

SITUATION DES ÉCOSYSTÈMES 6G ÉTRANGERS



INTRODUCTION	P.3
PLANISPHERE DES INITIATIVES 6G	P.4
ANALYSE DES INITIATIVES	P.7
IDENTIFICATION DES ACTEURS INDUSTRIELS INNOVANTS	P.20
TAXONOMIE DES ACTEURS	P.21
ACTEURS ÉTRANGERS UTILES À SUIVRE	P.21

Avec l'arrivée progressive de la 5G « stand alone » en 2024 en France, le déploiement de la 5G n'en est qu'à ses débuts. Pourtant la 6^e génération de systèmes de communications mobiles est d'ores-et-déjà en phase de recherche intensive à travers le monde. Sa normalisation pourrait démarrer dès cette année, pour un déploiement commercial à partir de 2030.

D'avantage encore que la 5G, la 6G introduit des concepts nouveaux qui pourraient bouleverser une partie de la chaîne de valeur de la filière. Les enjeux de recherche et de développement autour de cette technologie sont nombreux et structurants dans le contexte du développement de la souveraineté numérique et technologique européenne.

Afin de soutenir ces innovations, la France et l'Europe investissent fortement dans la recherche et le développement de la 6G et de ses technologies connexes. Différents programmes sont déjà mis en place dans Horizon Europe et Digital Europe et différentes entreprises communes (Joint Undertaking-JU) sont déjà actives.

L'Europe n'est bien sûr pas seule dans la course et de nombreuses initiatives ont été lancées ces dernières années autour de la 6G, soit au niveau d'un continent, soit au niveau d'un pays particulier.

Une analyse de Questel¹ relevait d'ailleurs dès octobre 2022 que les activités de R&D autour de la 6G étaient en plein essor, avec déjà à l'époque plus de 9000 familles de demandes de brevets liées à des technologies habilitantes 6G identifiées.

Selon Selectra Info², « une étude conjointe entre le Cyber Creative Institute basé à Tokyo et le quotidien japonais Nikkei révèle que sur les 20 000 brevets déposés pour les technologies 6G (notamment pour les télécommunications, la technologie quantique, les stations de base et l'intelligence artificielle), le pays en pole position est la Chine avec 40,3 % du total des brevets déposés. Elle est suivie des États-Unis (35,2 %) et du Japon (9,9 %). L'Europe manque de peu le podium avec 8,9 % des brevets déposés et la Corée du Sud complète le classement avec 4,2 % de brevets pour la 6G ».

Les publications scientifiques sur la 6G sont aussi de plus en plus disponibles : dès fin 2022, on pouvait compter plus de 800 000 articles scientifiques 6G sur Google Scholar.

Tous ces chiffres mettent déjà en avant les enjeux majeurs de souveraineté auxquels les pays européens (et donc la France) doivent déjà faire face alors que la 5G n'est pas encore totalement déployée.

Ce document a pour objet de dresser un panorama des principales initiatives lancées à travers le monde. Il vise à analyser les objectifs de ces initiatives et les typologies d'actions mises en place, mais aussi les thématiques technologiques auxquelles ils font référence, et, lorsqu'ils sont identifiés, les cas d'usage privilégiés pour la 6G.

À date, les actions lancées sont orientées sur le financement de la R&D nécessaires à la mise au point des briques technologiques nécessaires aux futurs réseaux avec une forte inclinaison vers la montée en fréquence, la virtualisation des réseaux radio comme cœur (déjà engagée avec la 5G) dans des environnements de type « cloud », l'usage de l'Intelligence Artificielle « à tous les étages » depuis la couche physique jusqu'à l'exploitation des réseaux tout ceci avec une ambition d'accompagner les architectures ouvertes permises par ces orientations. Le « sans couture » avec les réseaux non terrestre (satellites / constellation) est aussi une ambition largement partagée par les équipes de recherche financées par ces différentes initiatives. Plusieurs pays se lancent aussi sur la mise en place des capacités de test et d'intégration de ces briques avec des laboratoires ouverts vers les PME et startups.

Enfin, au-delà la maîtrise des différentes briques technologiques qui est un enjeu pour l'Europe, se greffe le besoin de souveraineté associé à la maîtrise des architectures de type cloud (plus ou moins distribuées), qui permettront de déployer les fonctions radio et cœur et qui sont aujourd'hui largement entre les mains d'acteurs non européens de type « hyperscaler », et de leur localisation géographique.

En analysant les disparités parmi ces approches, le document a vocation à mettre en lumière les grands choix stratégiques des différentes régions du monde en matière de développement de la 6G.

Dans une seconde partie, le document dresse également une liste des acteurs étrangers particulièrement innovants et bien positionnés sur les développements de la 5G et de la future 6G.

1. <https://www.questel.com/fr/centre-de-ressources/6g-a-new-era-already-on-the-rise-6g-patents-a-reality/>
2. <https://selectra.info/telecom/actualites/acteurs/chine-detient-plus-de-brevets-pour-6g>

PLANISPHERE DES INITIATIVES 6G

Zone	UK
Écosystème	Open Network
Investissement	250M€ (287M€)
Dates clefs	2022-2025
Technos clefs radio / cœur / transverses	Open RAN

Zone	France
Écosystème	France 2030
Investissement	735M€
Dates clefs	2021-2027
Technos clefs radio / cœur / transverses	THz, mmWave / Cloud, sensing / Composants, cyber

Zone	Italie
Écosystème	Restart
Investissement	2.1M€
Dates clefs	2023-2025
Technos clefs radio / cœur / transverses	Radio intelligente / Cœur configurable / Photonique

Zone	UE
Écosystème	6G SNS -IA
Investissement	372M€
Dates clefs	2022-2024
Technos clefs radio / cœur / transverses	THz, MIMO / IA, deepedge / Optique, NTN, IA

Zone	Finlande
Écosystème	6G flagship
Investissement	251M€
Dates clefs	2018-2026
Technos clefs radio / cœur / transverses	THz, latence, Tbits / Distribution, IA

Zone	Germany
Écosystème	6G platform
Investissement	700M€
Dates clefs	2021-2026
Technos clefs radio / cœur / transverses	mmWave, THz, RAN adaptatif / Plateformes ouvertes / Sensing network, IA, sécurité

Zone	Corée
Écosystème	K-Network
Investissement	500M€ (200 M€ moyen terme)
Dates clefs	2030
Technos clefs radio / cœur / transverses	Open RAN extreme MIMO, THz / NTN / IA, sécurité

Zone	Japon
Écosystème	Beyond5G
Investissement	1.83B€ (500M€ moyen terme)
Dates clefs	2021-2030
Technos clefs radio / cœur / transverses	Latence, connectivité / Virtualisation open, NTN / Photonique, sécurité

