénoncé les problèmes de sécurité mais ils n'ont pris que des mesures informelles « anti-Huawei ».



Canada. Très fortes tensions avec la Chine. Arrestation de la fille du fondateur de Huawei en 2018. En attendant une décision gouvernementale,, les opérateurs canadiens ont choisi Ericsson, Nokia et Samsung.



Nouvelle-Zélande. Huawei exclu des futures infrastructures 5G



Pologne. 2019 : arrestation de 2 personnes soupçonnées d'espionnage. L'une travaillait pour Huawei. Septembre 2019 : la Pologne et les USA signent un accord visant à n'autoriser que les fournisseurs « de confiance » pour les réseaux 5G.



Espagne. Les dirigeants espagnols ont dénoncé les problèmes de sécurité mais ils n'ont pris que des mesures informelles « anti-Huawei ».



Danemark. L'envoyé chinois a mis dans la balance l'accord de libre-échange entre la Chine et les Iles Féroé si Huawei n'était pas choisi.



Estonie. Signature avec les Etats-Unis d'un accord visant à n'autoriser que les fournisseurs dits « de confiance » pour les réseaux 5G.



Australie. Huawei exclu des futures infrastructures 5G



Roumanie. Signature avec les Etats-Unis d'un accord visant à n'autoriser que les fournisseurs dits « de confiance » pour les réseaux 5G.



France. L'ambassadeur chinois a appelé Paris à « ne pas discriminer Huawei », ce qui menacerait le développement des entreprises de l'UE en Chine. Février 2021 : La France adopte une loi qui n'interdit pas l'utilisation des équipements réseaux de Huawei, mais complique la procédure.



Italie. Attitude floue : entre coopération et mises en garde

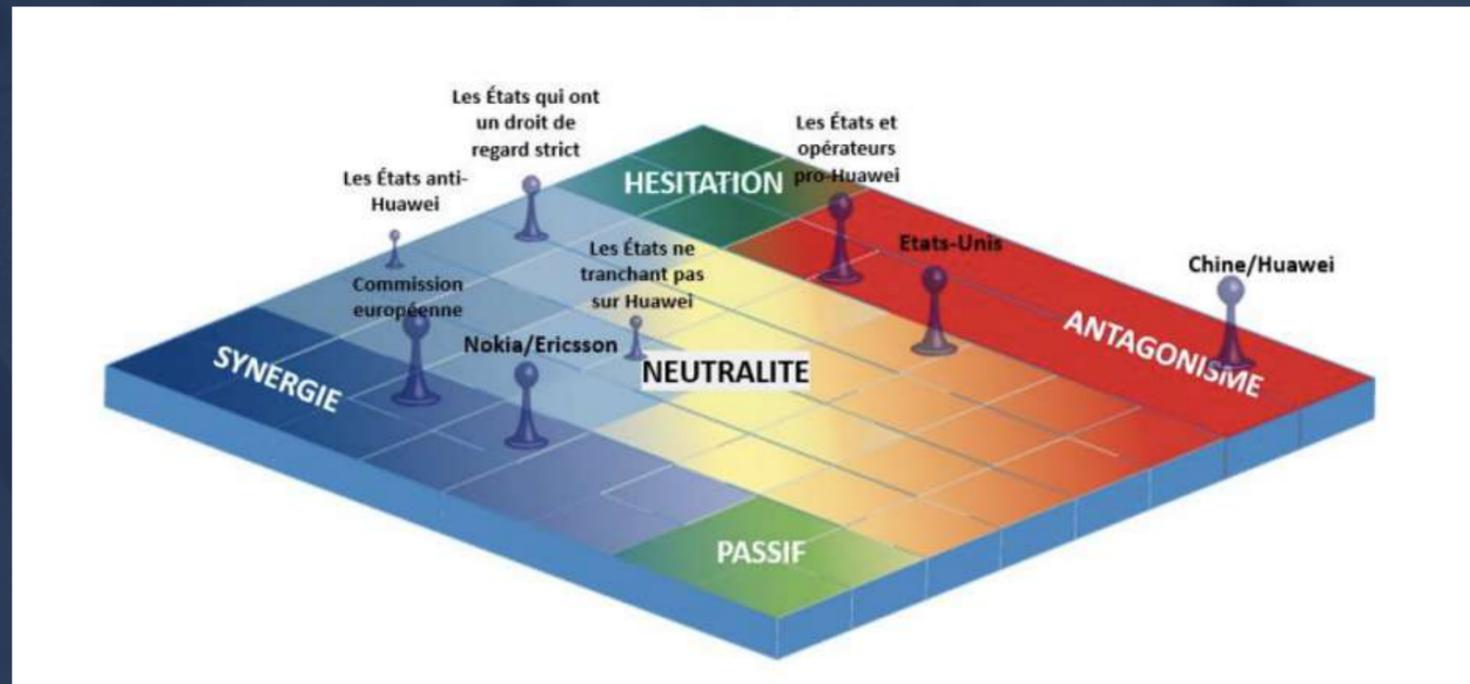


Hongrie. Coopération avec Huawei



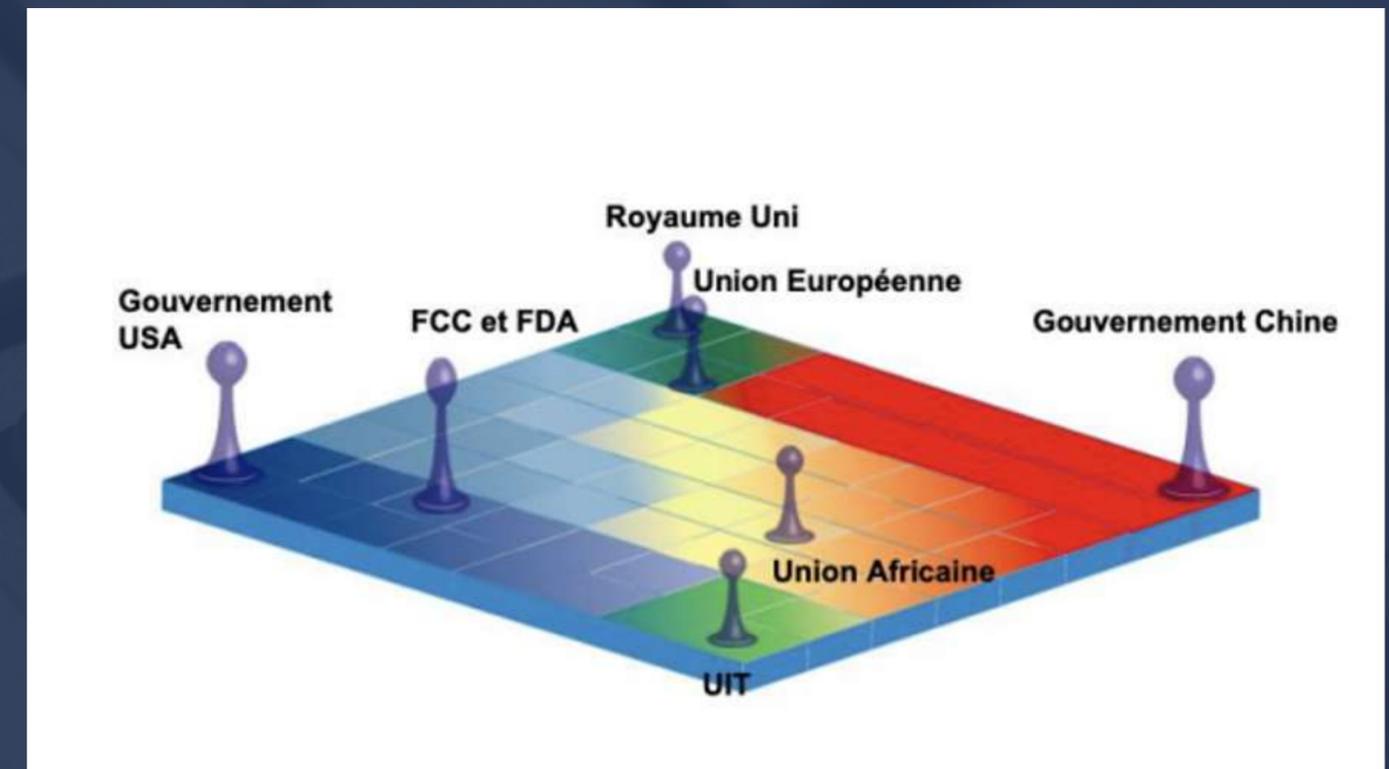
Belgique. Coopération avec Huawei

POSITIONNEMENT GÉOPOLITIQUE UNION EUROPÉENNE ET USA



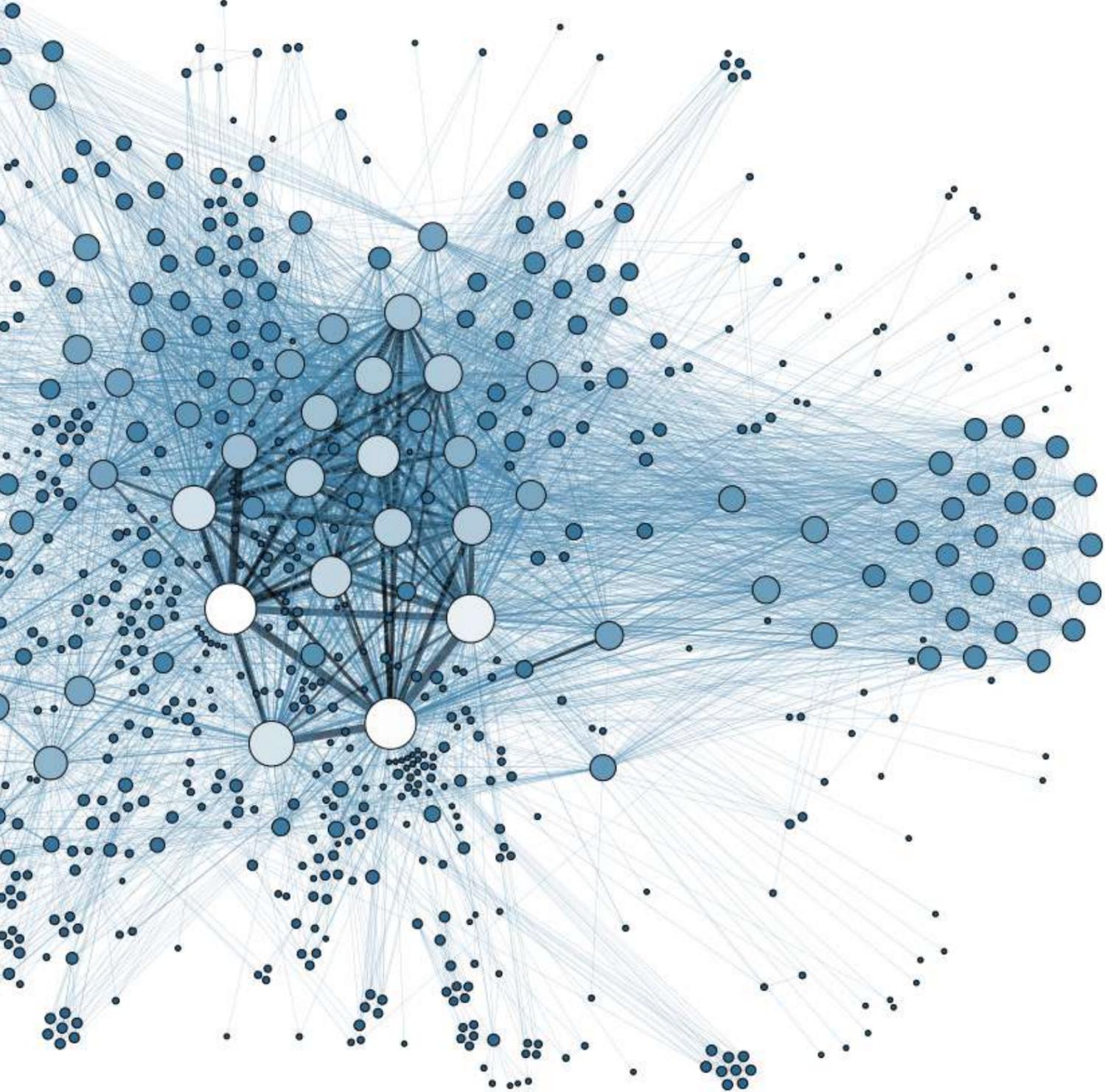
POSITIONNEMENT DES ACTEURS DE L'UE
SUR L'ÉCHIQUIER GÉOPOLITIQUE DANS
LE CADRE DU DÉPLOIEMENT DE LA 5G

