

# **Plan stratégique sur l'évolution des usages et de la gestion du spectre pour la croissance et l'innovation**

Consultation publique de l'Agence nationale des  
fréquences en vue de l'élaboration du plan  
stratégique

15 décembre 2016

## Modalités pratiques de la consultation publique

L'avis de tous les acteurs intéressés est sollicité sur l'ensemble du présent document, qui rassemble les fiches « enjeux de la gestion du spectre » de la consultation.

Ces acteurs peuvent également soumettre leur avis sur le site dédié, qui présente, en sus des « fiches enjeux », un ensemble de « fiches usages » : <http://planstrategique.anfr.fr/>

L'attention des contributeurs est tout particulièrement attirée sur les propositions qui se trouvent à la fin de chacune des fiches « enjeux ».

La présente consultation publique est ouverte jusqu'au 28 février 18h00. Seules les contributions arrivées avant l'échéance seront prises en compte.

Les contributions doivent être transmises à l'ANFR, de préférence par courrier électronique, sur l'adresse suivante : [planstrategique@anfr.fr](mailto:planstrategique@anfr.fr)

À défaut, elles peuvent être transmises par courrier à l'adresse suivante :

Agence nationale des fréquences  
à l'attention de Monsieur Gilles BREGANT, Directeur général  
78, avenue du Général de Gaulle  
94704 Maisons-Alfort

L'ANFR, dans un souci de transparence, publiera l'intégralité des réponses qui lui auront été transmises, à l'exclusion des parties couvertes par le secret des affaires. Au cas où leur réponse contiendrait de tels éléments, les contributeurs sont invités à transmettre leur réponse en deux versions :

- une version confidentielle, dans laquelle les passages couverts par le secret des affaires sont identifiés entre crochets et surlignés en gris, par exemple : « une part de marché de [25]% » ;
- une version publique, dans laquelle les passages couverts par le secret des affaires auront été remplacés par « ... », par exemple : « une part de marché de « ... »% ».

Les contributeurs sont invités à limiter autant que possible les passages couverts par le secret des affaires. L'ANFR se réserve le droit de déclasser d'office des éléments d'information qui, par leur nature, ne relèvent pas du secret des affaires.

## 5G

La 4G est en cours de déploiement sur le territoire. Mais le secteur de la téléphonie mobile, qu'il s'agisse des acteurs économiques ou des gestionnaires du spectre, se tourne d'ores et déjà vers la prochaine génération de systèmes mobiles, la 5G. Prévues à l'horizon 2020, ses orientations stratégiques, qu'il s'agisse de technologies, de bandes de fréquences, de partenariats et ou d'harmonisation internationale se décident maintenant.

La 5G devra permettre des communications mobiles plus performantes, selon trois axes :

- Une capacité accrue : les débits théoriques devraient atteindre 10 Gbit/s, soit 100 fois plus que la 4G, tandis que les réseaux 5G devraient transporter 1 000 fois plus de données qu'en 4G. Tout usager devrait pouvoir bénéficier d'un débit effectif de 100 Mbit/s, où qu'il se trouve sur le territoire et même lorsqu'il se déplacera à des vitesses allant jusqu'à 500 km/h.
- La possibilité de connecter au réseau un très grand nombre d'objets communicants : cela suppose des protocoles adaptés aux modes de communication de ces objets, et notamment des échanges allégés pour les objets économes en bande passante exigeant une consommation énergétique très faible ;
- L'accès à des connexions plus fiables et à très basse latence : cela permettra d'utiliser ces réseaux pour des applications critiques, par exemple les voitures autonomes, les applications industrielles (robots) ou la télémédecine (chirurgie).

Les enjeux de la 5G rejoignent donc en partie ceux relatifs à l'internet des objets.

Les réseaux mobiles actuels utilisent des fréquences en dessous de 3 GHz. Une des spécificités de la 5G sera de faire appel à des gammes de fréquences plus hautes (dites « bandes de capacité »), notamment au-dessus de 24 GHz. La 5e génération de téléphonie mobile n'en aura pas moins besoin de bandes de fréquences basses (dites « bandes de couverture »). Comme pour les précédentes générations des réseaux mobiles, l'harmonisation des fréquences sera importante pour la 5G. Plus les fréquences sont harmonisées au niveau européen, voire mondial, plus les industriels peuvent concevoir des produits fonctionnant dans de nombreux pays, donc en plus grande série et à des prix plus bas.

Selon les acteurs économiques, l'extinction des réseaux de 2G et de 3G ne serait pas pertinente avant 2020 voire 2025. En effet, de nombreux terminaux continueront à se contenter des possibilités de la 2G, qui retrouve un intérêt pour le développement de l'internet des objets via la technologie GPRS (par exemple pour les terminaux de paiement dans les restaurants). Les réseaux 3G, quant à

eux, restent utiles tant que la proportion d'appels vocaux reste importante, sachant que peu de terminaux offrent un service de voix en 4G (VoLTE). Si les avis sont partagés, il est possible que les réseaux 3G ne cessent néanmoins d'être utiles avant les réseaux 2G.

C'est en 2021 qu'arriveront à échéance les autorisations attribuées par l'ARCEP aux opérateurs mobiles et relatives aux trois bandes de fréquences utilisées pour les réseaux 2G et 3G. Plusieurs acteurs, notamment les opérateurs mobiles, ont évoqué la possibilité de créer à terme, dans le cadre de l'extinction des réseaux 2G et 3G, un réseau mutualisé 2G entre les opérateurs compte tenu de la durée de vie des objets communiquant avec la technologie GPRS.

### **Proposition 1**

L'Agence préparera le transfert aux communications mobiles de la bande pionnière de la 5G, qui va de 3,4 à 3,8 GHz, la « bande C », que le RSPG a identifiée comme la bande prioritaire en Europe pour l'introduction de la 5G avant 2020. L'Agence contribuera à l'élaboration, au niveau européen, de conditions techniques harmonisées satisfaisantes et à la mise en place, au niveau national, des mesures spécifiques pour protéger les utilisateurs actuels de ces bandes et des bandes adjacentes, c'est-à-dire des stations terriennes de réception par satellite qui continueront à recevoir dans la bande 3,6 GHz à 3,8 GHz et des radars opérés par le ministère de la Défense en dessous de 3,4 GHz.

### **Proposition 2**

L'Agence soutiendra l'harmonisation de la bande 26 GHz que le RSPG a identifiée comme la bande pionnière en Europe parmi les bandes au-dessus de 24 GHz à l'étude pour la CMR-19. Cette harmonisation prendra également en compte la protection des utilisateurs actuels. L'Agence portera une attention particulière à la possibilité d'implantation dans le futur de stations terriennes des services scientifiques, qui nécessite une réflexion, au niveau national et européen, sur l'approche réglementaire.

### **Proposition 3**

L'Agence contribuera, au niveau européen, à l'élaboration des conditions techniques harmonisées et mettra à disposition des opérateurs mobiles des ressources dans la bande « L », qui a des propriétés de propagation très favorables. La bande L est aujourd'hui occupée notamment par des faisceaux hertziens gérés par l'ARCEP et des applications gouvernementales, qu'il conviendra de réaménager au préalable.

