



autorité de régulation
des communications électroniques,
des postes et de la distribution de la presse

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

RÉSEAUX DU FUTUR

**« Choisir son numérique » : les réseaux télécoms
au regard des usages du numérique**

26 septembre 2025



ISSN n°2258-3106

La démarche « Réseaux du futur » de l'Arcep et son comité scientifique

Quels formats les réseaux du futur pourraient-ils adopter ? Quelles en seront les incidences sur le métier de régulateur de l'Arcep ? Quels pourraient être les nouveaux acteurs ou l'évolution des modèles économiques dans les secteurs régulés par l'Autorité ?

Pour alimenter ce travail prospectif et disposer d'un regard à 360° sur ces évolutions, sur un horizon de 5 à 10 ans, l'Arcep a demandé à des personnalités qualifiées du monde académique, entrepreneurial et industriel, dans divers domaines d'expertise, de se joindre à elle dans un comité scientifique. Et pour que la réflexion soit complète, les équipes de l'Arcep échangent également avec des acteurs spécialisés de l'écosystème : opérateurs, équipementiers, acteurs d'internet, fournisseurs de service, acteurs d'internet ou encore collectivités territoriales.

L'Arcep restitue au fil de l'eau ces travaux en produisant [des notes thématiques, accessibles à tous sur son site](#), afin d'éclairer le débat public.



Jean-Luc Beylat
VP Ecosystem, Nokia



Eric Brousseau
Professeur, Université
Paris-Dauphine



Giovanna Carofiglio
Senior Director, Cisco



Grazia Cecere
Professeure, Institut
Mines Télécom



**Mélanie
Dulong de Rosnay**
Directrice de
recherche, CNRS



Serge Fdida
Professeur,
Sorbonne Université



Yves Gassot
Consultant
indépendant



Nolwenn Germain
Présidente fondatrice,
HAIDO



Isabelle Hilali
CEO fondatrice,
datacraft



Christian Licoppe
Directeur département,
Institut Polytechnique
Paris



**Françoise
Soulié-Fogelman**
Conseillère scientifique,
Hub France IA

Vous pensez pouvoir contribuer à ces travaux ?

Cette réflexion se veut « vivante », l'Arcep invite tous ceux qui le souhaitent à s'approprier ces analyses et à lui envoyer des contributions sur reseaux-du-futur@arcep.fr

Vous souhaitez être informé des prochaines présentations de notes thématiques ?

Demandez à être invité à com@arcep.fr.

Où lire les autres notes thématiques ?

A la date de publication de la présente note (septembre 2025), trois notes ont déjà été publiées : « [L'informatique au cœur des réseaux télécoms](#) » (octobre 2024), « [Résilience des réseaux télécoms](#) » (mai 2025) et « [L'intelligence artificielle et les réseaux télécoms](#) » (juin 2025). Les prochaines notes seront publiées sur [la page dédiée à la démarche « Réseaux du futur »](#).

« Choisir son numérique » : les réseaux télécoms au regard des usages du numérique

Note de synthèse cycle de réflexion « Réseaux du futur » – septembre 2025

Table des matières

1	Avant-propos.....	4
2	« Choisir son numérique » à l’heure d’un changement de rapport au numérique	4
2.1	La forte numérisation de nos sociétés	4
2.2	Les signes d’un changement de rapport au numérique.....	5
3	Retour d’expérience sur l’évolution des réseaux : quels déploiements pour quels usages ?	6
3.1	Le retour d’expérience sur le déploiement et l’utilisation des réseaux fixes	6
3.2	Le retour d’expérience sur le déploiement et l’utilisation des réseaux mobiles	10
3.3	Les facteurs d'influence réciproque entre déploiement technologique et développement des usages	16
3.4	Des controverses associées au développement des usages et des réseaux.....	18
4	Quel numérique et quels réseaux pour la société de demain ?.....	22
4.1	Quels nouveaux usages numériques et quelle influence sur les réseaux du futur ?	22
4.2	De nombreuses initiatives existantes pour intégrer les préoccupations des individus et mieux « choisir son numérique »	27
5	Conclusion	35
	Annexe 1 : Entretiens menés.....	37

1 Avant-propos

Dans un contexte d'innovation continue des technologies, des usages et des modèles économiques, les biens communs que sont les réseaux sont continuellement soumis à des changements qui peuvent aller même jusqu'à de profonds bouleversements. Les réseaux qu'ils soient télécoms, fixes ou mobiles, pour l'accès à l'internet ou les communications, qu'ils soient postaux ou de distribution de la presse sont donc confrontés à des transformations de leurs modèles opérationnels, notamment dans un contexte où la question environnementale devient prépondérante.

C'est pourquoi l'Arcep, qui régule les acteurs qui exploitent ces réseaux, a relancé en octobre 2023, entourée d'un nouveau comité scientifique, un cycle pour alimenter ses réflexions afin de mieux comprendre l'évolution possible des réseaux sur un horizon de 5 à 10 ans. Ce nouveau cycle fait suite à de premiers travaux menés en 2018. À cet égard, le sujet « Choisir son numérique : les réseaux télécoms au regard des usages du numérique » a été identifié par l'Arcep et son comité scientifique parmi les thématiques de travail pertinentes.

Le travail de recherche documentaire et les entretiens menés avec une pluralité d'acteurs (collectivités, académiques, entreprises, associations...) ont montré que cette thématique « Choisir son numérique » est susceptible d'embarquer de nombreux enjeux liés à la place du numérique dans la société, dans un contexte où la forte numérisation s'est accompagnée de signes d'un changement progressif de rapport des individus au numérique. En cohérence avec les objectifs de l'initiative « Réseaux du futur », l'approche retenue dans la note vise donc à centrer la réflexion sur les attentes des individus vis-à-vis des réseaux et infrastructures numériques spécifiquement.

Dans cette optique, la note dressera tout d'abord un retour d'expérience sur les déploiements majeurs de réseaux ces dernières années, en technologies fixes comme mobiles, leur appropriation par les utilisateurs et les facteurs d'influence réciproque entre déploiement technologique, attentes des individus et développement des usages. Ce bilan sera aussi l'occasion d'analyser les cas dans lesquels des sensibilités particulières, voire des controverses, ont pu s'exprimer en lien avec le déploiement des réseaux et les questionnements principaux qu'ils ont soulevés, sans prétendre à l'exhaustivité.

À l'aune de ces observations, la note adoptera ensuite, une posture prospective pour s'interroger sur les voies et moyens de concilier ces préoccupations et ces enjeux avec le développement d'un numérique et de réseaux de communications électroniques au service de l'intérêt général, dans un contexte où différentes visions cohabitent sur la place du numérique dans notre société. Bien que le développement du numérique s'inscrive dans une dynamique mondiale, cette réflexion prospective sera menée en se centrant sur la situation française et ses spécificités en matière de besoins en connectivité.

2 « Choisir son numérique » à l'heure d'un changement de rapport au numérique

2.1 La forte numérisation de nos sociétés

Les deux dernières décennies ont pu montrer que le numérique constitue un puissant facteur d'évolution de la société tant au plan économique et social que dans la vie quotidienne. Le numérique structure désormais notamment l'accès à la connaissance et aux formations, les loisirs, la vie démocratique, l'organisation des activités économiques et le développement des innovations. Les innovations apportées par le numérique ont ainsi permis des dynamiques de croissance très rapides tant à l'échelle individuelle (taux d'équipements, numérisation des usages, etc.) que globale (augmentation du trafic et dimensionnement croissant des infrastructures).

Cette pénétration rapide d'équipements numériques s'accompagne d'une évolution structurante de nos modes de vie et comportements individuels : internet et la connectivité ont pris une place prépondérante dans la vie des Français. Ceci s'observe à grande échelle, par exemple via la croissance continue du trafic de données mobiles (environ +20 % par an depuis 3 ans en France)¹. D'après le Baromètre du numérique, le nombre de personnes ayant effectué dans les douze derniers mois, des achats par internet, est ainsi passée de 11 % en 2003 à 77 % en 2024². L'utilisation des réseaux sociaux (quelle que soit la finalité) suit également une nette hausse depuis une dizaine d'années. La part des personnes ayant participé, au cours des 12 derniers mois, à des sites de réseaux sociaux, est ainsi passée de 23 % en 2009 à 62 % en 2022.

Au cours des dernières années, la crise sanitaire du COVID-19 a constitué un facteur d'accélération conjoncturelle de la numérisation de la société mais a également produit des effets durables d'adoption de certains usages numériques. Les confinements et les périodes de télétravail forcé ont par exemple accéléré l'adoption de la visioconférence par une partie de la population. Les solutions de visioconférence mises en place ont ainsi permis de faire évoluer durablement les pratiques de télétravail, peu répandues avant la crise, dans toutes les organisations. D'autres usages numériques ont connu une hausse importante en 2020, notamment le commerce en ligne (76 % des personnes sondées ayant déclaré avoir effectué au moins un achat de bien en ligne) ou la consultation médicale (26 % des personnes sondées ayant réalisé une consultation médicale lors des confinements)³.

2.2 Les signes d'un changement de rapport au numérique

Cette place croissante du numérique dans notre société s'accompagne ces dernières années de signes d'un changement de rapport au numérique. Alors que le numérique est toujours plus adopté et partie intégrante des usages au quotidien, ses bienfaits et les opportunités offertes sont davantage mis en perspective avec certains risques qu'il emporte.

Place des écrans et phénomènes d'addiction, enjeux de santé mentale chez les jeunes, harcèlement en ligne, soutenabilité environnementale, respect de la vie privée, enjeux de désinformation et de démocratie, influence de l'intelligence artificielle : de nombreuses inquiétudes liées au développement du numérique émergent et amènent à s'interroger sur notre rapport au numérique.

Plusieurs exemples récents illustrent cette situation. En 2024, 55 % des internautes indiquent ne pas pouvoir se passer d'internet plus d'une journée sans en ressentir le manque (+39 points par rapport à 2011)⁴. Chez les jeunes de 12-17 ans, ce taux atteint 71 %. En outre, le Baromètre du numérique montre qu'en 2024, le temps consacré par les 12 ans et plus aux écrans pour leur usage personnel s'élève à 4 heures par jour en moyenne, soit un quart du temps éveillé⁵. Interrogés sur la place des écrans et le temps qui leur est consacré, près d'un répondant sur deux estime en outre y consacrer trop de temps. Par ailleurs, les personnes de 12 ans et plus étaient 12 % à indiquer en 2023 avoir été victimes d'injures ou de harcèlement au cours des douze derniers mois⁶. Ce taux atteignait 40 % chez les 18-24 ans. Interrogée en 2024 sur les principales craintes ressenties à l'égard du numérique, 28 % de la population indiquait craindre que ses données personnelles soient utilisées de manière inappropriée ou sans son autorisation.

¹ Arcep, Observatoires des communications électroniques.

² Arcep, Arcom, CGE, ANCT, Baromètre du numérique, édition 2025.

³ Arcep, CGE, ANCT, Baromètre du numérique, 2021.

⁴ Arcep, Arcom, CGE, ANCT, Baromètre du numérique, édition 2025.

⁵ Arcep, Arcom, CGE, ANCT, Baromètre du numérique, édition 2025.

⁶ Arcep, Arcom, CGE, ANCT, Baromètre du numérique, 2023.

L'arrivée de l'IA générative avec le lancement de ChatGPT en novembre 2022 a également lancé de nombreux débats sur les enjeux économiques, sociétaux et environnementaux associés à cette technologie, abordés notamment lors du Sommet pour l'action sur l'intelligence artificielle en février 2025 à Paris. Alors que les outils d'intelligence artificielle sont déjà utilisés par un tiers des personnes⁷, des inquiétudes sont toutefois exprimées par la majorité de la population : 62 % perçoivent par exemple l'intelligence artificielle comme une menace pour l'emploi, et 48 % pour l'environnement.

En ce qui concerne les déploiements de réseaux télécoms, des dynamiques parallèles s'observent également. D'un côté, une demande toujours plus importante en connectivité et couverture du territoire. De l'autre, des inquiétudes qui ont pu s'exprimer par exemple vis-à-vis de possibles effets néfastes de la 5G sur la santé et sur l'environnement. À cette occasion, des élus ont demandé en 2020 un moratoire sur le développement de la 5G, alors que les enchères d'attribution des premières fréquences débutaient, et plusieurs contentieux étaient portés par des associations.

Ces tendances parallèles et parfois contradictoires, entre numérisation, usages accrus et montée des inquiétudes, invitent à s'interroger sur l'évolution des réseaux et les conditions permettant d'assurer qu'ils répondent aux attentes sociétales et aux préoccupations des utilisateurs finals.

Dans cette optique, après un retour d'expérience sur les déploiements fixes et mobiles des dernières années (partie 3), la note abordera les attentes vis-à-vis des « réseaux du futur » et la façon dont elles peuvent être ou sont déjà prises en compte par les différentes parties prenantes (partie 4).

3 Retour d'expérience sur l'évolution des réseaux : quels déploiements pour quels usages ?

Cette partie propose un retour d'expérience sur les déploiements fixes (3.1) et mobiles (3.2) de ces dernières années, la façon dont s'en sont saisis les utilisateurs finals et les usages qui en ont découlé, pour analyser les facteurs d'influence réciproque entre déploiement technologique et développement des usages (3.3). Cette partie se concentrera aussi plus particulièrement sur certains enjeux critiques qui ont pu émerger dans le cadre de ces déploiements et changements technologiques, en essayant d'interroger leurs sources et leurs implications (3.4).

3.1 Le retour d'expérience sur le déploiement et l'utilisation des réseaux fixes

3.1.1 Déploiement

En 2025, en France, une quinzaine d'années après les premiers déploiements de fibre optique jusqu'à l'abonné (FttH – fiber to the home), 90 % des locaux du territoire sont raccordables au FttH⁸, plaçant le pays parmi les plus avancés d'Europe en la matière. Alors que cette technologie s'est progressivement généralisée et vise à terme à remplacer le réseau historique en cuivre, il est intéressant de se pencher sur la manière dont se sont passés les déploiements et de tirer le bilan en matière d'acceptation et d'appropriation de cette nouvelle technologie par les utilisateurs.

Le déploiement de la fibre optique jusqu'à l'abonné en France résulte d'une conjonction entre dynamique industrielle portée par les opérateurs, et politique publique pour soutenir ce mouvement avec pour objectif une couverture rapide et massive de l'ensemble du territoire national. Dans les années 1990 et 2000, dans un contexte de libéralisation du marché des communications électroniques

⁷ Ibid.

⁸ Arcep, [Marché du très haut débit fixe](#), 2024.

en Europe, l'ART (Autorité de régulation des télécoms, ancêtre de l'Arcep) a imposé la mise en place du dégroupage du réseau cuivre de l'opérateur historique France Télécom (désormais Orange), en application des législations européennes. Le bon fonctionnement du dégroupage a alors permis le développement de plusieurs opérateurs alternatifs solides. Au milieu des années 2000, plusieurs opérateurs de réseaux fixes (historique, mais aussi alternatifs) ont annoncé leur volonté de déployer une nouvelle technologie fixe, la fibre optique, sur l'ensemble du territoire.

La puissance publique s'est alors saisie de l'innovation et l'offre technique disponibles à l'époque pour fixer un cadre de déploiement des infrastructures sur le territoire permettant de répondre à différents objectifs de politique publique : numérisation de l'économie, aménagement numérique du territoire, lutte contre la fracture numérique, développement économique et innovation, etc. Ainsi, le déploiement d'un nouveau réseau linéaire de communications électroniques, plus performant et ayant vocation, à terme, à se substituer au réseau cuivre vieillissant, est organisé dès la fin des années 2000, en amont de sa généralisation.

En ce sens, l'article L. 34-8-3 du code des postes et des communications électroniques (CPCE) a instauré le principe de mutualisation des réseaux FttH et en a confié la mise en œuvre à l'Arcep. En 2009, l'Arcep a publié une première décision⁹ établissant les principes fondateurs du déploiement de la fibre optique, avec la mise en place d'une régulation dite symétrique, s'appliquant indistinctement à tout opérateur déployant du FttH sur le territoire. Ce cadre symétrique a été complété un an plus tard par une deuxième décision¹⁰ précisant plusieurs modalités, notamment en zone moins dense.