POSITIONNEMENT STRATÉGIQUE ACTUEL DU GOUVERNEMENT AMÉRICAIN





ÉCONOMIE



Selon une étude du cabinet IHS Markit, la 5G représenterait, sur l'ensemble de sa chaîne de valeur, une **contribution économique de 3 600 milliards de dollars dans le monde en 2035**. En France, l'impact est estimé à **124 milliards de dollars** sur la même période.

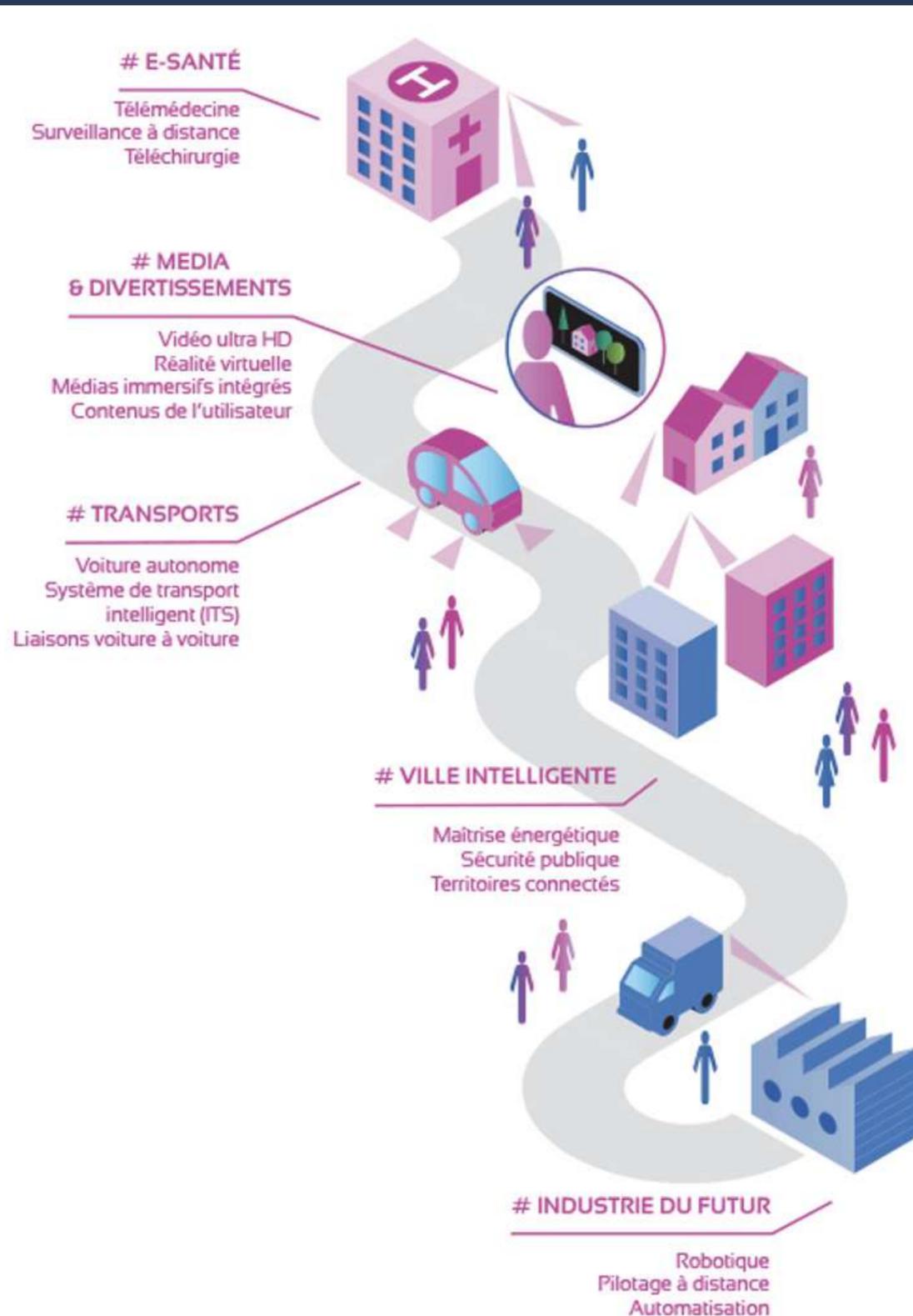
Ces projections ne prennent toutefois pas en compte l'**impact de la pandémie** actuelle. Le **déploiement de la 5G a été retardé** en raison de la crise sanitaire. De la même manière, l'attribution des fréquences aux opérateurs français a pris du retard et l'impact de la COVID-19 sur l'économie mondiale **pourrait également se ressentir sur les investissements prévus** des opérateurs et des consommateurs.

Dans cette partie Économie de l'étude, nous présenterons successivement:

- Les **domaines d'application** de la technologie, avec les différents secteurs/activités qui devraient se développer avec le déploiement de la 5G
- Les grandes caractéristiques de la **chaîne de valeur** de la 5G, avec les différents métiers, avec une présentation du fonctionnement général de cet écosystème et un focus spécifique sur les grands partenariats existants sur le territoire français.

En annexe de cette étude, nous transmettons à {Société Confidentielle} un fichier recensant les 200 principales entreprises de la filière 5G sur un périmètre mondial.

DOMAINES D'APPLICATION



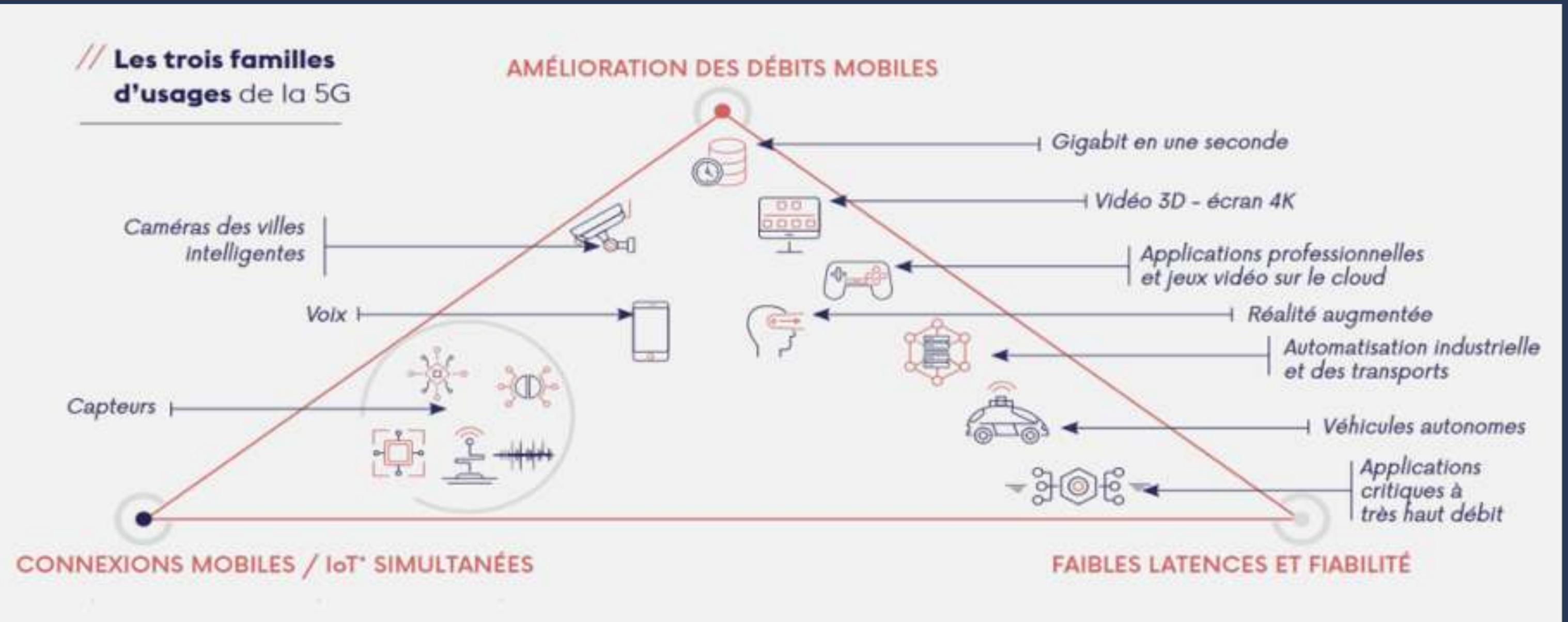
Les nouveaux usages et domaines d'application permis par la 5G reposent sur trois avancées majeures apportés par cette technologie (voir détails dans la partie dédiée de l'étude) :

- **mMTC** – Massive Machine Type Communications : **communications entre une grande quantité d'objets** avec des besoins de qualité de service variés.
- **eMBB** – Enhanced Mobile Broadband : **connexion en ultra haut débit** en outdoor et en indoor avec uniformité de la qualité de service (browsing, messagerie, visionnage de vidéo haute définition, application de réalité virtuelle ou augmentée, etc).
- **uRLLC** – Ultra-reliable and Low Latency Communications : **communications ultra-fiables pour les besoins critiques** avec une très faible latence, pour une réactivité accrue (téli-médecine, véhicule autonome, applications industrielles critiques, technologies haptiques, etc).

Selon l'Agence nationale des fréquences : « **La 5G continuera d'améliorer les services existants dans le domaine grand public** en donnant par exemple l'accès à des contenus vidéo de meilleures définitions et en favorisant le développement d'applications de réalité augmentée ou virtuelle », **mais c'est surtout du côté de l'industrie que la 5G est intéressante.**

Le visuel ci-contre constitue une synthèse des domaines qui devraient se développer conjointement à la mise en place de la 5G. Sur la page suivante, nous faisons figurer une infographie faisant le lien entre les différents usages de la 5G et les avancées apportée par la technologie.