#### **Proposition 4**

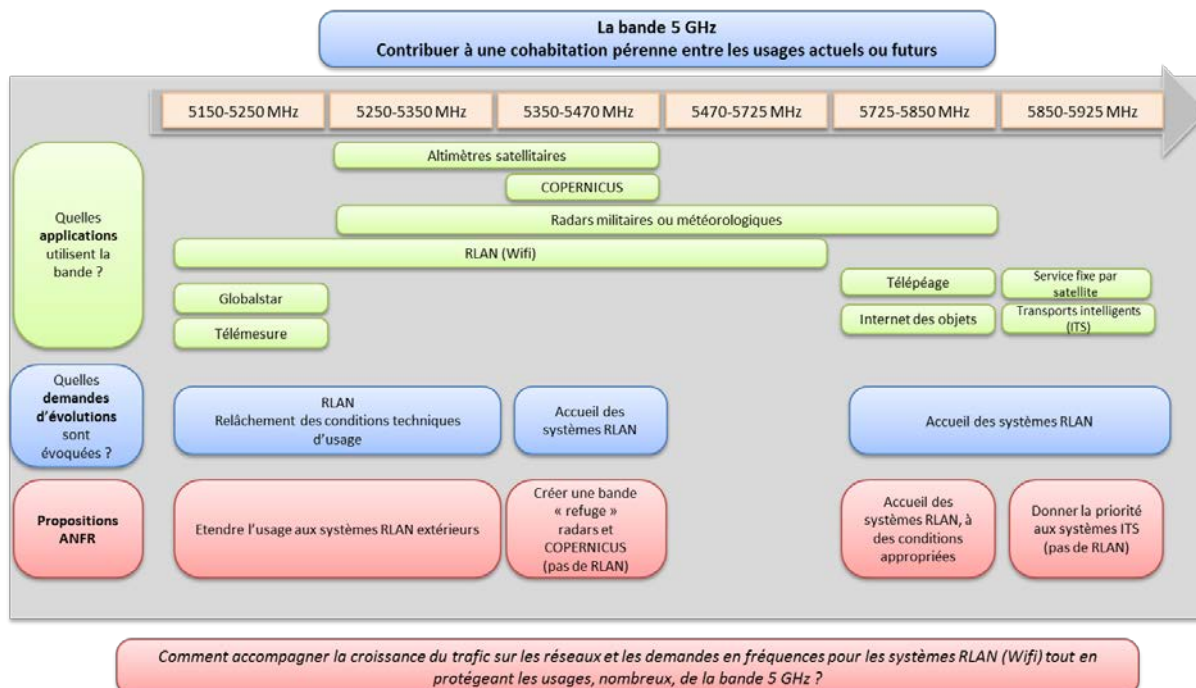
L'Agence trouvera, en concertation avec les acteurs concernés, la meilleure solution d'utilisation en partage de la bande 2,3 GHz. L'Agence cherchera une solution permettant de protéger les usages actuels du ministère de la Défense (service de télémesures aéronautiques d'intensité variable dans l'espace et dans le temps) et de trouver des conditions satisfaisantes pour l'ARCEP et les opérateurs mobiles. Les conditions techniques du partage ont été étudiées au niveau national et un cahier des charges est disponible en vue d'une expérimentation. Selon l'intérêt des opérateurs mobiles pour un accès en partage à cette bande, l'ANFR s'interrogera sur les autres usages (PPDR, PMR ou internet des objets) qui pourraient s'y développer. Dans tous les cas, l'Agence œuvrera à un cadre européen compatible avec les orientations prises au niveau national.

## Organiser la cohabitation dans la bande 5 GHz

La bande 5 GHz est aujourd'hui le point focal de plusieurs services, qui devront y coexister alors que, pour certains d'entre eux, leurs besoins apparaissent en croissance : les usages qui y sont autorisés de longue date (radars, satellites), les usages RLAN (Wifi) et les systèmes de transport intelligents (ITS).

Les réseaux locaux radioélectriques sont désignés souvent par leurs acronymes anglais, radio local area networks – RLAN – ou *wireless local area networks* - WLAN. On les appelle plus communément des réseaux Wifi, quoique ce dernier terme désigne plus précisément les technologies d'accès basées sur les normes IEEE 802.11 et que d'autres technologies, notamment le LTE-LAA développé par le 3GPP, ont aussi accès à ces bandes.

La réglementation européenne prévoit des mécanismes permettant de partager la bande entre ses usagers historiques et les RLAN. La bande 5 GHz accueille en effet des radars militaires et météorologiques, des systèmes de radionavigation aéronautique (radars météorologiques embarqués pour la détection de cyclones et de tornades) ou encore des satellites d'exploration de la Terre et des liaisons de connexion de la constellation *Globalstar*. Les RLAN peuvent utiliser ces fréquences, mais à condition de ne pas brouiller ces appareils.



Pour faire face à la demande croissante de très haut débit, l'industrie RLAN exprime depuis 2013 le souhait de disposer à 5 GHz d'une quantité de spectre contiguë plus importante visant à mettre en œuvre de nouvelles technologies utilisant une canalisation plus large (jusqu'à 160 MHz) qui offriront en accès sans fil des débits comparables à ceux de la fibre optique. Cette requête a fait l'objet

d'études aux niveaux européen et international, notamment dans le cadre de la CMR-15. Les travaux, qui portent sur les bandes 5 350-5 470 MHz, 5 725-5 850 MHz et 5 850-5 925 MHz, n'ont pas encore abouti à une solution satisfaisante pour protéger les systèmes existants. La Commission européenne a notamment souligné la nécessité de protéger les applications faisant l'objet de politiques communautaires, comme les systèmes d'observation de la Terre, dont Copernicus (plus de 3,4 milliards d'euros d'investissements communautaires et de l'ESA avec 3,8 milliards d'euros programmés sur les 6 prochaines années) et les systèmes de transports intelligents (ITS) qui contribuent à la fluidité et à la sécurité routières.

### **Proposition 1**

L'Agence poursuivra ses travaux pour trouver une solution technologiquement neutre pour faciliter la coexistence entre différentes technologies de RLAN à 5 GHz.

### **Proposition 2**

En réponse au point à l'ordre du jour de la CMR-19, l'Agence contribuera aux travaux engagés sur de nouvelles techniques de partage avec les autres utilisateurs de la bande et analysera les contraintes réglementaires applicables dans les bandes existantes. L'Agence propose notamment de :

- évaluer l'opportunité en Europe d'un relâchement réglementaire des bandes actuelles (5 150-5 250 MHz et 5 250-5 350 MHz) tout en protégeant les autres systèmes (utilisateurs actuels), notamment satellitaires ;
- protéger l'utilisation par COPERNICUS de la bande 5 370 – 5 470 MHz et envisager que cette bande soit un « refuge » pour les systèmes radars y compris les radars météorologiques ;
- examiner, en contrepartie, une solution raisonnable pour l'extension du Wifi dans la bande 5 725-5 850 MHz qui prenne en compte la protection des usages existants (télépéages ou radars).

### **Proposition 3**

S'agissant des ITS, afin de contribuer aux possibilités d'économies d'échelle et faciliter la mobilité inhérente aux véhicules, l'Agence œuvrera à préserver la bande 5855-5925 MHz pour les utilisations ITS, en cherchant autant que possible des conditions de cohabitation avec les autres usages potentiels (RLAN ou CBTC, le système de contrôle des rames de métro).

## **Bande 57-66 GHz**

En complément de la bande 5 GHz, certains industriels développent des technologies Wifi dans la bande 57-66 GHz, qui sont alors surnommées « WiGig ». Ils soulignent son utilité pour le délestage de trafic des réseaux mobiles vers des réseaux fixes via des points d'accès Wifi, mais aussi pour les connexions d'infrastructure entre petites cellules, sous un régime d'autorisation générale.

Le développement de ces nouveaux usages pourrait passer par un relâchement des conditions réglementaires, notamment en supprimant la restriction d'utilisation à l'intérieur des bâtiments et en autorisant une puissance maximale plus élevée. Un accord sur ces orientations ouvrirait la voie d'une harmonisation européenne. Néanmoins, de nombreux pays autorisent du service fixe dans cette bande de fréquences (systèmes Fixed Local Area Network Extension), et les options retenues devront nécessairement prendre en compte ces situations.

Un point d'attention supplémentaire réside dans le fait que la bande 63 à 64 GHz permet d'héberger des applications ITS. En effet, cette bande offre une ressource complémentaire à la bande 5,9 GHz, notamment pour des applications de gestion du trafic et de la mobilité dans la perspective du développement de la voiture autonome (transmission des données issues des capteurs, notamment des radars de voiture dans les bandes 76 à 81 GHz qui élargissent la visibilité au-delà des véhicules voisins). La coexistence des ITS avec des équipements sous autorisation générale nécessite donc des dispositions adaptées.