L'année suivante, le gouvernement a lancé le Programme National Très haut Débit (PNTHD), qui deviendra deux ans plus tard le plan France Très Haut Débit (PFTHD), qui continue de structurer et organiser le pilotage et le financement des déploiements en France, en s'appuyant à la fois sur les acteurs privés (opérateurs) et publics (en premier lieu les collectivités territoriales : départements et régions), et en confirmant le choix technologique fait par les opérateurs de la technologie fibre jusqu'à l'abonné. Le PFTHD définit des objectifs de connectivité ambitieux au niveau national, objectifs fixés en plusieurs étapes, et régulièrement augmentés : bon haut débit pour tous (> 8 Mbit/s) en 2020, très haut débit (THD) pour tous (> 30 Mbit/s) en 2022, généralisation de la fibre optique sur le territoire national en 2025. Ces objectifs s'alignent progressivement avec les objectifs de connectivité fixés au niveau de l'Union européenne, tels la « société du Gigabit » (ou ultra haut débit : > 100 Mbit/s) en 2030, conduisant à une dynamique similaire de déploiements massifs de réseaux THD puis ultra haut débit dans l'ensemble de l'UE.

Le PFTHD repose sur un investissement global de 36 Md€¹¹, comprenant des initiatives et des investissements à la fois publics et privés, en respectant leur articulation pour éviter les investissements inefficaces tels que des doubles déploiements. Les financements totaux incluent 3,5 Md€ de subventions de l'État destinées aux projets des collectivités soit environ 25 % du financement public, lequel représente environ un tiers du financement total.

Alors qu'une large majorité du territoire est aujourd'hui couverte par les réseaux FttH, ces réseaux vont devoir se substituer au réseau linéaire de cuivre, dont Orange est le propriétaire. Orange a en

⁹ Décision n° 2009-1106 de l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes en date du 22 décembre 2009 précisant, en application des articles L. 34-8 et L. 34-8-3 du code des postes et des communications électroniques, les modalités de l'accès aux lignes de communications électroniques à très haut débit en fibre optique et les cas dans lesquels le point de mutualisation peut se situer dans les limites de la propriété privée.

¹⁰ Décision n° 2010-1312 de l'ARCEP en date du 14 décembre 2010 précisant les modalités de l'accès aux lignes de communications électroniques à très haut débit en fibre optique sur l'ensemble du territoire à l'exception des zones très denses.

¹¹ Rapport « [Infrastructures numériques et aménagement du territoire | Impacts économiques et sociaux du Plan France très haut débit](#) », France Stratégie, janvier 2023.

effet annoncé sa fermeture à l'horizon 2030. Pour des raisons tant économiques que techniques, il n'est pas pertinent, à terme, de conserver et d'entretenir deux infrastructures capillaires complètes en parallèle. Les réseaux FttH ont donc *in fine* vocation à se substituer au réseau historique en cuivre. Ce mouvement de fermeture du réseau cuivre s'observe d'ailleurs dans l'ensemble de l'UE, avec des variations cependant dans le calendrier et le processus de fermeture.

Ainsi, avec le FttH, s'est opéré en France le déploiement d'un nouveau réseau filaire plus performant en une relativement courte période de temps : entre le début de la phase de massification des déploiements FttH, en 2015/2016, et la généralisation du réseau FttH, moteur de l'accès THD en France aujourd'hui, se sont écoulés moins de 10 ans (cf. schéma ci-dessous). Le FttH est désormais présent massivement partout, y compris en zones rurales, et le réseau FttH est aujourd'hui la principale technologie disponible pour l'accès au THD et à l'ultra HD.

Evolution de l'éligibilité FttH en France entre 2015 et 2024

Eligibilité FttH* T2 2015 - T2 2024

Source Observatoire HD-THD, cartefibre.arcep.fr, Arcep

*Les locaux raccordables au réseau FttH correspondent aux logements ou locaux à usage professionnel raccordables à un réseau de communications à très haut débit en fibre optique par l'intermédiaire d'un point de mutualisation

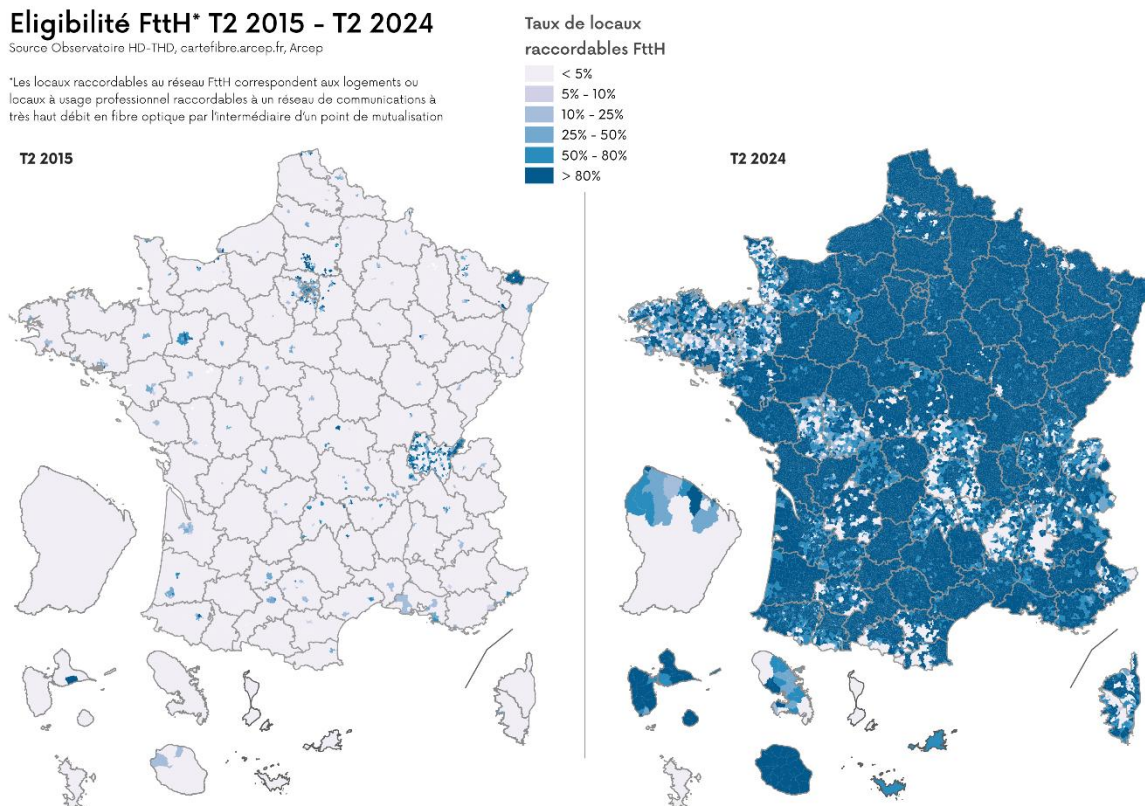


Figure 1 - Source : Observatoire HD-THD, cartefibre.arcep.fr, Arcep

3.1.2 Utilisation

La fibre permet des débits et services semblables partout, contrairement au cuivre. Fin 2024, 75 % des abonnements internet sont désormais en fibre optique en France. Le succès de la fibre optique en France s'explique par son déploiement massif rapidement sur l'ensemble du territoire, mais aussi par l'adhésion des consommateurs, qui se sont très vite abonnés à la fibre optique. Si les premiers déploiements de FttH ont eu lieu dans les zones urbaines denses, vues par les opérateurs comme économiquement les plus rentables car moins coûteuses à déployer, le PFTHD, par son volet de « Réseaux d'initiative publique » portés par les départements et/ou régions dans les zones rurales du territoire, a permis l'arrivée du FttH dans des zones rurales, en parallèle, voire parfois avant certaines

zones urbaines. De fait, une fois le FttH disponible, les usagers en particulier ruraux se sont tournés massivement vers ce réseau. Cette appétence pour le FttH s'explique non pas par un nouvel usage, uniquement accessible via cette technologie, qui serait devenu incontournable (ou « *killer application* » en anglais), mais par une attente particulièrement forte dans un contexte où les besoins de connectivité minimale avaient augmenté (télétravail, éducation...) et où le FttH permettait une amélioration du confort d'utilisation des services existants. Une étude de 2024 a d'ailleurs constaté un prix de l'immobilier plus élevé pour les locaux éligibles à la fibre¹².

Par ailleurs, le cadre de régulation symétrique posé par l'Arcep dès 2009-2010 visait à faciliter l'accès de tous les opérateurs commerciaux (dits aussi fournisseurs d'accès à internet, FAI) aux réseaux FttH construits et/ou exploités par différents opérateurs d'infrastructure (ces derniers étant en charge de l'exploitation du réseau). De fait, les FAI sont progressivement tous venus sur les différents réseaux FttH, que ces derniers soient exploités par des opérateurs privés ou des collectivités publiques. Ceci s'observe aujourd'hui par un taux de mutualisation élevé et similaire quel que soit le type de réseau (public ou privé) concerné : sur 99 % des lignes FttH déployées, au moins deux FAI sont présents, et sur 90 % de ces lignes, au moins 4 FAI sont présents¹³. Les consommateurs, en plus de pouvoir s'abonner au FttH, peuvent ainsi choisir leur opérateur et bénéficier d'un fort niveau de concurrence sur le marché de détail, comme c'était le cas sur le réseau de cuivre.

La disponibilité croissante de la fibre optique partout sur le territoire a permis le recours croissant au télétravail, accéléré par la crise sanitaire. Pendant les périodes de confinement, 33 % des 18 ans et plus ont télétravaillé. Les trois quarts d'entre eux ont indiqué l'avoir alors fait sans rencontrer de difficultés particulières¹⁴. De même, cette bonne connectivité en fibre optique a facilité l'adoption de la version numérisée de nombreux usages du quotidien (démarche administrative, prise de rendez-vous, achat en ligne, etc.) ainsi que le développement de plateformes de vidéo à la demande et l'explosion du visionnage de vidéos sur l'ensemble du territoire, en zones urbaines comme rurales. A titre d'exemple, entre 2016 et 2022, la part de la population disposant d'un abonnement VOD a été multipliée par près de trois, passant de 20 % à 55 % en seulement six ans¹⁵. Être abonné à la fibre optique joue également un rôle dans l'accroissement des compétences numériques, et donc le comblement de la fracture numérique. Une étude menée en Bretagne sur le rôle de la fibre optique sur les usages numériques en Zones de Revitalisation Rurales montrait ainsi en 2024 que « *la possession de la fibre au sein du foyer favorise également le développement des compétences numériques et, par extension, l'autonomie numérique* ». En effet les individus interrogés qui possèdent la fibre se sentent plus à l'aise pour se débrouiller seuls en cas de difficultés avec le numérique (+10 %) et ont moins tendance à solliciter l'assistance d'un ami, d'un membre de la famille, d'un voisin ou d'un collègue de travail (-9 %) »¹⁶.

Avec la fermeture annoncée du réseau cuivre à l'horizon 2030, les réseaux FttH ont vocation à devenir l'infrastructure de référence. Si la fibre a été majoritairement adoptée, alors que les premières étapes de fermeture du réseau cuivre ont débuté, il apparaît cependant que certains consommateurs sont réticents à migrer vers cette nouvelle technologie. Continuer à assurer une connectivité à tout citoyen va ainsi être un enjeu de cette phase de fermeture du réseau cuivre (cf. section 3.4.1).

¹² Guiffard, Jean-Baptiste. "Valuing the virtual: The impact of fiber to the home on property prices in France." *Telecommunications Policy* 48, no. 4 (2024): 102732.

¹³ Arcep, [Observatoire haut et très haut débit : abonnements et déploiements \(T3 2024\)](#), 2024.

¹⁴ Arcep, CGE, ANCT, Baromètre du numérique, 2021.

¹⁵ Arcep, Arcom, CGE, ANCT, Baromètre du numérique, 2022.

¹⁶ Etude Marsouin « [Les usages numériques en Zones de Revitalisation Rurales : le rôle de la fibre](#) », juin 2024.

3.2 Le retour d'expérience sur le déploiement et l'utilisation des réseaux mobiles

3.2.1 Déploiement

Dans les années 1980, la première génération de réseaux mobiles permettait uniquement de passer des appels téléphoniques en mode analogique. Dans les années 1990, la deuxième génération (2G) entièrement numérique, offre des avancées en termes de capacité et de sécurité. Par ailleurs, elle a introduit une innovation majeure pour les usagers : l'envoi de SMS en complément des appels. Les années 2000 ont marqué le lancement de la troisième génération (3G), offrant la possibilité de naviguer sur Internet via les téléphones mobiles. Environ dix ans plus tard, la quatrième génération (4G) a vu le jour, avec un lancement commercial en France fin 2012. Cette évolution a permis des avancées significatives dans les communications mobiles, notamment une réduction de la latence et une augmentation des débits disponibles. L'essor des smartphones et d'un écosystème de développeurs d'applications pour ce type de terminaux a rendu accessibles de nombreux services tels que le streaming vidéo, les appels vidéo, les jeux en ligne et des outils numériques comme les services bancaires et les démarches administratives.

Plus récemment, la cinquième génération (5G) a été introduite, avec les premiers lancements commerciaux en France fin 2020. Cette nouvelle génération se distingue par des performances encore supérieures, une capacité accrue pour répondre à l'augmentation continue de la consommation de données, et une infrastructure adaptée à la démultiplication du nombre d'objets connectés et aux usages spécifiques des industriels et autres utilisateurs professionnels.

Certaines de ces évolutions technologiques ont profondément transformé les habitudes des individus, faisant de l'accès aux réseaux mobiles un service désormais essentiel pour la société.

Ainsi, au milieu des années 2010, alors que les smartphones et leurs usages se généralisaient, une fracture croissante était ressentie dans les zones moins densément peuplées, entre les besoins des utilisateurs et la couverture mobile proposée par les différents opérateurs, en 4G, mais aussi en 3G et 2G. De nombreux citoyens en zone rurale se plaignaient d'être laissés de côté : code de confirmation envoyé par SMS non reçu lors d'une opération bancaire, professions libérales injoignables lors de leurs trajets routiers, etc. Les associations d'élus se sont fortement mobilisées pour interpeller l'État et les opérateurs face à ce sentiment croissant d'exclusion d'une partie de la population.

Face à cette réalité, les acteurs publics et privés se sont mobilisés pour garantir une couverture mobile de qualité sur l'ensemble du territoire. Plusieurs programmes ont été lancés (guichet « 800 sites mobiles stratégiques¹⁷ ») ou relancés (programme zone blanche – centres bourgs¹⁸), mais leur portée était limitée. La perspective du renouvellement des attributions d'utilisation de plusieurs bandes de fréquences a alors été utilisée comme levier pour améliorer sensiblement la connectivité mobile sur l'ensemble du territoire. L'Arcep, avec l'accord du Gouvernement, a ainsi introduit des obligations de couverture du territoire au sein des licences attribuées aux quatre opérateurs mobiles en 2018. Ce « New Deal Mobile »¹⁹ avait pour objectif la généralisation d'une couverture mobile de qualité pour tous les Français.

Le New Deal mobile prévoit ainsi un certain nombre d'obligations : généralisation de la 4G sur les réseaux mobiles des opérateurs, couverture de la population en « bonne couverture », couverture des principaux axes de transports routiers et ferroviaires (notamment « trains du quotidien »). Il prévoit également un « dispositif de couverture ciblée », associant les collectivités territoriales au choix des

¹⁷ Secrétariat général pour l'investissement, [800 sites mobiles stratégiques](#), 2016.

¹⁸ Secrétariat général pour l'investissement, [Zones blanches – centres bourgs THD](#), 2016.

¹⁹ Arcep, [Dossier « New Deal Mobile »](#), 2022.

zones blanches à couvrir par les opérateurs. Ainsi, au 30 septembre 2024, 99,8 % des sites des opérateurs étaient équipés en 4G, la couverture des axes de transport prioritaires atteignait 99,4 % et 3 231 nouveaux sites 4G multi-opérateurs issus du dispositif de couverture ciblée²⁰ étaient construits et mis en service par les opérateurs. À titre d'illustration, la figure ci-dessous montre l'évolution de la couverture 4G²¹ en France entre 2015 et 2024.