DOMAINES D'APPLICATION



DOMAINES D'APPLICATION

Points de vue d'experts

"Pour les MmWave, les applications sont principalement pour les particuliers donc des applications comme la VR (Réalité virtuelle) ou l'AR (Réalité augmentée) ou le gaming sur mobile qui nécessitent un volume de données important. Il y a eu beaucoup de discussions autour des voitures connectées mais je ne pense pas que ce soit une idée à retenir de par les limitations de la technologie et le besoin en stabilité de ce genre d'applications.

D'un point de vue industriel, il y a des applications dans la mise en place d'Internet privé à haut débit dans une usine. Ce qui permettrait la gestion d'équipements à distance et d'augmenter la sécurité du réseau en créant des réseaux privés.

Le plus gros changement et la plus grande application est selon moi la vente de bande passante à une entreprise. Au vu de la portée courte de la 5G, de la sélectivité et du fait qu'on ne va pas empiéter sur quoi que ce soit d'autres en termes de fréquence, on peut vendre certaines fréquences à une entreprise pour qu'elle crée son réseau privé. Cela permettra à ces entreprises d'augmenter fortement leur transfert de données à l'intérieur de l'entreprise, sans avoir à trier et réduire les données avant l'envoi."

Spyridon Louvros

"Quant aux autres usages qui composent la promesse technologique - voiture autonome, chirurgie à distance et d'autres utopies encore - ils sont encore trop loins et relèvent encore d'un imaginaire technologique qui ne pourra pas se réaliser avec la technologie en cours de déploiement (3,5 GHz). Ces usages seront pour la 26 GHz mais ce n'est pas pour maintenant."

Laura Draetta

SECTEURS ET MARCHÉS CONNEXES

S'il est encore trop tôt pour affirmer avec certitude quels secteurs et quels usages seront amené à se développer conjointement avec la technologie 5G, on peut toutefois constater que cette technologie est principalement attendue au niveau du marché de l'Internet des objets ainsi que celui des applications industrielles. Des projets-pilotes ont déjà été mis en place dans certains secteurs, ce qui constitue un indicateur intéressant du degré de maturité du marché. On peut ainsi s'attendre dans la prochaine décennie à l'émergence de nouveaux acteurs et de nouvelles offres de produits/services au niveau de :

- **La voiture connectée et autonome** : exemple de la stratégie de PSA en matière d'utilisation de la 5G pour les véhicules autonomes et connectés, présentation du projet 5GCAR porté par PSA, Volvo et Bosch. D'après les experts que nous avons interrogés au cours de l'étude, il semblerait toutefois que la phase d'industrialisation des systèmes de voiture autonome ne pourra être mis en place qu'avec la 6G (cf. "Points de vue d'experts" ci-contre).
- **Les réseaux et bâtiments intelligents** : exemple de la stratégie de Bouygues en matière d'utilisation de la 5G, présentation du projet NRG-5 porté par Ineo Energy & Systems
- **La e-santé** : avec Orange dans le domaine de la e-santé avec Orange Healthcare.
- **L'industrie 4.0**, avec tout un ensemble de démarches de tests dans des secteurs variés allant de l'électronique (partenariat Orange/Lacroix) à l'aéronautique (Airbus), en passant par la logistique (projet européen 5G-LOGINNOV) ou l'automobile (Usine Mercedes de Sindelfingen).

CHAÎNE DE VALEUR

NON PAS UN MAIS PLUSIEURS ÉCOSYSTÈMES

La filière est schématiquement composée de **trois grandes catégories d'acteurs** :

- Les **opérateurs télécoms**: Ce sont les premiers acteurs en vue sur le marché de la 5G. Ils sont notamment représentés par Orange, Altice, Bouygues Telecom et le groupe Iliad sur le territoire français.
- Les **fabricants d'équipements de télécommunication** : Il s'agit des principaux fournisseurs du gros du matériel comme les antennes. Les principaux acteurs sont Ericsson, Huawei et Nokia Corporation
- Les **fabricants de composants électroniques**, circuits imprimés, puces etc. comme Intel, Qualcomm, STMicroelectronics, Broadcom.

la filière 5G s'articule donc autour de ces différents acteurs en fonctions de **contrats de partenariat** signés entre eux qui amènent à la création de véritables "**écosystèmes d'affaires**" qui se font concurrence.

LE CAS FRANÇAIS

- **Orange** prévoit le recours aux technologies de **Nokia** et **Ericsson**, ses partenaires traditionnels. Lors de l'annonce de ces partenariats, l'opérateur historique avait précisé que le partenariat avec Nokia se concentrera « sur les régions Ouest et Sud-Est, zones sur lesquelles la société Nokia est déjà fournisseur de 2G/3G/4G sur le réseau mobile (RAN) ». De son côté, le partenariat avec Ericsson « se concentrera sur les régions Ile-de-France, Nord-Est et Sud-Ouest, zones sur lesquelles la société Ericsson est déjà fournisseur de 2G/3G/4G sur le réseau mobile (RAN) ».
- **Free** a de son côté annoncé avoir noué un partenariat stratégique avec **Nokia**. L'équipementier finlandais sera chargé de déployer le réseau 5G de la filiale d'Iliad, à la fois en France, mais également en Italie.
- Quant à **Bouygues Télécom** et **SFR**, leur partenaire historique restera **Huawei**.

Évolution de la chaîne de valeur

"Actuellement on a les industriels qui extraient les matières premières, les industriels dans les matériaux, puis les industriels qui fabriquent les circuits imprimés et ceux qui assemblent les antennes pour arriver aux opérateurs qui utilisent ces antennes.

Je ne vois pas de raison que cela change car chaque étape nécessite des compétences très particulières, en particulier les industriels des circuits car les matériaux sont très difficiles à manipuler.

Une entreprise de matériaux pourrait acheter une entreprise de fabrication de circuits imprimés mais il n'y aurait pas vraiment de valeur ajoutée. Il y a suffisamment d'espace et de croissance dans le marché pour tout le monde sans avoir besoin d'acheter des entreprises."

Spyridon Louvros

LA FILIÈRE INDUSTRIELLE DE LA 5G

Service Provider Router

Les routeurs sont une catégorie de contrôleur de réseau qui détermine la meilleure route pour les transmissions de données et de voix entre un émetteur (émetteur) et un récepteur. Ils sont généralement contrôlés par un logiciel et peuvent être programmés pour fournir les routes les moins chères, les plus rapides ou les moins fréquentées.

Evolved Packet Core (Long Term Evolution)

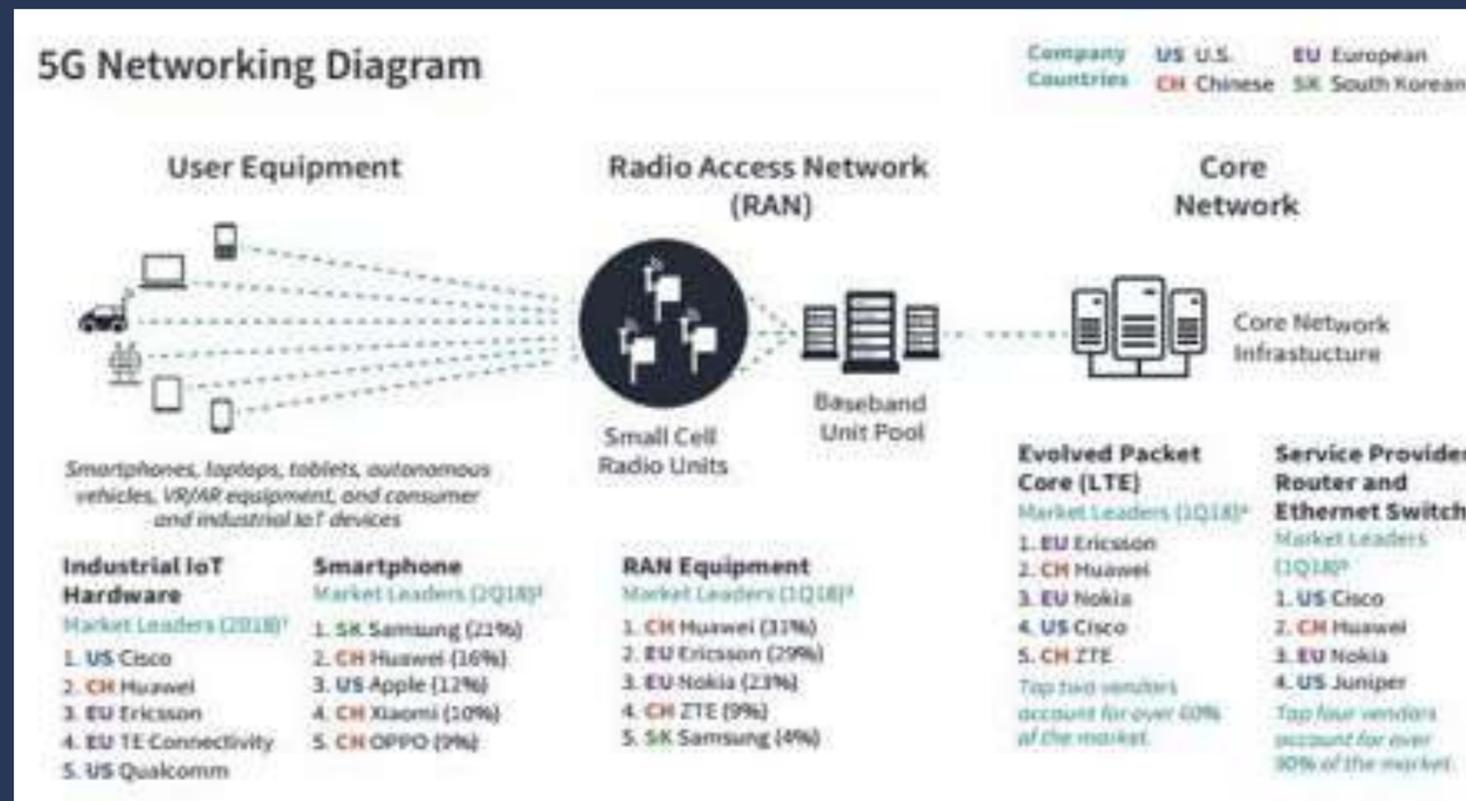
LTE (Long Term Evolution) est une norme pour la technologie à large bande sans fil qui offre une capacité de réseau accrue.

Radio Access Network

Comprend les éléments d'un réseau de télécommunications qui assurent la communication radio et l'accès entre les équipements des utilisateurs, tels que les appareils sans fil, et le réseau central. Il comprend généralement les composants de la station de base et les réseaux d'antennes fournissant une couverture cellulaire à une zone spécifique. L'architecture sans fil du RAN a continuellement évolué depuis les débuts de la technologie cellulaire, à mesure que l'intelligence passe du cœur à la périphérie.