### **Proposition 1**

L'Agence étudiera et soutiendra, au niveau européen et mondial, l'harmonisation de conditions techniques relâchées et convergentes entre les différentes applications de connectivité dans les bandes 57-66 GHz sous un régime d'autorisation générale. Elle s'assurera que ces conditions offrent une protection adéquate aux applications ITS dans la bande 63-64 GHz.



## **Bande 470 – 694 MHz**

La bande 470 – 694 MHz est la partie de la « bande UHF » aujourd'hui attribuée à la diffusion hertzienne terrestre de la télévision. C'est aussi une bande où sont exploités des microphones sans fil utilisés notamment par les acteurs de l'audiovisuel et du spectacle vivant.

Pour donner au secteur audiovisuel une visibilité suffisante pour organiser la modernisation de la diffusion, le Parlement a prévu que la bande 470 – 694 MHz resterait affectée aux services audiovisuels jusqu'en 2030. Cette décision est en phase avec les conclusions du rapport Lamy de septembre 2014 et de l'avis RSPG de février 2015. Le rapport Lamy, demandé par la Commissaire européenne à la stratégie numérique, Neelie Kroes, a proposé une feuille de route de trois étapes :

- 2020 pour une réaffectation effective de la bande 700 MHz aux services mobiles en Europe, avec un calendrier anticipé pour les pays qui le souhaiteraient ;
- la conservation jusqu'en 2030 du reste de la bande UHF par le secteur audiovisuel ;
- une clause de rendez-vous en 2025 pour faire le bilan sur l'utilisation du spectre UHF en tenant compte de l'évolution des secteurs audiovisuel et de communications électroniques.

En France, la loi n° 2015-1267 du 14 octobre 2015 relative au deuxième dividende numérique et à la poursuite de la modernisation de la télévision numérique terrestre a modifié la loi n° 86-1067 du 30 septembre 1986 relative à la liberté de communication et dispose que « *la bande de fréquences radioélectriques 470-694 mégahertz reste affectée, au moins jusqu'au 31 décembre 2030, au Conseil supérieur de l'audiovisuel pour la diffusion de services de télévision par voie hertzienne terrestre. Cinq ans au moins avant cette date, le Gouvernement remet un rapport au Parlement relatif aux perspectives de diffusion et de distribution des services de télévision en France* ».

L'affectation de la bande 470 – 694 MHz aux usages audiovisuels est aujourd'hui la règle dans la Région 1, composée notamment de l'Europe, de l'Afrique et d'une partie du Moyen-Orient. En revanche, cette bande a déjà fait l'objet d'une identification pour les télécommunications mobiles internationales dans plusieurs pays de la région 2, dont les Etats-Unis, et de la région 3 (Asie-Pacifique). Les Etats Unis ont, par ailleurs, organisé une procédure d'enchères dites « incitatives » dans la bande 600 MHz, qui a débuté en mars 2016. Il s'agit de solliciter des radiodiffuseurs une restitution volontaire de leurs fréquences contre un dédommagement (enchères inversées), avant de mener une procédure d'enchères classiques auprès des opérateurs mobiles.

Par ailleurs, la Commission européenne a exprimé le souhait que puissent être introduites dans la bande 470-694 MHz, pour les pays qui le souhaitent, des liaisons mobiles dans le sens descendant uniquement (appelées SDL), notamment pour écouler du trafic multimédia.

Les années 2023-2025 seront cruciales pour définir l'avenir de la bande 470 – 694 MHz. En effet, au niveau mondial, l'attribution de cette bande fera l'objet d'un examen à la CMR-23 sur la base d'études qui devront être lancées à l'issue de la CMR-19. Au niveau européen, la proposition du rapport Lamy d'un réexamen de l'utilisation du spectre UHF en 2025 a été reprise dans le projet de la Commission pour une décision du Parlement européen et du Conseil sur la bande 470-790 MHz.

### **Proposition 1**

L'Agence accompagnera la modernisation de la diffusion audiovisuelle en défendant aux niveaux européen et international l'attribution de la bande 470-694 MHz au secteur audiovisuel jusqu'en 2030. Elle contribuera dans cette optique aux études sur l'avenir de la bande UHF, en prévision de la CMR-23 et de l'étude de la Commission européenne en réponse à la clause de rendez-vous du rapport Lamy.

### **Proposition 2**

L'Agence sera attentive aux évolutions des besoins de l'audiovisuel et aux expérimentations menées en Europe sur l'utilisation de liaisons mobiles dans le sens descendant uniquement (SDL) pour écouler du contenu audiovisuel dans la bande 470-694 MHz ou dans d'autres bandes.

### **Proposition 3**

L'Agence examinera également les conséquences de toute évolution des utilisations de la bande 470-694 MHz sur le spectre disponible pour les microphones sans fil (PMSE).

## Bande 900 MHz

Depuis 2015, l'Agence, a conduit, avec l'Arcep et la Défense, des travaux pour permettre le développement des objets connectés sous régime d'autorisation générale, dans la bande 900 MHz. Cette démarche répond à une demande d'Axelle Lemaire, secrétaire d'Etat chargée du Numérique, qui a confié à l'ANFR la responsabilité d'étudier, afin de contribuer au développement des objets connectés, les conditions techniques et réglementaires qui permettraient le développement des appareils de faible puissance dans les bandes 870-876 MHz, 915-921 MHz et 863-870 MHz. Cette demande intervenait à la suite de la remise du rapport ministériel de 2014 de Joëlle Toledano, Une gestion dynamique du spectre pour l'innovation et la croissance, qui a souligné le besoin de soutenir les usages innovants de l'internet des objets.

Ces travaux facilitent le développement de l'internet des objets et soutiennent les entreprises innovantes françaises de ce secteur qui ont déjà investi dans les bandes déjà ouvertes : 868-870 MHz et, avec des restrictions fortes, 863-868 MHz. Les possibilités de partage qui ressortent des études de compatibilité sont décrites dans la consultation publique que l'ANFR a publiée conjointement avec l'ARCEP du 3 juin au 18 juillet 2016. Les applications de l'Internet des Objets dans ces bandes sont aussi variées que le télélevage (Sigfox, LoRa), la ville intelligente, les RFID, les alarmes sociales, la domotique, les casques audio, etc.

Dans son mandat du 15 juillet 2014, la Commission européenne a par ailleurs invité la CEPT à analyser les possibilités d'harmonisation communautaire dans les bandes 862 - 870 MHz, 870 - 876 MHz et 915 - 921 MHz. Cette dernière a adopté en novembre 2016, pour consultation publique, un projet de réponse à la Commission européenne. Le cadre réglementaire harmonisé sera discuté au sein du comité du spectre radio (RSCoM) et devrait être adopté au premier semestre 2017.

Les fréquences pour l'internet des objets avaient également fait l'objet d'un atelier de l'ECC. Les travaux pour la bande 862-863 MHz n'ont pas encore été conclus, compte tenu notamment de l'émergence d'un besoin pour le télélevage par satellite, porté par le CNES, qui nécessite des conditions restrictives en termes de taux d'occupation des émissions.

Le cadre réglementaire au niveau national et européen doit prendre en compte la variabilité des applications et technologies envisagées pour l'IoT et assurer la compatibilité d'ensemble. Il doit préserver les besoins de la défense, la protection des réseaux des opérateurs mobiles dans les bandes 800 et 900 MHz, la protection du GSM-R (*Global System for Mobile Communications – Railways* en anglais, système de communications sans fil conçu pour les applications ferroviaires)

ainsi que les besoins éventuels d'un futur système ferroviaire appelé à remplacer le GSM-R entre 2025 et 2035.

Sur le moyen terme, la contiguïté des bandes allouées respectivement au service GSM-R et aux services mobiles publics imposent, au regard des impératifs de sécurité ferroviaire, des contraintes d'architecture de réseaux GSM-R et de compatibilité avec les terminaux GSM-R embarqués.

