



LES RESEAUX RADIO PROFESSIONNELS EN FRANCE ET LEUR POTENTIEL D'EVOLUTION VERS DES SOLUTIONS 4G/5G PRIVEES

LIVRE BLANC

Mai 2022

TACTIS



43 rue des Meuniers
94300 Vincennes - France



+33.1.49.57.05.05



contact@tactis.fr

EDITO



Florence ERPELDING

Consultante - Experte connectivité mobile et aménagement numérique

De longue date, de nombreux acteurs professionnels utilisent des systèmes sans fil, dans un modèle de réseaux privés, pour répondre à leurs usages métiers et besoins spécifiques. Il s'agit essentiellement de réseaux mis en œuvre localement, à l'échelle d'une collectivité territoriale, d'un site industriel, des infrastructures d'énergie ou de transport (aérien, côtier ou maritime, ferroviaire, routier, etc.), d'un lieu événementiel ou sportif, etc. Ces réseaux sont basés sur une diversité de systèmes, basés notamment sur des technologies à bas débit (par exemple DMR ou Tetra), des solutions WiFi ou encore Dect. Ces technologies parfois anciennes s'avèrent inadaptées aux nouveaux usages à haut débit, ou présentent des limitations en termes de performances, de nature à perturber le bon déroulement des processus humains et opérationnels des organisations.

En effet, dans plusieurs pays, et notamment en France, une part importante de ces acteurs professionnels a d'ores et déjà identifié de nouveaux besoins métiers, qui appellent du transfert de données et vidéos, et nécessitent donc l'accès à des solutions à haut débit mobile. Ces nouveaux besoins incluent par exemple la gestion des processus métiers et personnels en mobilité, la protection des travailleurs isolés, l'optimisation des opérations de maintenance à distance, etc. Au surplus, les problématiques complexes, liées à la souveraineté numérique, à l'échelle nationale et européenne, encouragent les acteurs à examiner la pertinence de réseaux locaux.

Les technologies récentes, incluant 4G, 5G et IoT, permettent aujourd'hui d'envisager la conception de réseaux professionnels de nouvelle génération, à haut niveau de résilience et de sécurisation, sur des zones géographiques localisées, pour répondre aux spécificités des usages des collectivités et entreprises.

L'appropriation de ces solutions, et leur mise en place opérationnelle, par l'ensemble des parties prenantes dans les territoires, restent toutefois un défi majeur. Celui-ci présente une dimension stratégique forte, et s'inscrit dans un contexte global lié à l'aménagement de nos territoires, leur attractivité, leur dynamisme économique, l'innovation et la compétitivité de nos entreprises.

En 2021, Tactis, en partenariat avec Athonet, Hub One et Kontron, a réalisé une Etude sur les réseaux radio professionnels en France et leur potentiel d'évolution vers des solutions 4G/5G privées.

Cas d'usages de nos collectivités et acteurs industriels, solutions sur-mesure pour y répondre, briques technologiques, modèles économiques, schémas d'utilisation des fréquences radio, stratégies de déploiement et d'exploitation des infrastructures, dispositions de gouvernance, besoins en compétences nouvelles, etc. : l'étude a permis d'examiner ces multiples questions et enjeux clés, en lien avec les parties prenantes.

L'objectif de ce Livre blanc est de mettre en visibilité l'Etude réalisée, et de contribuer ainsi au débat collectif, nécessaire pour construire des éléments de réponse à ce défi numérique, industriel et surtout humain !

QUI SOMMES-NOUS ?



Tactis est un cabinet de conseil français leader en matière d'aménagement numérique du territoire et de développement économique lié au numérique. Tactis accompagne les territoires à réaliser une couverture étendue, pour faciliter les accès à haut débit pour tous (solutions 4G, 5G, fibre, satellite). Faiseur de projets *smart city* et territoires intelligents, Tactis assiste et accompagne les collectivités locales dans l'élaboration et le montage de projets liés aux objets connectés, à la gestion de la donnée, à la mobilité, *etc.*



Athonet, premier acteur pour le développement de réseaux cellulaires 3G/4G/5G entièrement virtualisés, est leader des plateformes de connectivité 4G dans le *cloud*, privé ou public. Les solutions d'Athonet fournissent à ses clients une visibilité et un contrôle complets du réseau, que ce soit pour les utilisateurs et les appareils connectés. Le développement des solutions Athonet est 100% européen et lui confère une compréhension et un contrôle complets de sa plateforme de connectivité. Athonet fournit notamment des solutions 4G pour les forces de sécurité françaises PCSTORM.



Hub One, filiale à 100 % du Groupe Aéroports de Paris, est l'opérateur de technologies digitales pour les entreprises et organisations publiques. Acteur de référence de la transformation numérique en univers contraints, Hub One s'appuie sur ses domaines d'expertise : connectivité à haut débit, solutions métiers de traçabilité et de mobilité, IoT en milieu industriel et cybersécurité. Hub One propose le meilleur des technologies au travers de solutions éprouvées et adaptées aux besoins et usages des professionnels. Titulaire de l'une des premières fréquences mobiles professionnelles françaises, Hub One a déployé et opère son propre réseau 4G privé, évolutif 5G, sur les plateformes aéroportuaires de Charles-de-Gaulle, Orly et Le Bourget.



Kontron Transportation est un constructeur-intégrateur de solutions de télécommunications. Leader mondial des réseaux GSM-R, *i.e.* 2G pour les télécommunications ferroviaires, Kontron Transportation est plus largement un grand spécialiste des réseaux radios professionnels à vocation critique, positionné notamment sur le marché des réseaux 4G/5G privés. Kontron Transportation dispose des compétences et solutions pour adresser en mode industriel les problématiques spécifiques de chaque client du marché vertical.

REMERCIEMENTS

Tactis, en relation avec Athonet, Hub One et Kontron, partenaires pour la réalisation de l'Etude, remercie l'ensemble des organisations qui ont accepté de partager des informations utiles pour enrichir la réflexion.