Écosystème	PAWR
Investissement	100M\$
Dates clefs	NA
Technos clefs radio / cœur / transverses	Open RAN, SW defined, satellite / Edge / Photonique

Écosystème	5G Americas
Investissement	1.6B€
Dates clefs	2022-2032
Technos clefs radio / cœur / transverses	Thz, IA, Open RAN / IA, flexibilité versus usage / Convergence virtualisation

Écosystème	ATIS next G alliance
Investissement	NA
Dates clefs	NA
Technos clefs radio / cœur / transverses	mmWave, THz, MIMO / IA IA / composants

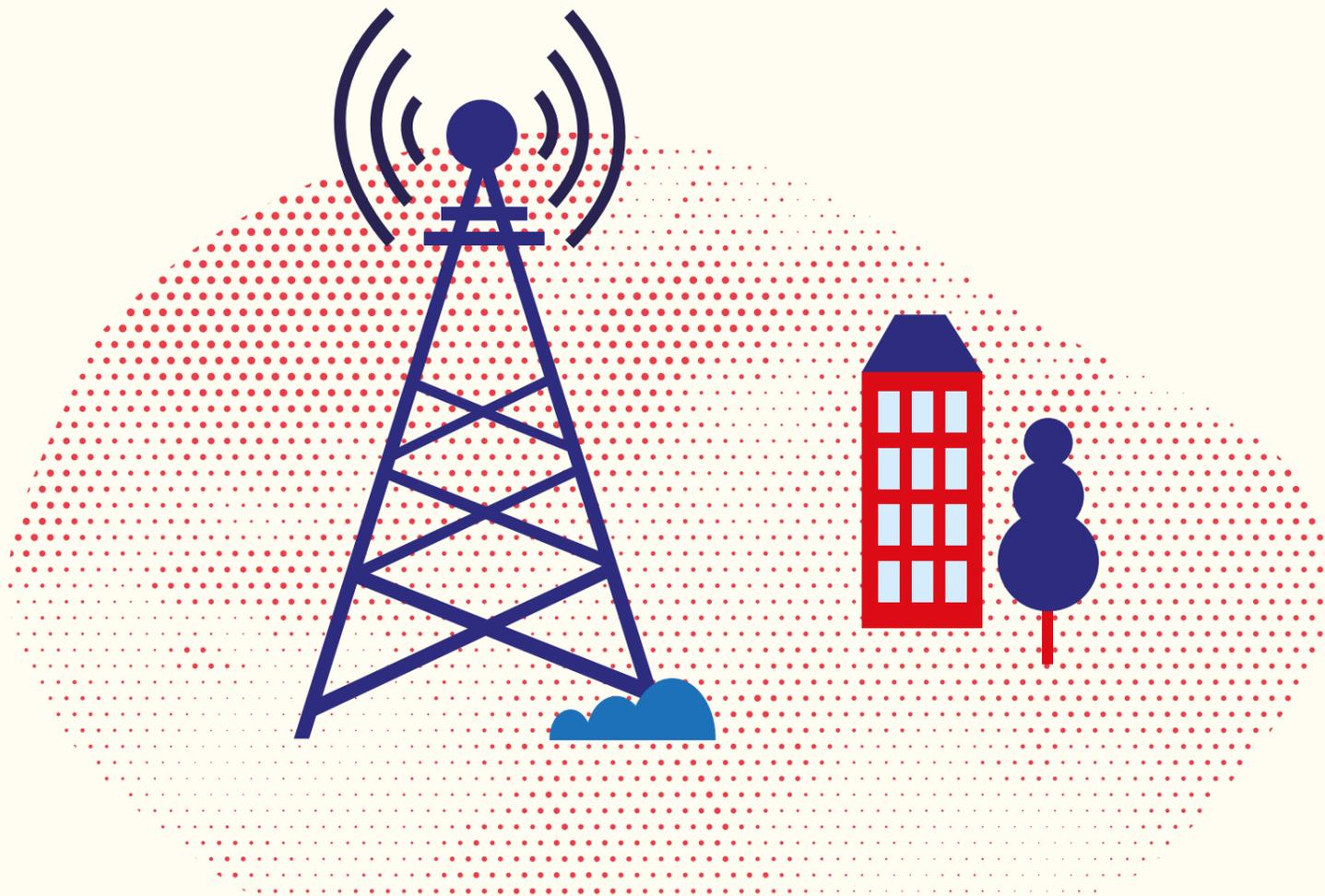
Zone	US,UK,CN,AUS,JPN
Écosystème	GCOT
Investissement	NA
Dates clefs	2023-
Technos clefs radio / cœur / transverses	Influence standards, sécurité et souveraineté

Zone	Chine
Écosystème	ILT-2030
Investissement	30B\$ (vision US)
Dates clefs	2021-2030
Technos clefs radio / cœur / transverses	MIMO, THz, surfaces intelligentes / NTN, distribution / virtualisation / Jumeau, multisensoriel

Zone	Inde
Écosystème	BHARAT 6G
Investissement	1.1B€
Dates clefs	2023-2030
Technos clefs radio / cœur / transverses	Bandes, THz, surfaces intelligentes / Plateformes multi usages / Terminaux/ objets (modem)

ANALYSE DES INITIATIVES

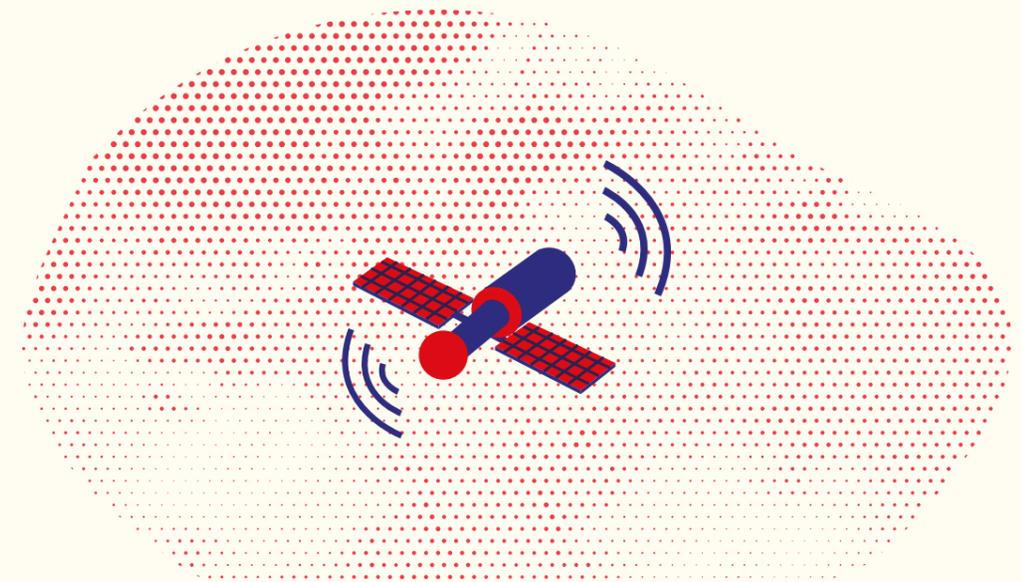
Il paraît intéressant d'analyser les objectifs des diverses actions lancées, les typologies d'actions mise en place, les thématiques technologiques auxquelles ils font référence mais aussi, lorsqu'ils sont identifiés, les cas d'usage privilégiés pour la 6G. Les informations en termes de planification mais aussi des financements prévus sont utiles à la compréhension de l'importance accordée par les organisations / gouvernements à la future 6G.