Evolution de la couverture 4G en France entre 2015 et 2024

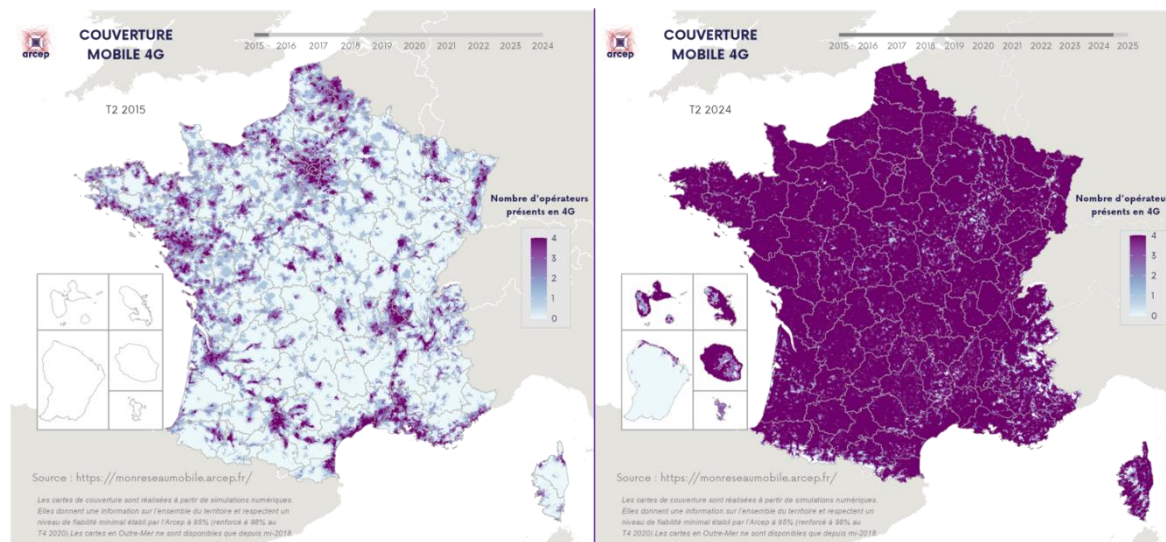


Figure 2 - Source : Arcep

Pour assurer que la population puisse continuer à bénéficier d'une couverture de qualité avec l'évolution des réseaux mobiles, les autorisations d'utilisation des nouvelles bandes fréquences, qui ont permis le lancement de la 5G, ont aussi intégré des obligations en matière d'aménagement numérique du territoire. Ces obligations incluent des objectifs précis de performances réseau, de couverture géographique, et de connectivité sur les principaux axes routiers et de transport. Le réseau 5G est en cours de déploiement dans tout le territoire depuis son lancement commercial fin 2020.

L'émergence d'une nouvelle génération de réseau mobile

Deux organisations internationales jouent un rôle prépondérant dans l'émergence d'une nouvelle génération de réseau mobile : l'UIT et le 3GPP.

L'Union internationale des télécommunications (UIT) est une agence spécialisée des Nations Unies, dédiée aux technologies de l'information et de la communication, qui a pour mission principale de faciliter la coopération internationale dans le domaine des télécommunications et d'assurer que les réseaux et services de communication sont disponibles et accessibles à tous, de manière équitable et efficiente. L'UIT joue un rôle essentiel dans le développement et la mise en œuvre des nouvelles générations de téléphonie mobile, comme la 4G et la 5G, notamment à travers la publication de normes et recommandations pour le secteur.

²⁰ Arcep, [Suivi du « New Deal Mobile »](#), 2024.

²¹ L'Arcep publie les données de couverture de tous les opérateurs mobiles avec les données de toutes les générations disponibles sur le site [Mon Réseau Mobile](#).

Le 3GPP (3rd Generation Partnership Project) est une collaboration internationale d'organisations de normalisation qui vise à élaborer des spécifications techniques pour les technologies de télécommunications mobiles. Créé en 1998, le 3GPP couvre l'évolution des normes des réseaux cellulaires, notamment la 3G (UMTS), la 4G (LTE), la 5G et au-delà. Il regroupe des acteurs clés du secteur, tels que des opérateurs, des fabricants d'équipements et des chercheurs.

Pour les dernières générations de réseaux mobiles connues, l'UIT a publié des recommandations définissant un cadre et des objectifs généraux pour leur développement. Ainsi, sa recommandation sur l'IMT-2000 en 1997 a été le point de départ pour la 3G, tout comme l'IMT-Advanced pour la 4G en 2003 et l'IMT-2020 pour la 5G en 2015. Ces orientations sont ensuite reprises par des organismes techniques qui élaborent un ensemble de normes et de principes soumis à l'appréciation d'experts de l'UIT. Ces experts vérifient si les normes répondent aux objectifs préconisés dans les recommandations de l'UIT. Si elles sont validées, elles deviennent la base de la nouvelle génération de réseaux mobiles.

Depuis la 3G, c'est le 3GPP qui développe les normes techniques pour les nouvelles générations mobiles. En tant que projet international de normalisation, le 3GPP crée une synergie entre les recommandations de l'UIT et ses propres travaux techniques. Cette collaboration assure le développement de nouvelles technologies d'interface radio et contribue à l'évolution de la réglementation. Par exemple, la recommandation sur l'IMT-2030 publiée en 2023 fait déjà partie de la feuille de route du 3GPP pour le développement de la 6G, dont les principes seront soumis à la validation par l'UIT en 2027.

Une nouvelle génération regroupe un ensemble d'évolutions technologiques couvrant tous les composants du réseau et visant à en améliorer les performances. Avant d'atteindre la phase de normalisation, une étape cruciale de recherche est menée sur les technologies clés, suivie par leur intégration au système et des tests approfondis. Bien que le grand public perçoive souvent l'arrivée d'une nouvelle génération comme un changement soudain se produisant tous les dix ans, dans les faits, les travaux progressent de manière continue : environ tous les deux ans, le 3GPP publie une nouvelle version de ses normes pour la génération en vigueur. Ces versions permettent d'améliorer progressivement les performances et les fonctionnalités du réseau en phase avec les avancées de la recherche. Ainsi, la version initiale de la 5G en 2020 a déjà évolué et continuera à s'améliorer pour se rapprocher des performances attendues pour la 6G. Il est à noter qu'en France, similairement à d'autres pays, le choix de déploiement de la 5G se fait en deux étapes : une première phase transitoire où la 5G est ancrée sur le réseau existant 4G (5G *Non Stand Alone* ou 5G NSA) puis une seconde phase où la 5G est supposée être déployée de manière autonome (5G SA). Il s'agit donc d'un processus continu qui intègre les besoins de connectivité et les avancées technologiques pour améliorer le fonctionnement des réseaux mobiles.

3.2.2 Utilisation

Le développement des usages liés à la 4G et à la 5G révèle des dynamiques distinctes. La 4G a ouvert un éventail de nouveaux usages pour les individus, plaçant les smartphones au cœur du paysage numérique. Grâce à cette technologie, les smartphones sont devenus des outils incontournables pour, entre autres, écouter de la musique, regarder des vidéos, interagir sur les réseaux sociaux, jouer en ligne, accéder à une messagerie électronique, réaliser des opérations bancaires, acheter en ligne, via une multitude d'applications disponibles. Selon le Baromètre du numérique²², plus de 40 % des individus déclarent que le smartphone est leur principal équipement pour se connecter à Internet. Le

²² Arcep, Arcom, CGE, ANCT, Baromètre du numérique, 2023.

graphique ci-dessous montre qu'en 2024, 89 % des utilisateurs se servent de leur smartphone pour naviguer sur Internet et son utilisation pour d'autres fonctionnalités est très répandue²³.

Proportion de personnes utilisant un téléphone mobile pour les services suivants

- Champ : ensemble de la population de 12 ans et plus, en % - effectif total pondéré 2024 n : 4 066 -

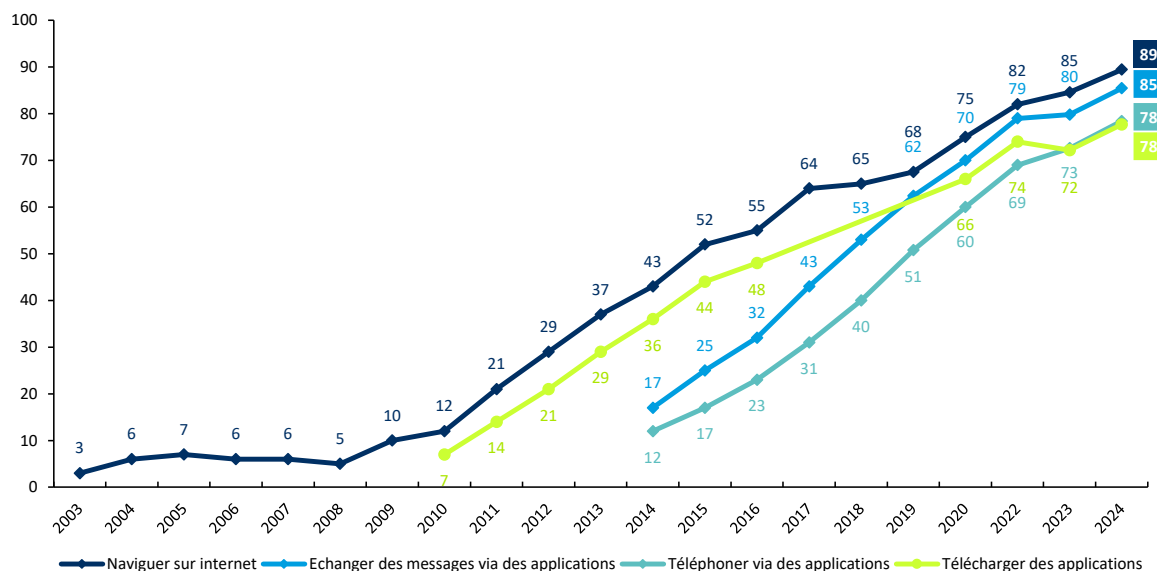


Figure 3 - Source : Baromètre du numérique, édition 2025

Modes de connexion à internet

- Champ : ensemble de la population de 12 ans et plus, en % - effectif total pondéré 2024 n : 4 066 -

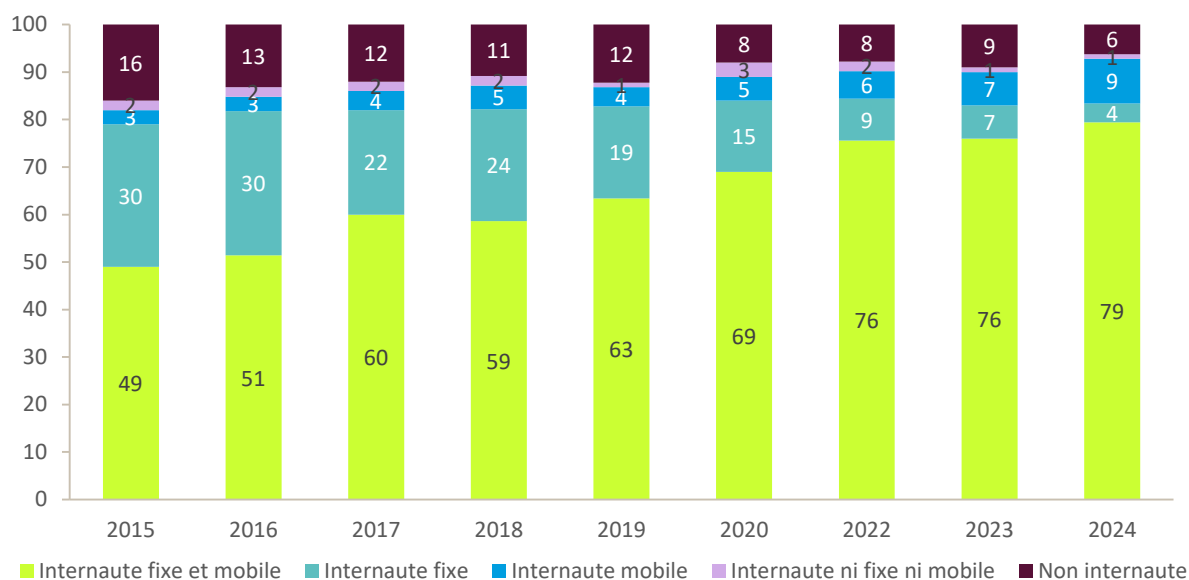


Figure 4 - Source : Baromètre du numérique, édition 2025

²³ Arcep, Arcom, CGE, ANCT, Baromètre du numérique, édition 2025.

Par ailleurs, une part encore faible mais croissante de la population (9 %) ne dispose que d'une connexion mobile pour se connecter à internet²⁴. C'est en particulier le cas des plus jeunes : 19 % des 18-24 ans (+7 points en un an) et 15 % des 25-39 ans (+5 points) utilisent exclusivement ce type de connexion. Cette dynamique peut notamment s'expliquer par l'amélioration de la qualité des réseaux mobiles et le développement de la 5G.

Alors que les usages mobiles ont commencé à exploser au milieu des années 2010 grâce à la 4G notamment, une partie des usagers étaient de fait exclus ou limités dans l'accès à ces usages par l'absence ou la mauvaise couverture 4G dans leurs lieux de vie ou le long des axes de transport qu'ils empruntent. Le New Deal, en assurant la généralisation de la 4G, a assuré la généralisation d'un réseau que les usagers attendaient, et a dès lors contribué à amplifier l'augmentation des usages mobiles, notamment via les smartphones, en France à partir de la fin des années 2010.

Les smartphones lancés à l'ère de la 3G, ont pleinement révélé leur potentiel avec les avancées offertes par la 4G. Cette révolution technologique, rendue possible par la quatrième génération, a établi des attentes élevées pour la 5G. Cependant, ces attentes ont parfois laissé place à une certaine frustration face à l'absence perçue d'innovations d'usages équivalentes avec l'arrivée de la 5G.

Dans les faits, la 5G a été conçue principalement pour répondre à des besoins de connectivité plus fiable et plus performante que la 4G, tout en ouvrant la voie à des cas d'usages innovants, notamment pour les secteurs industriels et professionnels. Des événements tels que les Jeux Olympiques et Paralympiques de 2024 ont démontré l'utilité de la 5G pour les usages professionnels dans les secteurs de l'événementiel et des médias²⁵. Pour les usages grand public, son principal avantage à ce stade réside dans l'augmentation de la capacité des réseaux mobiles, grâce à l'utilisation d'une bande de fréquence supplémentaire, permettant ainsi d'accompagner la croissance des usages sans dégrader la qualité de service.

D'après les données publiées en janvier 2025 dans l'Observatoire des marchés de l'Arcep, le nombre de cartes SIM connectées aux réseaux 5G au cours du troisième trimestre 2024 s'élève à 22,1 millions, marquant ainsi un nouveau record de croissance annuelle de près de 10 millions de cartes depuis l'introduction de la 5G en France en 2020. Cette croissance du nombre de cartes actives sur les réseaux 5G (+ 4,1 millions au cours du trimestre) est liée à la tenue des Jeux Olympiques en France durant l'été. Certains opérateurs qui différenciaient leurs offres 4G et 5G ont en effet ouvert leur réseau 5G à l'ensemble de leur clientèle à cette occasion. En conséquence, la proportion de cartes actives sur les réseaux 5G a atteint 26 % au T3 2024 (+ 12 points en un an). L'augmentation de la popularité de la 5G après les Jeux Olympiques de l'été 2024 rejoint les analyses d'une autre étude²⁶ qui conclut que les usagers accordent beaucoup d'importance à la performance des réseaux dans les lieux d'utilisation critiques tels que les aéroports, les arènes sportives ou les salles de concert. Bien que ces dynamiques très récentes montrent un regain de croissance pour l'adoption de la 5G après un début plus modéré, un écart en termes de vitesse d'adoption entre 4G et 5G demeure par rapport aux premières années de leur lancement respectif. La dynamique que suivra la 5G, dans les années à venir, sera donc très intéressante à observer pour voir si l'effet induit par les Jeux Olympiques reste une tendance conjoncturelle ou si au contraire elle devient structurelle.

²⁴ *Ibid*

²⁵ Business Insider, [How 5G connectivity has evolved at the Olympic Games](#), 2024 ; Le Monde, [Orange compte faire fructifier l'héritage des Jeux olympiques](#), 2024.

²⁶ Ericsson, ["5G value: Turning performance into loyalty"](#), 2023.

