

## 6

# Infrastructures de 5<sup>ème</sup> génération

LOISIRS  
& CULTURE

ÉNERGIE,  
MOBILITÉ,  
NUMÉRIQUE

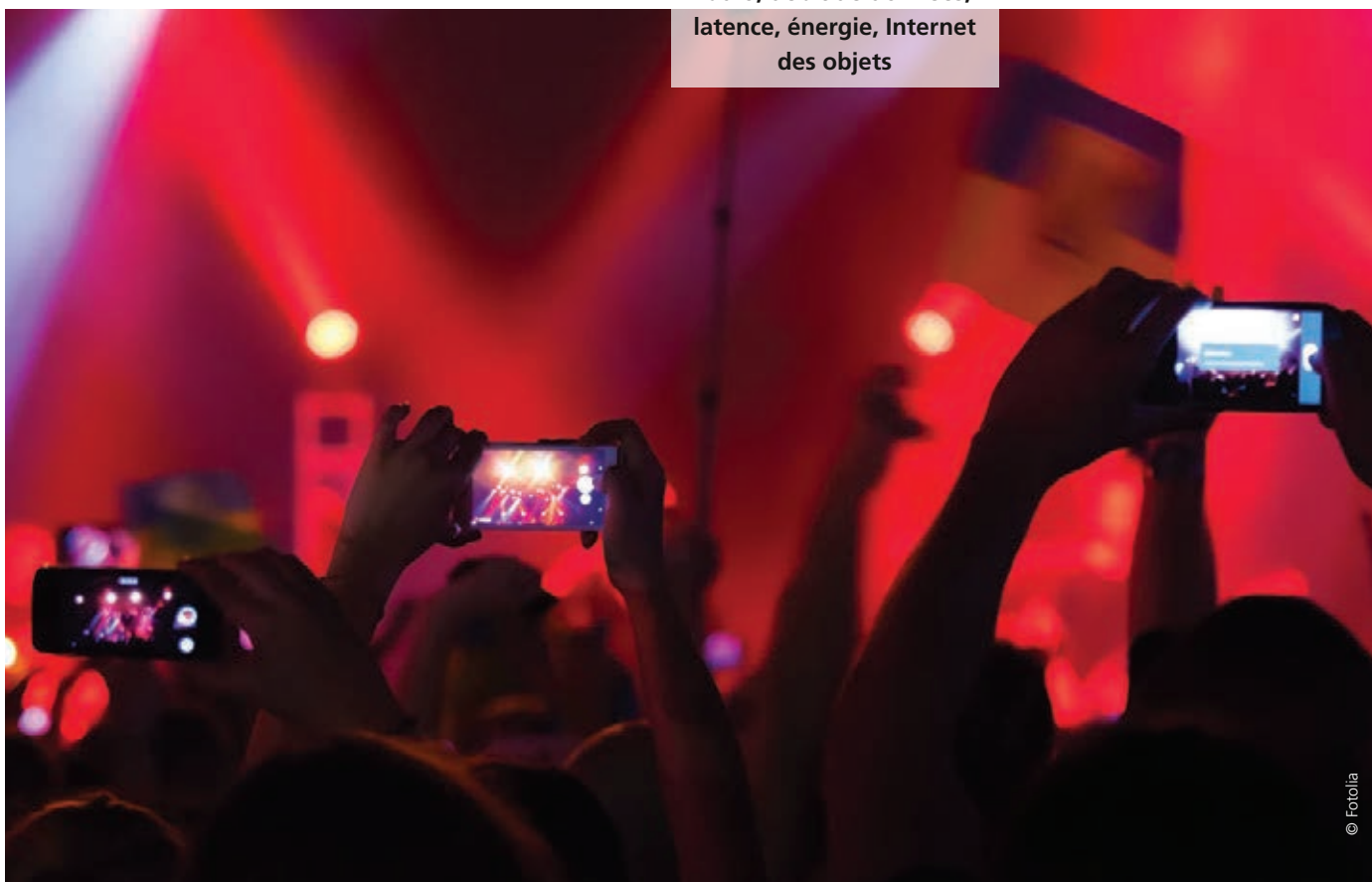
ENVIRONNEMENT, HABITAT,  
SANTÉ ET BIEN-ÊTRE, SÉCURITÉ