EUROPE	<p>6G SNS-IA: Smart Networks and Services Joint Undertaking</p> 
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> • « Joint undertaking » (~PPP) Union Européenne et industriels (6GIA) <ul style="list-style-type: none"> - Board: 50 % Commission Européenne 50 % 6GIA présidence tournante - Représentants consultatifs des Etats Membres au « State Representative Group » France: Géraud Canet (MESR/DGRI) et Oumâima El Bouhmadi (DGE) - DG actuel: Erzsébet Fitori • 6G-IA Governing Board à Orange, Thales, Nokia, Ericsson <ul style="list-style-type: none"> - Peu d'acteurs académiques français (hors RTO)
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> • Strategic Innovation & Research Agenda (SIRA) <ul style="list-style-type: none"> - Souveraineté technologique européenne en 6G programme de recherche et innovation - 4 axes: exploration, technos de base, plateformes / POC, pilotes verticaux - Prise en compte des objectifs Développement Durable de l'ONU - Objectif 15 % des brevets 6G • Planification: de la conception à la normalisation (2025) au déploiement (2030) • Financements: <ul style="list-style-type: none"> - WP 2022: 240M€ - WP 2023: 132M€ - WP 2024: 140 M€
Technologies privilégiées	<p>RADIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technos radio et traitement de signal: TeraHertz (THz), Multiple input Multiple Output (MIMO...) <p>CŒUR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Architecture système (IA, deep edge, scalabilité...) <p>ÉLÉMENTS TRANSVERSES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vision holistique avec une importance forte de l'IA • Volet infrastructures de communications et terminaux (optique, réseaux non terrestres, IoT...) • Déploiement sécurisé et sécurité (cyber, environnements...) • Convergence télécom microélectronique avec la mise en place de calls spécifiques • Prise en compte de la soutenabilité des systèmes télécoms dès leur conception
Cas d'usages mis en avant	<ul style="list-style-type: none"> • Industrie 4.0 • Agriculture • Automobile, transport et logistique, ports/aéroports intelligents • Villes intelligentes • Sécurité publique • Énergie • E-santé • Médias et divertissement

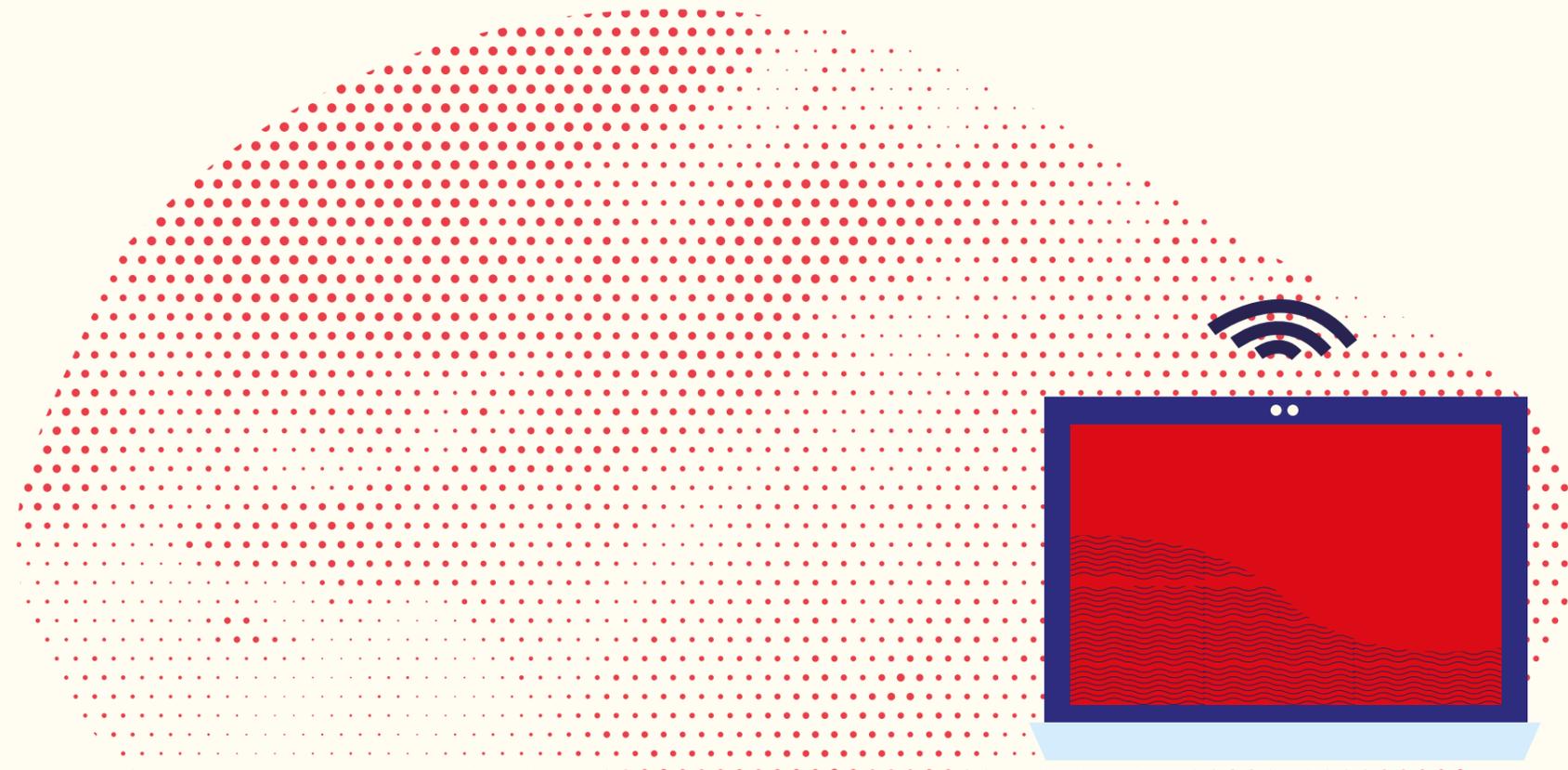
ALLEMAGNE	<p>6G platform Germany</p> 
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> • 6G platform: 4 hubs de recherche régionaux regroupant RTO, universités et industriels <ul style="list-style-type: none"> - 6GRIC: 20 organismes de recherche (RTO) partenaires et 60 associés (industriels) - 6Glife: université (Munich-Dresde) - 6GEM: universités (Aachen/Borchum/Dortmund/Duisbourg) + Fraunhofer - Open6GHub: 17 RTO • Projets R&D nationaux: <ul style="list-style-type: none"> - DT: 6Gtakeoff (22 partenaires) - 6G Next (9 partenaires) - NOKIA: 6G ANNA (29 partenaires) • Coopérations européennes mises en avant
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> • Démonstrateurs + open labs + accompagnement de startups • Planification: 2021-2026 • Financements: <ul style="list-style-type: none"> - 700 M€ dont 200 M€ pour « 6G platforms » regroupement des contributions « 6G » des acteurs de la recherche - Financements nationaux: BMBF (ESR) et BMWi (Économie & énergie) - Financements régionaux
Technologies privilégiées	<p>RADIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • mmWave/THz (6GRIC, 6GEM), RAN adaptatif (6GRIC) • Focus énergie & sécurité > subTHz, radio Intelligente (6GRIC) <p>CŒUR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Architectures réseaux: autonome et convergent; Network as a sensor (6GRIC) • Utilisation de plateformes ouvertes (6GEM) • Internet Tactile (6Glife) <p>ÉLÉMENTS TRANSVERSES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Communications/sensing (6GEM) • Utilisation de l'IA (Open6GHub, 6Glife, 6GRIC) • Sécurité (6GEM), communication post quantique (6GRIC, 6Glife)
Cas d'usages mis en avant	<ul style="list-style-type: none"> • Focus relation homme machine (6life) • Focus: DD et acceptabilité (6GHub) • Focus use case: industrie, santé, transport (6GEM) • DT: XR, holographie, Non Terrestrial Networks • NOKIA: humain augmenté