En outre, cette Etude avait précédemment fait l'objet d'un webinaire, organisé par Tactis le 7 décembre 2021. Les partenaires tiennent à formuler leurs remerciements, dans ce livre blanc, à chacun des intervenants à ce webinaire :

- Flore NAIMAN, Responsable Business 4G/5G Privée, Hub One ;
- Cyril CHEDOT, Responsable mission Innovation et Relations avec place portuaire, Haropa Port ;
- Gemma MORRAL ADELL, Chef de Projet, Direction du Numérique, Projet Living Labs 5G, SNCF ;
- Jean-Luc SALLABERRY, Chef du Département Numérique, FNCCR ;
- Aubin BERNARD, Responsable Affaires publiques et Affaires internationales, InfraNum.

Les interventions lors de ce webinaire sont disponibles sur le site internet de Tactis : <https://www.tactis.fr/reseaux-privés-4g-5g/>.

Enfin, Tactis a eu le plaisir, en présence d'Athonet, Hub One et Kontron, de présenter de manière synthétique les résultats de l'Etude, à l'occasion de la réunion de lancement d'un groupe de travail sur les réseaux mobiles professionnels, créé en 2021 par InfraNum. Nos remerciements vont à InfraNum pour cette initiative.

Fédération fondatrice du comité stratégique de filière des infrastructures numériques, InfraNum regroupe 222 membres industriels intervenant au service des territoires connectés. InfraNum, notamment au travers de sa commission radio, a démontré sa volonté de contribuer à la mise en œuvre d'actions pour accélérer l'accès, dans les industries et plus largement dans les territoires, à des solutions de réseaux mobiles professionnels (incluant 4G, 5G et IoT). La Fédération reconnaît que les opportunités offertes par les technologies à haut débit mobile et IoT, pour les usages métiers, représentent un potentiel conséquent pour les acteurs de la filière.

SOMMAIRE

Des solutions de réseaux privés, mises en œuvre de longue date par les acteurs professionnels pour leurs usages métiers [Page 6](#)

De nouveaux besoins et enjeux métiers, qui imposent l'accès à des solutions mobiles professionnelles de nouvelle génération [Page 7](#)

Les éléments déclencheurs des projets de mise en œuvre de solutions 4G/5G privées et stratégies d'évolution [Page 8](#)

Un marché des réseaux mobiles professionnels décomposé en quatre segments principaux, avec des enjeux spécifiques [Page 9](#)

Une croissance soutenue du marché sur la prochaine décennie [Page 11](#)

Les fréquences radio, une ressource rare à partager entre un nombre croissant d'utilisateurs [Page 14](#)

Un rôle privilégié des collectivités pour promouvoir les réseaux mobiles sur-mesure comme clé de voûte des territoires intelligents et territoires d'industrie [Page 18](#)

1. DES SOLUTIONS DE RESEAUX PRIVES, MISES EN ŒUVRE DE LONGUE DATE PAR LES ACTEURS PROFESSIONNELS POUR LEURS USAGES METIERS

De longue date, de nombreux acteurs professionnels utilisent des systèmes sans fil, dans un modèle de réseaux privés, pour répondre à leurs usages métiers et besoins spécifiques. Il s'agit essentiellement de réseaux mis en œuvre localement, à l'échelle d'une collectivité territoriale, d'un site industriel, des infrastructures d'énergie ou de transport (aérien, côtier ou maritime, ferroviaire, routier, etc.), d'un lieu événementiel ou sportif, etc. Ces réseaux sont basés sur une diversité de systèmes, basés notamment sur des technologies à bas débit (par exemple DMR ou Tetra), des solutions WiFi ou encore Dect.



Des technologies PMR (*professional mobile radio*) à bas débit

- Exemples
 - Tetra (*terrestrial trunked radio*), technologie standardisée en 1995 par l'ETSI (*European telecommunications standards institute*)
 - DMR (*digital mobile radio*), technologie standardisée en 2005 par l'ETSI
- Ces technologies portent des usages présentant une composante critique
- Elles permettent uniquement le transport de la voix et de messages courts



- La technologie WiFi utilise des bandes de fréquences dites « libres », *i.e.* sans garantie de protection contre les brouillages préjudiciables
- Elle permet le transport de données ; le transport de la voix est également possible sous réserve de disposer de terminaux compatibles voix sur WiFi
- Elle n'est pas conçue pour porter des usages présentant une composante critique
- Certains acteurs professionnels ont eu recours à des solutions WiFi, à défaut d'autres solutions disponibles par le passé pour des communications à haut débit
 - Absence de garantie de la qualité de service
 - Limitations en termes de mobilité / continuité de service
 - Inadapté pour des environnements extérieurs, problématiques d'interférences
 - Ne permet pas de supporter une forte densité de points de connexion



- Dect (*digital enhanced cordless telecommunications*), technologie standardisée par l'ETSI pour la téléphonie sans fil
- La technologie Dect fait l'objet d'un écosystème large de terminaux robustes, sa mise en œuvre repose sur le déploiement de bornes sur l'emprise concernée
- Elle permet uniquement le transport de la voix ; les fonctionnalités d'appels de groupe ne sont pas possibles
- Elle offre une portée limitée, *i.e.* environ 40 m en environnement intérieur, 300 m en environnement extérieur

2. DE NOUVEAUX BESOINS ET ENJEUX METIERS, QUI IMPOSENT L'ACCES A DES SOLUTIONS MOBILES PROFESSIONNELLES DE NOUVELLE GENERATION

Une évolution des usages métiers, du filaire vers le sans-fil, du bas débit vers le haut débit mobile
De nouveaux besoins qui appellent du transfert de données et vidéos
Des enjeux clés de maîtrise et sécurisation des données et infrastructures



Connectivité en tout temps, en tous lieux, pour la sécurité des personnes et des biens

- Assurer une couverture géographique complète, incluant notamment environnements complexes en extérieur et à l'intérieur de bâtiments (*i.e.* environnements métalliques, sous-sols, zones techniques, *etc.*)
- Garantir un haut niveau de qualité de service, en adéquation avec les enjeux liés à l'exploitation, la sécurité et la sûreté
- Bénéficier d'une connectivité en toutes circonstances, y compris et surtout lors de situations exceptionnelles et périodes de gestion de crises
- Veiller à la fiabilité, la robustesse et la résilience de l'infrastructure