ALIMENTATION

► Correspond à  
une technologie clé 2015

## MOTS CLÉS

Infrastructure, réseau  
mobile, fréquences  
radio, débit de données,  
latence, énergie, Internet  
des objets



© Fotolia

## Définition et périmètre

Les infrastructures de 5<sup>ème</sup> génération désignent la **prochaine génération de réseaux mobiles 5G, qui succédera à la 4G vers 2020.**

La technologie 4G est efficace, mais ne pourra répondre seule à l'arrivée de nouveaux usages clients : l'Internet des objets, le M2M (*machine to machine*), l'implémentation « temps réel » d'applications innovantes, des services respectueux de l'environnement, une convergence fluide fixe-mobile partout, etc. Il s'agit principalement **d'assurer une couverture plus large et homogène du réseau**, de répondre au **défi de l'efficacité énergétique et d'assurer la connectivité avec les données massives de l'Internet des objets**. De tels usages requièrent une infrastructure très flexible, capable de déployer puis d'opérer très rapidement et facilement de nouveaux services. La 5G devrait aussi permettre d'assurer **la continuité et la qualité de l'expérience de l'utilisateur**, dans toutes les situations, quelle que soit sa localisation - au centre d'une grande agglomération, dans un village isolé ou encore à bord d'un train à grande vitesse.

Pour être un succès, la 5G doit aujourd'hui relever plusieurs défis afin de répondre aux attentes des citoyens et des entreprises :

- **Garantir la flexibilité nécessaire** pour que des innovations réseau soient déployées rapidement, à travers la généralisation d'approches logicielles (virtualisation des fonctions du réseau). Cette approche doit permettre de réduire le temps moyen de création d'un nouveau service de 90 heures à 90 minutes ;

- **Contribuer à réduire les coûts liés au réseau**, en particulier les coûts d'exploitation, en passant par des logiciels permettant des processus très automatisés ;

- **Accroître significativement l'efficacité énergétique** de l'économie numérique pour économiser jusqu'à 90 % d'énergie pour les différents services proposés ;

- **Accroître la capacité à acheminer efficacement le trafic de l'internet des objets, avec une vitesse de connexion pouvant dépasser 1 Gigabit par seconde.**

- **Créer un Internet sûr et fiable** qui accompagne toute la dynamique de la société numérique et permet un contrôle avancé de la sécurité pour les utilisateurs<sup>1</sup>.

**La 5G est toujours en cours de définition et de précision par les acteurs**<sup>2</sup>. Un certain nombre d'éléments restent en effet à déterminer, comme par exemple l'identification et l'alignement de bandes de fréquence radio appropriées.

Si l'écosystème des acteurs du mobile ne s'est pas encore complètement accordé sur ce que sera la 5G, un consensus a été trouvé sur le fait qu'elle ne doit pas seulement être une technologie de réseau d'accès mais que le cœur de réseau devra également évoluer. Aujourd'hui, **deux visions coexistent**<sup>3</sup>, dont l'association récurrente forme les prémices d'une définition de la 5G :

- **La vision hyper-connectée** : la 5G est ici considérée comme la combinaison de technologies existantes hétérogènes (Wifi, Bluetooth, interfaces radio...), dont l'association permet d'augmenter la qualité du service et de l'expérience pour l'utilisateur (vitesse, couverture, disponibilité, densité et connectivité améliorées) ;

- **La technologie d'accès radioélectrique de nouvelle génération** : cette perspective fixe des objectifs quantifiés en priorité sur l'efficacité énergétique mais également sur le débit de données et la latence que de nouvelles interfaces radio doivent atteindre.

Ainsi, la 5G s'inscrira-t-elle **dans la continuité technologique de la 3G et de la 4G en cherchant à tirer le meilleur parti** de l'agrégation de plusieurs bandes de fréquences radio disjointes. Elle n'a pas vocation à remplacer la norme LTE-Advanced (norme de la 4G LTE-A) qui constitue au contraire un tremplin pour la 5G.

La 5G devra ainsi concilier une évolution des normes actuelles avec la mise au point de nouvelles technologies complémentaires. La 6G serait, elle, attendue pour 2030.

Une des ruptures de la 5G sera une utilisation du spectre au-delà des 5 GHz si elle est confirmée.