IoT

L'IoT consiste en outils connectés à Internet et en plateformes d'analyses sophistiquées qui traitent les données qu'elles produisent. Les appareils IIoT vont des minuscules capteurs de température aux robots industriels complexes. Alors que le mot « industriel » peut faire penser à entrepôts, chantiers navals et ateliers, les technologies IIoT évoquent des promesses pour une large gamme d'activités comme l'agriculture, la santé, les services financiers, le commerce et la publicité.



Synthèse Les métiers de la 5G

Hardware :

- Chipsets, Modules et Modems
- Equipements terminaux (Appareils iot)
- Equipements terminaux (Smartphones, tablettes)
- RAN Hardware/Equipment
- Infrastructure de réseau

Opérateurs de réseaux mobiles

Logiciel de gestion de réseau :

- Logiciel 5G RAN
- Logiciel 5G Core Network,

Services professionnels (Intégration système / Consulting)

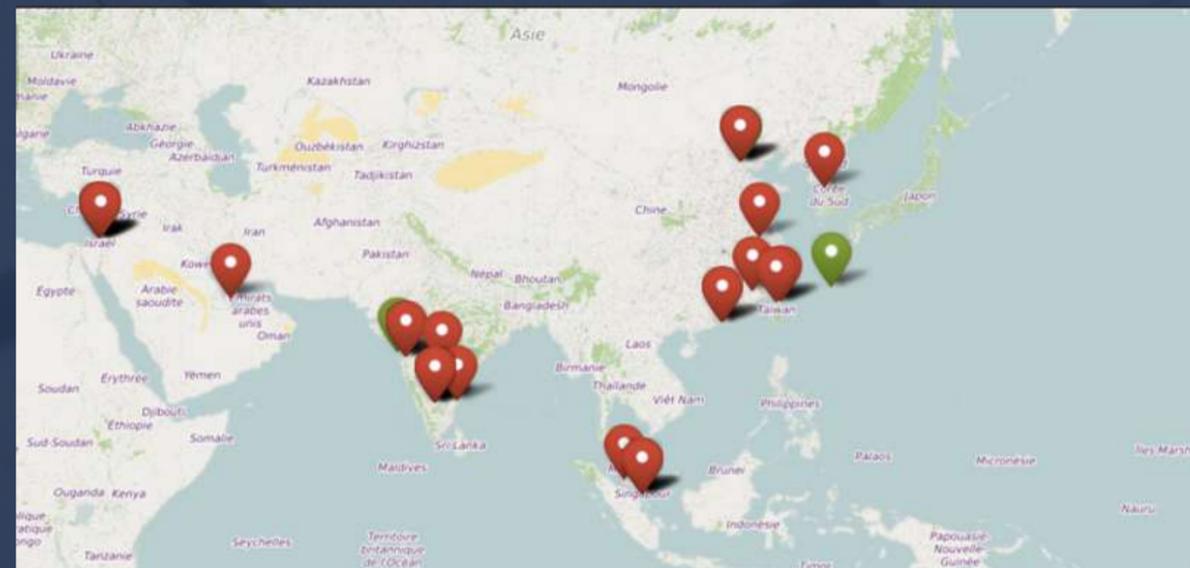
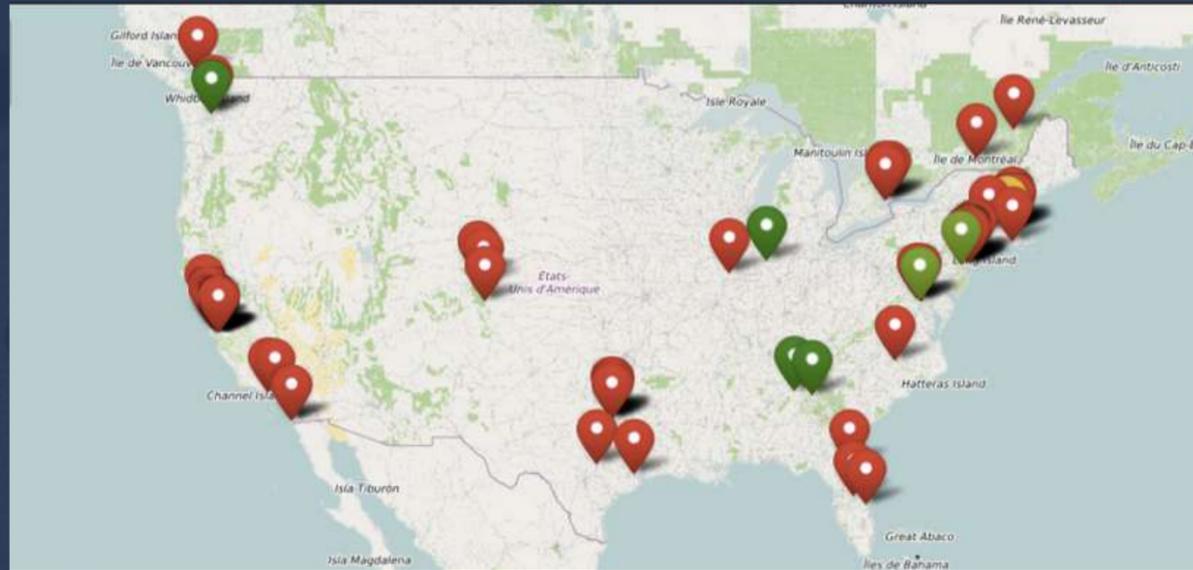
Selon les projections d'IHS Markit, c'est **l'industrie manufacturière qui bénéficiera le plus de la manne de la 5G** (bien plus que le secteur de l'informatique ou celui des télécoms). Cela conforte la thèse d'un **développement de l'internet des objets et de l'internet industriel** comme implications majeures de l'avènement de la 5G.

GÉOLOCALISATION DES PRINCIPAUX ACTEURS



La liste des principaux acteurs de la filière 5G est placée en annexe de cette étude

GÉOLOCALISATION DES PRINCIPAUX ACTEURS







L'IMPACT SOCIAL DE LA 5G

Si le développement des technologies de l'information et de la communication a eu un impact indéniable sur nos sociétés et nos usages au cours des dernières décennies, il est toutefois **difficile d'anticiper sur les conséquences sociales spécifiques du déploiement de la technologie 5G** sans verser dans l'exercice périlleux et incertain de la prophétie.

Dès lors, nous nous intéresserons dans cette partie à fournir des éléments de réponse aux grands questionnements actuels et à ceux pour lesquels des éléments tangibles et factuels peuvent être apportés dans les domaines suivants :

- La **santé** des individus
- La **confidentialité** des données
- L'impact sur l'**emploi**
- Le poids des **lobbies** et de l'**opinion publique** en France
- La **socialisation des individus**

SOCIAL

Santé

Les **fréquences** utilisées par la 5G sont autour de **3,5 GHz et 26 GHz** contrairement à la 4G qui utilise des bandes de fréquence de l'ordre du MHz.

Concernant la **première bande de fréquence**, elle se trouve être **proche de l'exposition** aux fréquences légèrement plus basses déjà utilisées pour les **communications Wifi** (2,45 GHz). Des **études** ont été menées par **l'Anses** sur des bandes de fréquences entre 400 MHz et 6 GHz qui **n'ont pas montré d'effet sanitaire à court et long terme**.

Pour la **seconde bande de fréquence**, l'évaluation des risques est conditionnée par l'acquisition des données techniques sur les différentes technologies déployées. Il est donc **nécessaire d'obtenir des informations de la part des industriels concernés**.

Une **Crainte** porte sur le **grand nombre d'antennes** qui seront installées, due à la portée courte des ondes. Cependant, **il semblerait que cette multiplication d'antennes n'entraînera pas une exposition plus forte aux rayonnements**.

Confidentialité

Une deuxième inquiétude actuelle relève de la **protection et du stockage des données personnelles** des consommateurs.

En France, et plus globalement dans l'UE, les **réseaux télécoms** sont soumis à un **double régime de protection** de la vie privée empêchant la fuite de données personnelles. Il leur est donc imposé le respect du **secret de la correspondance** et du **règlement général de la protection des données personnelles**. D'après ce dernier, "les données à caractère personnel doivent être pertinentes et limitées à ce qui est nécessaire au regard des finalités pour lesquelles elles sont traitées".

Le problème qui se pose est **l'intelligence artificielle** qui **collecte en permanence des données sur le réseau 5G** pouvant aller à l'encontre de ces principes de pertinence et de consentement.

Emploi

Plusieurs études ont été menées sur l'impact qu'aura la 5G sur **l'emploi au niveau mondial**.

Selon le cabinet IHS Markit, la 5G permettra de créer plus de **22 millions d'emplois dans le monde d'ici 2035**. Certains emplois seront remplacés par la technologie mais ceux créés demanderont plus de compétences.

Ces nouveaux emplois seront répartis dans différents pays. Une grosse partie se trouvera en **Chine** avec 9,5 millions de nouveaux emplois. Suivis des **Etats-Unis** et du **Japon** (3,4 et 2,1 millions). Mais suivent aussi la Corée du Sud, la France et le Royaume Unis avec respectivement 963 000, 396 000 et 603 000 nouveaux emplois. Le reste du globe concentrera 3,6 millions d'emplois.

SOCIAL

Opinion publique

La **controverse** que subit actuellement la 5G en **France** est récente par rapport à ses voisins européens. La 5G est devenue un **sujet d'actualité nationale lorsque le gouvernement a présenté publiquement la feuille de route** pour le déploiement des nouveaux réseaux (en **2018**). Cette année 2018 a été l'année des expérimentations et des projets pilotes. C'est contre ces opérations que les riverains se sont mobilisés en premier lieu.

D'après Laure Draetta, "*Ces premières mobilisations sont initialement **médiatisées au niveau local**, la presse nationale étant encore concentrée sur les discours positifs autour de la promesse technologique. Puis, **autour de l'été 2019, les médias nationaux commencent à investir la question** et le sujet de la controverse 5G monte en généralité venant à être inscrit à l'agenda de quotidiens nationaux. Des mobilisations locales contre l'installation d'antennes-relais, on passe à la question de la dangerosité plus générale de cette génération d'équipements.*"

Aujourd'hui, la population française est **globalement favorable au déploiement** de la 5G (à 63%) mais avec une **méfiance** vis-à-vis des **questions d'environnement** et de **respect de la confidentialité des données**.

Lobbying

En France, **les promoteurs et lobbyistes** de la 5G n'ont pas véritablement pris à partie l'opinion publique et **on ne peut pas réellement parler de démarche d'influence** de leur part. En revanche, leur stratégie de **lobbying** auprès des pouvoirs publics sur le **calendrier** et les **modalités de déploiement** a été très proactive.

Interrogée sur le sujet, Laura Draetta confirme: "*Je ne dirais pas que les promoteurs de la 5G aient eu un impact sur l'opinion publique. Quant à l'impact sur le déploiement, oui. L'argument du retard de la France par rapport aux autres pays européens et extra-européens (la tyrannie du retard, comme la définit Dominique Boullier) a poussé le gouvernement à avancer, malgré les demandes de moratoire venant de différents groupes de la société civile (associations environnementalistes et anti-ondes mais aussi élus locaux, maires de grandes villes).*"

Socialisation

La question des **conséquences de la 5G** (et plus globalement des technologies de l'information) **sur nos rapports sociaux** est une question qui draine tout un ensemble de **postures idéologiques** et de **visions fantasmatiques**. Pour éviter de tomber dans ce piège, nous avons préféré recueillir la parole de Laura Draetta qui compte parmi les plus grands spécialistes français de ces questions.