Depuis 2016, la réglementation ferroviaire impose la mise sur le marché et l'utilisation de récepteurs GSM-R résistants aux conditions de coexistence imposées par la proximité d'utilisation avec des réseaux mobiles large bande, encore appelés terminaux renforcés. Dans l'attente d'une mise à niveau, la Commission européenne a reconnu en juillet 2016 que les solutions de coexistence entre systèmes mobiles et GSM R devaient être recherchées à l'échelle nationale. En France des procédures transitoires applicables depuis le 01/11/2016 ont été mises en place, sous l'égide de l'ANFR, par l'ensemble des acteurs concernés, notamment opérateurs ferroviaires et opérateurs mobiles publics, afin de prévenir et de gérer le risque de perturbation des réseaux GSM-R en présence de réseaux mobiles publics en bande 900 MHz. Celles-ci recouvrent :

- un processus de coordination préventive reposant sur l'adaptation de la procédure d'accord d'implantation d'une installation radioélectrique, délivré par l'ANFR ; il vise notamment à éviter de nouveaux cas de perturbation de la réception GSM-R qui serait liée à l'implantation, ou à la modification, d'une station mobile publique soumise à l'accord de l'Agence ;
- un processus de coordination corrective, après accord de l'Agence dans le cadre de l'instruction de cas de brouillage.

### **Proposition 1**

L'Agence défendra, au niveau européen, le schéma retenu à l'issue de la consultation publique menée par l'ANFR avec l'ARCEP du 3 juin au 18 juillet 2016 sur l'Internet des Objets dans la bande 900.

### **Proposition 2**

L'Agence examinera, en concertation avec l'ARCEP, la Défense et le ministère du Développement durable, toute possibilité de faciliter, en termes d'accès à la bande 900 MHz, la transition du GSM-R vers un éventuel futur système de communication ferroviaire dans la bande, dans le respect des besoins immédiats d'accès au spectre pour les applications de l'internet des objets.

## **Bande L (1427-1518 MHz)**

Les réseaux mobiles commerciaux se sont déployés à l'origine dans les fréquences basses en dessous de 1 GHz et les bandes de fréquences hautes autour de 2 GHz, puis à 2,6 GHz et maintenant à 3,5 GHz. Une perspective intermédiaire s'ouvre avec l'harmonisation européenne de la bande 1452-1492 MHz et, prochainement, des bandes 1427-1452 MHz et 1492-1518 MHz.

La mise à disposition de nouvelles ressources sera nécessaire notamment pour répondre aux besoins croissants en capacité de transmission élevée de données à destination du terminal mobile (supplemental downlink ou « SDL » en anglais), stimulés par les chargements de contenu audiovisuel (vidéo, streaming audio) ou les mises à jour logicielles sur les smartphones ou les tablettes. La bande 1452-1492 MHz est harmonisée à l'échelle communautaire depuis 2015 et, au niveau national, l'ARCEP, affectataire de cette portion de spectre, peut délivrer des autorisations dans cette bande. L'Allemagne et l'Italie ont, de leur côté, déjà attribué des autorisations à des opérateurs mobiles dans cette bande. Les bandes 1427-1452 MHz et 1492-1518 MHz ont été identifiées par la CMR-15 pour le service mobile et le processus d'harmonisation régional est d'ores et déjà engagé par la CEPT dans ces deux sous-bandes. La Commission vise une harmonisation communautaire obligatoire pour 2018-2019.

En France, les bandes de fréquences 1427 MHz -1452 MHz et 1375-1400 MHz sont actuellement couplées et exploitées par plus de 1 600 faisceaux hertziens pour des applications commerciales et gouvernementales. La bande 1492 MHz – 1518 MHz, quant à elle, est utilisée par différentes applications gouvernementales.

### **Proposition 1**

L'Agence soutiendra l'harmonisation européenne de ces bandes et engagera le processus de réaménagement au niveau national en vue de disposer d'un cadre national adapté pour 2019.

### **Proposition 2**

L'Agence lancera les négociations entre l'ARCEP et le ministère de la Défense relatives à un échange entre les bandes 1375–1400 MHz et 1492–1518 MHz.

**Proposition 3**

L'Agence veillera à la réorganisation des droits pour permettre une utilisation des réseaux mobiles sur l'ensemble de la bande L, de 1427 à 1518 MHz.

**Proposition 4**

L'Agence facilitera la migration des faisceaux hertziens des bandes 1375-1400 MHz et 1427-1452 MHz vers les bandes 6 ou 10 GHz et celle des autres usages gouvernementaux vers des bandes pérennes.

**Proposition 5**

L'Agence étudiera et proposera les évolutions du cadre réglementaire des fréquences afin d'ouvrir des opportunités pour les PMSE audio dans la bande 1375-1400 MHz en partage avec les utilisations gouvernementales, à la suite du réaménagement des faisceaux hertziens qui l'occupent actuellement.

## Bandes libres

La notion de « bande libre » désigne des bandes exploitées sans licence par des appareils de faible portée (AFP) ou des dispositifs à courte portée (DCP) tels que les télécommandes, les appareils de télémétrie, les alarmes ou les appareils de détection de mouvement, mais aussi les appareils permettant de transmettre des sons ou de la voix et, bien sûr, le Wifi. Elle renvoie aujourd'hui également à une large palette d'applications liées à l'internet des objets, par exemple dans les secteurs de l'industrie, de l'automobile, de la domotique, de la logistique ou dans le domaine médical. Bien que les acronymes « AFP » ou « DCP » restent employés, ce qui suggère le fait que ces usages restent à « faible portée », ces appareils peuvent être d'emploi plus large. En effet, l'internet des objets a vu l'apparition de réseaux à couverture étendue – les réseaux dits LPWAN (*Low Power Wide Area Networks*) – et leurs usages associés : villes intelligentes (*smart cities*), maisons connectées ou santé, par exemple. Ces réseaux reposent sur un accès aux bandes libres.

Sur le plan réglementaire, les AFP/DCP utilisent les fréquences dans le cadre d'un régime d'autorisation générale formalisé par des décisions de l'ARCEP : ils peuvent émettre librement, dès lors qu'ils respectent des paramètres techniques prédéfinis, par exemple la puissance ou le temps d'utilisation. Les AFP/DCP ne bénéficient pas de protection vis-à-vis d'autres utilisations autorisées. Ces paramètres, déduits de scénarios de déploiement, déterminent l'environnement radioélectrique de ces appareils : ils doivent fonctionner en partageant la ressource avec des dispositifs soumis aux mêmes contraintes et, dans certaines bandes de fréquences, avec des utilisations primaires (gouvernementales ou fonctionnant sur la base d'une autorisation individuelle) qui sont alors prioritaires.

Ces appareils sont de nature très variée et évoluent rapidement du fait de l'essor de l'internet des objets. La mise sur le marché de ces équipements s'accompagne en outre d'une libre circulation à travers l'Union européenne. Dans ce contexte, un cadre réglementaire harmonisé est indispensable au développement du secteur.

Les « bandes libres » les plus connues se trouvent dans les gammes suivantes : 6,7 MHz, 13,56 MHz, 27 MHz, 40,7 MHz, 169,4 MHz, 433 MHz, 868 MHz, 2,4 GHz, 5,8 GHz, 24-24,25 GHz, 60 GHz, 122 GHz et 244 GHz. Elles bénéficient d'une reconnaissance forte et leur cadre réglementaire est adapté aux applications de type AFP/DCP.

L'utilisation de certaines autres bandes de fréquences par ce type d'appareils est également possible, mais limitée à des applications spécifiques et selon des conditions de partage plus strictes avec les

services qui s'y trouvent déjà. Par exemple, la gamme des 5 GHz permet d'accueillir des réseaux Wifi, mais en partage avec des systèmes d'exploration de la Terre par satellite ou des systèmes radar, ce qui nécessite la mise en œuvre de techniques avancées de réduction de brouillage. Des réglementations spécifiques existent également pour les implants médicaux autorisés dans la bande 401-406 MHz, ou les appareils d'aide auditive et systèmes de transport intelligents (5,9 GHz et 63 GHz).

Les applications à « bande ultra-large » (UWB, *Ultra Wide Band*) s'inscrivent également dans cette logique. Ces équipements, qui permettent la communication, la localisation ou l'imagerie radar, sollicitent des gammes de fréquences très étendues, et donc nécessairement déjà utilisées par des systèmes de radiocommunication aux caractéristiques très variés.