Nombre de cartes actives sur les réseaux 5G (hors cartes MtoM)

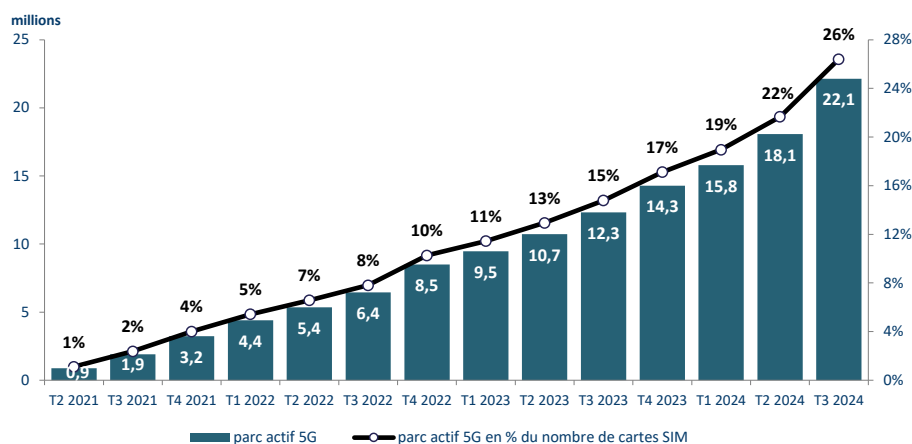


Figure 5 - Source : Observatoire des marchés de communications électroniques 16/01/2025

Nombre de cartes actives sur les réseaux 4G et 5G (hors cartes MtoM)

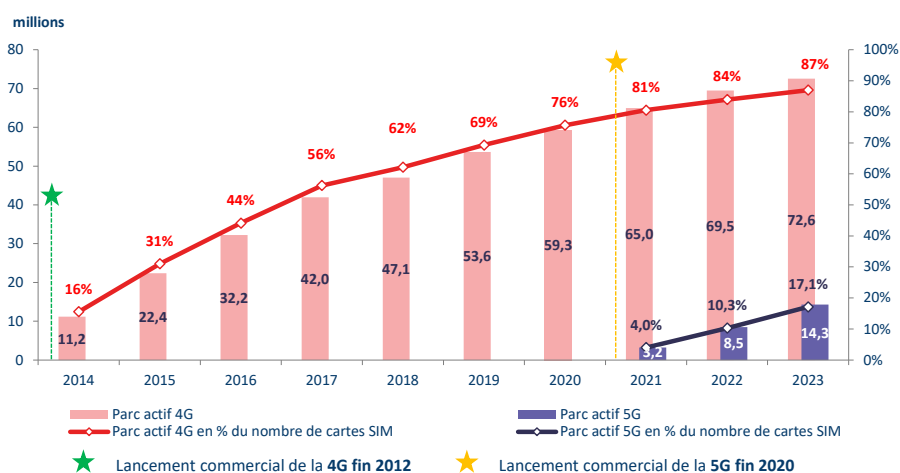


Figure 6 - Source : Observatoire des marchés de communications électroniques 30/05/2024

Par ailleurs, la consommation de données mobiles continue de croître. La consommation moyenne par utilisateur est passée de 0,5 Go par mois en 2014 à 15 Go par mois en 2023. La 4G a ainsi permis de démocratiser l'usage des données sur le mobile, s'illustrant par des taux de croissance annuels des données mobiles très élevés après son lancement, de l'ordre de 90 %. Avec l'arrivée de la 5G fin 2020, la croissance du trafic mobile reste élevée, avec des taux de croissance d'environ 25 % par an jusqu'en 2023. Le taux de croissance annuel pour l'année 2024 devrait diminuer encore, restant cependant au-delà des 10 % et synonyme d'une croissance continue du trafic.

Consommation mensuelle moyenne de données sur les réseaux mobiles par type de carte (hors MtoM)

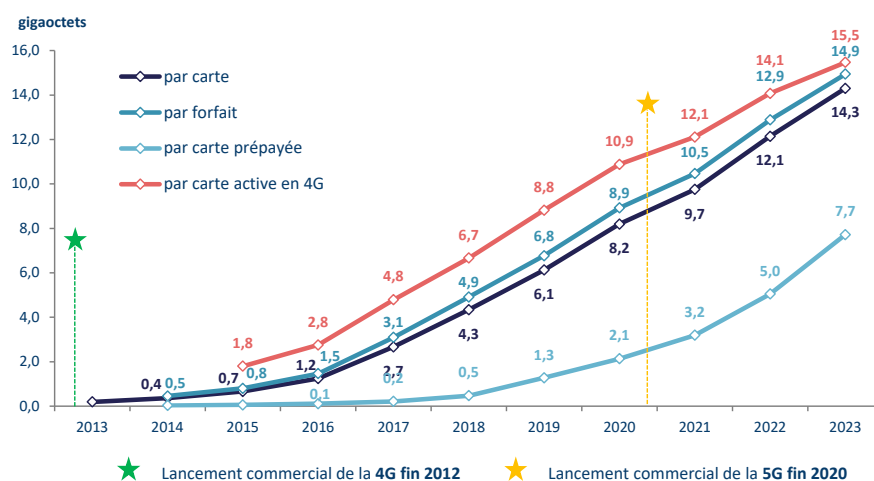


Figure 7 - Source : Observatoire des marchés de communications électroniques 30/05/2024

Taux d'accroissement annuel des usages mobiles (données mobiles, téléphonie mobile, SMS)

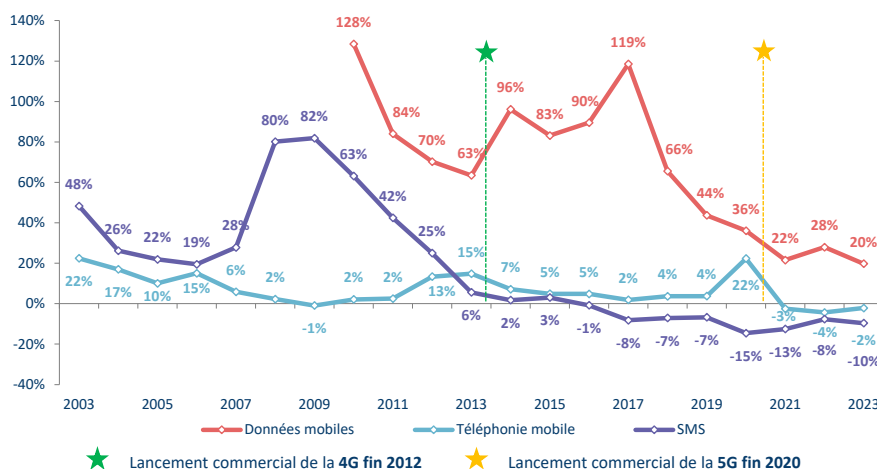


Figure 8 - Source : Observatoire des marchés de communications électroniques 30/05/2024

3.3 Les facteurs d'influence réciproque entre déploiement technologique et développement des usages

Le retour d'expérience sur les différents déploiements technologiques présentés précédemment, montre une forte hétérogénéité parmi les facteurs qui influencent le développement des usages. Ces exemples passés permettent d'interroger les liens qu'entretiennent l'offre de connectivité et la demande en services numériques. En d'autres termes, les déploiements technologiques sont-ils une réponse à l'expression d'attentes et de besoins par l'utilisateur final ou sont-ce les usages qui apparaissent, sur la base de l'offre technologique et commerciale disponible à un instant donné ? Un

constat global est que l'utilisateur final semble se saisir de l'offre technique disponible sans que ceci soit toujours induit par l'existence d'attentes avérées et préalablement exprimées.

Par exemple côté fixe, bien que la fibre permette un meilleur confort d'utilisation par rapport au cuivre, elle n'a pas introduit d'usages phares uniquement accessibles via cette technologie. Si ce confort d'utilisation a pu participer à accélérer l'utilisation de la fibre, l'adoption massive de la technologie est surtout à relier à une politique volontariste de déploiement et à des prix très compétitifs. Cette dynamique a été impulsée, pour répondre à plusieurs objectifs de politique publique tels que l'aménagement du territoire, la numérisation de l'économie ou la réduction de la fracture numérique. À cet égard, le déploiement, l'accessibilité et la compétitivité des offres ont été favorisés par un cadre de régulation et de financement, mis en place pour faciliter l'investissement des acteurs, l'efficacité des déploiements et le développement de la concurrence au bénéfice de l'utilisateur final.

Également côté mobile, le déploiement successif de plusieurs générations de réseau mobile montre des appétences variables des individus selon la technologie considérée, et partant, des succès industriels pouvant être tour à tour modérés ou d'ampleur importante. Par exemple, la 2G, première génération de réseau entièrement numérique avait comme promesses principales, une meilleure capacité et une sécurité améliorée, sans anticiper dès l'amont, le succès historique du SMS dont se sont massivement saisis les utilisateurs finals. La 3G elle, visait la promesse d'usage innovants en permettant la navigation internet via un mobile mais la technologie n'a pas connu le succès observé lors de l'introduction de la 4G. Là encore, indépendamment des technologies en elles-mêmes, le contexte qui entoure leur déploiement est déterminant. En effet, l'offre technique et commerciale ne se limite pas à la technologie réseau. L'introduction des smartphones et leur massification progressive, est aussi un des facteurs très structurant de la différence de succès entre 4G et 3G. C'est bien la combinaison d'une offre de connectivité et d'une offre de terminaux complémentaires qui a mené à une adoption massive de la 4G et une explosion de la consommation de données mobiles. En l'état, la 5G n'a pas rencontré le même succès que la 4G. Bien qu'offrant de meilleures performances, le grand public ne perçoit pas toujours ceci comme des innovations par rapport aux usages déjà existants. Pour l'avenir, les réflexions autour de la 6G emportent ainsi des questions concernant les usages qui pourront y être associés et s'ils peuvent faire écho à des attentes des individus (cf. encadré « À quels nouveaux usages pourrait-on s'attendre avec l'arrivée de la 6G ? », section 4.1.4).

Ainsi, il apparaît complexe d'identifier, a priori, les attentes des individus, et partant, le succès ou l'échec qu'on peut anticiper en amont du déploiement d'un nouveau type de réseau. En particulier, le contexte dans lequel s'inscrit l'offre de connectivité, semble aussi fortement influencer la nature et les caractéristiques de l'offre technique et commerciale dont les individus peuvent potentiellement se saisir. Comme expliqué ci-avant, cette offre ne se limite pas aux réseaux. Les usages sont supportés en partie par les réseaux mais les fournisseurs de terminaux et développeurs de services numériques ont un rôle majeur dans le façonnement de l'offre technique et commerciale qui sera disponible et peut alors accélérer ou non l'adoption d'une technologie de réseau.

En résumé, les incertitudes sur les technologies clés et les cas d'usages de demain rendent complexe la définition de réseaux adaptés. Bien que les processus aboutissant à l'émergence de technologies réseaux s'effectuent sur plusieurs années (cf. encadré « L'émergence d'une nouvelle génération de réseau mobile », section 3.2.1), il est difficile d'anticiper les tendances d'usages. Cependant, si tous les investissements engagés et les innovations développées n'induisent pas toujours des usages qui pénétreront significativement le marché, une partie de ces nouvelles offres technologiques se traduira effectivement par de nouveaux usages numériques.

Face à la question de savoir si l'offre crée la demande ou à l'inverse si l'offre ne fait que répondre à la demande, il convient de noter que les experts interrogés dans le cadre des entretiens menés (y compris les acteurs économiques) ont le plus souvent considéré que les usages numériques sont plutôt définis par l'offre technologique et commerciale que par la demande et les attentes des utilisateurs finals. Si

nos usages et pratiques numériques semblent, jusqu'à présent, avoir été induits par l'offre de services ou technologique, plutôt que l'inverse, c'est aussi, selon certains, une dynamique qui a été assez peu questionnée. Les entretiens menés montrent que certains opérateurs proposent aujourd'hui d'adopter une vision qui soit moins centrée sur la recherche de performance et qui cherche plutôt à répondre aux attentes des individus en créant de la valeur pour ces derniers, notamment à travers des métriques de suivi portant sur la valeur et non la performance apportée par une offre technologique et commerciale (cf. partie 4). De plus, l'émergence ces dernières années de controverses technologiques, abordées dans la section suivante, renforce l'intérêt d'une posture d'anticipation.

3.4 Des controverses associées au développement des usages et des réseaux

Le contexte qui accompagne un déploiement technologique est d'autant plus important qu'une défiance à l'égard des innovations technologiques semble de plus prégnante dans le débat public et s'inscrit dans un changement de notre rapport au numérique, comme évoqué en section 2. Cette défiance semble d'autant plus importante que le développement technologique et l'innovation sont perçus ou vécus comme subis par les individus. Bien que cela ne concerne pas uniquement l'industrie des télécommunications, certains débats propres aux réseaux ont émergé ces dernières années, par exemple dans le cadre de la fermeture du cuivre (3.4.1) ou du déploiement de la 5G (3.4.2).

3.4.1 La fermeture du cuivre : comment accompagner la fin d'une technologie obsolète mais généralisée ?

Comme mentionné précédemment, le développement des réseaux FttH et la croissance du nombre d'abonnés montre une adoption massive de cette technologie par une grande partie de la population. Cependant, cette dynamique doit aussi être comprise désormais dans le contexte de la fermeture annoncée par Orange du réseau cuivre à l'horizon 2030. Le réseau FttH devient ainsi la nouvelle infrastructure de référence pour l'accès fixe au THD.

Si les consommateurs, jusqu'ici, choisissaient de passer (ou non) à la fibre, ils vont à terme, être obligés de changer de technologie sans que le choix leur soit laissé. Pour certains utilisateurs, le changement de technologie est toutefois perçu comme une contrainte, puisqu'il nécessite un changement d'abonnement, de service, d'équipement (box adaptée...) qui peut leur faire subir d'éventuels désagréments. Ces utilisateurs n'avaient parfois pas ressenti le besoin de basculer d'eux-mêmes au FttH, car ce dernier n'apportait pas toujours de gain pour eux. Ceci est notamment le cas pour les utilisateurs du service traditionnel de la téléphonie fixe, pour lequel la technologie cuivre reste en général performante. Ceci est d'autant plus le cas qu'il existe aujourd'hui sur le réseau FttH peu d'offres limitées à la téléphonie fixe proposées par les FAI. Enfin, le FttH, contrairement au réseau cuivre, n'est pas conducteur d'électricité. Le réseau FttH est donc dépendant du réseau électrique : si celui-ci tombe, par exemple en cas d'incident climatique majeur, le réseau FttH ne fonctionne plus, et les services qu'il apporte (téléphonie, téléassistance, téléalarme...) non plus. Ceci peut être particulièrement handicapant pour les utilisateurs de ces services, qui deviennent très rapidement isolés.

Ces préoccupations ont été intégrées dans le cadre réglementaire défini par l'Arcep en 2020 puis en 2023, et donc dans le plan de fermeture du réseau cuivre qu'Orange a établi. Le cadre réglementaire impose ainsi, comme Orange l'a depuis prévu dans son plan, de garantir à chaque utilisateur final, qu'il soit particulier ou professionnel, la possibilité de disposer d'une offre de connectivité adaptée à ses besoins sur une autre technologie avant la fermeture technique de sa ligne cuivre. Dans son plan, Orange prévoit une fermeture progressive, organisée en lots annuels dont le périmètre est annoncé par défaut au moins 3 ans à l'avance. Préalablement à la phase industrielle du plan, Orange a prévu une phase de transition : plusieurs expérimentations ont été menées à petite échelle de fermeture

commerciale puis technique, voire de dépose du cuivre. Une étude sur le ressenti qualitatif auprès d'utilisateurs a aussi été menée. Ces expérimentations ont permis de mieux identifier les difficultés et obstacles concrets qui se posent et donc d'y remédier. Un des principes retenus par Orange pour la constitution des lots est de choisir la commune comme maille opérationnelle principale de la fermeture du réseau, considérant que cette maille géographique rend plus lisible la communication vers les particuliers et les entreprises et favorise l'implication et le soutien des élus.

L'Arcep, de son côté, encadre et accompagne la bascule du réseau cuivre vers la fibre. Elle veille particulièrement à ce que la fermeture du réseau cuivre se déroule dans le respect d'une concurrence loyale et effective, entre les opérateurs, et dans l'intérêt de l'utilisateur final. L'Autorité a ainsi imposé des obligations réglementaires à Orange : transparence de la procédure de fermeture, établissement de conditions de fermeture en lien avec le calendrier de déploiement de la fibre, partage d'informations vers les acteurs impliqués. L'Arcep est particulièrement attentive à la bonne association des élus locaux, dont le rôle particulier est identifié par de nombreux acteurs dans la fermeture du réseau cuivre. En pratique, l'Arcep exerce son contrôle notamment *via* un suivi mensuel du processus de fermeture du cuivre dans le cadre de groupes de travail qu'elle organise avec l'ensemble des opérateurs d'infrastructure et opérateurs commerciaux concernés. Par ailleurs, d'autres entités publiques sont impliquées dans ce processus, telles que la Direction générale des entreprises (DGE).