"Il est difficile de dire quel impact la 5G pourra avoir sur la socialisation des individus car jusqu'à présent les usages à venir de la 5G restent plutôt flous. D'ailleurs, c'est là l'un des sujets de la controverse autour de cette nouvelle technologie: on n'arrive pas à voir des usages clairement identifiés qui attireraient le public, qui, d'ailleurs, a du mal à percevoir l'utilité de cette innovation technologique. Par contre l'impératif industriel est bien là, celui de renouveler les terminaux avant tout."



POLITIQUE

ÉCONOMIE

SOCIAL

TECHNOLOGIE

ENVIRONNEMENT

LÉGISLATION

TECHNOLOGIE

UNE AMÉLIORATION DE LA 4G

La technologie 5G va permettre de fortes améliorations au niveau du **débit**. Le débit est estimé à 1 Gbit/s pour le téléchargement et 500 Mbit/s en upload contre 150 Mbit/s et 50 Mbit/s en 4G. On a donc un **débit environ 10x plus élevé que la 4G**.

En outre, la **couverture** devrait être **excellente**, accessible dans **95 % des lieux** et à tout moment.

Au niveau de la **densité**, celle-ci aussi devrait être **plus puissante** : on pourra accommoder **10x plus d'appareils en même temps**.

Pour la **fréquence**, on aura **deux bandes** : bande **3.5GHz** et bande **26GHz**. En réponse à l'accroissement de la consommation en data des consommateurs et explorer toutes les opportunités d'usages, le réseau 5G va utiliser deux bandes de fréquences.

Pour finir la **latence** sera très **faible**, puisqu'on aura un **temps de réponse de l'ordre de la milliseconde (10x moins que la 4G)**.

A terme, la 5G devrait être **1 000 fois plus rapide** que les réseaux mobiles en 2010 et jusqu'à **100 fois plus rapide** que la 4G actuelle.

TECHNOLOGIE

OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

A **débit équivalent**, la 5G est **moins énergivore que la 4G** (les antennes utilisées nativement sont moins consommatrices. Il y a **3 innovations** qui permettent d'optimiser la consommation :

- Les **antennes intelligentes dites « Massive MIMO »** (« Multiple-Input Multiple-Output », voir section "matériel et infrastructures") capables de trouver le « meilleur » chemin entre une antenne-relais et le smartphone (ou un système automatisé)
- La **focalisation** : les antennes 5G permettent de **focaliser le faisceau sur une zone donnée**, contrairement à la 4G qui répand les fréquences sur une zone très large.
- La **mise en veille des antennes** lorsqu'elles ne sont pas actives.

Ainsi la 5G permet en effet aux **industries** et aux services de mettre en place un **système de production moins énergivore**.

FIBRE VS. 5G

Les performances de la 5G sont **comparables à celles de la fibre optique**. En théorie, la 5G est **plus puissante** avec des débits supérieurs au Gigabit, cependant ces performances **dépendent fortement du nombre d'utilisateurs** du réseau à un instant T. C'est pourquoi **la fibre sera privilégiée lorsqu'il n'y a pas de mobilité** (entreprise) et la **5G lorsqu'il y a une mobilité** ou dans certaines zones où la fibre n'est pas déployée et que les besoins sont temporaires.

En fait, **ces technologies sont complémentaires** car si la 5G est choisie comme technologie d'accès au très haut débit, il est nécessaire de raccorder les antennes au cœur du réseau à l'aide de fibre optique pour conserver le haut débit.

Les limites de la 5G

"Les limitations de la 5G sont principalement sa **dépendance au réseau de fibre haute vitesse**. Il est difficile d'imaginer des antennes 5G partout car il faudrait brancher toutes ces antennes avec de la fibre haute vitesse et cela serait très coûteux. **On pourrait avoir des bornes 5G qui serviraient de relais** entre l'utilisateur et le réseau fibré mais **le protocole pour cela n'existe pas encore**."

Spyridon Louvros

TECHNOLOGIE

NOUVEAUX DOMAINES D'APPLICATION

D'un point de vue technique, la mise en place de la technologie 5G va permettre :

- La **communication entre plusieurs appareils et capteurs** appelée **mMTC** (Massive Machine Type Communications). Cela devrait amener de nouvelles possibilités en matière de domotique, de ville intelligente, d'Internet des objets, de navigation par GPS (optimisée avec la triangulation des antennes relais 5G).
- La connexion à **très haut débit à l'intérieur des bâtiments et en extérieur** = **eMBB** (Enhanced Mobile Broadband). Cela permettra le visionnage de vidéo 4 ou 8 K sur son smartphone.
- Les **échanges hyper fiables pour des besoins critiques** avec une très faible latence (inférieur à une milliseconde). C'est l'objectif de l'**URLC** (Ultra-reliable and Low Latency Communications). Cette famille regroupe des applications industrielles, des systèmes de sécurité, les voitures autonomes ...

Pour une description plus approfondie des **nouveaux marchés** qui vont pouvoir se développer grâce à la 5G, voir la **section "Economie"** de la présente étude.



TECHNOLOGIE

MATÉRIEL ET INFRASTRUCTURES

L'infrastructure du réseau est composée d'**infrastructures 5G autonomes** ayant leur propre cœur de réseau, et d'**autres infrastructures 5G non-autonomes, qui utilisent l'infrastructure 4G LTE existante**. Les opérateurs utilisent une combinaison des systèmes 5G "New Radio" et 4G LTE en attendant que la 5G soit complètement déployée.

Les deux éléments clés de l'infrastructure 5G sont :

- **5G Radio Access Network (RAN)** : Il s'agit d'**éléments permettant la connexion d'un nombre limité d'appareils**. Ces éléments seront probablement très utilisés sans le réseau 5G du fait de la courte portée des ondes millimétriques caractéristiques de la 5G.
- Le **cœur du réseau 5G** : Il **gère toutes les transmissions** des voix, de données, des connexions internet. Cette partie du réseau est amenée à être re-designée en incluant de nouveaux serveurs répartis dans ce dernier pour réduire les temps de latence.

La technologie de la 5G est associée à **différentes méthodes** dont :

- le "**network slicing**" qui permet de **découper le réseau 5G en fonction des différentes applications**, par exemple, selon un domaine d'industrie, ce qui permet de dédier certaines parties du réseau à ces applications.
- le "**network function virtualization**" (NFV) qui correspond à la **capacité de virtualiser certaines fonctions réseau**. Cela permet d'**améliorer la vitesse du réseau** et d'assurer une certaine **souplesse du réseau**.

Enfin, la 5G permet l'**arrivée d'un nouveau type d'antennes**, les antennes "**massive MIMO**" (Multiple Input Multiple Output). Ces antennes sont actives, et permettent d'avoir une meilleure maîtrise de l'émission. Ainsi il est possible d'améliorer les rendements énergétiques et l'efficacité spectrale du système en modulant la taille ou la direction des faisceaux. Toutefois, **la mise en place de ces antennes présente certaines contraintes**. En effet, l'équipement nécessaire à la mise en place de la partie active de l'antenne présente un certain **encombrement** et surtout un certain **poids**. Il est donc **nécessaire de réaliser de nouvelles antennes dédiées** ou de **rajouter des boîtiers** comportant cette dernière partie au dessus des antennes passives déjà présentes et assurant le fonctionnement des réseaux antérieurs (2G, 3G, 4G, ...).



TECHNOLOGIE

DURÉE DE VIE DE LA TECHNOLOGIE 5G

En observant la durée de vie des **technologies précédentes** (2G, 3G et 4G) qui est en moyenne pour chacune d'**une décennie, on peut imaginer la même chose pour la 5G**. En effet, il faut en général environ 10 ans pour développer une nouvelle technologie, puis 10 ans pour la déployer et on sait que la 6G est déjà en train d'être étudiée.

Interrogé sur la question, Spyridon Louvros envisage une **durée de vie longue** pour cette technologie et pense aussi que **la fin de la 4G n'est pas encore pour aujourd'hui**:

"Déjà je pense que **la 4G durera plus longtemps que l'on ne le pense**. La technologie est en place depuis déjà une dizaine d'années. **Je ne pense pas qu'on verra de véritable apparition et utilisation de la 6G avant 2030**. La 5G devrait au moins durer une décennie et même là on ne verra pas un déclin de la 5G très important. La 5G est plus un complément à la 4G actuelle qu'une technologie à part entière et en particulier mmWave n'est pas une technologie qui va vraiment remplacer la 4G mais l'améliorer dans certaines zones. **Le remplacement de la 4G par la 5G ne se fera pas avant quelques temps. Je dirais déjà au moins 2 ans** avant qu'il n'y ai une utilisation large de la 5G moyenne-bande et pour les mmWave, pas avant 2023-2024.". {De plus,} "La pandémie a fortement retardé le développement et l'implantation de la technologie car les mmWave sont principalement utiles dans les zones de fortes affluences donc ce n'est pas particulièrement utile en ce moment."