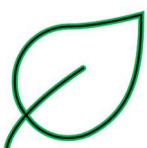
Performance opérationnelle et compétitivité

- Permettre et promouvoir le développement de nouveaux usages métiers de données et vidéo
 - Renforcement du numérique et de l'automatisation dans les processus métiers ; usages de robots collaboratifs, véhicules à guidage automatique (AGV), robots mobiles autonomes (AMR)
 - Fonctionnalités orientées groupes, par exemple possibilité de passer des appels de groupe, usages de type flottes avec fort degré d'applicatifs
 - Maintenance prédictive et préventive, supervision des infrastructures
 - Vidéoprotection, remontées de flux vidéo en haute définition et en temps réel (sécurité publique, protection des personnes à bord des trains, supervision de grues, *etc.*)
 - Pilotage à distance de navettes autonomes
 - Réalité augmentée et réalité virtuelle
- Rendre les processus métiers plus performants, au bénéfice des clients finaux et acteurs métiers



Qualité, innovation et attractivité

- Améliorer la qualité des produits et services en favorisant les usages du numérique
- Faire émerger de nouveaux axes de différenciation et d'attractivité
- Maîtriser les coûts d'investissements et d'exploitation de l'ensemble de la solution, et ce sur le long-terme, en cohérence avec les enjeux industriels



Réduction de l'empreinte carbone et développement durable

- Mettre en œuvre des solutions de connectivité sur-mesure, dimensionnées pour répondre spécifiquement aux usages métiers, et évolutives
- Maîtriser le choix et le dimensionnement des équipements, éliminer les déploiements superflus
- Optimiser les consommations en énergie
- Orchestrer la convergence technologique et optimiser les flottes de terminaux

3. LES ELEMENTS DECLENCHEURS DES PROJETS DE MISE EN ŒUVRE DE SOLUTIONS 4G/5G PRIVEES ET STRATEGIES D'EVOLUTION

Les projets de mise en œuvre de solutions 4G/5G privées, réalisés ou initiés jusqu'alors, sont déclenchés essentiellement par les deux éléments de contexte suivants :

- L'émergence de nouveaux usages métiers à haut débit mobile ;
- Les limitations des réseaux WiFi.

Les acteurs qui font le choix de mettre en œuvre des solutions 4G/5G privées prévoient ensuite de migrer tout ou partie de leurs autres systèmes existants (DMR, Tetra, Dect), par opportunité, dans une logique de convergence des technologies et mutualisation des moyens (mutualisation des infrastructures, optimisation des coûts et compétences).

Il ressort en effet des projets menés jusqu'alors que la migration des réseaux DMR ou Tetra n'a pas constitué le motif principal. Ces réseaux anciens restent estimés satisfaisants par un grand nombre d'acteurs, pour plusieurs raisons :

- Les solutions DMR et Tetra sont considérées comme performantes et fiables, pour des communications voix ;
- Ces solutions font l'objet d'un écosystème développé en termes de terminaux ergonomiques et accessoires professionnels ;
- Les décideurs sont prudents voire réticents à engager un projet de migration d'une solution éprouvée qui porte des usages critiques.

Toutefois, la question liée aux stratégies de remplacement des réseaux Tetra mérite d'être examinée, compte tenu de la tendance décroissante du marché et du risque découlant d'obsolescence de l'écosystème lié à cette technologie. Au surplus, la mise en œuvre et le maintien des solutions Tetra nécessitent des compétences spécifiques, dont la disponibilité et la pérennité posent parfois des difficultés dans les organisations.

Les projets d'évolution vers des solutions 4G/5G se déroulent sur des périodes longues (*i.e.* plusieurs années). Leur bon déroulement nécessite une implication forte des acteurs métiers. Ces projets d'évolution doivent inclure notamment les étapes suivantes :

- Un examen approfondi des cas d'usages et impacts attendus ;
- Une évolution des processus métiers ;
- Une démarche de conduite du changement ;
- Des opérations, sur le terrain, de remplacement de terminaux, d'évolution des applications métiers, *etc.*

Enfin, la mise en œuvre d'un réseau 4G/5G professionnel, sur-mesure, s'inscrit dans une approche de numérique soutenable. Les porteurs, publics et privés, des investissements pour de tels réseaux professionnels considèrent naturellement, dans leurs plans d'affaires, la consommation numérique des équipements et l'enjeu environnemental. Ces réseaux, compte tenu de leur conception ajustée, de haute couture et sans accessoire superflu, ont vocation à répondre aux besoins innovants, tout en respectant l'impérieuse exigence environnementale.

4. UN MARCHÉ DES RESEAUX MOBILES PROFESSIONNELS DECOMPOSE EN QUATRE SEGMENTS PRINCIPAUX, AVEC DES ENJEUX SPECIFIQUES

1. Les acteurs régaliens ou gestionnaires d'infrastructures de transport, d'ampleur nationale	
Des exemples	 MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR Liberté Égalité Fraternité  Pour certains usages, liés par exemple à la sûreté ferroviaire
Le besoin	- Nouveaux cas d'usages nécessitant du haut débit mobile - Les technologies PMR à bas débit ne suffisent plus, une évolution s'impose - Exigences : fonctionnalités PMR, couverture complète, qualité de service, garantie d'accès à la ressource radio
La stratégie privilégiée	- Absence de modèle économique viable lié à la mise en œuvre d'un réseau privé de dimension nationale - Pour des sociétés d'autoroutes, le statut de concessionnaire et la durée des concessions peuvent rendre complexe la stratégie d'investissement dans des solutions 4G/5G privées - Recours aux offres PMR proposées par les opérateurs nationaux
Les enjeux ou limitations	- Enjeux liés aux performances des réseaux des opérateurs nationaux, notamment en matière de débits sur le lien montant, pour des remontées de flux vidéo en haute définition et en temps réel - Enjeux également liés à la résilience de ces réseaux, dans des situations de dysfonctionnement d'un équipement, gestion de crise, plan de reprise d'activité, etc.