### **Proposition 1**

L'Agence soutiendra le développement des bandes libres, utilisées en partage, qui offrent de fortes opportunités d'innovation à la fois pour l'internet des objets et le Wifi. Elle portera une attention particulière à la définition des conditions techniques permettant la coexistence entre les applications pour les AFP (notamment l'internet des objets) et avec les autres utilisateurs des bandes concernées.

### **Proposition 2**

Afin de répondre aux besoins croissants de l'internet des objets, l'Agence soutiendra au niveau européen l'adaptation du cadre communautaire aux besoins exprimés au niveau national, notamment lors de sa consultation de l'été 2016 sur les nouvelles opportunités pour l'utilisation des bandes 862 - 870 MHz, 870 - 876 MHz et 915 - 921 MHz.

### **Proposition 3**

L'Agence étudiera les possibilités de relâchement des contraintes applicables aux Wifi, dans les bandes 5GHz et 57-66 GHz.



## **Géolocalisation et contrôle du spectre**

Les fréquences utilisées par les systèmes de géolocalisation apparaissent de plus en plus critiques pour les nombreux secteurs économiques qui les utilisent. Il importe de les protéger contre les risques potentiels, avec une réponse adaptée au niveau de ce risque.

L'un des risques nouveaux qui apparaît depuis quelques années est l'usage de brouilleurs de GPS. En effet, plus l'usage de la géolocalisation va se déployer, plus le risque que des citoyens veuillent s'en protéger en rendant localement leur GPS inefficace va s'accroître. Or, les brouilleurs de GPS sont des appareils peu coûteux mais très frustes qui, bien loin de limiter leurs effets au véhicule de leur titulaire, rendent toute géolocalisation impossible dans un voisinage étendu, de l'ordre de quelques centaines de mètres. La prolifération de ces appareils peut ainsi perturber toute l'économie de la géolocalisation en zone dense ou créer des dangers pour les applications critiques, comme la navigation aérienne.

Aujourd'hui, le risque reste sous contrôle, car le nombre de brouilleurs reste globalement faible. Par exemple, l'autoroute A1 entre Paris et Lille, voie très fréquentée, ne voit passer qu'un brouilleur de GPS par jour en moyenne. La perte de géolocalisation par la présence d'un brouilleur n'entraîne aujourd'hui qu'une perte très temporaire, qui peut être compensée pour certains systèmes plus élaborés mais coûteux. Le risque de créer des perturbations préjudiciables du système de géolocalisation ne sera réel qu'à partir d'une certaine densité de ces brouilleurs. A l'extrême, la présence de plusieurs brouilleurs par km empêcherait toute géolocalisation. Le seuil à partir duquel le dysfonctionnement de la géolocalisation entraînerait des impacts économiques importants est inconnu à ce jour. Il est important cependant d'être capable d'évaluer ce risque dès aujourd'hui pour anticiper ce phénomène, et prendre si nécessaire les actions qui permettraient de le limiter ou l'endiguer.

### **Proposition 1**

L'Agence suivra l'évolution des perturbations des bandes utilisées pour le GNSS afin de prévenir les risques dont économiques, pour définir une politique et des moyens adaptés afin d'y remédier.

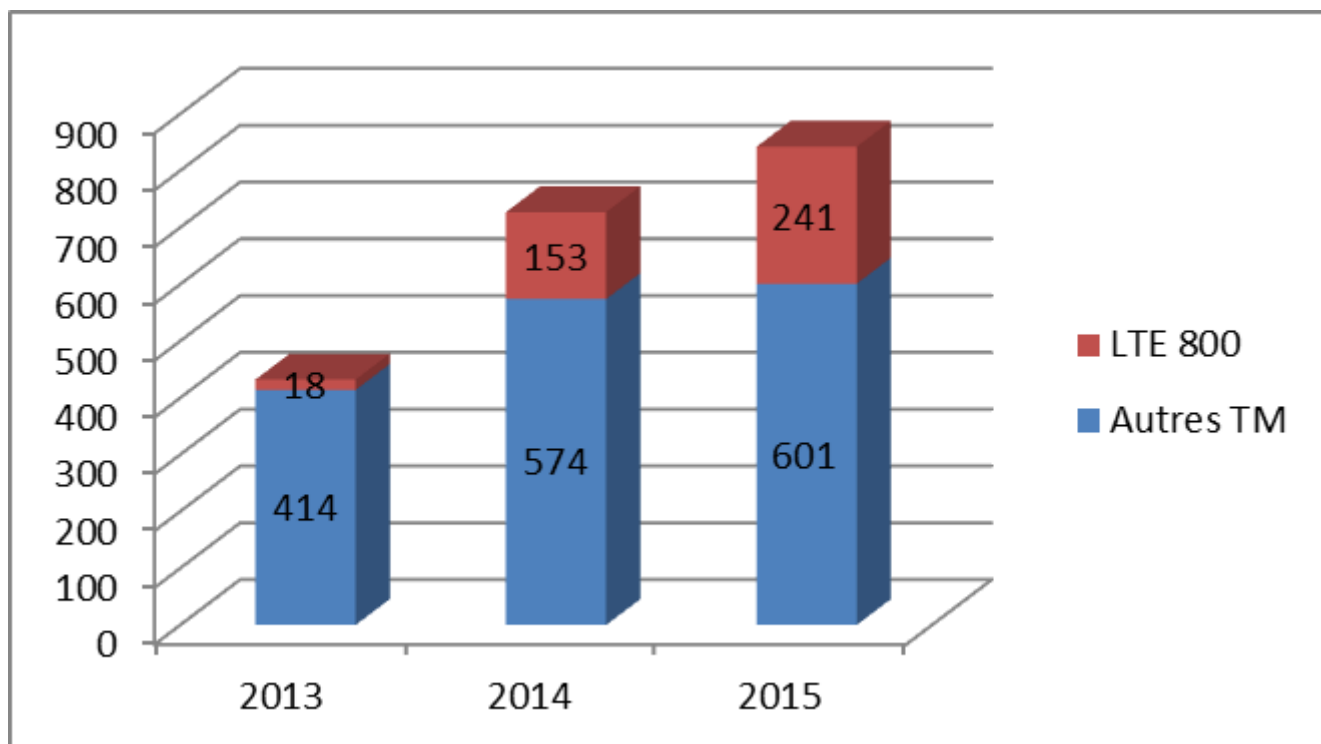
## **Accroissement des débits et contrôle du spectre**

L'augmentation des débits en téléphonie mobile conduit non seulement à rechercher de nouvelles bandes de fréquences mais aussi à exploiter plus intensivement les fréquences utilisées. Le très haut débit mobile demande entre autre d'émettre plus de Mbits par Hertz avec des modulations qui le permettent ; mais elles sont en contrepartie beaucoup plus sensibles aux bruits électromagnétiques. Si les réseaux 2G peut s'accommoder d'un niveau de bruit relativement élevé, la mise en œuvre de la 4G au même endroit sur les mêmes fréquences impose des niveaux de perturbation bien plus faibles pour que les débits soient à la hauteur des promesses de cette technologie. Le très haut-débit s'accompagne ainsi d'une recherche accrue de qualité du spectre, qui conduit les opérateurs mobiles à déposer de nombreuses demandes de résolution de brouillage.

Le nombre de brouillages déclarés par les opérateurs mobiles est d'ores et déjà d'un ordre de grandeur beaucoup plus important que les autres utilisateurs de fréquence, ce qui est particulièrement sensible lors des transferts de bandes : par exemple, dans la bande 800 MHz, les acteurs audiovisuels n'étaient confrontés qu'à quelques brouillages chaque année ; mais, depuis 2012, les opérateurs mobiles demandent dans cette même bande plusieurs centaines de résolution brouillages par an. En 2015, ce sont ainsi près de 600 demandes de résolution de brouillage qui ont été déposés par les opérateurs mobiles dans la bande 800 MHz.

On note par exemple une augmentation du nombre de demandes de résolution des brouillages tous les ans avec +21 % par an en moyenne entre 2013 et 2015, qui sont essentiellement dus au déploiement de la bande 800 MHz pour les opérateurs mobiles.