TECHNOLOGIE

ENJEUX ET OPPORTUNITÉS DE LA 5G AU NIVEAU DES MATÉRIAUX

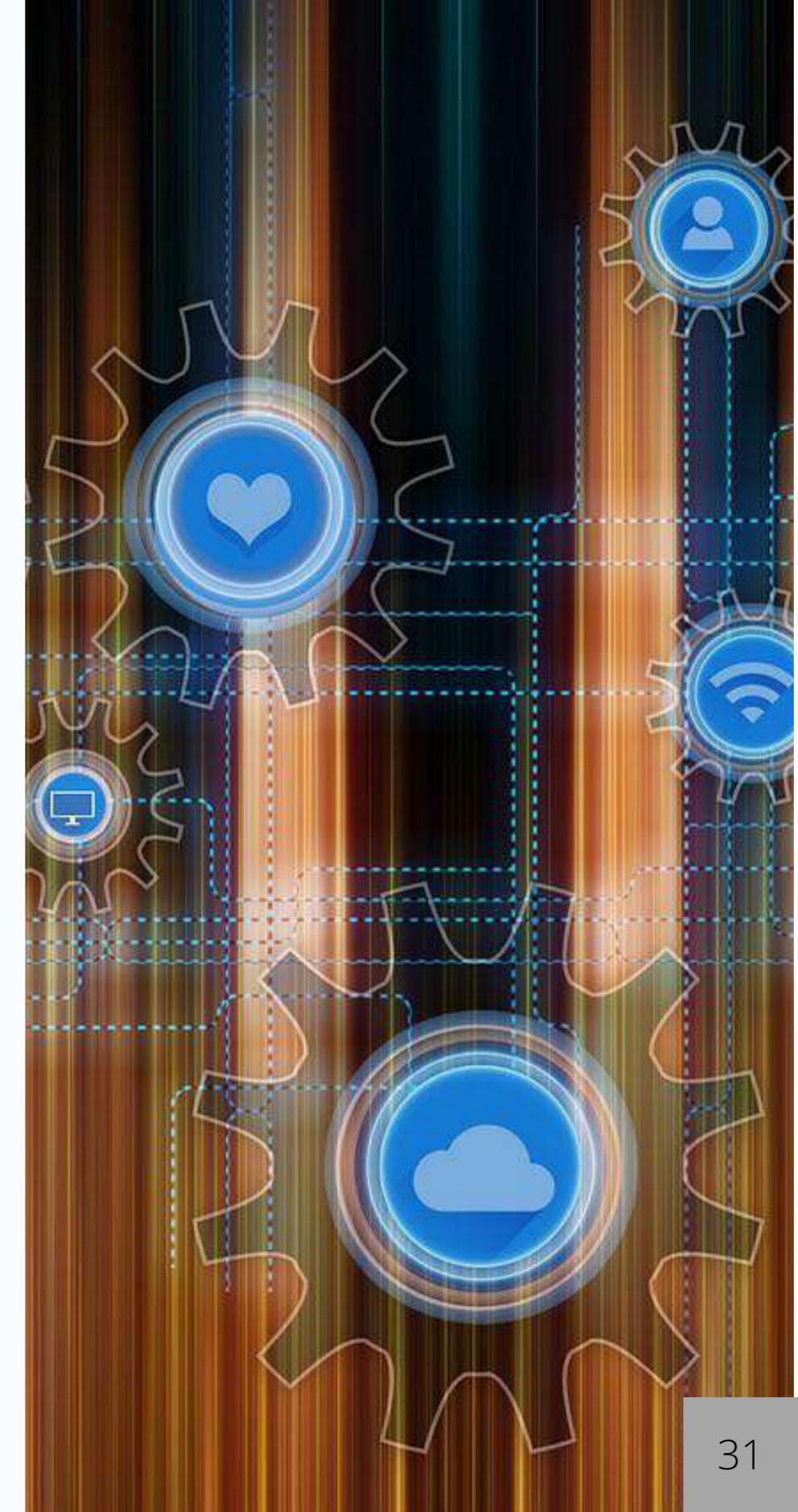
Afin d'apporter aux responsables de {Société Confidentielle} des **éléments de réflexion sur les opportunités d'innovation** dans le secteur de la 5G, nous avons interrogé **Spyridon Louvros** sur les **enjeux et questionnements** actuels **relatifs aux matériaux** utilisés. Nous les faisons figurer ci-dessous par entrée thématique, avec les réponses apportées par M. Louvros:

CONSTANCE DIÉLECTRIQUE

" La valeur de la constante diélectrique n'est **pas vraiment le point principal**, n'est pas la constante principale à étudier dans un matériau pour la 5G car **on peut contourner cette valeur**. C'est problématique car il faudra augmenter la taille du revêtement en cuivre dans l'antenne mais on peut compenser de cette manière une constante diélectrique trop élevée. Donc si on veut, **on peut utiliser des matériaux avec une constante diélectrique de 3** dans la 5G.

Le **problème** est plus que d'un point de vue de l'**absorption d'humidité**, cela crée de nombreuses **variations**. La constante diélectrique doit être stable. Peu importe la chaleur ou le niveau d'humidité car on peut contourner une valeur trop élevée de la constante diélectrique, mais seulement si on en connaît la valeur spécifique ce qui donc pose problème si celle-ci varie. C'est pour ça que **le PTFE est un matériau idéal** dans ces conditions car il est extrêmement stable.

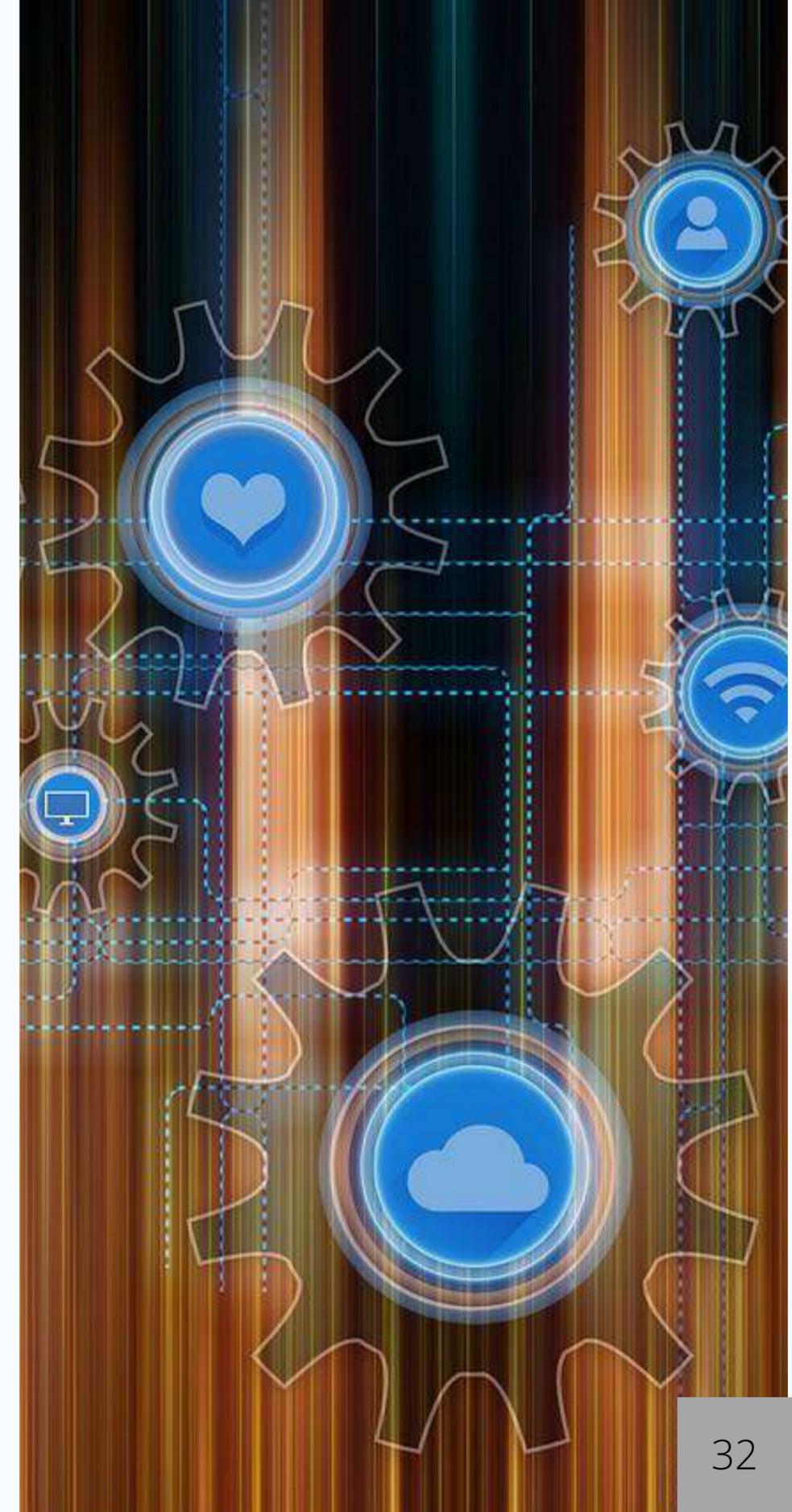
Plus la valeur est faible, plus il est facile de concevoir le circuit et de le fabriquer et il peut être plus petit. **Il y a donc des avantages à une faible constante diélectrique mais on peut créer un circuit qui marche avec des matériaux ayant une constante diélectrique plus élevée.** "



TECHNOLOGIE

ENJEUX ET OPPORTUNITÉS DE LA 5G AU NIVEAU DES MATÉRIAUX

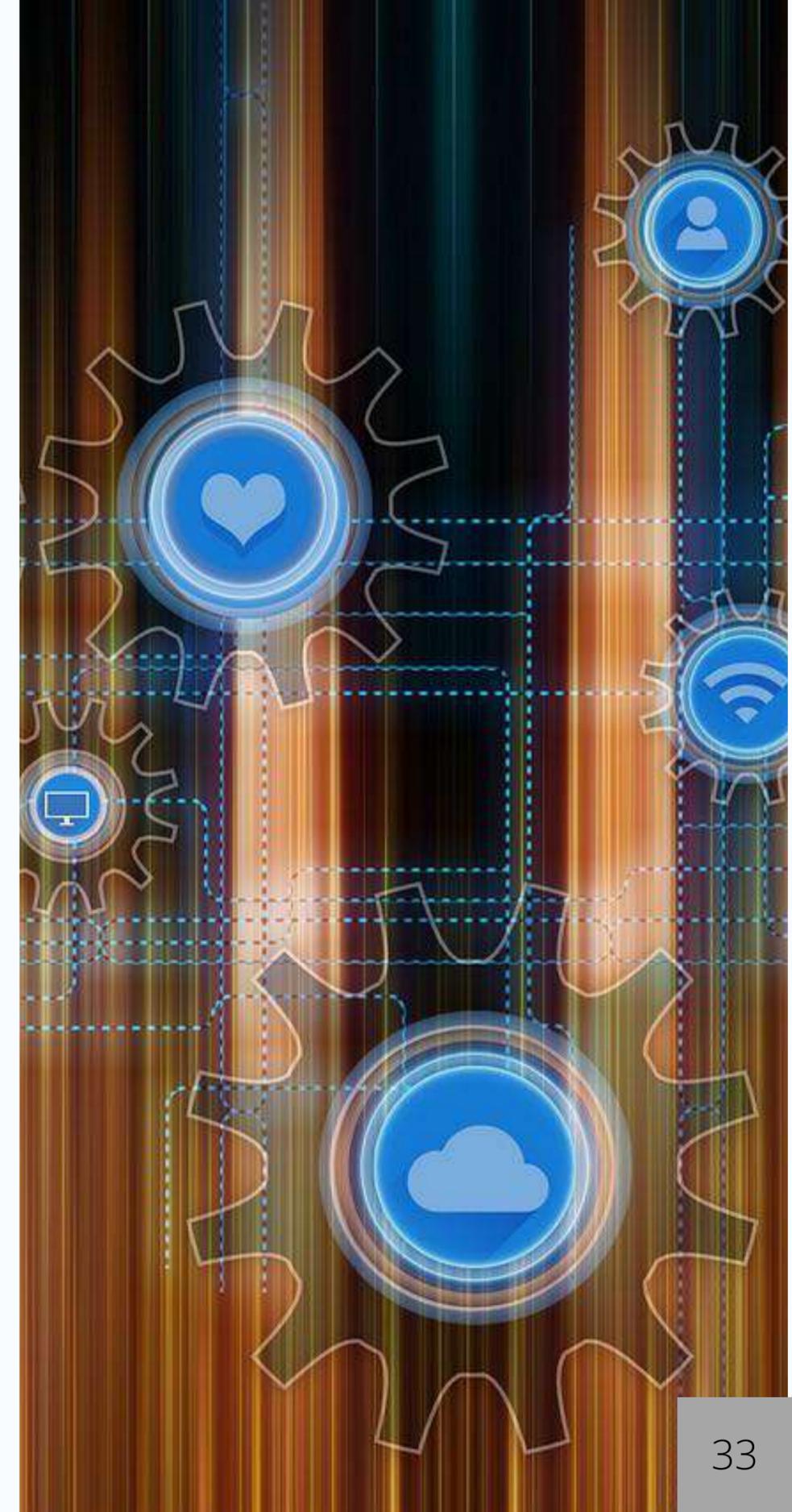
INFORMATIONS CONFIDENTIELLES



TECHNOLOGIE

ENJEUX ET OPPORTUNITÉS DE LA 5G AU NIVEAU DES MATÉRIAUX

INFORMATIONS CONFIDENTIELLES







L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA 5G

La question de l'impact environnemental du numérique se pose déjà depuis de nombreuses années et une grande partie des problématiques soulevées par la 5G sont les mêmes que celles des technologies qui l'ont précédée. Aussi, nous ne faisons figurer dans cette section "Environnement" que les éléments spécifiques à la technologie 5G pouvant être quantifiés/objectivés, dans les domaines suivants :