UK	<p>Open Networks R&D Fund</p> 
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> • Future Open Networks Research Challenge (FONC): regroupe le top 3 des universités (York/Surrey/Bristol) + Ericsson/Nokia/Samsung • Laboratoire à l'état de l'art en matière de télécommunications au Royaume-Uni • UK Telecoms Innovation Network (UKTIN) - Digital Catapult Cambridge wireless • Coopérations avec Corée (présence Samsung), l'Australie, les Etats-Unis et le Canada • JOINER (accélérateur startup et plateformes de tests et d'intégration)
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> • Objectif: 35 % des réseaux « Open RAN » en 2030 • Planification: 2022-2025 • Financements <ul style="list-style-type: none"> • £250 Millions - FONC – £25 M: recherche early-stage sur des solutions de télécommunications ouvertes et interopérables. - UK telecoms lab: £80 M / UKTIN £10 M > vise à stimuler les investissements R&D, la coopération et la commercialisation dans les télécoms. Regroupe des académiques, industriels et le gouvernement. - Les futurs centres de recherche sur les systèmes de communications serviront de tremplin pour d'autres investissements en matière de R&D 6G (£6 M). - 40M€ (2024) attribués à la fédération 3 hub de recherche (CHEDDAR-TITAN HASC (protocoles-architectures réseaux) et création de JOINER - Coopération avec la Corée du Sud: les défis de l'efficacité énergétique dans la conception des futurs réseaux plus innovants et plus sûrs (£3,6 M)
Technologies privilégiées	<p>RADIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientation: Open Radio Access Network (Open RAN), protocoles et architectures de réseaux <p>CŒUR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protocoles et architectures de réseaux
Cas d'usages mis en avant	Non ciblés



ITALIE	Restart 3ESTART
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> • Fondation : partenariat regroupant des universités, des industriels (Ericsson, Italtel, TIM, PME) et l'administration • Focus sur le sud de l'Italie (40 % des fonds)
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> • 7 missions : <ul style="list-style-type: none"> - Recherche réseaux du futur: 14 projets structurants et 18 projets « dédiés » - +150 chercheurs, 40 % de femmes - Labs, POC: mise en réseau - Innovation, transfert de technologie - Support aux startups et spin-offs - Formation - Programme doctoral - Communication, standards et open source - Planification : 2023-2025 - Financements : 116 M€
Technologies privilégiées	<p>RADIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radio Technos et réseaux radios • Systèmes autonomes et intelligents <p>CŒUR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cœur programmable et configurable • Réseaux industriels <p>ÉLÉMENTS TRANSVERSESES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réseaux pervasifs et photoniques • Intégration réseaux et solutions • Architectures pour environnements extrêmes • Environnements « verts »
Cas d'usages mis en avant	<ul style="list-style-type: none"> • Transformation numérique administrations et filières économiques <ul style="list-style-type: none"> - Agriculture, commerce, énergie, finance, industrie, media, santé, sécurité, transport • Focus sur Vidéo distribution, Smart city/IoT

FINLANDE	6G Flagship 6G
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> • 6G Finland : universités + NOKIA • 6G Flagship : <ul style="list-style-type: none"> - Portage Université OULU (fortes relations avec NOKIA) - Forte implication dans horizon Europe - Nombreux MOU avec étranger (WIPRO, Corée, Japon, Shimizu, Italie)
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> • 6G flagship <ul style="list-style-type: none"> - Développement d'enablers technologiques - Réseaux de tests (niveau national) - Prise en compte des besoins des verticaux - Travailler à la vision avec des partenariats internationaux - Programme 6GESS: Enabling Sustainable Society - 12 projets européens en 2022 - Planification : 2018-2026 - Financements : 251 M€
Technologies privilégiées	<p>RADIO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solutions radio: ultra-fiable, latence ultra faible, 1 Térabit par seconde - Composants clés : matériaux et circuits pour le THz <p>CŒUR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intelligence distribuée: edge, cloud basé IA - Services centrés humain : impacts des verticaux
Cas d'usages mis en avant	<ul style="list-style-type: none"> • Santé • Énergie • Automotive • Industries