Enfin, bien que la fermeture du réseau cuivre soit un projet initié par Orange, l'implication et la concertation de toutes les parties prenantes sont nécessaires à sa réussite. La fermeture de ce réseau cuivre concerne une grande diversité d'acteurs, sur l'ensemble du territoire. Un des facteurs de succès de ce chantier d'envergure repose donc sur la mise en place effective par Orange d'une gouvernance associant toutes les parties prenantes : les opérateurs (Orange, l'opérateur d'infrastructure de la zone, les opérateurs commerciaux) et les collectivités territoriales concernées. Ce à quoi veillent les pouvoirs publics, et en particulier l'Arcep. Ainsi, les délégués régionaux d'Orange convient régulièrement les élus à des points d'échanges afin de pouvoir relayer des informations sur la mise en œuvre du plan dans les communes. De même, les comités départementaux de concertation s'attachent eux aussi au suivi de la fermeture du cuivre à une plus grande échelle.

La mobilisation de l'ensemble des acteurs, publics et privés, et le caractère progressif et encadré du plan de fermeture, permet ainsi de répondre progressivement aux éventuelles difficultés et notamment aux préoccupations des utilisateurs finals.

3.4.2 La 5G : comment articuler un déploiement technologique avec le besoin d'information et d'explication émis par les utilisateurs finals ?

De nombreuses parties prenantes interrogées, notamment des sociologues mais aussi des collectivités, ont évoqué le lancement de la 5G en France, en 2019, comme un événement marquant où, pour la première fois, des voix citoyennes se sont fait entendre pour questionner, voire s'opposer à ce qui auparavant était considéré comme un « simple » progrès technologique, et non un sujet de débat politique.

La controverse sur la 5G a pris diverses formes, avec des prises de positions d'associations et d'élus. En outre, des initiatives individuelles, comme des actes de sabotage, ont pu être observées. La controverse était aussi portée par des arguments divers et disparates, bien que principalement liés à des enjeux sanitaires (à propos des effets des ondes 5G sur la santé) et environnementaux (à propos des considérations environnementales liées au déploiement d'une nouvelle technologie), quand certains arguments portaient sur l'absence d'avantages apportés par cette technologie par rapport à l'existant.

Les polémiques autour du déploiement et du développement de la 5G pourraient en outre s'expliquer par un déficit perçu de débat démocratique et de consultations citoyennes. En effet, la controverse sur cette question est multidimensionnelle²⁷, notamment :

- une controverse économique, liée aux investissements relativement lourds à consentir pour déployer la 5G ;
- une controverse environnementale et en particulier énergétique ;
- une controverse liée à l'occupation paysagère et à des difficultés d'installation ou de mise à niveau des antennes (pour des questions d'impact visuel) ;
- une controverse sanitaire liée aux enjeux d'expositions aux ondes ;
- une controverse sur l'intérêt des nouveaux usages que servirait la 5G et auxquels les technologies précédentes ne répondraient pas ;
- une controverse géopolitique (coïncidant avec les interrogations sur le niveau de sécurité des équipements utilisés pour déployer la 5G).

Cette contestation à géométrie variable s'est développée localement, alors que le processus d'arrivée de la 5G avait suivi un processus similaire aux avancées technologiques précédentes (cf. encadré « L'émergence d'une nouvelle génération de réseau mobile », section 3.2.1), s'inscrivant dans une dynamique mondiale, creusant ainsi d'autant plus le sentiment de certains de se voir imposer des décisions sans avoir voix au chapitre.

Pour certains sociologues, les débats autour de la 5G font écho à d'autres situations passées similaires, où un déploiement technologique est ressenti comme subi et soulève des inquiétudes, à l'instar des compteurs communicants²⁸ ou de la technologie RFID²⁹. Dans le cas de la 5G, il a par exemple été observé qu'une partie de la population a exprimé un besoin d'information et s'est en priorité tournée vers les élus locaux. Ces derniers, souvent désarmés, se sont eux-mêmes tournés vers les pouvoirs publics. Si un certain nombre d'outils pédagogiques ont bien été mis en place par les administrations au niveau national³⁰, certains acteurs ont toutefois estimé que ces outils étaient arrivés tard, et n'avaient que partiellement comblé le besoin d'information et d'explication (cf. encadré « Les préoccupations d'ordre sanitaire à propos de la 5G » ci-dessous).

La controverse sur la 5G s'est d'abord manifestée à partir de septembre 2020 avec des rassemblements à Lyon et une tribune, soutenue par des élus, appelant à un moratoire sur le déploiement de la 5G. Ces débats ont également été alimentés par des collectifs de réflexion (*think tanks*).

La dynamique des débats qui se sont déroulés dans la ville de Grenoble illustre la complexité de cette controverse : longtemps reconnue pour sa promotion de l'innovation technologique, cette municipalité illustre la tension pouvant exister entre les politiques publiques concourant au progrès technologique et l'expression d'aspirations citoyennes locales. En effet, depuis 2014, la ville était opposée au déploiement de la 5G tout en entretenant son statut de « hub » technologique, reflétant les efforts des autorités locales pour concilier objectifs de politique publique et attentes citoyennes en

²⁷ Gauthier Roussilhe, [La controverse de la 5G](#), 2020.

²⁸ Draetta, L. & Tavner, B. (2019). [De la « fronde anti-Linky » à la justification écologique du smart metering : retour sur la genèse d'un projet controversé](#). Lien social et Politiques, (82), 52–77.

²⁹ La radio-identification (*radio frequency identification* en anglais) est une méthode pour mémoriser et transmettre des données comme par exemple avec une carte de transport ou une carte bleue.

³⁰ La Direction générale des entreprises a ainsi publié une brochure « L'essentiel sur la 5G », destinée aux maires et élaborée avec l'Arcep, l'ANFR, l'Anses, l'ANCT, le ministère des Solidarités et de la Santé, le ministère de la Transition écologique et avec la participation des associations d'élus. L'Arcep a publié des informations et FAQ sur son site, organisé un atelier technique « Territoires connectés » pour les élus en novembre 2020 et commencé à publier en décembre 2020 un observatoire de l'avancement des déploiements 5G sur le territoire, désormais mis à jour chaque trimestre.

cherchant à harmoniser l'innovation avec une gouvernance durable. Au-delà de l'exemple grenoblois, les débats autour de la 5G avaient vu la mise en place, au niveau local, d'initiatives de participation citoyenne, dont certaines perdurent aujourd'hui, et d'autres plateformes mises en place au niveau communal qui semblent constituer des enceintes fructueuses de débat³¹.

Les réponses variées des villes françaises – de la demande de moratoire de Lille à l'adoption de la technologie par Marseille – démontrent le défi que représente l'équilibre entre les priorités technologiques nationales et les préoccupations locales.

Par ailleurs, il est à noter que la France n'est pas un cas isolé, d'autres pays ont dû faire face à ce genre de controverses notamment l'Italie (démontrant les tensions entre les aspirations locales et les projets d'infrastructures plutôt nationales) et la Suisse (démontrant comment les mécanismes démocratiques bien établis et les systèmes de gouvernance peuvent s'adapter aux préoccupations citoyennes tout en conservant les objectifs de développement technologique).

Les préoccupations d'ordre sanitaire à propos de la 5G

Dans le contexte du déploiement de la 5G, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a été saisie le 9 janvier 2019 par les ministères en charge de la santé, de l'environnement et de l'économie pour la réalisation d'une expertise sur l'exposition aux champs électromagnétiques et les effets sanitaires associés.

Un rapport préliminaire de l'Anses a été publié en janvier 2020 contenant les premiers éléments de la revue des connaissances existantes sur les effets sanitaires liés à l'exposition aux champs électromagnétiques dans les bandes 3,5 GHz et 26 GHz. Un second rapport d'expertise a été produit en avril 2021 par le groupe d'experts « Technologies 5G » de l'Anses portant sur l'évaluation des effets sanitaires liés au déploiement de la 5G.

Au vu de l'intérêt pour le sujet et afin de recueillir d'éventuelles données complémentaires, l'Agence a soumis les conclusions de son rapport à consultation publique³². Plus de 200 contributions de la part d'associations, de citoyens et d'industriels ont été recueillies, traduisant des besoins de clarifications ou de précisions sur ce sujet complexe. Le rapport et l'avis associé ont été complétés ou modifiés en conséquence en février 2022³³.

Les conclusions de cet avis confortent les conclusions initiales de l'expertise, c'est-à-dire que les niveaux globaux d'exposition aux ondes (sur les fréquences étudiées) seront comparables ou légèrement supérieurs à ceux des technologies existantes. L'Anses indique qu'« *il est peu probable que ce déploiement entraîne de nouveaux risques pour la santé, comparé aux résultats des expertises sur les générations de téléphonie précédentes* » et qu'« *il est nécessaire de poursuivre la production de données, en particulier pour suivre l'évolution de l'exposition des populations au fil de l'extension du parc d'antennes et de l'augmentation de l'utilisation des réseaux 5G* ».

De façon plus générale, l'avis rappelle que l'acquisition de connaissances nouvelles, notamment sur les liens entre expositions et effets sanitaires, reste essentielle. Bien que les travaux successifs de l'Anses sur les radiofréquences, indiquent qu'il n'existe pas à ce jour de preuve d'effet sanitaire lié aux

³¹ Par exemple, [l'Observatoire parisien de la téléphonie mobile](#), mis en place par la Ville de Paris, est une instance de suivi, d'échanges et de coopération pour un développement maîtrisé du numérique mobile.

³² [Consultation publique de l'Anses sur l'avis et le rapport d'expertise relatif aux « Expositions aux champs électromagnétiques liés au déploiement de la technologie de communication « 5G » et effets sanitaires éventuels associés » | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail](#)

³³ Anses, [5G : des travaux actualisés suite à la consultation publique | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail](#), 2022.

usages numériques courants, cet avis rappelle que d'autres effets comme le développement de cancer, l'altération du fonctionnement cérébral ou de la fertilité doivent continuer à faire l'objet de travaux.

En ce sens, l'Anses a plus récemment, publié un avis pour fait part de son expertise sur la mise à jour des lignes directrices effectuée par la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants³⁴.

Les déploiements technologiques renvoient ainsi à des questions plus larges sur la participation démocratique et les niveaux de gouvernance dans la prise de décision technologique.

En parallèle, certains sociologues notent que les citoyens semblent de moins en moins enclins à participer aux dispositifs de participation citoyenne car ils ne pensent plus que leur parole soit réellement prise en compte. En ce qui concerne les choix technologiques, cette perception peut être renforcée par le fait que ces derniers induisent des considérations technico-économiques, qui naissent dans des enceintes restreintes et à l'échelle mondiale (cf. encadré « l'émergence d'une nouvelle génération de réseaux mobiles », section 3.2.1), et ne peuvent être repensés au stade des déploiements dans lesquels s'inscrivent les dispositifs de participation citoyenne, généralement locaux. L'intégration de la question des attentes des individus dès la phase de conception technologique pourrait en revanche permettre une meilleure acceptabilité des technologies en phase de déploiement. Cette approche nécessiterait ainsi une posture d'anticipation et l'adoption d'une réflexion prospective quant aux déploiements technologiques futurs.

4 Quel numérique et quels réseaux pour la société de demain ?

Après le retour d'expérience réalisé sur l'évolution des réseaux, cette partie propose une approche prospective pour s'interroger sur les réseaux du futur et leur adéquation avec les attentes des individus. Malgré la complexité d'identifier les usages du numérique de demain, les différents acteurs de la chaîne de valeur tentent en effet de les anticiper et conçoivent des besoins en connectivité adaptés pour supporter ces usages (4.1). Outre l'anticipation du développement de nouveaux usages, face aux signes d'un changement de rapport au numérique et aux controverses récentes, il est aussi intéressant de comprendre la manière dont les acteurs intègrent ou pourraient intégrer davantage les attentes des individus, sans que cela se fasse au détriment des innovations, dans le but d'assurer l'acceptabilité sociale des technologies (4.2).

4.1 Quels nouveaux usages numériques et quelle influence sur les réseaux du futur ?

Dans une démarche d'innovation, les acteurs de l'écosystème numérique cherchent à anticiper et développer les technologies d'avenir ainsi que les cas d'usage qui pourraient en découler et être massivement adoptés. Face à l'incertitude du succès des nouvelles technologies et aux intérêts propres à leur positionnement, les acteurs de la chaîne de valeur peuvent développer des visions stratégiques différentes en ce qui concerne les cas d'usages clés envisagés et les infrastructures réseau qui les supporteront. Cette diversité a notamment été soulignée lors des entretiens réalisés. Il est ainsi intéressant d'interroger la façon dont les acteurs anticipent les technologies et usages d'avenir et notamment si, et comment, ces visions visent à répondre à des attentes (perçues ou déjà identifiées)

³⁴ [Avis de l'Anses portant relatif aux lignes directrices visant à limiter l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques \(100 kHz – 300 GHz\)](#), 25 Juillet 2023.

des individus. Dans cette section, certains exemples de technologies perçues comme « prometteuses » par certains acteurs interrogés sont analysés, en lien avec les réseaux du futur : l'internet des objets (4.1.1), les univers virtuels immersifs (4.1.2) et l'intelligence artificielle (4.1.3).

4.1.1 L'internet des objets (IoT)

L'internet des objets (IoT), dont les dispositifs en service suivent une croissance annuelle soutenue ces dernières années, de plus de 10 %, semble poursuivre cette trajectoire dans les prévisions qui sont aujourd'hui faites à l'horizon 2030. Les appareils IoT dépassent déjà les appareils non-IoT en nombre et les rapports prévisionnels³⁵, à date, envisagent de fortes perspectives, tant au niveau du parc en activité à 2030, qu'au niveau de la taille du marché. Cette croissance serait tirée par le fait que l'IoT permet une étendue d'applicatifs propres aux particuliers mais aussi aux entreprises dans de nombreuses industries (comme l'optimisation des flux, la logistique et le transport, la gestion des stocks ou l'automatisation de tâches dans des industries comme les télécoms, la grande distribution, la construction, l'industrie lourde, le secteur manufacturier, etc.). Ce caractère trans-sectoriel de l'IoT créé ainsi un large espace économique pour le futur. En particulier, les synergies avec l'intelligence artificielle, qui peut nourrir son entraînement par la collecte de données et les fonctions de monitoring que permet l'IoT, invitent à penser que le développement de l'une influencera positivement celui de l'autre et réciproquement.

Partant, le nombre de connexions et flux dits « machine to machine » (M2M) que devront supporter les réseaux du futur, devrait donc suivre une croissance soutenue également. De manière simplifiée, les appareils IoT peuvent être catégorisés selon deux principaux critères dont la connectivité³⁶. Ainsi, en fonction de l'applicatif considéré, les dispositifs IoT ne s'appuieront pas sur le même type de connectivité pour communiquer (mobile ou fixe, avec besoin de faible latence ou non, etc.). Les réseaux utilisés ne seront donc pas les mêmes et l'influence de l'IoT sur le développement des réseaux semble plutôt s'observer, au cas par cas, dans le monde industriel qui recourt à des solutions de connectivité adaptées à des besoins hétérogènes (réseaux privés), plutôt que sur les réseaux grand public.

En revanche, indépendamment de l'influence précise que l'IoT aura sur les réseaux du futur, la croissance observée ces dernières années et un espace économique trans-sectoriel (*smart-home*, *smart-city*, *smart-industry*, etc.) amène l'écosystème numérique à penser que l'IoT continuera de suivre cette dynamique dans les dix prochaines années³⁷.

4.1.2 Les univers virtuels immersifs

En ce qui concerne les univers virtuels immersifs, certains des acteurs interrogés considèrent que cette technologie pourrait se développer massivement dans les prochaines années, sans que cela ne s'appuie pour l'heure sur le constat d'une appétence des individus. En effet, le succès industriel semble

³⁵ Si du fait d'une certaine incertitude les taux de croissance annuelle moyen envisagés peuvent varier, ils convergent vers une croissance annuelle à deux chiffres. Des sources telles que [Statista](#) prévoient par exemple sur une croissance annuelle de plus de 11 % sur la décennie à venir.