2. Les acteurs dans les secteurs de l'énergie et du transport, de dimension locale, avec des enjeux forts en termes de sécurité	
Des exemples	 cea  edf  GROUPE ADP  Hub One Digital Technologies  Société du Grand Paris  Pour des zones de gares et centres techniques Pour des usages de type missions critiques  TotalEnergies
Le besoin	- Nouveaux cas d'usages nécessitant du haut débit mobile - Les technologies PMR à bas débit ne suffisent plus, une évolution s'impose - Exigences : fonctionnalités PMR, couverture complète, qualité de service, garantie d'accès à la ressource radio - Des environnements complexes, avec des enjeux forts en termes de sécurité et performance opérationnelle - Limitations de la technologie WiFi, en termes de mobilité et garantie de qualité de service, en particulier dans les environnements extérieurs - Volonté d'optimiser les flottes de terminaux, i.e. privilégier l'usage de <i>smartphones</i> et tablettes
La stratégie privilégiée	Pertinence du modèle de réseau privé, sous réserve de démontrer l'existence d'un modèle économique viable

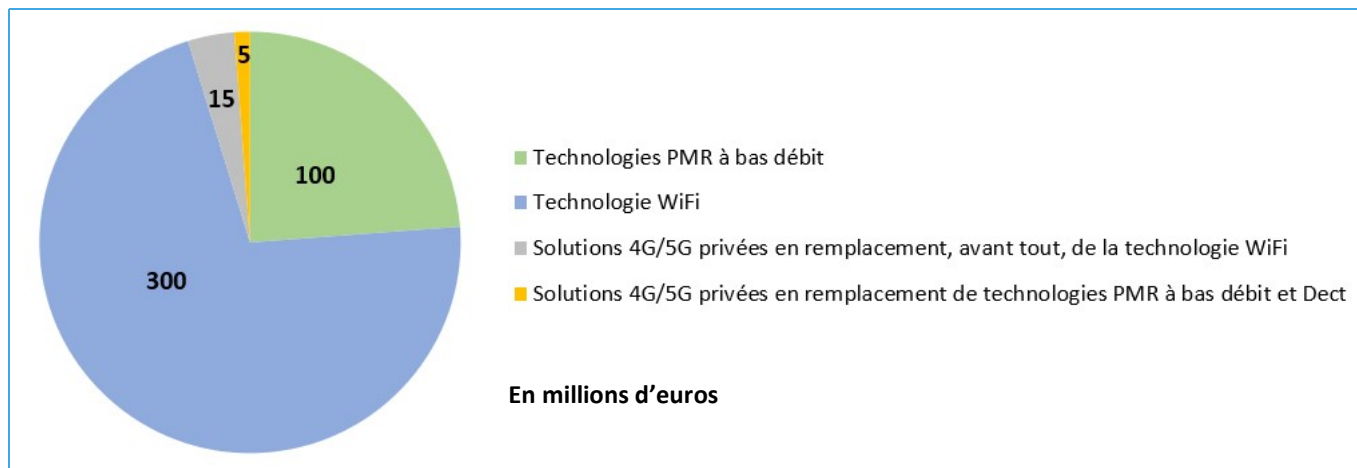
Il est à noter que l'accroissement du nombre d'acteurs concernés par des enjeux d'infrastructures et de communications critiques, incluant notamment les opérateurs d'importance vitale (OIV), opérateurs de service essentiel (OSE) et gestionnaires de sites Seveso, ainsi que leurs partenaires, est de nature à renforcer le marché des réseaux 4G/5G professionnels.

3. Les acteurs de l'industrie			
Des exemples			
Le besoin	- Cas d'usages nécessitant du haut débit mobile - Des environnements complexes, avec des enjeux forts en termes de sécurité et performance opérationnelle - Limitations de la technologie WiFi, en particulier dans les environnements extérieurs - Volonté d'optimiser les flottes de terminaux, <i>i.e.</i> privilégier l'usage de <i>smartphones</i> et tablettes		
La stratégie privilégiée	Certains acteurs de l'industrie s'orientent vers des solutions 4G/5G privées		

4. Les collectivités territoriales			
Des exemples			
Le besoin	- Nouveaux cas d'usages relevant essentiellement de technologies IoT à bas débit (de type LoRa), pour optimiser la gestion des bâtiments, des déchets, de l'eau, de l'énergie, des transports, <i>etc.</i> - Vidéoprotection (sécurité publique, protection des personnes et des biens), avec des caméras en mobilité ou non connectées par voie filaire - Gestion en mobilité des agents, sous-traitants et délégataires - Gestion de personnes et travailleurs isolés - Organisation d'événements culturels ou sportifs		
La stratégie privilégiée / Tendances	- Stratégie de <i>smart cities</i> / territoires intelligents - Plusieurs collectivités territoriales ont initié des projets de mise en œuvre de solutions IoT/LoRa, dans un modèle de réseaux privés - Maîtrise des infrastructures, incluant les enjeux de sécurité et d'interopérabilité - Visibilité budgétaire sur le moyen/long terme (au-delà des engagements des offres proposées par des opérateurs commerciaux, <i>i.e.</i> durées de 12, 24 ou 36 mois)		
	- Une maturité encore faible sur les stratégies d'évolution des technologies « historiques » de réseaux professionnels ; deux grandes orientations émergent - Recours aux offres PMR proposées par les opérateurs nationaux - Sous réserve de disposer de performances adaptées, notamment en matière de débits sur le lien montant, pour des remontées de flux vidéo en haute définition et en temps réel - Recours aux réseaux des opérateurs nationaux, enrichi par la mise en œuvre de services applicatifs (gestion des personnes en mobilité, géolocalisation, <i>push-to-talk</i>, communications de groupe, <i>etc.</i>) - Solutions 4G/5G privées, sur une emprise localisée avec, si pertinent, modèle de mutualisation des fréquences radio et/ou des infrastructures, en lien avec les acteurs industriels présents localement sur le territoire - Se pose la question de la gouvernance et des moyens alloués pour assurer l'exploitation pérenne de ces infrastructures		

5. UNE CROISSANCE SOUTENUE DU MARCHÉ SUR LA PROCHAINE DECENNIE

En 2021, le marché français des solutions de réseaux professionnels est resté dominé par les technologies « historiques » PMR à bas débit et WiFi. Les solutions 4G/5G privées ont représenté environ 5% du marché des solutions de réseaux professionnels, représentant environ 20 millions d'euros.