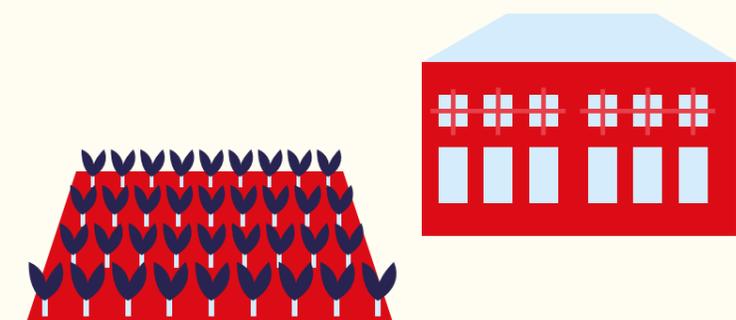
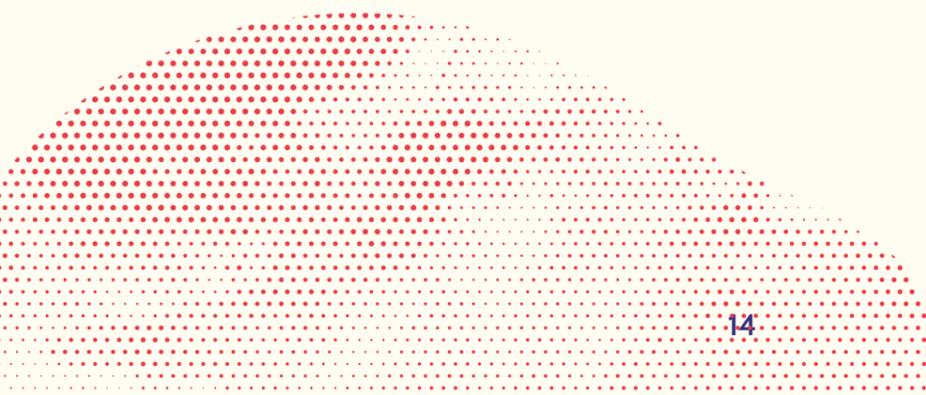


FRANCE	<p>France 2030</p> 
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> • Stratégie Nationale Accélération dédiée « 5G et Réseaux du Futur » (Plan France 2030) • Mission « France 6G » confiée à l'Institut Mines Télécom <ul style="list-style-type: none"> - Objectifs : standardisation, coopération et visibilité • CSF « Infrastructures Numériques » + CSF verticaux (eg PFA) + CSF cyber, électronique.... • Pôles de compétitivité : Cap digital, Images & Réseaux, Minalogic, SCS, Systematic, TES • IRT : Bcom (5G souveraine), SystemX
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> • AAP & AMI <ul style="list-style-type: none"> - AAP plateformes (21) - AAP « solutions souveraines » en 2021 - AAP « solutions innovantes (5G/6G) » en 2023/2024 - AMI CMA (IMT/Université Rennes) - PEPR (CEA-IMT-CNRS) – 65 M€ (2023/2027) <ul style="list-style-type: none"> • 9 projets 2023 • AAP 2023, 2024 - Maturation : FramexG (IMT/SATT) action sur standards (en février 2021 selon une étude de France brevet-iPlytics on ne recensait que 3 brevets français sur plus de 18 500 brevets essentiels à la norme en 5G) - Mission France 6G • Partenariats : Allemagne, Europe-SNS • Planification : 2021 -2025 (2027) • Financements : SNA prévoit 480 M€ sur la période 2021-2022 et 255 M€ sur la période 2023-2025
Technologies privilégiées	<p>RADIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Niveau physique : optique/radio-subTHz, sub7GHz, mmWave, surfaces intelligentes reconfigurables (RIS) <p>CŒUR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Architecture réseau (convergence réseau/cloud/sensing...) • Services multi-sectoriels <p>IA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestion intelligente des réseaux et des couches basses (approche inter-couche) • Sobriété énergétique des réseaux <p>ÉLÉMENTS TRANSVERSES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Composants télécom souverains • Réseaux non terrestres • Sobriété énergétique et soutenabilité • Axes transverses (QOE, DD, cyber)
Cas d'usages mis en avant	<ul style="list-style-type: none"> • Industrie 4.0 • Transports • Agriculture • Santé • Mobilité • Énergie, environnement • Evènement (Industries Culturelles et créatives)

ETATS-UNIS	<p>Etats-Unis - Americas</p> 
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> • 5G Americas : organisation commerciale de l'industrie (principaux fournisseurs et fabricants de services de télécommunications). • Mission défendre et de favoriser l'avancement de la 5G et au-delà dans l'ensemble des réseaux, services, applications et appareils connectés de l'écosystème dans les Amériques (Nord et Sud) • Time frame. Proposition de technologies visée pour débuter en 2027.
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> • Livre blanc <ul style="list-style-type: none"> - Cohérence avec objectifs « audacieux » ATIS Next G alliance - Mapping technos/usages • R&D <ul style="list-style-type: none"> - Wireless Innovation Fund > forte orientation open RAN (R&D et test) - Programme RINGS (NSF, DOD, NIST+ GAFA, Ericsson, NOKIA, Qualcomm, VMWARE, INTEL) • Spectrum Innovation initiative (SII) > centre de R&D dédié « fréquences » • National Science Foundation R&D on AI in wireless & cloud in Universities <ul style="list-style-type: none"> - Suivi travaux IEEE Future Networks INGR (International Network Generation Roadmap) - Planification : R&D (SII, RINGS) 2020-2023, WIF (2022-2032) - Financements : WIF 1.5B\$, RINGS 40M\$, SII 51M\$
Technologies privilégiées	<p>RADIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spectre de quelques centaines de MHz jusqu'à 3000GHz, mmWave • IA dans le RAN • Antennes : FD MIMO, FD MIMO distribuée <p>CŒUR</p> <ul style="list-style-type: none"> • IA dans le edge et cloud computing • Convergence RAN / Core (virtualisation) • Sous réseaux 6G = f(usage) + interconnexion <p>IA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sécurité système de confiance next G <p>ÉLÉMENTS TRANSVERSES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sécurité système de confiance next G
Cas d'usages mis en avant	<ul style="list-style-type: none"> • Objectif : Internet of sense • Verticaux : Smart agriculture, santé, mobilité • Holographie/immersion/multi sensoriel • Massive IoT • Industrie 4.0 (jumeau numérique)

ETATS-UNIS	Etats-Unis - Americas 
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> • 5G Americas : organisation commerciale de l'industrie (principaux fournisseurs et fabricants de services de télécommunications). • Mission défendre et de favoriser l'avancement de la 5G et au-delà dans l'ensemble des réseaux, services, applications et appareils connectés de l'écosystème dans les Amériques (Nord et Sud) • Time frame. Proposition de technologies visée pour débuter en 2027.
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> • Livre blanc <ul style="list-style-type: none"> - Cohérence avec objectifs « audacieux » ATIS Next G alliance - Mapping technos/usages • R&D <ul style="list-style-type: none"> - Wireless Innovation Fund > forte orientation open RAN (R&D et test) - Programme RINGS (NSF, DOD, NIST+ GAFA, Ericsson, NOKIA, Qualcomm, VMWARE, INTEL) • Spectrum Innovation initiative (SII) > centre de R&D dédié « fréquences » • National Science Foundation R&D on AI in wireless & cloud in Universities <ul style="list-style-type: none"> - Suivi travaux IEEE Future Networks INGR (International Network Generation Roadmap) - Planification : R&D (SII, RINGS) 2020-2023, WIF (2022-2032) - Financements : WIF 1.5B\$, RINGS 40M\$, SII 51M\$
Technologies privilégiées	<p>RADIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spectre de quelques centaines de MHz jusqu'à 3000GHz, mmWave • IA dans le RAN • Antennes : FD MIMO, FD MIMO distribuée <p>CŒUR</p> <ul style="list-style-type: none"> • IA dans le edge et cloud computing • Convergence RAN / Core (virtualisation) • Sous réseaux 6G = f(usage) + interconnexion <p>IA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sécurité système de confiance next G <p>ÉLÉMENTS TRANSVERSES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sécurité système de confiance next G
Cas d'usages mis en avant	<ul style="list-style-type: none"> • Objectif : Internet of sense • Verticaux : Smart agriculture, santé, mobilité • Holographie/immersion/multi sensoriel • Massive IoT • Industrie 4.0 (jumeau numérique)