³⁶ Comme expliqué dans le rapport « [Périmètre des dispositifs de l'internet des objets vis-à-vis des technologies de l'information et des communications](#) » du Comité d'experts technique Arcep – ADEME sur la mesure de l'impact environnemental du numérique, il est possible de classer l'IoT d'un point de vue architectural en fonction de la dimension du calcul (*processing*) et de la connectivité (*connectivity*). En corrélant ces deux capacités, l'Union internationale des télécommunications identifie les dispositifs IoT i) à faible capacité de traitement et à faible connectivité (ex. un capteur contraint) ii) à faible capacité de traitement et à haute connectivité (ex. applications domestiques intelligentes) iii) à capacité de traitement élevée et haute connectivité (ex. caméra de surveillance à IA intégrée).

³⁷ Statista, ["Internet of things \(IoT\) total annual revenue worldwide from 2020 to 2033"](#)

actuellement assez limité par rapport à celui espéré en 2021 au moment des premières annonces de Meta. En 2023, selon IDC³⁸, les expéditions de casques de réalité augmentée et virtuelle ont été de l'ordre de 8,1 millions d'unités (soit une baisse de 8,3 % par rapport à 2022). Pour l'année 2024, IDC note toutefois un rebond de 12,8 % des ventes de casques au 3^e trimestre, particulièrement grâce au casque Meta Quest 3³⁹ en raison d'un prix plus compétitif (environ 500 €). Ces ventes estimées à 9,6 millions en 2024⁴⁰ restent tout de même éloignées des espoirs initiaux du côté de cette industrie⁴¹.

Du côté de la demande, selon IDC, les usages dits de « réalité mixte » (AR/VR) sont davantage plébiscités que ceux de réalité augmentée (AR) ou de réalité virtuelle (VR). Toutefois, les cartes pourraient être redistribuées avec l'intégration de l'IA dans les lunettes connectées : l'IA pourrait relancer le marché des casques de réalité augmentée et virtuelle, plus particulièrement des lunettes offrant une meilleure expérience utilisateurs.

S'agissant des impacts sur les réseaux, la conséquence identifiée est une augmentation de la charge sur les réseaux mobiles, qui devraient supporter un usage en mobilité des univers virtuels immersifs ayant des exigences de latence faible ainsi que de débits importants. Cette conséquence est potentiellement moins importante sur les réseaux fixes.

4.1.3 L'intelligence artificielle (IA)

L'IA suscite des attentes importantes du côté des industriels, renforcées par les usages déjà observés. En effet, les nouveaux usages induits ont récemment connu un fort développement grâce aux nouvelles possibilités d'accès à un très large volume de données et à la puissance de calcul. Le lancement de services gratuits de génération de contenu, tels que ChatGPT d'OpenAI ou Midjourney, a mis en lumière la capacité de l'IA générative à produire du contenu nouveau (texte, image, vidéo...). En deux mois, le service comptait plus de 100 millions d'utilisateurs dans le monde⁴². Compte tenu de cet engouement, le secteur connaît un fort développement. Certaines prévisions estiment que le marché de l'IA pourrait dépasser les 500 milliards de dollars d'ici 2028⁴³. Récemment, les annonces d'investissements massifs ont été nombreuses (par exemple 500 milliards de dollars sur quatre ans pour le projet américain Stargate⁴⁴, 200 milliards d'euros mobilisés pour faire de l'Europe « un des principaux continents de l'IA »⁴⁵ ou encore 109 milliards d'euros en France⁴⁶).

Du côté de la demande, selon une enquête Ipsos⁴⁷ réalisée en amont du Sommet pour l'action sur l'IA à Paris en février 2025, 88 % des répondants ont déjà entendu parler d'IA générative et 39 % d'entre eux l'utilisent activement dans un cadre personnel et professionnel. Les 18-24 ans constituent la population ayant le plus recours à l'IA générative avec 74 % d'entre eux. Les Français utilisent d'abord l'IA générative pour effectuer des recherches (48 % d'entre eux), pour aider à la rédaction de courriers/emails (38 %), de la traduction (36 %) ou pour la génération d'idées (35 %). Cette forte

³⁸ IDC Market Glance: Web3 and Metaverse, 2Q23

³⁹ ITRNews, [Casques AR/VR : vers une baisse de 8,3% des ventes en 2023, avant une embellie en 2024](#), 2023

⁴⁰ TrendForce, [Apple's Vision Pro Reshapes the VR/MR Landscape, Driving Applications from Entertainment to Productivity Tools, Says TrendForce](#), 2024

⁴¹ CCS Insights [projetait 11 millions d'unités vendues en 2023, 19 millions en 2024 et 67 millions en 2026](#).

⁴² Reuters, ["ChatGPT sets record for fastest-growing user base"](#), 2023

⁴³ Statista, [Le marché mondial de l'IA pourrait dépasser les 500 milliards de dollars d'ici 2028](#), 2025

⁴⁴ France Info, [« Ce que l'on sait de Stargate, le projet à 500 milliards de dollars de Donald Trump dans l'intelligence artificielle »](#), 2025

⁴⁵ Le Monde, [Intelligence artificielle : Ursula von der Leyen annonce 200 milliards d'euros d'investissements en Europe](#), 2025

⁴⁶ Public Sénat, [IA : ce que l'on sait des 109 milliards d'investissements privés, annoncés par Emmanuel Macron](#), 2025

⁴⁷ Ipsos, [Intelligence artificielle : quels sont les usages des Français ?](#), 2025

dynamique s'accompagne également de réflexions autour des risques (sociaux, éthiques, environnementaux ...) associés au développement d'une telle technologie.

S'agissant de l'impact sur les réseaux, même si, d'après les acteurs interrogés, il existe encore de nombreuses incertitudes, il est toutefois certain que la phase d'apprentissage des modèles d'IA repose sur une puissance de calcul d'ampleur et une communication entre les nœuds d'apprentissage de qualité (débit, latence, etc.), plus importante que les usages moyens du numérique. Le site Statista estime qu'Azure offre en 2023 une bande passante de 1 600 Gbit/s pour les besoins d'instances de calcul pour de l'IA.

En phase d'inférence, les applications d'IA, en particulier la génération de contenus intensifs en consommation de données (notamment la génération de vidéos), pourraient occuper une part croissante du trafic Internet, selon l'augmentation du nombre de requêtes. Il existe cependant de nombreuses questions sur la distribution des calculs réalisés : ils peuvent avoir lieu de manière centralisée ou décentralisée ce qui n'impliquerait pas les mêmes niveaux de dimensionnement des réseaux selon les cas⁴⁸.

L'IA peut aussi avoir un rôle dans l'optimisation de la consommation énergétique des réseaux. Dans le cadre de « Réseaux du Futur », une autre note⁴⁹ est consacrée à la thématique spécifique au rôle de l'IA dans les réseaux télécoms et développera davantage les enjeux associés.

Enfin, la place de l'IA dans l'infrastructure d'Internet, en amont et en aval, devrait se traduire par la mise en place de nouvelles infrastructures. Il s'agit de serveurs et de centres de données, nécessaires autant pour l'entraînement des modèles que pour la mise à disposition des services, mais aussi d'équipements réseaux.

4.1.4 Des choix structurants à différents niveaux pour l'infrastructure numérique du futur

Les acteurs du numérique, au sein d'une chaîne de valeur complexe, conçoivent leurs produits ou services en tenant compte des capacités disponibles et des caractéristiques des réseaux existants ou anticipés. Depuis le déploiement de la 5G, les usages naissants ne nécessitent pas systématiquement davantage de débit ou une plus faible latence et ne semblent pas contraints par les capacités des réseaux, d'après les fournisseurs de services numériques interrogés. Certains usages plus gourmands en capacité de réseau (comme le véhicule autonome) pourraient toutefois influencer plus directement le développement des réseaux. Les opérateurs télécoms cherchent à anticiper ces usages pour dimensionner la capacité des réseaux. A l'inverse, d'autres de ces tendances naissantes voient aujourd'hui leur développement optimisé selon l'infrastructure existante : déléguer certains calculs aux terminaux pour l'IA, choisir de meilleurs encodages pour les flux vidéo qui visent des définitions toujours plus hautes, ou orienter l'utilisateur vers des pratiques moins consommatrices sont autant de méthodes qui permettent de s'adapter aux réseaux tout en offrant une meilleure expérience utilisateur et un moindre impact environnemental. Enfin, comme évoqué précédemment, l'influence de certains usages numériques sur le besoin en infrastructure ne doit pas uniquement être regardée à travers le prisme des réseaux. Par exemple, le développement de l'IA pourrait se traduire par une croissance des besoins en centres de données et, partant, par l'implantation de ces derniers dans les territoires.

⁴⁸ Par exemple, le calcul (décentralisé) peut être fait par un smartphone qui communique avec des lunettes de réalité augmentée mais il est aussi envisageable que la donnée remonte le réseau pour que les calculs soient opérés dans un centre de données.

⁴⁹ Arcep, [L'intelligence artificielle et les réseaux télécom](#), Juin 2024.

L'anticipation et la planification du développement des réseaux et plus largement de l'infrastructure numérique adaptés aux usages futurs nécessitent un travail de concertation entre les différents acteurs économiques.

Des questions se posent particulièrement sur les nouvelles possibilités des futures générations mobiles, comme la 6G, et donnent lieu à des débats sur les usages (existants ou nouveaux) qu'elles pourraient permettre (cf. encadré).

À quels nouveaux usages pourrait-on s'attendre avec l'arrivée de la 6G ?

Il s'avère complexe, et dans une certaine mesure, spéculatif, de faire des prévisions sur les cas d'usages qui s'appuieront sur les réseaux mobiles après 2030, date à laquelle la 6G sera probablement disponible. Bien qu'il s'agisse d'un horizon lointain, les parties prenantes engagées dans les discussions sur cette nouvelle génération mobile, conformément aux recommandations de l'IMT-2030, ont déjà commencé à explorer cette question essentielle, car elle influence directement les spécifications techniques de la 6G.

Des alliances de recherche représentant les visions de l'Amérique du Nord, de l'Europe, de la Chine, de la Corée du Sud, de l'Inde et du Japon ont partagé quelques pistes sur les cas d'usages envisagés⁵⁰. Une vision commune semble émerger : la 6G devra permettre aux réseaux mobiles et fixes de continuer à évoluer de manière durable, efficace sur le plan énergétique et rentable, afin de répondre à la croissance exponentielle de la demande de données. Toutefois, nombre des cas d'usage identifiés pour la 6G se recoupent encore avec ceux déjà proposés pour la 5G et la 5G avancée.

Parmi les cas d'usage en discussion, plusieurs visent à répondre aux besoins des entreprises, industriels et autres utilisateurs professionnels, tels que le développement de robots collaboratifs, des jumeaux numériques en temps réel et des capacités de détection intégrées aux réseaux. Ils permettront d'optimiser davantage la logistique, l'agriculture de précision, les villes intelligentes et l'industrie du futur. Pour les usages qui pourraient bénéficier aux utilisateurs individuels, sont envisagées les communications immersives, incluant la communication holographique et la téléprésence, qui trouvent des applications dans l'industrie, mais pourraient aussi servir à l'éducation immersive ou à des expériences culturelles et de loisirs immersifs. Il est prévu également plusieurs cas d'usage dans le domaine de la santé, par exemple les soins à distance qui tireront parti de fonctionnalités accrues en termes de sécurité et de fiabilité des réseaux et le suivi des personnes vulnérables, qu'elles soient à l'hôpital, en établissement médicalisé ou à domicile. Par ailleurs, la convergence entre les réseaux mobiles et satellitaires, qui devrait être renforcée à l'ère de la 6G, pourrait favoriser une connectivité étendue à tous les recoins de la planète. Les caractéristiques avancées de la 6G permettront également de répondre aux besoins techniques en connectivité pour développer des systèmes de transport intelligents.

Un autre exemple illustratif de débats entre acteurs sur différents usages anticipés et les réseaux adaptés est celui de l'attribution future de la bande de fréquences 6 GHz (cf. encadré *infra*).

⁵⁰ Ces visions sur les cas d'usages pour la 6G ont été partagées lors du « 3GPP Stage-1 Workshop on IMT2030 Use Cases » qui a eu lieu en mai 2024. Les présentations sont disponibles [ici](#).

Focus sur l'utilisation du haut de la bande 6 GHz : différentes visions pour différents usages ?

Certains acteurs ont des visions différentes quant à l'utilisation des nouvelles bandes de fréquence. Les débats liés à l'utilisation du haut de la bande 6 GHz illustrent les visions qui peuvent s'affronter quant aux réseaux, et la gouvernance s'agissant de leur utilisation finale.

Certains acteurs appellent à affecter ces bandes aux usages mobile, qui continuent de se développer ; tandis que d'autres, notamment des géants du numérique, souhaiteraient que ces bandes soient affectées au Wi-Fi pour permettre à certains usages de réalité augmentée ou de réalité virtuelle d'émerger. En effet, afin d'alléger les terminaux de réalité virtuelle (casques ou lunettes notamment), les industriels déportent certains calculs vers des terminaux classiques (ordinateurs ou smartphones) : un lien très haut débit entre ces deux types de terminaux est donc nécessaire, et l'utilisation des nouvelles bandes pourrait permettre d'ouvrir de nouveaux canaux plus larges afin de permettre ces liens, notamment dans des environnements plus denses (usages professionnels ou éducatifs, hotspots).

En revanche, des perspectives de saturation des réseaux mobiles actuels dans certaines zones et la rareté de la ressource spectrale (à moyen-terme) conduisent d'autres acteurs à souhaiter l'attribution des nouvelles bandes aux usages mobile (5G ou 6G⁵¹).

La possibilité que ces deux utilisations puissent cohabiter fait l'objet d'études techniques de partage de la bande. La CEPT (Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications) est mandatée par la Commission européenne pour produire un rapport sur les aspects techniques. Par ailleurs, le RSPG (Groupe pour la politique en matière de spectre radioélectrique) travaille sur des recommandations politiques et stratégiques pour l'avenir de la bande. Ces travaux seront pris en compte avant une éventuelle décision d'harmonisation de la Commission européenne.

Les États membres et les autorités de régulation participent au choix des scénarios, et leurs contributions sont guidées par des objectifs divers, comme la qualité de service des réseaux, la couverture du territoire, les usages industriels ou encore la mobilité. Cette gouvernance de la régulation du spectre permet de prendre en compte différentes visions concurrentes.

Ces discussions sont principalement menées entre experts, institutions publiques et acteurs économiques concernés par l'attribution d'une bande de fréquences. Il est donc intéressant de s'interroger sur la façon de prendre en compte les attentes des individus. Ces questionnements seront étudiés dans la partie suivante afin de comprendre les préoccupations des individus et la façon dont ils sont intégrés dans les réflexions à différentes échelles.

4.2 De nombreuses initiatives existantes pour intégrer les préoccupations des individus et mieux « choisir son numérique »

4.2.1 Des préoccupations propres au numérique de plus en plus prégnantes

Bien que le numérique soit pourvoyeur d'innovations et de perspectives économiques, des préoccupations liées au développement des infrastructures numériques sont aujourd'hui bien prégnantes dans le débat public. Ainsi, en face d'une posture technophile et optimiste sur le numérique, coexiste une posture un peu plus technophobe et inquiète des impacts que peut avoir le numérique sur la société. Ces préoccupations socio-environnementales embrassent plusieurs

⁵¹ L'écosystème mobile promeut la 6 GHz comme bande de fréquence pionnière pour la 6G à l'image de la bande 3,4-3,8 GHz pour la 5G.

thématiques qui peuvent s’observer localement mais aussi à l’échelle globale de la France selon les sujets.

Sur le plan environnemental, le développement rapide du numérique donne aujourd’hui lieu à un discours qui alerte sur sa soutenabilité et sur le manque de transparence environnementale au sein d’un écosystème composé d’une chaîne de valeur complexe. La connaissance des impacts environnementaux du numérique est ainsi devenue un sujet de préoccupation pour le grand public, de plus en plus sensibilisé à la matérialité des infrastructures numériques qui concernent, au-delà du terminal emblématique qu’est le smartphone, les réseaux et les centres de données. Bien que la mesure des impacts environnementaux du numérique soit un sujet relativement nouveau et en progression continue, les travaux existants (cf. section suivante) sont souvent évoqués dans les médias et repris par des parties prenantes, signe d’un intérêt grandissant pour cet enjeu et d’une volonté de monter en compétence sur ces sujets (comme par exemple les collectivités territoriales pour leur stratégie numérique responsable).