1 –Brigitte Cardinaël (Orange), 2015

2 –GSM, 2014 ; *Understanding 5G: Perspectives on Future Technological Advancements in Mobile*

3 –GSM, 2014 ; *Understanding 5G: Perspectives on Future Technological Advancements in Mobile*

## Pourquoi cette technologie est-elle clé ?

### Caractère stratégique

L'enjeu de la standardisation des normes de télécommunication mobile à l'échelle mondiale est hautement stratégique et les équipementiers télécoms s'y préparent. L'acteur qui contrôlera l'accès aux technologies (et obtiendra le plus de *royalties*) sera aussi celui qui bénéficiera du meilleur espace d'innovation pour le marché de produits et services numériques associés. On observe néanmoins le développement de l'*Open Source* dans les technologies liées au réseau avec l'arrivée de la 5G, ce qui est susceptible de bouleverser la concurrence.

La 5G fait ainsi l'objet d'une compétition mondiale entre équipementiers télécoms<sup>4</sup>. La Commission Européenne a mis en place le consortium **5G Infrastructure Public Private Partnership (5GPPP)**<sup>5</sup> qui a pour objectif d'assurer le *leadership* européen, de soutenir le développement de standards de 5G, de développer et d'exploiter au moins 20 % des brevets SEP<sup>6</sup>, et de renforcer l'industrie européenne pour réussir la transition vers la 5G (**investissements de 1,4 milliards d'euros**<sup>7</sup> dont 700 millions apportés par l'UE). Parmi les membres du consortium, on retrouve notamment les industriels français Alcatel-Lucent, Atos, Orange Labs et Thales Alenia Space, ainsi que le centre de recherche CEA-LETI, et des PME, telles que Sequans Communications.

L'Union Européenne finance ou cofinance par ailleurs des programmes, tels que 5G now, IJoin, Tropic et METIS (*Mobile and wireless communications Enablers for the Twenty-twenty Information Society*). Elle s'est associée avec plusieurs pays moteurs du très haut débit mobile, comme le Japon et la Corée du Sud, à travers la signature d'**accords permettant d'unifier les efforts en matière de recherche et développement, de standards globaux et d'interopérabilité des systèmes utilisés**. Un partenariat avec la Chine est également prévu.

4 – Les Echos, 24/12/2013 : *Équipementiers: la bataille de la 5G a déjà commencé*

5 – Commission Européenne, 2015 ; *5G Vision : The 5G infrastructure public private partnership : the next generation of communication network and services*

6 – Données de 5GPPP

7 – Silicon, Ulrich Dropmann, NSN, 04/02/2014 : *L'Europe profitera de la 5G pour combler son retard*

Le chinois **Huawei** a pour sa part annoncé un investissement en France de **600 millions de dollars** (530 millions d'euros) dans le développement de la 5G. En janvier 2014, le gouvernement de la Corée du Sud a indiqué **investir 1,5 milliard de dollars** (1,3 milliard d'euros) pour soutenir le déploiement de services 5G.

**Les activités mondiales de recherche et d'expérimentation sur la 5G** sont au global estimées à près de **4,5 milliards d'euros**, avec un taux de croissance annuel de 40 % dans les cinq prochaines années<sup>8</sup>. **Ces investissements et manœuvres stratégiques illustrent la « bataille »** en cours autour de la maîtrise des infrastructures, des technologies, et donc du potentiel marché lié à la 5G.

### Atouts de la France

Les acteurs français sont mobilisés, notamment *via* le 5G PPP.

Les grands groupes industriels des télécommunications sont engagés dans la course à la 5G. Alcatel-Lucent réalise plus de **2,2 milliards d'euros d'investissements annuels dans la recherche et le développement, parmi lesquels la 5G**.

Les équipes d'Orange sont elles aussi engagées dans la recherche et la définition de la norme 5G aux côtés d'autres opérateurs, équipementiers télécoms et centres de recherche<sup>9</sup>, *via* sa division R&D **Orange Labs, dotée d'un budget global annuel de 820 millions d'euros**. Orange a également fondé, avec un groupement de PME, l'Inria, l'Insa de Rennes, Supélec, Télécom Bretagne, l'université de Rennes-I et le pôle de compétitivité Images&Réseaux, l'**IRT B-Com**, qui se consacre notamment aux réseaux mobiles très haut débit et dispose d'un **budget de 250 millions d'euros sur 10 ans**.