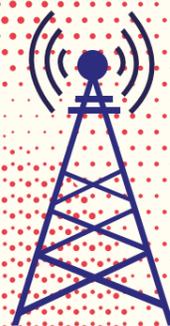
ETATS-UNIS	Etats-Unis - ATIS NEXT G Alliance 
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> • Next G Alliance : vise à faire progresser le leadership nord-américain en matière de technologie mobile au cours de la prochaine décennie grâce à des efforts menés par le secteur privé. • Accent sur la commercialisation de la technologie • Englobe le cycle de vie complet de la recherche et du développement, de la fabrication, de la normalisation et de la préparation au marché. • Coopération avec Japon
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> • 6 objectifs visés : soutenabilité, sécurité, IA natif, cloud distribué, coût, expérience numérique • Nombreux livres blancs • Plusieurs types de membres : full, contributeur, stratégique, gouvernemental
Technologies privilégiées	<p>Voir https://www.nextgalliance.org/white_papers/6g-technologies/</p> <p>RADIO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Radio : mmWave, subTHZ, MIMO - Utilisation IA <p>CŒUR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Architecture IA <p>IA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Composants : RF, baseband, devices (XR), - Data centers - Sécurité <p>ÉLÉMENTS TRANSVERSES</p> <ul style="list-style-type: none"> - https://www.nextgalliance.org/white_papers/6g-roadmap-vertical-industries/ - Agriculture, automobile, éducation/entertainment, e-santé, industrie, mines, sécurité publique, smart city
Cas d'usages mis en avant	<p>https://www.nextgalliance.org/white_papers/6g-roadmap-vertical-industries/</p> <p>Agriculture, automobile, éducation/entertainment, e-santé, industrie, mines, sécurité publique, smart city</p>



ETATS-UNIS	Platforms for Advanced Wireless Research (PAWR) 
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> Partenariat public-privé de 100 millions de dollars Le PPO est <ul style="list-style-type: none"> codirigé par US Ignite et la Northeastern University financé par la National Science Foundation et le consortium industriel PAWR Objet: la conception, le développement, le déploiement et les opérations initiales des plateformes de recherche.
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> 3 plateformes de recherche opérationnelle <ul style="list-style-type: none"> POWDER (Utah) COSMOS (NY City) AERPAW (Caroline du Nord) 1 en déploiement ARA (Iowa) Un émulateur de réseaux COLOSSEUM (Boston) 256 réseaux SDR
Technologies privilégiées	RADIO <ul style="list-style-type: none"> RAN (Open RAN, SWD RAN), orchestration, massive MIMO (POWDER) Multi techno radio avec satellite (ARA) Véhicules aériens autonomes, drones, stations de base embranchées (SDR, Open...) (AERPAW) MM wave radio (COSMOS) CŒUR <ul style="list-style-type: none"> Edge computing et commutation optique dynamique (COSMOS)
Cas d'usages mis en avant	<ul style="list-style-type: none"> Smart city (COSMOS) Véhicules aériens, drones (AERPAW) Smart rural (agriculture de précision) (ARA)

JAPON	Beyond 5G Promotion Consortium 
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> Coordination: Ministère (National Institute of Information and Communications Technology), Université de Tokyo, NTT, Toshiba Vision NTT Docomo, Softbank (opérateurs) MOU avec ATIS (Etats-Unis), Université OULU (Finlande)
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> Deux directions pour la 6G: Mobile broadband beyond 5G et machine-to-machine massif Objectif: 10 % des brevets essentiels et 30 % de part de marché mondial Planification: <ul style="list-style-type: none"> R&D 2020-2025; 6G testbeds dès 2026; Premiers réseaux en 2028 Financements: <ul style="list-style-type: none"> 1,83 B\$ investissement d'ici 2030 dont 500 M\$ en R&D sur la période 2020-2025 (300 M\$ technologie + 200 M\$ équipements)
Technologies privilégiées	RADIO <ul style="list-style-type: none"> Radio Ultra rapide, connectivité massive, ultra latence, Mixité filaire/radio (dont photonique) CŒUR <ul style="list-style-type: none"> Virtualisation/open architecture NTN Synchronisation réseau ÉLÉMENTS TRANSVERSES <ul style="list-style-type: none"> Sécurité Ultra XR
Cas d'usages mis en avant	<ul style="list-style-type: none"> Expérience immersive Marché grand public