Marché des solutions de réseaux mobiles professionnels en 2021 (sources : entretiens avec les acteurs, IDC, analyse Tactis)

Les partenaires pour la réalisation de l'Etude identifient :

- Dans un premier temps, une évolution du marché des solutions 4G/5G privées liée majoritairement à des projets de remplacement de la technologie WiFi.

Sur cette composante liée au remplacement WiFi, il est estimé que la croissance annuelle atteigne 20% dès 2022, puis 35% à partir de 2027, compte tenu :

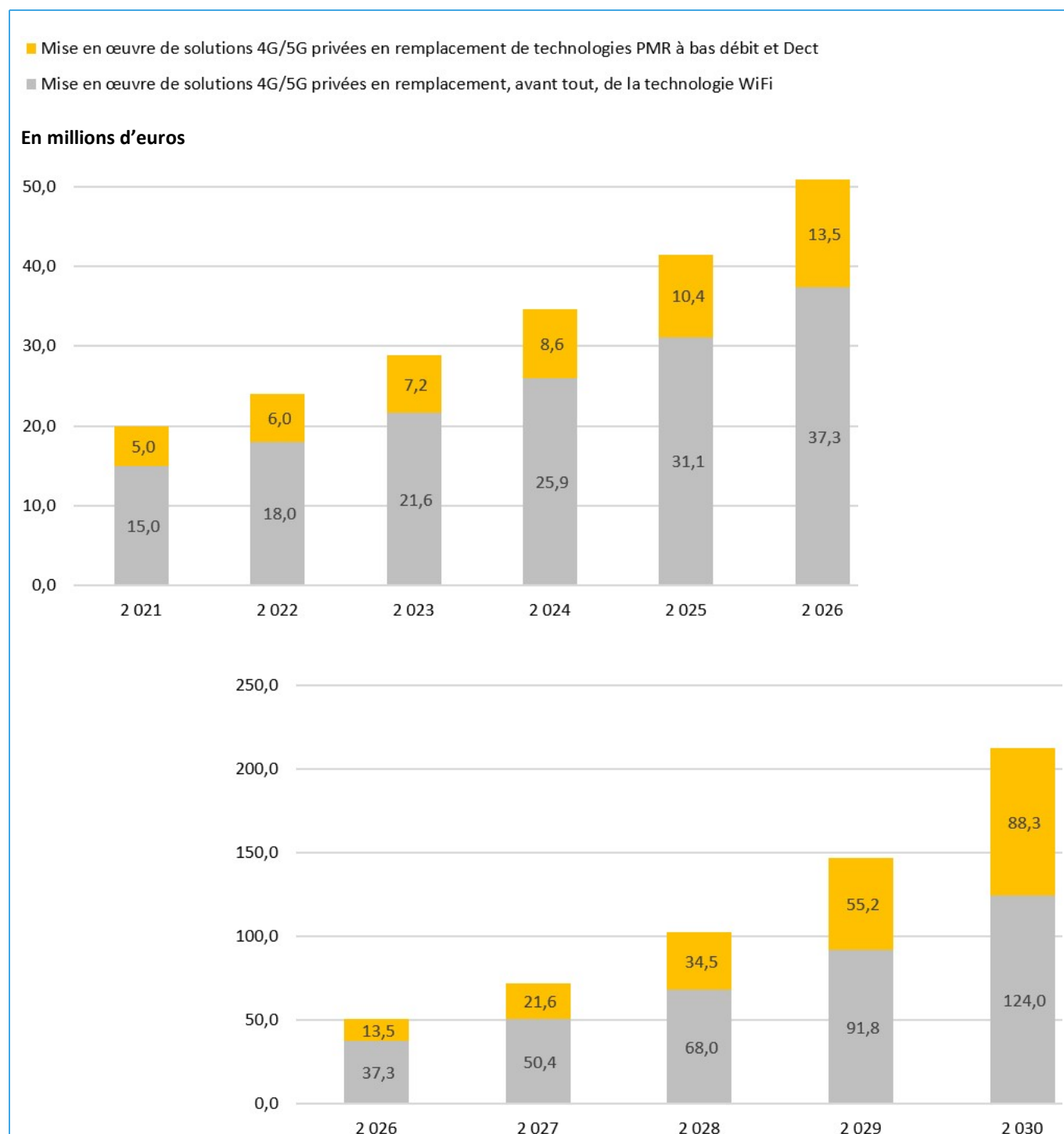
- De la multiplicité de besoins nouveaux émanant d'un nombre accru d'acteurs dans les secteurs de l'énergie, du transport et de l'industrie ;
- Du gain en maturité de l'écosystème 5G.

- Dans un second temps, le remplacement de technologies PMR à bas débit et Dect prendra une part prépondérante du marché.

Sur cette composante liée au remplacement PMR à bas débit et Dect, il est estimé une croissance annuelle de 20% de 2022 à 2025, puis de 30% en 2026, pour atteindre 60% à partir de 2027, compte tenu, en plus des motifs précités, du contexte patent d'obsolescence de ces technologies PMR à bas débit et Dect.

Plus largement, les partenaires pour la réalisation de l'Etude considèrent que le gain en maturité de solutions technologiques 4G/5G privées de bout en bout, et l'optimisation des processus de mise en œuvre « clé en main », généreront une évolution significative du marché ; cet élargissement du marché sera alors de nature à favoriser l'attractivité des offres tarifaires.

Sur la base de ces éléments prospectifs, le marché des solutions 4G/5G privées est estimé à plus de 212 millions d'euros en 2030.



Estimations du marché des solutions 4G/5G privées à l'horizon 2026, puis sur la période 2026-2030

Enfin, la virtualisation des différentes briques du réseau (cœur de réseau et accès radio) constituera également un levier pour contribuer au développement de solutions plus économiques, et donc accessibles par un marché étendu. Le standard *open RAN* (réseau d'accès radio ouvert) consiste à remplacer tout ou partie des équipements d'un réseau par du matériel plus générique, interopérable, et des logiciels dans le *cloud*.