La prise de conscience des impacts environnementaux du numérique se traduit par des inquiétudes sur la soutenabilité de son développement⁵². En effet, les dynamiques actuelles semblent induire un accroissement des impacts associés, difficilement compatible avec l’Accord de Paris et la soutenabilité environnementale de l’économie dans sa globalité. De plus, au-delà des émissions de gaz à effet de serre générées par le numérique, celui-ci induit aussi un épuisement des ressources métalliques et minérales nécessaires à la fabrication des équipements. Ces ressources sont extraites à l’étranger dans des conditions parfois critiquées comme le travail des enfants et soulèvent également des enjeux d’approvisionnement. En effet, le contexte géopolitique et la répartition de ces ressources critiques sur le globe font naître des inquiétudes quant à la dépendance à un approvisionnement pour des ressources stratégiques, principalement d’origine extra-européenne.

Enfin, l’essor intense de l’intelligence artificielle générative ces deux dernières années agit comme catalyseur, tant du développement du numérique, que des préoccupations sur la soutenabilité d’une telle trajectoire dans les années à venir.

A l’échelle globale, ces préoccupations portent par exemple sur les récentes perspectives d’évolution de la consommation électrique associée aux futurs centres de données qui supporteront le développement de l’intelligence artificielle. En effet, ce développement rassemble des niveaux d’investissements et des projets d’une taille toujours plus importante⁵³, amenant l’Agence Internationale de l’Energie (AIE) à étudier plus particulièrement la consommation électrique des centres de données. D’après ses estimations⁵⁴, la consommation électrique des centres de données dans le monde pourrait doubler entre 2022 et 2026. Les enjeux associés à ces projections portent notamment sur la capacité du système électrique à accueillir ces dynamiques de déploiement d’infrastructures numériques, tout en répondant à d’autres usages et font l’objet de nombreux échanges entre acteurs des mondes de l’énergie et du numérique (par exemple à l’occasion de la conférence globale sur l’IA et l’énergie organisée par l’AIE⁵⁵). À ces questionnements s’ajoutent des

⁵² En France, les travaux prospectifs, conjointement menés par l’ADEME et l’Arcep, sur les impacts environnementaux du numérique, estiment un potentiel triplement de son empreinte carbone entre 2020 et 2050 et un enjeu sur la disponibilité en ressources nécessaire à la fabrication des équipements.

⁵³ Les projets de centres de données les plus conséquents à date, situés aux Etats-Unis, sont équivalents à la puissance électrique d’une tranche nucléaire.

⁵⁴ AIE, [Electricity 2024, analysis and forecast to 2026](#), 2024.

⁵⁵ [Global Conference on Energy & AI - Event - IEA](#)

préoccupations quant aux possibles émissions de gaz à effet de serre associées à une croissance rapide de la demande électrique⁵⁶.

Conjointement à ces questionnements mondiaux ou nationaux, des préoccupations locales apparaissent également là où ces infrastructures numériques cherchent à s'implanter. Par exemple, la ville de Marseille, devenue très attractive pour les centres de données grâce aux nombreux câbles sous-marins qui y arrivent, est le théâtre d'une opposition naissante face à des projets qui peuvent donner lieu à des conflits d'appel de puissance électrique⁵⁷ ou d'utilisation du foncier disponible. Préoccupés par un manque de transparence, des collectifs se sont formés⁵⁸ pour peser dans les discussions et faire valoir l'avis citoyen sur l'aménagement local du territoire et les objectifs qu'il doit poursuivre. Un regard sur les territoires voisins permet d'observer la montée d'un autre sujet de préoccupation : la pression sur la ressource en eau. L'Espagne, qui s'inscrit dans les mêmes dynamiques d'investissement que la France, voit aujourd'hui une contestation locale monter et alerter sur l'impact qu'un tel développement entraîne sur la ressource en eau, à une époque où les événements extrêmes comme les sécheresses sont plus réguliers et plus intenses⁵⁹. Le récent travail de prospective de France stratégie⁶⁰ sur la demande globale en eau montre que certaines problématiques peuvent être locales et donc tout l'intérêt d'écouter ces préoccupations, de les prendre en compte dans la planification du développement industriel et économique en France et le nécessaire besoin de concertation entre les parties prenantes et la société civile.

Ces préoccupations observables à différentes échelles ne se limitent pas aux enjeux environnementaux, mais sont également liées aux impacts sociaux liés à la numérisation et son influence sur nos modes de vie.

À une échelle plus individuelle cette fois, la numérisation soulève par exemple des inquiétudes vis-à-vis des publics les plus jeunes. Des dérives possibles et une mauvaise utilisation du numérique, comme le harcèlement en ligne, la désinformation (et les enjeux induits par l'IA sur ce point) ou l'addiction et la surexposition aux écrans, sont notamment à l'origine de ces préoccupations. Face aux risques liés aux usages des écrans et aux violences en ligne, des associations de protection de l'enfance ont par exemple demandé à ce que l'accompagnement des parents et des enfants fasse partie des axes majeurs de la stratégie française dans la lutte des violences faites aux enfants⁶¹. Ces alertes citoyennes trouvent un écho dans l'agenda politique. En particulier, l'impact des écrans est un sujet très prégnant, ayant fait l'objet d'annonces ministérielles récentes. Faisant suite au rapport de la commission d'experts sur l'impact de l'exposition des jeunes aux écrans, remis au Président de la République en

⁵⁶ Pour des raisons techniques et économiques, les actifs de production d'électricité n'ont pas les mêmes délais de construction et mise en service. Dans le cas où la demande électrique augmente rapidement, on peut observer des exemples où pour répondre à cette dynamique des centrales fossiles (charbon ou gaz) peuvent être remise en service (ou nouvellement construites), générant alors des émissions de gaz à effet de serre et allant à l'encontre de l'objectif de long-terme de décarbonation du système électrique, pour répondre à des besoins de court-terme.

⁵⁷ A Marseille, le gestionnaire du réseau de distribution d'électricité (Enedis) doit ainsi gérer la transition écologique du port avec l'électrification des navires, celle des transports en commun, le développement démographique ainsi que le fort développement local des centres de données du fait des conditions attractives de la ville.

⁵⁸ Par exemple, depuis 2023, le collectif « le nuage était sous nos pieds » enquête, analyse et lutte contre les impacts sociaux, écologiques de ces infrastructures numériques.

⁵⁹ Selon les systèmes de refroidissement actuellement sur le marché, un centre de données peut avoir besoin d'eau lorsque l'air extérieur est trop chaud pour suffire à lui seul au refroidissement des serveurs. On constate ainsi en Espagne un accroissement des oppositions citoyennes avec par exemple le collectif « Ton nuage assèche ma rivière » dont le nom souligne que le cloud a un impact sur la ressource en eau.

⁶⁰ France Stratégie, [La demande en eau - Prospective territorialisée à l'horizon 2050 | France stratégie, 2025](#)

⁶¹ La coalition d'associations Safe Child ON ! demandait fin 2024 à Agnès Canayer que l'accompagnement des parents et des enfants face aux risques liés aux usages des écrans et aux violences en ligne fasse partie des axes de travail principaux dans le cadre des travaux sur la lutte contre la violence faite aux enfants.

avril 2024 qui préconisait l'interdiction des écrans aux moins de trois ans, des téléphones portables aux moins de 11 ans et des réseaux sociaux aux moins de 15 ans⁶², le gouvernement a en effet annoncé en février 2025 sa volonté de mener un travail sur une potentielle interdiction des écrans pour les moins de trois ans⁶³. Plus récemment, un arrêté daté du 27 juin 2025 a interdit l'exposition aux écrans des enfants de 0 à 3 ans dans les lieux d'accueil du jeune enfant⁶⁴.

Les entretiens menés ont aussi fait émerger la problématique plus englobante de la maîtrise du numérique et la dépendance à celui-ci. En effet, la numérisation progressive de la société induit un enjeu sur la dépendance de celle-ci par rapport aux infrastructures numériques, prenant une place de plus en plus importante dans son fonctionnement⁶⁵. En parallèle, la préoccupation de la maîtrise et du choix du numérique apparaissent régulièrement dans les réflexions. Avec la numérisation d'usages courants (par exemple une démarche administrative ou une réservation), parfois exclusive d'autres options, certaines collectivités interrogées remarquent que le numérique peut être perçu comme accroissant les inégalités, du fait d'un degré de maîtrise du numérique variable pouvant mener à le percevoir comme subi et non choisi. À une échelle tant globale qu'individuelle, les enjeux de maîtrise des données et de protection de la vie privée font aussi partie de ces préoccupations sociétales. Les entretiens ont également permis d'observer que cette préoccupation est parfois renforcée par le manque de transparence sur l'utilisation faites des données par les services numériques (par exemple les réseaux sociaux) ou leur protection vis-à-vis du transfert vers d'autres pays.

Ces réflexions soulignent l'importance d'une vision holistique quant au choix d'un numérique qui ne doit pas être envisagé uniquement à travers les innovations et opportunités économiques qu'il permet, mais aussi à travers la connaissance et la maîtrise des outils qu'il propose, afin d'en garantir un usage sain, raisonné et au service de toutes et tous. À cet égard, certains experts interrogés notent que la chaîne de valeur complexe qui implique des organes et des choix mondiaux (dont certains évoqués précédemment, cf. section 3.2.1, encadré « L'émergence d'une nouvelle génération de réseau mobile »), rend parfois difficile la lecture des orientations prises et de leur influence sur la vie quotidienne du grand public. Ils soulignent ainsi l'importance de la sensibilisation et de la concertation citoyenne pour entendre ces préoccupations et permettre un choix, nécessairement collectif, du numérique.

Partant, il apparaît pertinent de s'intéresser à la façon dont toutes ces préoccupations sont prises en compte par les parties prenantes et comment elles intègrent ces inquiétudes dans leur propre réflexion, tant du côté des acteurs privés que de la puissance publique.

4.2.2 La prise en compte de ces préoccupations dans les réflexions à différentes échelles

Les préoccupations développées précédemment, qu'elles soient environnementales, sociales ou plus largement liées à la faculté de choisir son numérique et de se protéger des dérives sont bien connues des parties prenantes de l'écosystème du numérique interrogées lors des entretiens. Au-delà de cette connaissance générale, il est intéressant de comprendre si, et le cas échéant comment, les acteurs de la chaîne de valeur intègrent ou pourraient intégrer ces préoccupations des individus, dans le but d'assurer l'acceptabilité sociale des innovations.

⁶² [Rapport de la commission d'experts sur l'impact de l'exposition des jeunes aux écrans, avril 2024](#)

⁶³ France Inter, [Interview de Catherine Vautrin, février 2025](#).

⁶⁴ [Protection de la petite enfance : publication de l'arrêté interdisant l'exposition des enfants de moins de 3 ans aux écrans dans les lieux d'accueil du jeune enfant](#)

⁶⁵ À cet égard, la résilience des réseaux est une autre thématique de travail dans le cadre de la démarche « Réseaux du futur » de l'Arcep.

S'agissant des préoccupations environnementales, de plus en plus d'acteurs, publics ou privés, se sont saisis de ces enjeux soulevés notamment par la société civile lors du déploiement de la 5G. Il existe de nombreuses initiatives portées par l'ensemble des opérateurs télécoms (comme du projet Hexa-X-II en préparation de la 6G, développé dans les paragraphes suivants) et plus largement d'acteurs de la chaîne de valeur en lien avec la société civile (comme le projet 6G4Society). Les différents entretiens menés ont permis de confirmer que l'empreinte environnementale du numérique est aujourd'hui perçue comme un enjeu majeur. Beaucoup d'acteurs, de natures très différentes, s'interrogent sur les manières de concilier connectivité et numérique soutenable, deux objectifs considérés parfois comme contradictoires, notamment pour les collectivités territoriales.

Du côté des acteurs publics et de la société civile, de nombreux travaux ont été publiés sur l'impact environnemental du numérique, notamment ceux réalisés par l'ADEME et l'Arcep et publiés en 2022⁶⁶, ou par des associations et *think tanks* comme Green IT⁶⁷ ou le Shift Project⁶⁸. Ces travaux ont montré qu'il est essentiel de considérer l'ensemble de la chaîne de valeur. En effet, il existe une interdépendance, entre les trois briques constitutives du numérique (terminaux utilisateurs, réseaux télécoms et centres de données) et les services numériques que les trois maillons de cette chaîne supportent. Les dynamiques de croissance des usages ont ainsi des effets sur l'ensemble des infrastructures et équipements numériques. Si l'efficacité énergétique et l'écoconception peuvent atténuer certains impacts, cette interdépendance amène à s'interroger sur la soutenabilité de la croissance des usages. Par ailleurs, d'un point de vue prospectif, si rien n'est fait, l'empreinte carbone du numérique en France pourrait tripler d'ici à 2050, et sa consommation d'électricité, qui représente déjà 10 % de la consommation d'électricité nationale, pourrait doubler en volume. Les études et modélisations réalisées notamment avec l'ADEME et l'Arcom ont également permis d'identifier plusieurs leviers d'action : allongement de la durée de vie des terminaux, développement de l'écoconception des équipements et services numériques et diffusion des bonnes pratiques tant dans la conception que dans la consommation du numérique. Elles ont montré que seule la combinaison de mesures de sobriété et d'écoconception permettrait de réduire l'impact environnemental du numérique.

Du côté des collectivités, de plus en plus de collectivités mènent des réflexions sur le sujet du « numérique responsable ». En particulier, les communes de plus de 50 000 habitants ont dû définir une stratégie numérique responsable au 1^{er} janvier 2025, dans le cadre de l'article 35⁶⁹ de la loi Réduire l'Empreinte Environnementale du Numérique de 2021. Des institutions comme l'Agence Nationale de la Cohésion des Territoires ou des associations comme Les Interconnectés ont mis à disposition des outils afin d'accompagner les collectivités à construire cette stratégie. Certaines collectivités mènent également des réflexions territoriales plus larges, comme l'a fait la Région Grand Est en partenariat avec l'ADEME Grand Est⁷⁰.

Du côté de l'industrie, des travaux sur les aspects environnementaux des réseaux avaient déjà été initiés avant la crise de la COVID-19 au sein d'organisations internationales telles que l'UIT, l'ETSI⁷¹ et le 3GPP, avec des résultats intégrés dans les normes de la 5G. En 2019, le premier sommet sur la 6G, organisé par l'initiative finlandaise "6G Flagship", a défendu l'idée que les objectifs de développement

⁶⁶ Etude réalisée avec l'ADEME sur l'empreinte environnementale du numérique en France en 2020, 2030 et 2050.

⁶⁷ Green IT, [Empreinte environnementale du numérique mondiale](#), 2025.

⁶⁸ The Shift Project, [Lean ICT, Pour une sobriété numérique](#), 2018.

⁶⁹ [LOI n° 2021-1485 du 15 novembre 2021 visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique en France](#)

⁷⁰ Climaxion, [Numérique responsable en Région Grand Est](#), consulté en mars 2025.

⁷¹ En anglais, "European Telecommunications Standards Institute", qui est l'organisme européen responsable du développement et des tests des normes techniques applicables au système, applications, et services des technologies de l'information et de la communication. Cet organisme indépendant a été créé en 1988 à la demande de la Commission européenne.

durable de l'ONU devraient guider la conception de la 6G⁷², en la considérant comme une technologie au service des ambitions sociétales. En 2023, l'UIT a publié le cadre pour le développement des futures technologies de réseaux mobiles, intégrant la durabilité comme l'un de ses piliers⁷³. Enfin, en 2024, le projet 6G4Society⁷⁴ a été lancé par 6 partenaires issus notamment des sciences humaines et sociales (comme CyberSocialLab ou Public Safety Communication Europe) et de l'industrie (comme NOVA ou eBOS) visant à « *s'assurer que les enjeux sociétaux et de soutenabilité soient bien intégrés au développement de la 6G, en apportant une perspective sociologique au développement technologique* ». Ce projet a notamment vocation à impliquer la société civile dans le débat public.