Par conséquent, l'accroissement du parc de fréquences géré par les opérateurs mobiles et la nécessité d'y assurer des débits toujours plus élevés va augmenter le nombre de cas de brouillages à traiter par l'ANFR. Or, la capacité de résolution rapide de ces brouillages est essentielle pour que les fréquences mises à la disposition des opérateurs par l'Etat permettent d'assurer les services attendus par le régulateur. Elle a de plus un lien direct avec la valorisation future des fréquences, patrimoine immatériel de l'Etat, car de la qualité de ces fréquences dépendent la performance, et donc la valeur, des services qui peuvent être atteints.



#### Proposition 1

L'Agence répondra à la demande croissante de demande de résolution de brouillages pour les réseaux mobiles de très haut-débit, et assurera la valorisation du patrimoine de l'Etat.

## LPWAN et contrôle du spectre

Les réseaux à bas débit (LPWAN, *Low Power Wide Area Network*) pour l'internet des objets s'appuient sur des fréquences à autorisation générale (aussi appelée bande ISM) dans les bandes 870 – 876 MHz, 915 – 921 MHz, 863 – 870 MHz, sans protection contre les brouillages. Elles s'appuient sur des conditions d'utilisation qui permettent le partage de ces fréquences. Néanmoins, ces conditions de partage ne fonctionnent que dans certaines limites : elles présupposent de ne pas dépasser un niveau de densité (nombre d'appareils par unité de volume, temps de communication de chaque appareil) qui avait été jugé plausible lors de l'ouverture de la bande. Ces limites pourraient être dépassées si le succès de ces applications dépasse ces prévisions, ce qui semble devoir se produire dans un futur proche.

Les investissements économiques vont aller croissant dans ces réseaux bas-débit, et il importe que la régulation mise en place protège leur fonctionnement. Deux phénomènes liés à l'usage des fréquences à autorisation générale peuvent entraîner des risques pour ces réseaux. C'est tout d'abord le non-respect des règles d'utilisation ou les brouillages générés par d'autres utilisateurs. Afin de protéger ces réseaux, l'ANFR devrait être amenée à contrôler que les règles d'utilisation sont respectées et à traiter les cas de brouillages. Il est envisageable d'agir soit de manière préventive, soit de manière curative. De manière préventive, un levier existe au niveau de la surveillance du marché, pour vérifier la conformité des équipements offerts à la vente. Il s'agirait de vérifier en laboratoire la conformité de ces équipements dans leurs conditions normales d'utilisation. Pour que cela devienne possible, des évolutions des protocoles de test seront probablement nécessaires. De manière curative, il s'agit de contrôler le fonctionnement de ces équipements in situ en cas de brouillage.

Le deuxième risque pour ces réseaux est le dépassement, en cas de déploiement d'un grand nombre de ces appareils, des limites de densité qui avaient servi à établir les règles d'utilisation consignées dans les standards. En effet, le partage ne fonctionne bien que si la même fréquence reste exploitable sans coordination entre les différents utilisateurs, ce qui suppose une sollicitation faible par chacun pour que les effets statistiques soient favorables. Comme tout autre système (internet, réseau local, informatique ou réseaux routiers), si le taux d'usage croît au-delà des prévisions, l'accès à la ressource se dégrade. Au-delà d'un seuil, le taux effectif d'usage global par chaque appareil va fortement diminuer voire s'écrouler, car le taux de collision augmentera plus vite que le taux d'usage demandé. Ce phénomène semble inéluctable si ces réseaux bas-débit connaissent les développements qu'ils envisagent, probablement par plaque géographique, en commençant par les plus sensibles, avec, à ce stade de leur déploiement, des conséquences économiques importantes. Afin d'éviter ce risque, l'ANFR propose de contribuer, en liaison avec l'ARCEP, à l'observation de l'usage des fréquences à autorisation générale, afin de pouvoir agir en amont du seuil de saturation.

Cela permettra ensuite de définir les actions nécessaires au bon fonctionnement global des fréquences à autorisation générale, soit en améliorant les règles d'utilisation permettant un taux d'utilisation des fréquences plus élevé, soit en augmentant les bandes de fréquences disponibles tout en assurant une bonne répartition de leurs usages par les différents utilisateurs.

### **Proposition 1**

L'Agence suivra l'évolution des usages de bandes à autorisation générale pour assurer le développement économique des réseaux à bas débit utilisés pour l'internet des objets, afin de faire évoluer les ressources et les règles de partage (optimisation de l'usage des fréquences).

## **SMDSM**

Le Système mondial de détresse et de sécurité en mer (SMDSM) a été adopté en 1988 dans le cadre des amendements à la Convention de 1974 sur la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS). Il a été pleinement mis en œuvre en 1999. Depuis sa mise en place, il a servi efficacement les intérêts du secteur maritime mais certaines des technologies sur lesquelles il repose devraient être modernisées. L'architecture actuelle du SMDSM garantit que, quel que soit l'endroit où il se trouve, un navire en détresse sera entendu et obtiendra une réponse. Elle s'appuie sur une combinaison exclusive de normes et de recommandations techniques et opérationnelles internationales et sur l'utilisation coordonnée à l'échelle mondiale de fréquences destinées aussi bien aux navires qu'à la terre.

Le système Inmarsat est le seul à fournir des services de communication par satellite dans le cadre du SMDSM depuis sa mise en service, avec une limite de couverture en deçà des 70° Nord et 70° Sud. Le plan de modernisation envisagé s'appuie sur l'arrivée dans le SMDSM de systèmes à satellites ayant une couverture des pôles, comme Iridium. Ces nouvelles couvertures satellitaires permettront l'abandon du radiotelex HF (NBDP), devenu obsolète. Les bandes de fréquences HF maritime resteront dans le SMDSM en secours ou en complément (redondance) du satellite. Les navires qui n'utilisent pas un service mobile de communication par satellite agréé peuvent encore recourir à l'option HF. Les ondes décimétriques (HF) pourront également être utilisées dans la zone océanique A3 en tant que moyen secondaire d'alerte par les navires qui utilisent un service mobile de communication par satellite agréé.

Le NAVDAT est un système français de diffusion d'informations nautiques en numérique que l'Organisation maritime internationale (OMI) a décidé d'intégrer dans le SMDSM. Le NAVDAT fonctionne en MF et en HF. Il remplacera à terme le NAVTEX, système équivalent en analogique qui existe depuis plus de 30 ans, fiable mais à la capacité limitée. Il est nécessaire de prévoir, dans le SMDSM modernisé, des moyens améliorés de réception des renseignements sur la sécurité maritime (RSM) en HF, qui sont plus faciles à utiliser à bord, offrant ainsi aux entités à terre un choix de mode de diffusion des RSM plus souple. En conséquence, les futurs récepteurs devraient être des récepteurs mixtes NAVTEX/NAV DAT capables de recevoir des messages sur les fréquences 490, 500 et 518 kHz ainsi que sur toutes les fréquences de la gamme des ondes décimétriques qui ont été désignées pour les RSM. Il faudra également envisager d'utiliser le VDES dans les éventuels futurs mécanismes de diffusion de RSM.

Le système d'échange de données en VHF (VDES) a été mis au point par l'Association Internationale de Signalisation Maritime (AISM) lorsque les premiers signes de surcharge de la liaison numérique VHF de l'AIS (VDL) sont apparus. Le VDES doit faciliter de nombreuses applications ayant trait,

notamment, à la sécurité et à la sûreté de la navigation, à la protection du milieu marin et à l'efficacité des transports maritimes. Le VDES pourrait beaucoup apporter, à l'avenir, aux services de renseignements maritimes, y compris aux aides à la navigation. Il pourrait éventuellement fournir des RSM locaux. La CMR-15 a validé la composante terrestre du système VDES et la CMR-19 devra prendre les décisions concernant la composante satellitaire. Le VDES offrira alors un système complet d'échanges de données compatible avec la chaîne VHF déjà installée à bord des navires. La composante satellitaire en VHF serait une alternative à coût plus favorable que les solutions dans les bandes attribuées au service mobile par satellite en bande L. Cette alternative satellitaire intéresse l'industrie française spatiale (Airbus ou Thalès, par exemple) et le CNES. L'un des enjeux des transports maritimes à l'horizon 2025 concerne l'utilisation de l'e-navigation, concept développé par l'OMI dont les projets Mona Lisa et Efficiensea sont les précurseurs. L'e-navigation doit regrouper tous les moyens de radiocommunications disponibles à bord d'un navire afin d'offrir une navigation sûre et fluide. Le VDES a vocation à être partie intégrante de l'e-navigation. Enfin, la technologie AIS initialement prévue pour la simple identification des navires, a essaimé vers de nombreuses autres applications : suivi des nappes de pollution, dérive des glaces, marquage des filets de pêche dérivants, suivi d'objets flottants, recherche sismique, étude des courants et climatologie ou recherche et sauvetage d'homme à la mer.