- L'impact sur la faune
- La consommation de ressources naturelles liée à l'infrastructure 5G
- Les problématiques énergétique de la technologie 5G, notamment liées à la consommation de données
- L'impact carbone et l'émission de gaz à effets de serre
- L'impact des terminaux et la nécessaire mise en place de bonnes pratiques de consommation et de recyclage

ENVIRONNEMENT

IMPACT SUR LA FAUNE

Les conséquences de l'**exposition aux ondes de la 5G** sur les populations animales font l'objet d'une **forte attention médiatique**. Si **certains effets** ont pu être **partiellement identifiés**, les études réalisés sont **empreintes d'incertitudes** quant à la dangerosité effective de cette technologie sur la faune. En cause, l'**absence de recul** due à la jeunesse de cette technologie et le **faible nombre d'études** réalisées.

- Des recherches ont mis en évidence le **possible impact des ondes** de la 5G sur les **insectes**. En effet, puisque la 5G monte dans les fréquences, elle utilise une faible longueur d'onde qui est comparable à la taille d'un insecte. De fait, les insectes pourraient être « **chauffés** » **par les ondes électromagnétiques**, selon Arno Thielens (chercheur au Berkeley Wireless Research Center). Ces résultats sont toutefois à **prendre avec précaution**, puisque l'auteur précise ne pas avoir « effectué de simulations complètes en raison d'incertitudes concernant les capacités thermiques spécifiques des insectes et les mécanismes de dissipation de la chaleur ». **Ces résultats ont été largement exagérés par certains médias**.
- Fin 2018, **une affaire concernant 337 étourneaux morts** à proximité d'une antenne a également été **très médiatisée**. Des recherches postérieures ont montré que **ces oiseaux seraient morts d'un empoisonnement**, sans que l'origine n'ait été clairement identifiée à ce jour.
- Aux Etats-Unis, un programme fédéral piloté par le département de la santé et des services sociaux a mis en évidence une **augmentation des risques de tumeurs cardiaques chez les rats mâles** exposés à des niveaux d'ondes élevés de la **2G et 3G**, **sans pour autant établir de lien concret entre les deux**. Il y aurait potentiellement un risque d'effet cancérigène, mais **celui-ci n'a pas été pleinement démontré**.



ENVIRONNEMENT

INFRASTRUCTURES 5G - CONSOMMATION DE RESSOURCES NATURELLES

La question des ressources naturelles consommées par les technologies de l'information se pose déjà depuis de nombreuses années, avec notamment les problématiques liées à la consommation de métaux rares. Dans le cas de la 5G, la question se pose à la fois du côté de la nouvelle génération de terminaux (cf. section "Impact écologique des terminaux") mais aussi du côté des infrastructures à implanter. En effet, avec la 5G, il faudra déployer **trois fois plus d'infrastructures qu'avec la 4G** pour assurer la même couverture.

Certes, d'un côté **les opérateurs révèlent qu'ils installeront les équipements 5G sur les antennes 4G existantes**. Cependant, sur ces antennes, il est nécessaire d'installer des **équipements réseaux ultra-performants qui nécessitent l'utilisation de matériaux de pointe** dont les ressources sont limitées sur la planète.

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Il y a consensus sur le fait que **le réseau 5G est plus efficace que la 4G d'un point de vue énergétique**. Orange estime que pour acheminer 1giga de data la 5G utilisera **deux fois moins d'énergie que la 4G** à son lancement et **10 fois moins à l'horizon 2025**.

Pour pouvoir atteindre cet objectif, les opérateurs vont utiliser la **stratégie de montée en charge du réseau**, c'est-à-dire que pour la même consommation d'énergie, la 5G gère une largeur de bande cinq fois plus élevée. Résultat : elle offre des débits jusqu'à dix fois plus élevés, ce qui lui permet de servir un plus grand nombre d'utilisateurs. "La 5G utilise des antennes intelligentes qui scannent en permanence leur environnement. Et c'est seulement quand elles détectent un utilisateur qu'elles émettent un faisceau juste le temps de la communication", explique le PDG d'Ericsson France, Franck Bouétard.



ENVIRONNEMENT

EXPLOSION DE LA CONSOMMATION DE DONNÉES

Actuellement, **la consommation moyenne d'un client 4G, augmente de 30% par an.** D'un côté, les pro 5G affirment que le réseau actuel sera rapidement saturé et que le changement est nécessaire. De l'autre, les écologistes craignent un effet rebond sur le comportement des utilisateurs. En effet, **plus la bande passante est grande, plus les utilisateurs consomment** et aujourd'hui il n'existe aucune restriction écologique dans ce domaine.

D'après les premières données publiées en la matière, c'est le scénario de **l'explosion de la consommation de données** qui semble le plus vraisemblable. Ainsi, selon l'opérateur coréen SK télécom, qui a lancé la 5G en avril 2019, **les clients ont multiplié par trois le volume de trafic consommé en seulement quelques semaines lorsqu'ils sont passés de la 4G à la 5G.**

Avec les nouveaux usages de la 5G comme la **réalité virtuelle** ou la **réalité augmentée** la consommation devrait continuer d'augmenter de manière exponentielle avec une estimation de 20% des utilisateurs qui consommeraient minimum 200 Go par mois. A titre d'exemple, le fait d'utiliser une application de réalité augmentée pendant 10 minutes chaque jour pourrait se traduire par 50 Go de data consommés par mois !

Si la consommation d'énergie est forcément liée au volume du trafic, il est toutefois nécessaire de prendre en compte les efforts fournis et les bonnes pratiques mises en place par les opérateurs sur cette question qui va devenir de plus en plus pressante pour eux en termes d'image.

Certains opérateurs se sont d'ailleurs déjà emparés de cette problématique et semblent prouver qu'une maîtrise de la facture énergétique globale est possible. Ainsi, Orange affirme que sur la période 2016 à 2018, alors même que le trafic de données mobiles mondial augmentait d'un peu plus de 40% chaque année, ils ont réussi à réduire leur consommation d'énergie de 3%.

Le rôle des utilisateurs

En France, **60% du trafic Internet est dû à la vidéo en streaming.** Et 80% de la croissance du trafic vient aujourd'hui de l'usage de vidéos de loisirs. Il est donc important d'inciter les usagers à limiter leur consommations or les opérateurs ont plutôt tendance à effectuer l'inverse avec l'arrivée de forfaits à 100 voir 200 Go

Afin d'améliorer la situation, à partir du 1er janvier 2022, **les opérateurs devront indiquer sur notre facture l'impact carbone de nos activités numériques.**

Cependant nous revenons à notre question de l'inéluctable explosion de la consommation d'énergie avec l'apparition de la 5G et le développement inéluctable de la réalité augmenté consommant davantage de data.

ENVIRONNEMENT

GAZ À EFFETS DE SERRE ET EMPREINTE CARBONE

Certains acteurs du numérique auditionnés par le HCC ont reconnu que **les enjeux environnementaux** et climatiques de la 5G **n'ont été que récemment pris en compte**, contrairement aux aspects sanitaires. Il a également été avancé que **la 5G ne posait pas de problèmes spécifiques différents du reste du domaine du numérique**.

Le déploiement de la 5G peut induire des **émissions carbonées directes (construction et déploiement des infrastructures)** ou **indirectes** par et rebond (**mise à disposition de nouvelles infrastructures, terminaux et services pour les usages de la 5G**, qui génèrent des émissions de GES pour leur fabrication et leur utilisation).

Le déploiement de la 5G risque également d'augmenter les **émissions liées à la production d'électricité** en France de 0,8 Mt éqCO₂ à 2,1 Mt éqCO₂ en 2030.

De nombreux acteurs du numérique interrogés ont pointé les **innovations** permises par le numérique et les **gains en efficacité énergétique** promis par des usages de la 5G, **sans toutefois être en mesure de fournir des éléments permettant d'intégrer quantitativement ces émissions évitées dans l'évaluation**.

Les connaissances actuelles ne permettent pas de rendre compte de façon quantifiée des effets sur les émissions de GES de ces usages.



ENVIRONNEMENT

IMPACT ÉCOLOGIQUE DES TERMINAUX

Afin d'être compatible avec le réseau 5G, il va falloir racheter un téléphone portable car les anciens modèles ne sont pas compatibles avec ce réseau. **L'obsolescence des téléphones 4G va donc être accélérée alors que 100 millions de terminaux dorment déjà dans les placards des français.** Or, les smartphones représentent déjà à eux seuls **81% des impacts environnementaux du numérique en France**, contre 14% pour les centres de données et 5% pour les opérateurs télécoms. **70 à 80 % de l'impact environnemental global d'un smartphone, sur l'ensemble de son cycle de vie, est lié à la phase de fabrication.**

La fabrication des smartphones implique notamment **l'utilisation de métaux rares** (entre 60 et 70 métaux différents) dont l'extraction constitue un **désastre au niveau écologique et humain**. Par exemple, les smartphones consomment à eux seuls 10 % de la production mondiale de cobalt chaque année et conduisent à alimenter des conflits armés aux dépens des populations locales. Selon l'UNICEF, plusieurs dizaines de milliers d'enfants travaillent dans les mines de cobalt en République démocratique du Congo. Ces chiffres donnent une vision globale négative de la fabrication des téléphones portables de la part de l'opinion publique.

RECYCLAGE ET CONSOMMATION RESPONSABLE

Selon le délégué général d'Agir pour l'Environnement, Stephen Kerckhove, **seulement 10 % des portables depuis 20 ans ont été recyclés** et cette proportion n'évolue pas. Par exemple, seul 1% du lithium des batteries est récupéré. Le recyclage des téléphones portables est ainsi très clairement un **secteur d'avenir**. celui-ci a d'ailleurs été récemment investi par les acteurs de la 5G (à l'instar d'Orange) qui y voient la possibilité d'améliorer leur image via l'innovation ou la mise en place de systèmes de collecte et de traitement.

Parallèlement au développement de cette filière du recyclage, les **pouvoirs publics** commencent à définir un **cadre réglementaire** permettant la mise en place de **pratiques plus respectueuses de l'environnement**. Ainsi, le **25 novembre 2020** a été voté **une résolution au niveau européen** permettant d'évoluer vers une consommation plus responsable, avec notamment :

- un **allongement de la durée de vie des produits**, grâce notamment au **réemploi** et à la **réparation** ;
- mais aussi à une **meilleure information des consommateurs** lors de l'achat ; et des durées de **garantie plus longues**.