La France bénéficie également du dynamisme des activités de R&D d'autres groupes industriels, mais aussi de PME, start-up, centres de recherche et établissements académiques.

Certaines start-up et PME pourront jouer un rôle partenarial important auprès des opérateurs et équipementiers dans la définition de la norme 5G et le déploiement

8 – Radiant Insights, 2015 : *The 5G Wireless Ecosystem: 2015 - 2025 - Technologies, Applications, Verticals, Strategies & Forecasts*

9 – Site d'Orange : *La 5G: vers l'Internet mobile du futur*

des infrastructures. En 2015, **Eblink a réussi à lever 30 millions d'euros** pour développer et commercialiser sa technologie *wireless fronthaul* (technologie de réseau sans fil pour les architectures de réseaux mobiles), dont 3 millions auprès d'Alcatel-Lucent.

## Liens avec d'autres technologies clés

■ **Internet des objets** : la 5G présente un lien fort et direct avec l'Internet des objets, puisqu'elle y trouve une de ses justifications. La 5G est en effet pensée pour l'Internet des objets et permettra ainsi de connecter entre eux d'innombrables objets. Elle contribuera à supporter les données de milliards d'objets connectés en réseau dont le nombre croîtra significativement dans les cinq prochaines années<sup>10</sup> ;

■ **Capteurs** : en lien avec le développement de l'Internet des objets, la 5G devra relever le défi de supporter des milliards de connexions à bas débit entre capteurs connectés ;

■ **Valorisation et intelligence des données (Big Data)** : le développement de la 5G permettra de soutenir les solutions de collecte et de traitement Big Data grâce à la possibilité offerte par ces nouvelles infrastructures de traiter un volume de données très important en un temps restreint ;

■ **Réseaux électriques intelligents (Smart grids)** : ces réseaux électriques, qui fonctionnent grâce à des technologies informatiques, permettent notamment d'offrir un service optimal à des régions rurales éloignées. La 5G permettra d'augmenter davantage leur qualité de service et leur surveillance.

## Les marchés

La 5G sera un des **facilitateurs clés du monde numérique de demain**. Elle accompagnera l'**évolution des processus** et l'**augmentation de la demande**, liés au développement de l'Internet des objets en particulier. On estime qu'il y aura en 2020 trente fois plus de trafic Internet mobile qu'en 2010<sup>11</sup>.

Cette multiplication des objets connectés dans un nombre croissant de champs d'application (en santé,

domotique, textile, transport, agroalimentaire, etc.) et les apports de la 5G en termes d'accélération de la vitesse de traitement des données (débit plus important, délai de latence réduit) **laissent entrevoir des opportunités de nouveaux débouchés en termes de services dans tous les secteurs économiques**.

La Commission européenne a plus particulièrement identifié **certaines des applications que la 5G devrait faciliter et améliorer** grâce à ses capacités et sa fiabilité<sup>12</sup> :

■ **E-santé** : télé-chirurgie ;

■ **Maisons connectées (domotique)** : pilotage des équipements à distance ;

■ **Transport sécurisé** : sécurité routière et anticipation des dangers, voitures connectées et autopilotées, systèmes de freinage automatiques ;

■ **Smart grids**, ou réseaux d'énergie intelligents ;

■ **Divertissement** : amélioration du service dans un stade de 50 000 personnes (à titre d'exemple).

En attendant l'arrivée de la 5G, les **revenus des services LTE** sont estimés à **150 milliards d'euros**, et devraient **croître de 30 % par an** dans les cinq prochaines années<sup>13</sup>.

Le marché de la LTE pourrait représenter **plus de 20 % des connexions mobiles d'ici 2020**<sup>14</sup>.

## Les défis technologiques à relever

Alors que la 4G a été conçue pour favoriser l'Internet mobile, la 5G devra traiter et supporter les données de milliards d'objets connectés qui feront partie de notre quotidien dans les années à venir. Les infrastructures réseaux devront donc être en mesure de subvenir aux besoins et à la demande d'une digitalisation mondiale toujours croissante. **Le challenge global est donc de fournir la capacité suffisante à des milliards de dispositifs, à un coût abordable, dans une optique durable, afin d'assurer une qualité de service et une couverture optimale.**

10 – 15 milliards d'objets connectés en 2014, 50 à 80 milliards en 2020 selon les estimations (IDATE)