### **Proposition 1**

L'Agence soutiendra l'arrivée de nouveaux systèmes à satellite pour la fourniture de services dans le cadre du SMDSM lors de la CMR-19 et elle contribuera à faire entériner la diffusion de RSM en HF pour le NAVDAT.

### **Proposition 2**

L'Agence soutiendra les industriels français qui développent des applications en HF afin de les aider pour un déploiement mondial harmonisé tout en suivant les règles de l'OMI et de l'UIT.

### **Proposition 3**

L'Agence continuera à soutenir dans les instances internationales l'introduction du VDES et, en particulier, en liaison avec l'AIMS, continuera les études techniques pour la reconnaissance de la composante satellitaire du VDES lors de la CMR-19.

#### **Proposition 4**

S'agissant de la technologie AIS et de ses nouvelles applications maritimes qui seront étudiées lors de la CMR-19, l'Agence restera à l'écoute des industriels français.



## Faisceaux hertziens d'infrastructure

Les faisceaux hertziens (FH) d'infrastructure désignent des liaisons hertziennes point-à-point entre deux stations radioélectriques exploitées par des réseaux de communications commerciaux ou gouvernementaux. Il s'agit notamment de raccordements de stations de base de réseaux mobiles commerciaux (2G, 3G, 4G), d'infrastructure de réseaux de sécurité (ministères de la Défense ou de l'Intérieur ou du ministère en charge des transports), d'infrastructure de réseaux privés de grande envergure (fournisseurs d'énergie ou sociétés d'autoroute) ou d'alimentation en programmes pour les émetteurs de radio ou de télévision.

Ces liaisons s'inscrivent au sein de dorsales d'infrastructures (transport longue distance) ou de réseaux maillés (collecte, raccordement ou desserte). Elles sont présentes sur l'ensemble du territoire et se caractérisent par des longueurs de bond (distance entre deux relais) et des capacités de transmission qui varient en fonction de la fréquence utilisée, qui peut aller de 1 GHz jusqu'à 83 GHz. Les FH utilisent des fréquences et des plans harmonisés, conformément aux normes ou recommandations européennes. Leurs antennes permettent de concentrer le signal radio dans une seule direction, pour faciliter sa bonne réception.

Ce moyen de transmission flexible est incontournable en cas d'absence d'infrastructure filaire et permet également une redondance pour des communications sécurisées. Il peut par exemple doubler une liaison cuivre pour un coût beaucoup plus favorable. En outre, les coûts d'installation d'un FH sont en moyenne dix fois moins élevés que ceux liés de la fibre optique, du fait de l'absence de génie civil. Ces équipements étendent ainsi l'accès internet à très haut débit à des secteurs à la topographie accidentée (par exemple dans des zones de montagnes). Les FH font de ce fait partie du plan France Très Haut Débit et bénéficieront d'une partie des 20 milliards d'euros d'investissement consacrés par l'État.

Le FH, technologie présente partout dans le monde, fiable et largement maîtrisée, économiquement rentable et toujours indispensable dans certaines configurations géographiques fera durablement partie des réseaux de communications. Au niveau national, le FH est largement employé, puisque environ 150 000 FH sont en fonctionnement sur le territoire national. Les FH sont aujourd'hui confrontés à des évolutions majeures :

- la présence croissante de fibre optique sur les différents segments des réseaux de communication (transport, collecte, desserte) peut conduire les exploitants à ne plus recourir aux FH sur ces trajets ;

- mais, pour les FH maintenus, l'augmentation du débit, corollaire de la diversification des usages fixes ou mobiles, de la croissance des besoins ou de l'émergence du big data, nécessite de nouvelles modulations ou de nouvelles gammes de fréquences pour acheminer ces flux de données ;
- la densification des réseaux mobiles s'accompagne de la multiplication des stations de base (2G, 3G aujourd'hui 4G et demain 5G), résultant souvent en la création rapide via des FH de nouveaux segments dans ces réseaux ;
- l'apparition d'équipements plus performants accroît la capacité des transmissions à quantité de spectre constante ;
- souvent déployés dans des bandes en partage, les FH soulèvent dans certaines zones des problématiques de coexistence avec d'autres usages, par exemple avec les stations de réception par satellites ;
- les réseaux mobiles s'orientent vers l'usage de bandes de fréquences, comme en 4G (1 427-1452 MHz) ou en 5G (26 GHz), jusqu'alors exploitées par les FH : s'il reste envisageable d'utiliser les mêmes bandes de fréquences pour l'accès et le raccordement d'une station de base, cette situation est néanmoins délicate ;
- la croissance des besoins en liaison de desserte des stations de base des réseaux mobiles commerciaux conduit à la saturation de certaines bandes de fréquences.

### **Proposition 1**

L'ANFR, dans les enceintes européennes, contribuera à l'harmonisation des fréquences pour les FH et identifiera les enjeux majeurs de planification du spectre.

### **Proposition 2**

L'ANFR conduira avec les affectataires concernés les processus de réaménagement des bandes de fréquences 1375-1400 MHz et 1427-1452 MHz dans lesquelles opèrent aujourd'hui des FH afin de répondre aux objectifs d'harmonisation européenne pour des utilisations mobiles commerciales dans la bande 1427-1452 MHz. Elle identifiera la bande cible harmonisée pouvant accueillir les liaisons concernées.

### **Proposition 3**

L'Agence soutiendra la mise en place des solutions de partage entre FH et stations de réception par satellites dans la bande 17,7 - 19,7 GHz.

**Proposition 4**

L'ANFR recherchera avec les affectataires concernés la meilleure option pour faciliter l'introduction de la 5G dans la bande 26 GHz dans laquelle opèrent aujourd'hui de nombreux FH commerciaux et gouvernementaux.

**Proposition 5**

L'Agence soutiendra l'harmonisation de nouvelles bandes pour les FH dans les bandes hautes avec une canalisation répondant à la croissance des débits sur les réseaux fixes et mobiles.

**Proposition 6**

L'Agence favorisera l'émergence de solutions courte portée dans les bandes hautes sous un régime d'autorisation générale.

## Fiabilisation des bases de données

Les bases de données de l'ANFR rassemblent des informations de référence qui décrivent l'ensemble des émetteurs, antennes et fréquences utilisés sur le territoire national. Ces données procurent plus d'efficacité à la gestion des fréquences, car leur analyse a priori (appelée « coordination » des stations) permet de prévenir les brouillages, allégeant ainsi le contrôle du spectre en évitant de coûteuses interventions sur le terrain. Elles fournissent également des clés pour organiser localement le partage du spectre, qui permet de densifier l'usage des fréquences. Enfin, elles permettent des simulations d'exposition, utiles pour la détection des points atypiques que l'ANFR devra recenser aux termes de la loi. Toutefois, pour que ces bénéfices soient accessibles, il importe que ces données soient fiables. La fiabilisation des bases constitue ainsi un important enjeu de gestion des fréquences dans le contexte actuel d'évolution accélérée de l'usage du spectre.

Les données sont transmises par les exploitants des réseaux, alors que les émetteurs sont en général à l'état de projet. Lorsque l'exploitant a reçu un accord de l'ANFR pour implanter l'émetteur, ces caractéristiques peuvent évoluer à la marge, sans que les paramètres définitifs soient toujours notifiés à l'Agence. En outre, certains émetteurs, du fait de leur puissance trop faible, sont exemptés de déclaration et ne figurent donc pas dans les bases de l'ANFR, bien qu'ils concourent localement à l'exposition du public.