Dans cette dynamique, l'industrie semble se mobiliser pour tenir compte des enjeux environnementaux. Par exemple, les principaux opérateurs mobiles mondiaux se sont réunis dans l'alliance *Next Generation Mobile Networks* (NGMN), dont l'objectif est de guider l'écosystème vers des services mobiles innovants, durables et abordables⁷⁵. L'association européenne 6G AI, qui représente la vision de l'industrie européenne, explore comment un développement technologique axé sur les valeurs sociétales peut compléter une perspective axée sur la performance⁷⁶. L'industrie travaille également à l'élaboration d'indicateurs de valeur clés (KVI)⁷⁷ visant à intégrer les impacts économiques, sociaux et environnementaux dans le développement des technologies. Cette analyse des valeurs constitue la base pour passer d'une vision unidimensionnelle de la recherche de performance à une vision multidimensionnelle, qui place la création de valeur au cœur de la conception des nouvelles technologies et services.

En Europe, les acteurs mobilisés autour du projet Hexa-X-II⁷⁸ dont l'objectif est de créer des bases pour le développement de la 6G ont mis en avant la nécessité de créer de la valeur pour les utilisateurs et intégrant le besoin de s'appuyer sur des KVI dans ses développements technologiques. Pour atteindre ces objectifs, les travaux de recherche en cours⁷⁹ suggèrent une démarche de dialogue sociétal pour mieux comprendre les attentes de la société et identifier les mécanismes adaptés pour recueillir ces attentes et instaurer une relation de confiance. Ce dialogue inclusif et collaboratif entre différents acteurs devrait être précédé d'une phase pédagogique, permettant un processus de co-construction pour le développement de nouvelles technologies.

Cette évolution de l'écosystème des télécommunications mobiles marque un changement dans la manière de concevoir la technologie et témoigne d'une prise de conscience des préoccupations environnementales. Toutefois, l'impact des efforts ne semble pas aujourd'hui suffisant pour intégrer la question structurelle des limites planétaires, en particulier celle du changement climatique, puisque certaines entreprises (comme Google ou Microsoft) reconnaissent qu'elles n'arrivent pas à respecter leurs objectifs climatiques notamment à cause de la croissance de l'IA⁸⁰.

Certains opérateurs alternatifs ont mis en place des forfaits « sobriété » à données limitées, avec un tarif de base et une tarification au Go consommé. Ces offres sont actuellement très minoritaires. D'autres opérateurs traditionnels mettent également en place des offres encourageant leurs clients à

⁷² [White Paper on 6G Drivers and the UN SDGs](#)

⁷³ ITU, [Recommendation ITU-R M.2160-0 \(11/2023\) - Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond, 2023.](#)

⁷⁴ [6G4Society](#), Consulté en mars 2025.

⁷⁵ NGMN, [Vision & Mission - NGMN](#), Consulté en mars 2025.

⁷⁶ 6G Infrastructure Association, [What societal values will 6G address?](#), 2025.

⁷⁷ Wikström et al, Key value indicators: A framework for values-driven next-generation ICT solutions, 2024.

⁷⁸ [Hexa-X-II - European level 6G Flagship project](#), consulté en mars 2025.

⁷⁹ Ces travaux ont été décrits dans le livrable « [Environmental and social view on 6G](#) ». L'opérateur français Orange fait partie du projet Hexa-X-II et a aussi partagé cette vision dans son [livre blanc](#) sur l'évolution des réseaux mobiles au-delà de 2030.

⁸⁰ [The Guardian](#), 2024.

la sobriété numérique via des offres dédiées (par exemple ne pas consommer toute l'enveloppe d'un forfait pour que le reliquat soit reversé à des associations). Par ailleurs, d'autres opérateurs ont affirmé s'appuyer sur des KVI, afin d'aller au-delà des *Key Performance Indicators* (KPI) et pour tenir notamment compte d'enjeux socio-environnementaux.

Le sujet de la souveraineté est souvent évoqué quand il s'agit de numérique, et plus particulièrement d'IA. Certains acteurs interrogés mettent en avant la nécessité d'avoir des services numériques hébergés en France et de ne pas dépendre de grands acteurs supranationaux. Des institutions se sont ainsi emparées du sujet pour alimenter le débat public. Dès 2019, le Conseil économique, social et environnemental (CESE) s'est prononcé⁸¹ en faveur d'une politique de souveraineté européenne du numérique, avec le développement d'IA européennes. Plus récemment, le CESE a également publié en 2024 un avis⁸² sur les risques et opportunités pour l'environnement s'agissant des impacts de l'IA où il est préconisé de concilier les enjeux de souveraineté avec les enjeux environnementaux d'implantation des centres de données, notamment pour faire respecter l'objectif de zéro artificialisation nette. Pour cette institution, il est important de développer une « IA au service de l'intérêt général »⁸³ qui puisse articuler ces différents enjeux : droits fondamentaux, libertés individuelles, égalité pour toutes et tous, enjeux économiques, respect des limites planétaires et progrès social.

Plusieurs initiatives visent également à tenir compte de la place du numérique et des enjeux d'addiction. À la suite du rapport sur l'impact de l'exposition des jeunes aux écrans en avril 2025, remis au Président de la République, différentes réflexions sont en cours pour aboutir à des mesures législatives. En particulier, une commission d'enquête sur les effets de certains réseaux sociaux comme TikTok sur les jeunes est en cours de création. Ces travaux font écho aux travaux académiques sur le sujet de l'économie de l'attention⁸⁴, afin d'identifier des outils de régulation pertinents. Il existe aussi des initiatives institutionnelles comme le Référentiel général de l'écoconception des services numériques (RGESN) élaboré par l'Arcep et l'Arcom, en lien avec l'ADEME, la DINUM, la CNIL et l'Inria, qui proposent une liste des critères d'écoconception, dont certains ciblant les fonctionnalités visant à capter l'attention. Ce document a vocation à accompagner les développeurs de solutions à se saisir de ces enjeux pour une conception plus responsable. Du côté des industriels, certains acteurs interrogés reconnaissent que des usages numériques sont destinés à capter l'attention des utilisateurs pour la revendre. Certains opérateurs télécoms ont lancé des offres pour les adolescents visant à « *encourager des pratiques numériques saines* » comme « *limiter son temps d'écran* » ou « *profiter de moments de déconnexion* ». Une campagne de communication spécifique a été déployée au cinéma et à la télévision pour sensibiliser sur ces enjeux.

Compte tenu des enjeux soulevés dans le débat public, qu'ils soient environnementaux, liés à la souveraineté ou à la santé publique des plus jeunes, il convient de s'interroger sur la gouvernance du numérique permettant de définir des orientations technologiques. Les sujets de controverse apparus ces dernières années (ex : 5G, IA générative ou vidéosurveillance) posent ainsi la question de la concertation citoyenne et des modalités de gouvernance des choix de technologies numériques⁸⁵.

⁸¹ Conseil Economique Social et Environnemental, [L'intelligence artificielle à l'agenda du CESE](#), consulté en mars 2025.

⁸² Conseil Economique Social et Environnemental, [Impacts de l'IA : risques et opportunités pour l'environnement](#), 2024.

⁸³ Conseil Économique Social et Environnemental, [La contribution de la société civile au Sommet pour l'action sur l'intelligence artificielle](#), consulté en mars 2025.

⁸⁴ Voir par exemple Dominique Boullier, *Comment sortir de l'emprise des réseaux sociaux*, 2020 / Dominique Boullier, *Les industries de l'attention : fidélisation, alerte ou immersion*, 2009.

⁸⁵ Grumbach, S. (2020). [Gouvernance numérique et changement climatique](#). *Hérodote*, N° 177-178(2), 17-31. ; Valérie Deruelle et Jean-Luc Metzger, « [Quelle gouvernance pour un numérique sobre ?](#) », *SociologieS* [En ligne], Théories et recherches, mis en ligne le 20 mars 2024, consulté le 19 janvier 2025.

En effet, pour un certain nombre de parties prenantes interrogées, certains enjeux sont actuellement insuffisamment connus et pris en compte dans le déploiement des technologies numériques comme l'impact environnemental, la démocratie, l'impact social, la souveraineté, l'accessibilité, la santé publique, etc.

Certains académiques insistent sur la nécessité d'adapter les instances de concertation et appellent à pouvoir réellement « choisir son numérique » et de manière plus large à pouvoir participer aux choix technologiques en dehors des périodes d'élections. S'agissant des enjeux environnementaux de manière générale, les interrogations sur les modalités de concertation citoyenne ne sont pas nouvelles⁸⁶ mais il est toutefois nécessaire de considérer les spécificités du numérique.

Focus sur les dispositifs de participation citoyenne dans les collectivités

La controverse sur la 5G (cf. section 3.4.2) a incité un certain nombre de collectivités à mieux et plus impliquer leurs concitoyens sur les questions liées au numérique et créer des enceintes de débat public. Ce type d'initiative s'observe en particulier au sein de collectivités déjà avancées en matière de numérique, avec des services dédiés conséquents, et menant une réflexion depuis longtemps. Elles prennent différentes formes, traitent de sujets de plus en plus variés et se multiplient alors que le numérique est désormais omniprésent dans le quotidien des citoyens.

Ainsi, Rennes Métropole a créé en 2022 un Conseil citoyen du numérique responsable, enceinte permanente dont les membres, tous citoyens de la Métropole, sont tirés au sort. Le Conseil a publié plusieurs avis (sur les démarches administratives dématérialisées, les effets du numérique sur la santé mentale des jeunes ou sur la place de l'IA au quotidien)⁸⁷. La Ville de Poitiers a animé une Convention citoyenne pour le numérique responsable ayant rassemblé élus, citoyens, chercheurs et entreprises entre 2021 et 2022.⁸⁸ Plus récemment, la Métropole de Montpellier a organisé une Convention citoyenne sur l'intelligence artificielle⁸⁹.

Il est significatif de constater qu'un nombre croissant (bien que limité) de collectivités ont recours à ce type d'initiative, sous diverses formes, et qu'elles perdurent, montrant leur rôle du niveau politique local dans l'animation du débat citoyen.

En particulier, au regard des récentes dynamiques d'implantation de centres de données sur le territoire, observables à travers les annonces du sommet de l'IA avec des projets de taille conséquente ou le cas marseillais (cf. section 4.2.1), il apparaît pertinent d'entretenir ces initiatives et de pérenniser cette implication citoyenne afin d'avoir une politique industrielle de développement des infrastructures numériques, dont les centres de données, qui soit au service de l'intérêt général.

⁸⁶ François Allard-Huier, Marieke Stein. Introduction du supplément 2022 A : La concertation citoyenne en environnement. Les Enjeux de l'information et de la communication, 2022, La concertation citoyenne en environnement, 23 (2), pp.5-14.

⁸⁷ Rennes Métropole, [Le Conseil citoyen du numérique responsable](#), consulté en mars 2025.

⁸⁸ Ville de Poitiers, [Convention citoyenne pour le numérique responsable](#), consulté en mars 2025.

⁸⁹ Conseil National du Numérique, [Retour sur la convention citoyenne sur l'IA organisée à Montpellier](#), 2024.

5 Conclusion

Dans cette note de synthèse, l'Arcep s'est intéressée aux attentes des individus vis-à-vis des réseaux et infrastructures numériques dans un contexte de numérisation rapide de nos sociétés, qui s'est accompagnée d'une évolution structurante des modes de vie et des comportements individuels. Si cette numérisation emporte de nombreux bienfaits et opportunités, des signaux témoignent d'un changement de rapport au numérique, dont les apports sont parfois mis en balance avec certains risques, qu'ils soient sociaux, environnementaux, liés à des enjeux de souveraineté ou encore de démocratie.

Le retour d'expérience à l'échelle nationale sur l'évolution des réseaux fixes et mobiles a permis de mettre en évidence qu'il existe une forte hétérogénéité parmi les facteurs influençant le développement des usages numériques. Au global, le déploiement des nouveaux réseaux semble jusqu'ici avoir principalement reposé sur une logique de l'offre – offre de connectivité mais aussi de terminaux et de services numériques –, celle-ci déterminant ensuite la demande en termes d'usages numériques. L'utilisateur final était amené à se saisir de l'offre technique et commerciale disponible sans que celle-ci soit toujours construite en lien avec des attentes avérées ou préalablement exprimées.

Cette dynamique semble récemment connaître une certaine remise en cause. Les différentes controverses associées au déploiement de nouveaux réseaux (par exemple dans le cadre du déploiement de la 5G) et au développement des usages numériques ont en effet fait naître des interrogations de la part de certains utilisateurs finals. Ces situations ont souligné une volonté d'une partie de la société civile d'être davantage associée aux réflexions sur l'avenir des réseaux et des usages numériques, de manière à « choisir son numérique » en prenant en compte différents enjeux tels que l'impact sur la santé et l'environnement, l'aménagement du territoire, la protection des mineurs ou encore la souveraineté numérique.

Les nouveaux usages numériques sont susceptibles d'avoir un impact sur les infrastructures et réseaux du futur. Les orientations prises en matière de numérique sont toutefois en partie déterminées par des choix d'investissements effectués par des acteurs d'envergure internationale ou des travaux de standardisation menés à l'échelle mondiale. Compte tenu de cette logique de l'offre et du fonctionnement des écosystèmes numériques mondiaux, « choisir son numérique » et influencer sur les usages numériques privilégiés pour l'avenir reste difficile pour l'utilisateur final. Cependant, ces choix d'investissements restent motivés par l'espérance de rentabilité, nécessitant que l'offre rencontre effectivement la demande. Dès lors, les acteurs économiques ont tout intérêt à entendre au mieux les aspirations des utilisateurs finals. Ainsi, les utilisateurs finals et la demande qu'ils représentent peuvent jouer un rôle important, si leurs attentes peuvent être plus facilement exprimées et entendues par les parties prenantes, publiques comme privées.

Depuis quelques années et l'apparition de controverses amenant le grand public à exprimer plus frontalement ses attentes et appréhensions, plusieurs initiatives visant à une meilleure prise en compte de celles-ci ont d'ailleurs pu être observées. Il ressort de l'analyse de ces initiatives récentes, que l'ensemble des parties prenantes de l'écosystème numérique et les pouvoirs publics tendent de plus en plus à mener des consultations, sous différentes formes, auprès de la société civile pour tenir compte des préoccupations citoyennes, que ce soit en amont ou en aval des déploiements technologiques. Cette démarche doit être encouragée, à différentes échelles, pour davantage inclure les utilisateurs finals. A cet égard, il est capital que ces derniers puissent avoir accès à une information fiable et transparente pour éclairer, de manière neutre et objective, une réflexion individuelle, et partant, nourrir utilement le débat public.

Dans ce processus, se pose ainsi légitimement la question de la gouvernance du numérique et du rôle des pouvoirs publics dans la prise en compte des enjeux soulevés par l'ensemble de la société civile, le choix du numérique ne pouvant reposer uniquement sur des initiatives privées volontaires.

Si ce questionnement est complexe puisqu'il nécessite d'avoir une réflexion à plusieurs échelles, allant de choix mondiaux dans des enceintes expertes parfois méconnues du grand public à des débats nationaux et à la maille des territoires, il convient de s'interroger sur le rôle que peut jouer le régulateur national. Dans un contexte international et géopolitique changeant, l'ambition 2030⁹⁰ de l'Arcep est de veiller à doter le pays d'infrastructures numériques accessibles partout, pour tous et pour longtemps, notamment en mettant ses travaux au service du débat public. À cet égard, en raison de sa position privilégiée pour accéder à l'information et sa capacité à en produire une synthèse fiable et accessible à tous, l'Arcep s'engage à contribuer au débat public et à alerter population et décideurs sur des problématiques nouvelles, afin de contribuer à créer les conditions d'un numérique désirable.

⁹⁰ Grand dossier ["Ambition 2030" pour l'Arcep | Arcep](#)

Annexe 1 Entretiens menés

Quinze entretiens ont été menés avec des experts dans le but d’obtenir une pluralité de points de vue et de profils et permettre d’identifier les thématiques et concepts clés pour nourrir la note :

- des acteurs économiques (Ericsson, Télécoop, Google, Meta, Orange...),
- des académiques (Christian Licoppe, Clément Marquet, Jean-Samuel Beuscart, Nicolas Julien & Soazig Lalancette, Laura Draetta...),
- des collectivités territoriales (Nantes Métropole, Rennes Métropole) et des associations de collectivités (Association des Maires Ruraux de France, Les Interconnectés).