11 – Commission Européenne, 24/02/2014: *What 5G can do for you*

12 – Ibid

13 – ReportsnReports, 2015 ; *LTE, LTE-Advanced & 5G Ecosystem: 2015 – 2020 – Infrastructure, Devices, Operator Services, Verticals, Strategies & Forecasts*

14 – Gartner, 2013 : *4G and 5G, a market update*

Les solutions optiques, cellulaires et satellitaires de la 5G s'appuieront principalement sur des technologies émergentes déjà commercialisées<sup>15</sup>, telles que :

- Network Functions Virtualization (NFV) ;
- Software Defined Networking (SDN) ;
- Heterogeneous networks (HetNets) ;
- Mobile Edge Computing (MEC) ;
- Fog Computing (FC) ;

En particulier, **les technologies NFV et SDN devraient jouer un rôle clé** pour répondre aux exigences de la 5G en termes de capacité et de réactivité. Ces technologies facilitent la gestion du réseau pour les administrateurs (automatisation) et promettent de nouveaux services pour les opérateurs<sup>16</sup>. Elles permettent en outre de réaliser des économies substantielles en termes d'investissements et en coûts de maintenance.

#### **Élargissement de la capacité du réseau, passage à une nouvelle échelle**

Les données sont transmises par des ondes radio, divisées en bandes de différentes fréquences. **Des connexions fonctionnant sur différentes fréquences radio seront établies afin de répondre à la demande croissante. Cette réallocation des fréquences radio est un des éléments clés de la 5G.** Afin d'ouvrir la voie à la 5G, l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) repense actuellement l'allocation du réseau radio utilisé pour transmettre les données, tout en permettant aux réseaux existants (3G et 4G) de continuer à fonctionner.

#### **Cyber sécurité**

Par ailleurs, la virtualisation et l'utilisation de normes hétérogènes (Wifi, Bluetooth, protocoles à bas débit, etc.) dans la future 5G **renforceront le besoin d'assurer la sécurité du réseau et donc de ses infrastructures.** La cyber sécurité devra être prise en compte de bout en bout avec des **processus adaptables aux exigences de sécurité de chaque appareil connecté**, en fonction du risque corrélé (accru avec les voitures connectées, par exemple).

15 –Commission Européenne, 2015 ; *5G Vision ; The 5G infrastructure public private partnership ; the next generation of communication network and services* (+ site Internet du cluster Systematic)

16 –Silicon, 02/09/2014 : *SK Telecom et Ericsson-LG préparent la 5G à coup de SDN*

#### **Intégration des satellites, ballons stratosphériques et drones au déploiement de la 5G**

Les satellites pourraient jouer un rôle majeur en s'intégrant aux autres réseaux pour assurer le déploiement de la 5G dans toutes les régions du monde, en permanence, et à un coût compétitif. **Ils contribueraient ainsi à augmenter la capacité de service de la 5G** (gestion du trafic de données, couverture, communication M2M...) tout en permettant aux utilisateurs finaux de bénéficier de la 5G à un coût abordable.

**Les ballons stratosphériques et drones figurent également parmi les solutions envisagées pour offrir une couverture réseau à toutes les régions du globe**, même les plus reculées, **et renforcer l'efficacité des réseaux existants.** Google a ainsi expérimenté, en partenariat avec le CNES, la mise en place d'un réseau de ballons, Loon, à vingt kilomètres au-dessus de la Terre. La phase de test a commencé en 2013. Les drones pourraient également jouer le rôle d'antennes relais, notamment ceux de la marque Titan, rachetée par Google.

#### **Femtocell**

**La technologie Femtocell** (antenne résidentielle reliée à l'Internet fixe) **s'avère également opportune** pour les réseaux entreprises ou domestiques. Elle permet de créer un mini-réseau sur son lieu de travail ou chez soi et ainsi d'offrir un service plus efficient à ceux qui rencontrent des difficultés de connexion dans des zones moins bien couvertes. Cette technologie pourra servir de transition dans des zones peu couvertes en attendant un déploiement plus exhaustif de la 5G.

#### **5G verte et moindre consommation d'énergie**

La 5G devra relever le défi de gérer l'augmentation du nombre d'objets connectés, du trafic de données, et des hétérogènes **sans augmenter de façon majeure la consommation d'énergie**<sup>17</sup>. **La mise en œuvre d'un réseau optimisé économe en énergie constitue donc un vrai challenge**, en travaillant sur l'architecture et le déploiement du réseau, les transmissions radio, et les solutions d'accès. L'intégration d'antennes massives (drones, satellites, ballons stratosphériques) pourrait construire un réseau à la fois plus efficient et économe en énergie.