Déjà, plusieurs nouveaux acteurs affichent leur volonté de se positionner sur le marché de l'*open RAN*. A ce stade, il s'agit essentiellement d'entreprises américaines, par exemple Airspan, Intel, JMA, Mavenir, Parallel Wireless, *etc.*, ainsi que des acteurs puissants en quête de diversification, tels que Amazon Web Services, Dell, Fujitsu, NEC, Samsung, *etc.*

Néanmoins, l'adoption de cette technologie par les opérateurs nationaux n'interviendra qu'à la suite d'une période d'évaluation et d'expérimentations, qui pourrait se dérouler sur plusieurs années (au-delà de quatre ans). En conséquence, le recours aux solutions *open RAN* pour adresser des usages professionnels s'inscrit dans un calendrier de long terme, uniquement une fois que le caractère éprouvé de la technologie (interopérabilité des systèmes, sécurité, *etc.*), et la pertinence du modèle de déploiement et d'exploitation, auront été suffisamment démontrés.

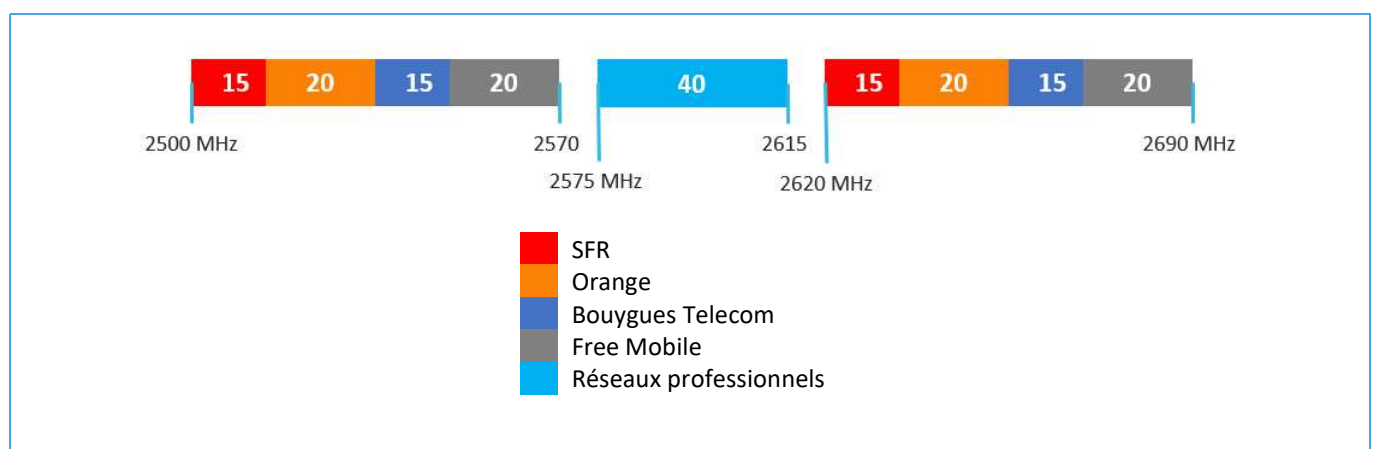
6. LES FREQUENCES RADIO, UNE RESSOURCE RARE A PARTAGER ENTRE UN NOMBRE CROISSANT D'UTILISATEURS

Les nouveaux besoins liés à la mise en œuvre de solutions 4G/5G, dans un modèle de réseaux privés, rendent nécessaire l'accès à des ressources spectrales.

En France, l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (Arcep) a, dès 2019, identifié des fréquences spécifiques pour des réseaux professionnels à très haut débit, dans la bande 2575-2615 MHz, couramment appelée « bande 2,6 GHz TDD ».



L'identification, par l'Arcep, d'une bande de fréquences, pour la mise en œuvre de réseaux professionnels à haut débit mobile, constituait une décision inédite. La bande 2,6 GHz TDD est harmonisée, à l'échelle mondiale, pour la mise en œuvre de réseaux du service mobile. Les acteurs qui envisagent la mise en œuvre de réseaux professionnels peuvent ainsi s'inscrire dans des standards technologiques et bénéficier, d'une part, d'un écosystème 4G/5G développé orienté grand public (équipements de réseaux et terminaux) et, d'autre part, de perspectives d'économies d'échelle. La 4G et la 5G correspondent en effet à des technologies standardisées au niveau international par le 3GPP (*third generation partnership project*).



Affectations et attributions de la bande 2,6 GHz en France

L'utilisation de fréquences dans cette bande 2,6 GHz TDD fait l'objet de plusieurs autorisations attribuées par l'Arcep, à la suite des demandes des acteurs¹ (données publiées sur le site internet de l'Arcep, en date du 14 mars 2022). En outre, de nombreux acteurs ont réalisé des expérimentations dans cette bande 2,6 GHz TDD.

Acteurs ayant adressé à l'Arcep une lettre de manifestations d'intérêt, en cours d'instruction			

Acteurs bénéficiaires d'une autorisation d'utilisation de fréquences attribuée par l'Arcep, à titre pérenne			
			Air France bénéficie d'une mise à disposition de fréquences par Hub One
Nokia met en œuvre un réseau 4G/5G dans le cadre du projet Paris2Connect		Grolleau est un utilisateur d'un réseau 4G/5G mis en œuvre par Weaccess Group	

Acteurs bénéficiaires d'une autorisation d'utilisation de fréquences attribuée par l'Arcep, à titre expérimental (liste non exhaustive)			
			Régie des Transports Métropolitains

Utilisateurs de la bande 2,6 GHz TDD pour des réseaux mobiles professionnels

¹ <https://www.arcep.fr/demarches-et-services/professionnels/transformation-numerique-des-entreprises/guichet-dattribution-des-frequences-de-la-bande-26-ghz-tdd.html>.

Les expérimentations et premiers déploiements opérationnels, réalisés jusqu'alors dans la bande 2,6 GHz TDD, ont donc permis de mettre en évidence des points forts liés à l'utilisation de cette ressource, mais également plusieurs limitations, qui pourraient appeler un besoin d'accès à des fréquences additionnelles.