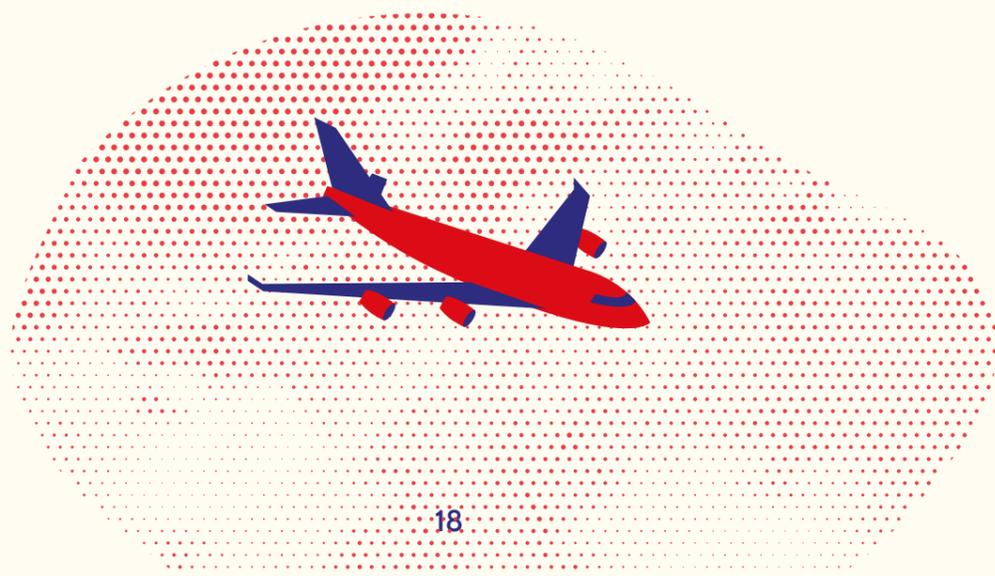
CORÉE DU SUD	K-Network 2030 Strategy
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> Portage Ministère des Sciences et TIC (MSIT) mode PPP 6G R&D centre (3 universités-2021) Importance de Samsung, LG MOU avec l'Université Oulu (Finlande)
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> Développement d'une filière Réseaux basé logiciel et cloud (open RAN) Devenir un leader mondial <ul style="list-style-type: none"> Influencer les standards: objectifs 30 % des brevets 6G Développer des infra robustes <ul style="list-style-type: none"> Maitriser Semi-conducteurs 6G-IA Développer des écosystèmes robustes et compétitifs (supply chain, test SW House...) <ul style="list-style-type: none"> Mise en place centres de recherches universitaires et formation (post doc) Planification: Premiers réseaux en 2028, laboratoire en 2026 Financements: 500 M€ d'investissement dont 200 M€ d'ici 2025
Technologies privilégiées	RADIO <ul style="list-style-type: none"> Open RAN, extreme MIMO ThZ RF 100-300GHZ Performances réseaux Terabit/sec CŒUR <ul style="list-style-type: none"> NTN Précision bout en bout (latence) ÉLÉMENTS TRANSVERSES <ul style="list-style-type: none"> IA dans le réseau Disponibilité/sécurité
Cas d'usages mis en avant	Non cités



CHINE	IMT-2030(6G) 
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> • IMT2030 (promotion group) • 6GANA (forum) • Appel à projets 2023 ouvert aux étrangers • MOU avec 6G-IA (Europe)
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> • Influencer les standards: 40 % des brevets 6G d'origine chinoise • Se baser sur les succès de la 5G • Viser la couverture globale (NTN) • Optimiser les fréquences (refarming) sub 6GHZ, mmWave, THz... • Planification: Projet prioritaire en 2023, Vision en 2023 et standards en 2025 • Financements: Investissement R&D 30B\$ d'ici 2030 (idem 5G) selon les Etats-Unis
Technologies privilégiées	RADIO <ul style="list-style-type: none"> • Niveau physique <ul style="list-style-type: none"> - Forme d'onde (SEFDM, OVXDM, NOMA), - Ultra massif MIMO, - Inband full duplex • Matériel (surfaces intelligentes reconfigurables), • Radio intelligente holographique, THZ et visible, • Intégration des senseurs CŒUR <ul style="list-style-type: none"> • Réseaux: déterministes, distribués, autonomes, NTN, Cloud, • « Smart core » ubiquitaire ÉLÉMENTS TRANSVERSES <ul style="list-style-type: none"> • Jumeau • Communication Quantique (OAM) • Réseau IA natif (RAN, cœur...) • Sécurité
Cas d'usages mis en avant	<ul style="list-style-type: none"> • Immersive XR • Communication holographique • Interconnexion multi sensorielle • Interaction intelligente • Communication des senseurs • Jumeau numérique • Couverture globale (3D)

INDE	BHARAT 6G Vision 
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> • Vision globale avec coordination gouvernementale • Fort support politique (annonces PM) • Partenariat avec CISCO
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> • Livre blanc sur stratégie nationale <ul style="list-style-type: none"> - Du composant au système (terminal équipement) > DD, accès équitable et universel, sécurité, coût - Devices > « leap frogging » of India - Acteurs nationaux pour influencer les standards - Création d'une société dédiée (non-profit) - Fonds d'investissement dédié - Standardisation : coordination des acteurs nationaux • Planification: Mission 6G (Apex body) dédiée avec deux phases: <ul style="list-style-type: none"> - exploration (2023/2025) - déploiement (2026/2030) > coordination acteurs dont startups • Financements: R&D > 1,1B€ entre 2023 et 2030
Technologies privilégiées	RADIO <ul style="list-style-type: none"> • Solutions innovantes (Spectrum lower, mid and mmWave bands, Open up few bands (450-470 MHz, 526-612 MHz, 31-31.3 GHz, etc.), THz • Surfaces intelligentes CŒUR <ul style="list-style-type: none"> • Multi-Platform Next Generation Networks (AR/VR, IA, NTN) • GPON et transport optique ÉLÉMENTS TRANSVERSES <ul style="list-style-type: none"> • Virtualisation, photonique
Cas d'usages mis en avant	<ul style="list-style-type: none"> • Santé, défense, transport, agriculture • Mise en avant du V2I • Tactile internet • IA compatible

ETATS-UNIS, ROYAUME-UNI, CANADA, AUSTRALIE, JAPON	Global Coalition for Telecommunications (GCOT)
Écosystèmes mis en place	<ul style="list-style-type: none"> • Regroupement des agences gouvernementales des partenaires: • Objectifs: <ul style="list-style-type: none"> - Accroître la coopération et la coordination entre les partenaires du GCOT en améliorant le partage d'informations - Construire un consensus international plus large sur les domaines clés de la politique des télécommunications - Permettre le dialogue entre les décideurs politiques, l'industrie et le monde universitaire - Promouvoir l'innovation et les opportunités de croissance pour l'industrie.
Éléments stratégiques	<ul style="list-style-type: none"> • Contrebalancer la Chine et l'Europe • Contenu des actions: <ul style="list-style-type: none"> - Partage d'informations sur les politiques, entre organismes de recherche, sur la PI - Coordinations politiques de R&D (projets co-financés) - Alignement des politiques de financement - Établissement d'une vision commune et l'élaboration de normes (open RAN...) - Sensibilisation et collaboration internationales
Technologies privilégiées	ÉLÉMENTS TRANSVERSES <ul style="list-style-type: none"> • Les partenaires du GCOT prévoient de se concentrer sur des sujets: <ul style="list-style-type: none"> - Diversification de la chaîne d'approvisionnement des télécommunications - 6G et télécommunications du futur - Sécurité et résilience des télécommunications - Compétences en télécommunications - Approches coordonnées pour l'élaboration de normes de télécommunications
Cas d'usages mis en avant	Non applicable



IDENTIFICATION DES ACTEURS INDUSTRIELS INNOVANTS

Au-delà des acteurs européens équipementiers présents en France (NOKIA, Ericsson) et opérateurs nationaux (dont Orange très actif sur les aspects normatifs), il existe d'ores et déjà un écosystème innovant avec des ETI/PME développant des briques technologiques pour la 5G et demain la 6G. Ils peuvent s'appuyer sur les acteurs de la recherche publique (CRNS, INRIA, CEA, IMT,

Universités et écoles d'ingénieurs). Les pôles de compétitivité « numériques » fédèrent les territoires principaux de présence de ces acteurs.