17 –Commission Européenne, 2015 ; *5G Vision : The 5G infrastructure public private partnership : the next generation of communication network and services*

L'enjeu de ces économies d'énergie **est également de moins solliciter les batteries des Smartphones et objets connectés, et d'augmenter leur autonomie jusqu'à plusieurs jours voire plusieurs années pour certains objets connectés.** Les usagers seront sensibles à la prise en compte du développement durable dans le domaine du numérique.

#### **Exigences techniques et fiabilité**

La 5G devra comprendre un plus fort déploiement de la fibre optique, qui permet un plus grand volume de bande passante afin d'éviter les pertes et saturations que l'on constate encore à l'heure actuelle sur les réseaux mobiles.

Les principaux enjeux technologiques à relever pour la 5G sont ainsi **d'assurer l'homogénéité de la couverture du réseau** et de concevoir des architectures de réseau en mesure de traiter des volumes de données de plus en plus élevés et des débits importants en s'assurant de délais de latence (transit) réduits. La latence de la 5G sera imperceptible pour l'humain et environ 50 fois plus rapide qu'avec la 4G.

## **Les défis commerciaux et d'usage à relever**

### **Implémentation commerciale de la 5G**

Alors que le très haut débit et la latence réduite de la 5G laissent présager de **nouvelles opportunités de services optimisés, sûrs et efficaces** dans de nombreux domaines d'application, avec une **expérience usager globale et inédite**, il n'en reste pas moins à apporter la preuve de son utilité et de sa légitimité. En effet, la 4G et la 4G+ offrent encore aux acteurs de l'écosystème des télécoms et du numérique des opportunités significatives de développement.

**La 4G ne représente qu'environ 5 % des connexions mobiles mondiales à l'heure actuelle**, et seulement 2 % dans les pays en développement<sup>18</sup>. La 4G+ comptait, fin 2014, 100 millions d'utilisateurs dans le monde, avec un potentiel estimé de 1 milliard dans les trois prochaines années<sup>19</sup>.

18 –GSMA, 2014 ; *Understanding 5G, Perspectives on Future Technological Advancements in Mobile*

19 –Econom, 03/03/2015 : *Au #MWC15, on parle aussi d'antennes-relais stratosphérique*

**Tant que cette phase de développement n'a pas commencé, le coût de la 5G est difficile à évaluer pour les industriels des technologies de l'information et de la communication.** En Corée du Sud, Samsung espère lancer un réseau d'essai 5G temporaire pour les Jeux Olympiques d'Hiver de 2018, et Huawei pour la Coupe du Monde de Football en Russie la même année, ainsi qu'un *smartphone* compatible.

### **Gestion de la croissance de la demande (clients, usages) : quality of service (QoS), quality of experience (QoE)**

Le réseau devra faire face à une **importante augmentation de la demande en communications et relever le défi de l'Internet des objets** en permettant de connecter un nombre exponentiel d'objets.

Dans le cas des voitures connectées par exemple, la 5G devra permettre d'élaborer de véritables systèmes de prévention des accidents, avec une transmission des données suffisamment rapide et un temps de réponse suffisamment faible pour que le véhicule prenne les bonnes décisions. **Les réseaux actuels ne sont pas encore assez fiables ni solides.**

**La 5G devra être suffisamment ouverte et simple d'utilisation** pour permettre de créer facilement de nouveaux produits ou services compatibles.

## **Les enjeux réglementaires**

### **Ambition européenne**

La création d'un **marché unique du numérique** figure parmi les priorités européennes.



**L'Union Européenne devrait ainsi poser les bases d'un cadre réglementaire assoupli pour sécuriser son leadership sur la 5G face aux géants asia-**

**tiques et américains.** Les objectifs seront de favoriser l'accélération de la R&D et l'attractivité pour les investisseurs, de garantir la standardisation des normes et la refonte des règles de la concurrence pour voir émerger de grands groupes au niveau européen puis mondial.