- La **quantité de fréquences disponibles**, i.e. 40 MHz, s'avère insuffisante pour certains cas d'usages métiers.
 - A titre de comparaison, le régulateur allemand a identifié une quantité de 100 MHz, correspondant à la bande 3,7-3,8 GHz, pour répondre aux besoins des utilisateurs professionnels.
 - Par exemple, les usages portant sur la collecte et l'exploitation de flux vidéo, à haute définition et en temps réel, émanant du terrain, requiert une largeur de bande importante (vidéoprotection, détection de personnes ou d'objets par analyse d'image, missions d'exploitation d'infrastructures de transports en commun, applications liées au transport autonome, assistance aux opérations de maintenance, etc.).
- Dans la bande 2,6 GHz TDD, l'**écosystème en matière de terminaux 4G durcis** reste en cours de développement, celui lié aux **terminaux 5G durcis** est très peu développé à ce stade.
- Certains acteurs, qui ont des activités au-delà du territoire national, expriment un besoin d'accès à des ressources en fréquences présentant un **degré « suffisant » d'harmonisation**, a minima à l'échelle européenne (notamment pour des utilisateurs comme Airbus, les constructeurs automobiles, les acteurs aéroportuaires, etc.). L'harmonisation, aussi large que possible, de l'accès aux fréquences constitue un prérequis à l'émergence d'un marché de taille significative, et in fine au développement d'un écosystème, reposant sur des économies d'échelle et des offres compétitives.
- Enfin, le **montant de la redevance de mise à disposition**, liée aux autorisations d'utilisation de fréquences dans cette bande 2,6 GHz TDD, est considéré comme un frein au développement de réseaux 4G/5G professionnels, notamment par des organisations de petite taille ou taille intermédiaire. En application des dispositions du décret n°2007-1532 du 24 octobre 2007 modifié² et son arrêté d'application, les titulaires d'une autorisation d'utilisation de fréquences sont assujettis au paiement d'une redevance annuelle domaniale de mise à disposition dont le montant est d'environ 70 000 euros, pour une largeur de bande de 20 MHz et une zone d'allotissement jusqu'à 100 km². L'introduction de paliers intermédiaires, en termes de surfaces et montants de la redevance de mise à disposition associée, constituerait un levier pour favoriser le développement de réseaux 4G/5G professionnels, y compris sur des zones géographiques bien en deçà de 100 km².

Le 3 mars 2022, la mission 5G industrielle, présidée par Philippe HERBERT, a remis son rapport aux ministres Agnès PANNIER-RUNACHER et Cédric O³. Ce rapport inclut, dans sa recommandation n°1, une action portant spécifiquement sur la bande 2,6 GHz TDD et « *un ajustement des modalités de calcul du montant des redevances adapté aux besoins industriels* ». Ce même rapport mentionne que « *le Gouvernement s'engage à réviser l'article 8-1 du décret n°2007-1532 du 24 octobre 2007 relatif aux redevances sur la bande 2,6 GHz TDD dédiée aux réseaux mobiles privés* ».

Les partenaires pour la réalisation de l'Etude saluent l'annonce de cet engagement.

² Décret n°2007-1532 du 24 octobre 2007 modifié relatif aux redevances d'utilisation des fréquences radioélectriques dues par les titulaires d'autorisations d'utilisation de fréquences délivrées par l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes.

³ https://www.conseil-national-industrie.gouv.fr/files_cni/files/numerique/rapport-mission-5g.pdf.

A ce stade, la bande 2,6 GHz TDD reste la seule ressource identifiée pour la mise en œuvre, de manière pérenne, de réseaux à haut débit mobile, dans un modèle de réseaux privés.

En complément, et notamment compte tenu des limitations précitées de cette bande, l'Arcep a identifié d'autres ressources spectrales pour des expérimentations de réseaux mobiles professionnels. Il s'agit par exemple des bandes 3,8-4 GHz et 26 GHz. Les expérimentations, en cours ou à venir, devront permettre d'évaluer les opportunités et contraintes, en termes notamment de solutions technologiques, cas d'usages, schémas de déploiement et modèles économiques.

Enfin, en 2020, l'Arcep a attribué, aux quatre opérateurs mobiles grand public, des autorisations d'utilisation de fréquences dans la bande 3490-3800 MHz, dans la perspective de la mise en œuvre de réseaux basés sur la nouvelle technologie 5G. Dans le cadre de la procédure d'attribution, l'Arcep a défini des obligations portant sur la fourniture de services à destination des acteurs professionnels.

Les autorisations attribuées⁴ incluent une disposition formulée ainsi (Annexe 1, paragraphe 4.2) :

« Le titulaire fait droit aux demandes raisonnables selon sa préférence :

- Soit par son réseau mobile au travers d'une offre sur mesure ou d'une offre disponible en catalogue, le vertical pouvant apporter des infrastructures (pylône, emplacement...) facilitant la fourniture du service ;
- Soit par la mise à disposition locale de tout ou partie des fréquences de la bande 3490 - 3800 MHz dont il est titulaire :
 - Au vertical qui souhaiterait déployer et exploiter un réseau en propre pour ses propres besoins sur une zone géographique délimitée ; ou
 - A un opérateur prestataire du vertical, qui exploiterait les fréquences du titulaire sur une zone géographique délimitée afin de satisfaire la demande du vertical. »

Toutefois, la capacité des opérateurs grand public à répondre aux besoins spécifiques et/ou usages critiques des acteurs professionnels doit, pour chaque projet potentiel, être évaluée. La mise en œuvre d'un cœur de réseau 5G SA (*standalone*) et de la fonctionnalité de *network slicing*, pour répondre à une diversité de cas d'usages dans des environnements professionnels variés, présente, pour les opérateurs grand public, des enjeux complexes, à la fois aux niveaux techniques, économiques et juridiques. Les possibilités, pour chacun des opérateurs, de proposer des offres avec garantie de débit et réservation de bande passante, et le cas échéant modèles tarifaires associés, devront être approfondies.

⁴ Décisions n° 2020-1254, n° 2020-1255, n° 2020-1256, n° 2020-1257 de l'Arcep en date du 12 novembre 2020 autorisant, respectivement les sociétés Bouygues Telecom, Free Mobile, Orange, SFR, à utiliser des fréquences dans la bande 3,4 - 3,8 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un réseau radioélectrique mobile ouvert au public.