En octobre 2020, Orange a décidé d'accélérer le recyclage de ses terminaux en partenariat avec Emmaüs International. L'objectif visé serait de "recycler un terminal sur deux voire trois terminaux sur quatre au moment du changement sur la 5G". Pour cela sur l'ensemble de 600 boutiques des points de collecte ont été mis en place.



LÉGISLATION



La présente synthèse sur l'état des législations et réglementations sur un périmètre mondial porte sur les **3 principales zones d'intérêt** dans le domaine de la 5G, à savoir **l'Europe** (avec un focus spécifique sur les cas français, allemands et britanniques), les **États-Unis** et **l'Asie**. Si les représentants de {Société Confidentielle} souhaitent obtenir des informations plus spécifiques sur chaque pays, nous leur conseillons de consulter le rapport réalisé par le cabinet d'avocats américain CMS qui a servi de référence principale pour la réalisation de cette synthèse.

Pour chacune des trois zones, nous faisons figurer l'**autorité de régulation** en charge du marché de la 5G et faisons état des avancées légales et réglementaires permettant de qualifier le **déploiement sur le marché** pour chacune des zones.

EUROPE



Autorité de régulation

La **Commission Européenne** joue le rôle d'autorité de régulation au sein de l'Union Européenne et formule les règlements et directives applicables par les pays membres. Elle est soutenue par le **BEREC**, organe consultatif auprès des institutions européennes composé des autorités de régulation nationales (ARN) des 28 pays de l'Union européenne.

Déploiement sur le marché

La commission européenne a décidé en 2019 **d'harmoniser le spectre des fréquences radios** utilisées pour le 5G (entre 3.4 et 3.8 GHz). En janvier 2020, la CE a approuvé la **boîte à outils commune de mesures d'atténuation** sur laquelle les Etats membres de l'UE se sont mis d'accord pour faire face aux risques en matière de **sécurité** liés au déploiement de la 5G.

EUROPE

Royaume-Uni

L'autorité de régulation des communications s'appelle **l'Ofcom**. Elle met le spectre des fréquences à disposition de ceux qui souhaitent innover dans le domaine de la 5G.

L'utilisation de la technologie chinoise a fait l'objet d'une réglementation substantielle et de commentaires officiels. Plus précisément, Huawei a fait l'objet d'une réglementation ciblée en deux phases. Dans un premier temps, en 2019, après n'avoir identifié aucun problème de sécurité particulier, le ministère de la culture, des médias et des sports et le ministère de l'intérieur sont arrivés à la conclusion qu'il existait des problèmes de sécurité concernant les questions d'approvisionnement en matériel de Huawei.

Au milieu de l'année 2020, il a été annoncé que les opérateurs de télécommunications se verraient interdire l'utilisation de nouveaux équipements Huawei à partir de 2021, et que le calendrier de retrait des équipements Huawei des réseaux serait accéléré

Allemagne

l'autorité de régulation est l'**Agence Fédérale des Réseaux** (Bundesnetzagentur). Celle-ci a annoncé que le réseau 5G couvrirait 98% des ménages d'ici fin 2022

L'agence Fédérale des Réseaux a émis de nombreux critères de sécurité à respecter et notamment :

- Certifier les composants critiques
- Les fabricants et les fournisseurs de systèmes doivent fournir des déclarations de fiabilité
- L'intégrité des produits doit être assurée
- N'employer que du personnel formé et qualifié dans les domaines liés à la sécurité

France

L'ARCEP est une autorité administrative indépendante (AAI). Elle assure la régulation des secteurs des communications électroniques et des postes, au nom de l'Etat, mais en toute indépendance par rapport au pouvoir politique et aux acteurs économiques.

L'ARCEP a mentionné dans un document du 10 novembre 2020 que seul un service 5G non autonome (NSA : non-stand-alone) sera mis en place au cours des prochaines années. Les opérateurs utilisent également les réseaux 4G préexistants pour compléter leurs services 5G, même si certains limitent l'utilisation de ces réseaux afin de fournir des services 5G moins nombreux mais de meilleure qualité.

L'ARCEP met à jour régulièrement l'état d'avancement du déploiement de la 5G sur son site. Une loi parlementaire visant à protéger les intérêts de la défense et de la sécurité nationale de la France dans l'exploitation des réseaux de radiocommunication mobile a été adoptée le 1er août 2019. Elle concerne principalement les équipements et infrastructures 5G.



LE CAS FRANÇAIS

Conditions de la licence d'utilisation

- La durée est de **15 ans** avec une **prolongation possible de cinq ans**
- Les autorisations accordent des **droits exclusifs d'utilisation du spectre** attribué **pendant cette période**, bien que cela n'empêche pas l'État d'attribuer aux nouveaux venus d'autres fréquences pour développer leur propre réseau 5G, si ces fréquences sont disponibles. En outre, les quatre opérateurs désignés ont des **obligations en matière d'itinérance et de partage des infrastructures**. Les autorisations expérimentales accordées à d'autres opérateurs et entreprises dans le même spectre restent en place jusqu'à leur expiration, à moins qu'un opérateur désigné ne demande le retrait de cette autorisation, ce qui serait décidé par l'ARCEP à sa discrétion
- La **neutralité du service est obligatoire** ; bien que les opérateurs puissent fournir des services 4G améliorés (4G+) en utilisant le spectre 3,4-3,8 GHz, sous réserve du respect des conditions de leur licence telles que les taux minimums en aval
- L'attribution des autorisations est soumise à l'**autorisation préalable de l'ARCEP** ; les **accords de partage de réseau actif et passif sont gratuits**, mais doivent être transmis à l'ARCEP, à l'exception des accords de **roaming**, qui sont soumis à une **autorisation préalable** de l'ARCEP

ÉTATS-UNIS

Autorité de régulation

La **Federal Communications Commission** (FCC) est chargée de réglementer les systèmes de communication au Etats-Unis, et notamment la 5G.

Déploiement sur le marché

La FCC a éliminé les derniers obstacles implicites au **déploiement**, notamment en réformant ses règles relatives à l'emplacement et au déploiement des antennes et en mettant à la disposition des opérateurs un spectre adapté à la 5G.

- Le **spectre** mis à disposition par la FCC est **plus étendu que celui en Europe**. En 2020 ont été conclues les enchères pour le spectre dans trois bandes : 3,55 à 3,70 GHz, 37 GHz et 39 GHz. Les enchères de la bande de 2,5 GHz auront lieu en 2021. Toute entité souhaitant faire une offre lors des enchères de spectre peut le faire. Les opérateurs doivent payer le montant de leur offre et assurer la couverture d'un certain pourcentage de la population de la zone de service pour chaque licence dans un délai déterminé.
- La FCC exige généralement que les opérateurs de téléphonie mobile fournissent des **services d'itinérance** aux opérateurs concurrents dotés d'installations qui exploitent des services compatibles. Les règles de la FCC ne prévoient **aucune exigence en matière de partage d'infrastructure** ou de réseau.
- Les fournisseurs de **services sans fil** sont également soumis à l'**obligation générale d'autoriser la revente de leurs services**.
- Pour des raisons de sécurité nationale, le Congrès et la FCC ont ordonné que les équipements fabriqués par **Huawei** et **ZTE** soient **retirés des réseaux existants**. Les opérateurs ne peuvent pas utiliser l'argent du fonds fédéral de service universel pour payer l'achat, l'installation ou la maintenance des équipements de ces fabricants.

ASIE

Autorité de régulation

Les pays asiatiques ont pour la plupart un **ministère qui fait autorité** concernant le déploiement de la 5G

Déploiement sur le marché

Les pays asiatiques **encouragent grandement le développement de la 5G** et entreprennent des politiques visant une **mise en place rapide du réseau**.

- Le **gouvernement japonais** offre des **incitations** pour soutenir les entreprises qui développent des **solutions innovantes** et fiables. Par exemple, il a récemment soumis au Parlement un projet de loi qui prévoit une réduction d'impôt de 15 % pour les entreprises investissant dans les réseaux 5G, y compris pour les applications industrielles et agricoles - et pas seulement pour les services commerciaux de téléphonie mobile.
- Le 24 novembre 2020, le **MSIT (Corée du Sud)** a accueilli un comité de travail 5G+ pour **encourager les services B2B basés sur la technologie 5G**. Le gouvernement a mis à disposition un total de 2680 MHz, dont 280 MHz (3420 ~ 3700 MHz) dans la bande de fréquences de 3,5 GHz et 2400 MHz (26,5 ~ 28,9 GHz) dans la bande de 28 GHz.
- En **Chine**, le **MIIT** a publié en mars 2020 la **circulaire sur l'accélération du développement de la 5G**. Cette circulaire lance **18 mesures dans cinq domaines**, dont l'accélération de la construction et du déploiement des réseaux 5G. De grandes villes chinoises telles que Pékin, Shanghai, Shenzhen et Hangzhou ont également formulé des stratégies et des feuilles de route locales pour promouvoir le développement et l'application des technologies 5G. Contrairement aux autres pays ayant lancé des appels d'offres publics, la **Chine autorise seulement quatre opérateurs** - China Mobile, China Unicom, China Telecom et le radiodiffuseur public China Broadcasting Network - à accéder aux licences de spectre. Les fournisseurs de services technologiques 5G feront des offres pour obtenir des contrats de services technologiques de ces quatre opérateurs.



SOURCES

Les principales sources consultées au cours de cette étude (articles académiques, presse, rapports, études de marché, bases de données, etc.) sont placées en annexe dans le document "Sources/bibliographie"

EXPERTS INTERROGÉS



Spyridon Louvros
5G/6G System Architect, Senior
Researcher & 3GPP



Julien Nocetti
Chercheur associé à l'IFRI
spécialiste de la diplomatie du
numérique



Laura Draetta
Associate Professor,
Environmental Sociology,
Télécom Paris



Stéphane Dubreuil
Economiste spécialiste des
télécoms
Président de Stallych Consulting

L'ÉQUIPE PROJET



ETUDIANTS DU MASTER ET DU "INTELLIGENCE ECONOMIQUE ET GESTION DE L'INNOVATION" - PROMO 2020/2021

AMEGAN Christophe

ESSAFI Maryem

IDRISSI GHALMI Younes

JAYADI Fatimazahra

KHLAIFA Abderrahman

KIKI MIGAN Cédric Michaël

MALOU Patrice

SYLLA Biaguy

LEDOUX Thomas

BILLARD Solene

GUILLERMIN Alexandre

HAUCHECORNE Antoine

MARTINON Maialen

MOREAU Hugo

MORNARD Isabelle

SAUNIER Malo

TERCIER Adrian

MIGUEL Bruno

LEVREL Valentine

VIGUIE Benoît

MAGLOIRE Raphaël

DAGUIER Léa

DÉFOSSE Sophie

ABIAD Marc

BERGER Tristan

MOREAU Manon

SADA David

Étude réalisée sous la direction de Florent Popille (IAE de Saint Etienne, La Vigie, Winameety)