Le CSF s'est donné pour mission d'identifier et de suivre ces acteurs français et de les accompagner vers les financements publics disponibles pour la 5G en cours d'évolution et surtout la 6G.

TAXONOMIE DES ACTEURS

Les équipementiers sont les entreprises qui fournissent des équipements de télécommunications aux opérateurs de réseaux mobiles. Ils conçoivent et construisent à la fois le matériel et les logiciels utilisés dans les antennes, les stations de base et les réseaux gérés par les opérateurs de télécommunications nationaux. Il s'agit d'un marché dominé par quelques grandes entreprises qui doivent investir massivement en R&D pour être compétitives.

Les plus importantes sont :

- Ericsson de Suède
- Nokia de Finlande
- Huawei de Chine
- ZTE de Chine

D'autres acteurs sont parfois considérés comme des fournisseurs majeurs de télécommunications, mais uniquement sur des sous marchés spécifiques :

- Samsung de Corée du Sud
- NEC ou Fujitsu au Japon
- Cisco aux US pour des parties des réseaux

Les quatre principaux fournisseurs de télécommunications sont des sociétés intégrées qui produisent une large gamme d'équipements et ont donc la capacité de construire un réseau mobile complet. Selon Dell'Oro, « Huawei, Ericsson, Nokia, ZTE et Samsung représentaient plus de 95 % du marché » au premier trimestre 2020. Les mêmes sociétés dominent également largement le marché du cœur de réseau.

Une tendance intéressante, initiée par la 5G, est le passage au cloud RAN et le mouvement Open RAN associé. L'idée est qu'au lieu d'avoir du matériel et des logiciels couplés par un grand fournisseur, il pourrait y avoir un marché de logiciels compétitif fonctionnant sur du matériel plus générique. Bien qu'il ne s'agisse encore que d'une petite partie du marché des RAN, il s'agit d'un domaine en croissance. Cela offre également des opportunités aux entreprises américaines qui étaient auparavant largement exclues du marché des fournisseurs de télécommunications.

Producteurs de puces :

Les réseaux mobiles dépendent de puces (semi-conducteurs). Ils sont intégrés aux téléphones mobiles et aux réseaux et remplissent de nombreuses fonctions très spécifiques, telles que la traduction de signaux électriques en signaux sans fil. La production de ce type de puces est une activité de haute technologie qui nécessite des efforts importants de R&D.

Les producteurs de puces haut de gamme pour réseaux sont concentrés dans quelques pays, tels que :

- Les États-Unis, avec des sociétés comme Qualcomm et Dell
- Taïwan, avec TSMC
- Le Royaume-Uni, avec ARM (récemment acquis par NVIDIA)

Sur les puces intégrées aux terminaux, SEQUANS en France s'est positionné sur le marché en 3G, 4G et 5G. La tentative de rachat par le japonais RENESAS arrêtée en avril 2024 montre bien l'importance de ce type d'entreprise.

Les fonctions de type RAN très consommatrices de temps réel peuvent nécessiter, même dans des solutions dites « logicielles » la mise en œuvre de puces spécifiques (SOC- System On Chip) embarquant des accélérateurs matériels spécifiques au traitement du signal xG. Plusieurs approches sont utilisées : SOC dédiés comme dans les solutions Qualcomm, solutions basées sur des RICS-V comme PIOCUM (UK). Par ailleurs, l'arrivée de technologies IA pourraient conduire à la mise en place de ressources matérielles spécifiques y compris dans les nœuds portant les fonctions cœurs.

ACTEURS ÉTRANGERS UTILES À SUIVRE

Concernant les acteurs étrangers qui contribuent aux initiatives précédentes certains d'entre eux sont déjà connus dans les diverses études de marché disponibles :

- Les concurrents chinois désormais installés (Huawei, ZTE)
- Les coréens (SAMSUNG, LG)
- Les japonais (NEC, Fujitsu)
- Les industriels US fournisseurs de briques technologiques essentielles aux réseaux mobiles :
 - Les fabricants de composants (processeurs, mémoires...) : INTEL, AMD, ARM-NVIDIA Qualcomm (US), TSMC (Taiwan), ST micro (?)
 - Les fabricants de systèmes essentiels au fonctionnement des réseaux : serveurs (INTEL, DELL, HP, LENOVO, HP...), routeurs (CISCO)

D'autres acteurs, nouveaux entrants bénéficiant des évolutions d'architecture des réseaux avec 5G et des solutions plus logicielles utilisables dans les réseaux, sont récemment apparu dans les sites de fournisseurs d'équipement réseaux (<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/5g-base-station-market/companies>, <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/5g-infrastructure-market/companies>).

Parmi les nouveaux entrants, plusieurs ont été récemment racheté par des mastodontes du cloud qui souhaitent sans doute rajouter des fonctions de connectivité supplémentaires (à destination des entreprises essentiellement).

COMPAGNIE	PAYS	PRODUITS	RÉFÉRENCES
Affirmed Networks (Microsoft)	US	Réseaux privés cœur 5G virtualisé (intégré AZURE)	Orange, Three, ATT, Vodafone...
Airspan	US	Radio unit/distribution unit Open RAN	?
Alpha networks	TAIWAN	Modem 5G indoor/outdoor	?
Athonet (HPE)	Italy (US)	5G core virtualisé sur AWS (réseaux privés) certifiés ANSSI	TMobile, TIM, Ministère de l'intérieur, Orange, Hub One (ADP)
CommScope	US	Antennes (MIMO, distribuées) microwave Nœuds optiques, nœuds IP privés	?
CASA systems	US	Small cell 4G/5G Open RAN (CU/DU) Core 5G virtualisé	Orange, Telefonica, ATT 475 clients, 70 pays
Cumucore	Finlande	Réseaux 5G privés virtualisés	NOKIA, NASA, Ericsson, Bosch, ABB
Deepsig	US	Outils de test réseau (Open RAN air I/F) basés IA	Lauréat Wireless innovation fund
Druid Software	Ireland	Réseaux 5G privés virtualisés	Port de Douala
IPlook	Chine	Réseaux 5G core et EPC	50 pays, 50M d'abonnés
Mavenir Systems	US	Core et radio 5G basés cloud, IMS...	DT, DISH 300 opérateurs 120 pays
Metaswitch (Microsoft)	UK	Réseaux 5G privés virtualisés (sur Azure)	?
Qorvo	US	Composants RF 5G	?
Qucell	Corée	Small cell 5G	?
Rakuten symphony (Altistar)	US	Open RAN virtualisé	Etisalat, Telefonica

FILIÈRE
INFRASTRUCTURES
NUMÉRIQUES