7. UN ROLE PRIVILEGE DES COLLECTIVITES POUR PROMOUVOIR LES RESEAUX MOBILES SUR-MESURE COMME CLE DE VOUTE DES TERRITOIRES INTELLIGENTS ET TERRITOIRES D'INDUSTRIE

Dans le cadre de l'Etude réalisée, les échanges avec les porteurs de projets et fournisseurs de solutions ont mis en évidence un besoin de renforcer les actions de communication et de pédagogie, autour des expérimentations et projets de mise en œuvre de solutions 4G/5G privées.

En effet, les premiers déploiements opérationnels, engagés jusqu'alors dans la bande 2,6 GHz TDD, restent peu nombreux (projets portés par Airbus, Butachimie, EDF, Hub One, Nokia, SNCF, Weaccess Group ; cf. Section 6). En outre, plusieurs expérimentations ont été réalisées, ou sont en cours, dans cette bande ; néanmoins, la transformation des essais en programmes pérennes n'est pas systématique.

Il convient de tout faire pour la réussite de ces premiers déploiements, pour ainsi disposer de références et favoriser l'effet d'entraînement. Ceux-ci, une fois menés à terme, constitueront des retours d'expérience utiles, pour contribuer à démontrer la maturité des cas d'usages, de l'écosystème et l'existence de modèles économiques viables, et favoriser l'émergence d'autres projets.

Les opportunités offertes par les réseaux radio professionnels et solutions 4G/5G privées doivent être promues auprès d'un nombre aussi large que possible des acteurs de l'industrie. Cette approche s'inscrit, de façon cohérente, dans le cadre d'une ambition stratégique partagée portant sur le dynamisme économique de nos territoires, l'innovation et la compétitivité de nos entreprises. Il est essentiel de veiller à ce que ces solutions soient accessibles par l'ensemble du tissu industriel national, incluant une multitude d'entités de taille intermédiaire ou de petite taille. Le constat actuel est que la majorité de ces entités (ETI, PME et PMI) a une connaissance très partielle, voire absente, des possibilités de mise en œuvre de solutions 4G/5G privées.

De manière évidente, les grands acteurs précités, porteurs des premiers déploiements opérationnels dans la bande 2,6 GHz TDD, et les fournisseurs de solutions impliqués sur ces projets, bénéficient d'un positionnement clé pour contribuer à l'effet catalyseur. Ces porteurs de projets constituent des leaders de l'industrie du futur ; ils sont les porte-parole naturels auprès, *a minima*, de leurs partenaires et sous-traitants.

En complément, l'appropriation des opportunités des réseaux mobiles sur-mesure par les acteurs de l'industrie appelle la mobilisation des collectivités territoriales, dans la continuité de leurs actions en matière d'aménagement numérique et de développement de leur attractivité.

Cette appropriation, par le plus grand nombre d'acteurs du tissu industriel local, et le développement de cas d'usages innovants, doivent s'imposer comme axes prioritaires au niveau des territoires :

- Pour renforcer le dynamisme économique des territoires ;
- Pour faire rayonner l'industrie et renforcer sa compétitivité ;
- Pour attirer les talents et pérenniser l'emploi.

En conclusion, Tactis, en relation avec Athonet, Hub One et Kontron, partenaires pour la réalisation de l'Etude, encourage les collectivités territoriales à prendre un rôle de premier plan sur ce sujet incontournable et stratégique des réseaux mobiles sur-mesure et solutions 4G/5G privées. Trois recommandations sont ainsi formulées :

Fédérer les acteurs et communiquer	Les collectivités, à l'échelle de leur territoire, doivent assurer un rôle de meneur pour fédérer les acteurs et animer la communication. - Fédérer le plus grand nombre d'acteurs économiques présents sur le territoire : - Les acteurs publics ; - Les acteurs du tissu industriel local, incluant non seulement les grands groupes mais aussi et surtout les ETI, PME et PMI. - Organiser les actions de communication et de pédagogie, sur les réseaux radio professionnels et les solutions 4G/5G privées, auprès de ces acteurs. - Organiser le partage des expériences et bonnes pratiques, en interaction avec l'ensemble des parties prenantes, incluant utilisateurs, fournisseurs de solutions et décideurs publics. - Organiser et piloter des groupes de travail, impliquant les acteurs du territoire, pour contribuer au recensement des cas d'usages et spécifications des nouveaux besoins.
Favoriser la mise en œuvre du « bon » niveau de mutualisation et partage des moyens	Les collectivités doivent assurer un rôle de protagoniste pour examiner les modèles de mutualisation envisageables, en lien avec les acteurs du territoire. - Identifier, à l'échelle du territoire, les emprises localisées cibles pour la mise en œuvre de solutions 4G/5G privées. - Examiner les besoins et opportunités de mutualisation des fréquences radio, en tenant compte notamment du niveau de chevauchement éventuel des zones à couvrir. - Examiner les schémas de partage de tout ou partie des infrastructures (cœur de réseau, accès radio, etc.) : - Une approche de partage constitue un levier pour optimiser les coûts d'investissement et d'exploitation (incluant les ressources en compétences) ; - La définition du « bon » schéma de partage doit tenir compte d'un examen approfondi des besoins spécifiques de chacun des acteurs du territoire. Ce dernier point soulève notamment les questions suivantes : - Quelles sont les exigences des utilisateurs en termes de maîtrise de leur réseau ? - Quelles sont leurs exigences en termes d'accès à la ressource radio et de priorisation des flux ? - Quels sont leurs enjeux liés à la gestion des risques internes et processus relatifs à la gestion de crise ?
Encourager la mise en œuvre de projets sur le terrain	Les collectivités doivent agir comme instigateurs de projets, mis en œuvre au bénéfice du plus grand nombre d'acteurs économiques présents sur le territoire. - Déclencher et faciliter les échanges entre les fournisseurs de solutions et les acteurs du territoire. - Encourager la mise en œuvre de pilotes sur le terrain, dans une perspective de préfigurateur, i.e. comme phase de maturation avant déploiement opérationnel et passage à l'échelle.