### **Neutralité du web**

Après des années de débat aux États-Unis, **la neutralité des réseaux a été adoptée en 2015 par une décision de la Federal Communications Commission (FCC) américaine**<sup>20</sup>, et ce malgré un important lobby des opérateurs de télécommunication contre cette évolution.

## **Analyse AFOM**

### **ATOUS**

Innovation technologique des grandes entreprises

Développement de plusieurs PME et start-up françaises

Excellence des filières académiques

### **FAIBLESSES**

Retard de l'UE dans le déploiement de la 4G

### **OPPORTUNITÉS**

Développement soutenu de l'Internet des objets

Ambition de l'Union Européenne sur la 5G et création d'un marché unique du numérique

Accord entre l'Union Européenne et la Corée du Sud, le Japon et la Chine pour des partenariats industriels

Enjeux sur la 5G verte et la réduction des consommations d'énergie / *green mobile networks*

### **MENACES**

De grands industriels internationaux positionnés sur le marché de la 5G tels que Samsung (Corée du Sud) et Huawei (Chine)

4G sous-utilisée aujourd'hui en Europe (10 % des européens) et active jusqu'en 2030 (pouvant ainsi retarder le démarrage commercial de la 5G)

Incertitude sur les coûts de développement et de déploiement de la 5G

Ce principe  **vise à garantir l'égalité de traitement de tous les flux de données Internet sur le territoire américain**, considérant ainsi Internet comme un « bien public ». Ce principe exclut toute discrimination à l'égard de la source, de la destination ou du contenu de l'information transmise sur le réseau.

**Le gouvernement français a également annoncé en juin 2015 vouloir faire de la neutralité du web un axe majeur de son projet de loi sur le numérique**, annoncé pour la fin 2015 et soumis au débat public<sup>21</sup>.

20 –Le Monde, 26/02/2015 : États-Unis : victoire cruciale pour la neutralité du Net

21 –La Croix, 18/06/2015 : Manuel Valls dévoile la stratégie numérique du gouvernement

## Facteurs clés de succès et recommandations

Plusieurs **facteurs clés de succès** apparaissent ainsi pour saisir au plus tôt les opportunités qu'offre la 5G et se positionner en tant que leader dans sa définition, notamment aux côtés d'autres acteurs européens :

- Intégration dans des projets de recherche conjointe avec d'autres acteurs européens (grands groupes, PME, centres de recherche...) afin de peser sur la scène mondiale et se placer aux avant-postes de la mise en place des standards 5G ;

- Prise en compte des principes du développement durable et recherche d'économies d'énergie ;

- Proposition de solutions de cyber sécurité flexibles et adaptables selon les situations, dans un contexte de virtualisation des réseaux ;

- Développement de produits, services et applications qui respectent les deux exigences techniques fondamentales de la 5G (débit supérieur à 1 giga-bit/seconde et latence inférieure à 1 milliseconde) ;

- Poursuite des investissements des grands opérateurs télécoms dans le développement des infrastructures.

## Acteurs clés

### Organismes de recherche et de formation

Parmi les principaux acteurs français de la recherche, on compte notamment : IRT SystemX, IRT B-Com, Inria, LINCS, NOVEA, Institut Mines-Télécom, IRISA, CEA-LIST, le CNES

Dans le champ académique, il s'agit notamment de Supélec, Eurecom, Telecom ParisTech, Université Pierre et Marie Curie, Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes Insa de Rennes.

### Grands groupes

Orange, Free, Bouygues Telecom, Alcatel-Lucent, Numéricâble-SFR, Sagem, Hub One, TDF, Thales, Airbus, Alten, Atos, Bull et Sequans Communications comptent parmi les principaux groupes français dans le domaine des infrastructures 5G.

### Start-up et PME

Plusieurs start-up et PME françaises sont présentes dans ce domaine, en particulier Sigfox, Siradel, Amari-soft, Eblink et Simpulse.

### Organismes de soutien et d'interface

Ces entreprises sont soutenues et accompagnées par des structures de l'écosystème de l'innovation : Systematic, Images&Réseaux, Cap Digital, Elopsys, Minalogic, Smart-Grids France, Aten et Solutions Communicantes Sécurisées

## Position des acteurs français

### Position des entreprises françaises dans la compétition mondiale

En position de leadership	
Dans la moyenne	●
En retard	

### Position des acteurs académiques français dans la compétition mondiale

En position de leadership	●
Dans la moyenne	
En retard	