Après la mise en service de l'émetteur, l'exactitude de ces données peut être vérifiée par plusieurs moyens :

- lors de contrôles de cohérence ou de calculs de compatibilité réalisés par les équipes de l'ANFR sur les données enregistrées ;
- à l'occasion de vérifications effectuées sur le terrain par les agents du contrôle du spectre ;
- depuis peu, via les signalements que le grand public peut apporter grâce à ses observations, en les rapportant aux plateformes collaboratives où les données de l'ANFR sont disponibles en open data ; cette approche a été préfigurée depuis plusieurs années par l'enrichissement du site web [cartoradio.fr](http://cartoradio.fr) où apparaissent tous les sites d'émission des réseaux ouverts au public ou des réseaux d'entreprises ;
- dans l'avenir, par des remontées d'information qui pourraient être obtenues via des applications de *crowdsourcing*, permettant d'obtenir des niveaux de champ à partir des smartphones des usagers volontaires acceptant d'apporter leur concours à cette initiative.

### **Proposition 1**

L'Agence approfondira l'ouverture de ses données dans le cadre de sa politique *open data* et favorisera l'usage de ces données par une communauté d'usagers partenaires.

### **Proposition 2**

L'Agence favorisera l'utilisation d'applications de *crowdsourcing* pour améliorer la fiabilisation de ses bases en recoupant les données disponibles dans ses bases et les niveaux de champ constatés par les capteurs des smartphones.

## **GADSS (dont GFT)**

La sécurité du transport aérien constitue un souci permanent de la communauté aéronautique et la gestion des fréquences en représente un élément-clé. Ce sont grâce aux fréquences que, depuis des décennies, les avions identifient leurs routes, avec ou sans visibilité, évitent les collisions, dialoguent avec le contrôle aérien ou se localisent en trois dimensions.

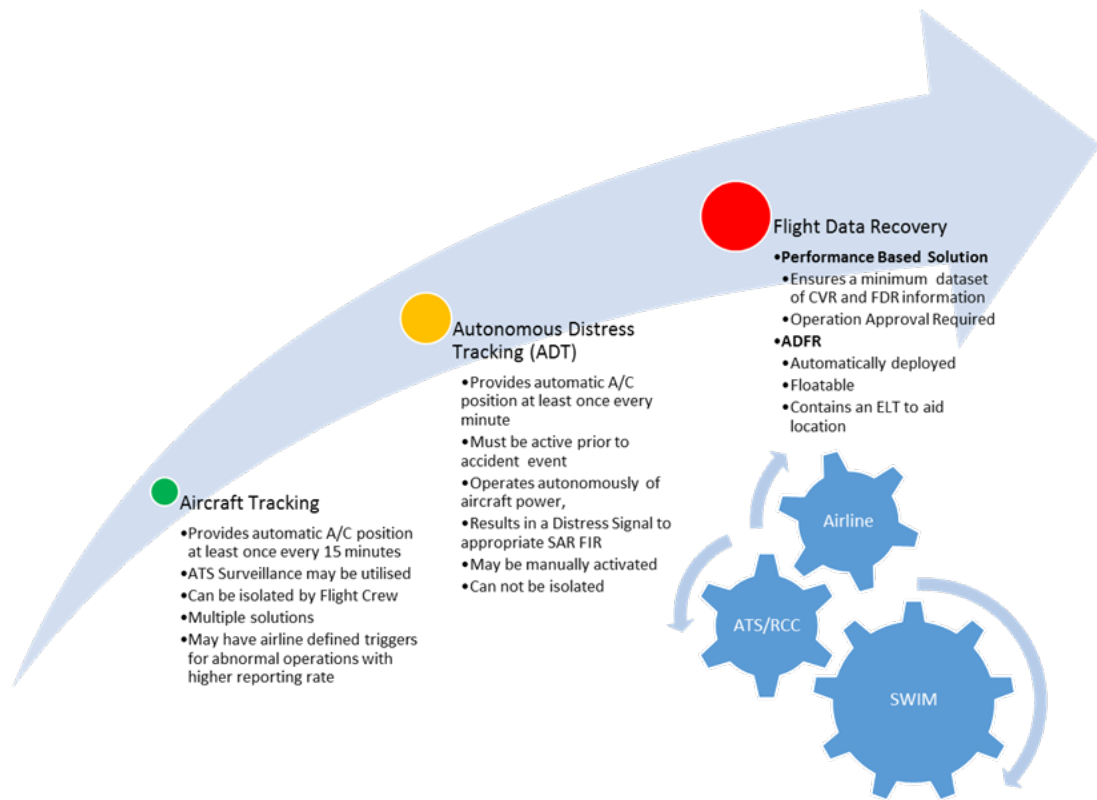
Les besoins du transport aérien restent encore importants. Ainsi, à la suite de la disparition du vol MH370 de la Malaysia Airlines, la CMR-15 a-t-elle décidé d'allouer en urgence une bande de fréquences pour permettre le recueil par satellite de signaux (ADS-B) émis par les avions commerciaux afin d'assurer le suivi mondial des vols sur l'ensemble du globe, à tout instant. Les satellites de la constellation Iridium Next qui seront lancés entre juillet 2016 et 2019 embarqueront des récepteurs dédiés utilisant cette attribution. En plus de pouvoir localiser partout dans le monde un avion ayant subi un accident aérien, le système pourrait également utiliser cette information de localisation des avions pour faciliter le contrôle aérien.

Cette décision prend place dans une démarche beaucoup plus large visant à l'amélioration du suivi et de la sécurité des vols. L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) œuvre actuellement à la définition du système mondial de détresse et de sécurité aéronautique (*Global Aeronautical Distress and Safety System* ou GADSS). L'objectif est de disposer dès que possible de la localisation précise et actualisée de l'avion dès lors qu'un comportement anormal est détecté. Selon l'OACI, le GADSS sera constitué d'un ensemble de systèmes permettant la localisation et l'alerte avant que ne survienne l'accident. Différentes technologies sont envisagées, répondant chacune partiellement au besoin.

Dans cette perspective, Airbus travaille sur l'utilisation de boîtes noires éjectables avant le crash là où Boeing privilégie l'emploi des liaisons satellites commerciales existantes non spécifiques pour des flux de données en temps réel. Le système mondial d'alerte et de localisation de radiobalise de sinistres COSPAS SARSAT soutenu par le CNES pourrait également contribuer au GADSS lorsqu'un avion se déclare en situation de détresse.

Par ailleurs, l'atterrissage tout temps reste un enjeu majeur pour assurer la régularité des vols et leur sécurité. Si, actuellement, les systèmes nécessitent des infrastructures au sol, coûteuses et réservées aux grands aéroports, à l'avenir les systèmes embarqués (Enhanced Flight Vision System ou EFVS) pourront apporter une solution complémentaire pour atterrir sur des terrains de taille plus modeste. L'une des solutions envisagée repose sur un radar millimétrique dans la bande 32 GHz attribuée au service de radionavigation.

Pour ces types de besoin, compte tenu du rayon d'action des avions, l'harmonisation mondiale des fréquences est indispensable.



### Proposition 1

L'Agence suivra les travaux de l'OACI sur le concept des opérations du GADSS et collaborera avec la DGAC pour déterminer les différentes applications proposées qui pourraient répondre aux exigences du GADSS. Le cas échéant, l'Agence œuvrera à la mise à disposition de nouvelles ressources en fréquences.

### Proposition 2

Après avoir soutenu la reconnaissance de l'EFVS à l'UIT, l'Agence contribuera aux études de compatibilité avec la 5G dans la bande 32 GHz pour assurer les possibilités d'utilisation de l'EFVS au niveau mondial.

## **Évolution de la réglementation HAPS**

Les pseudo-satellites à haute altitude (*high altitude platform stations* ou HAPS) constituent un développement récent dans le domaine de la connectivité numérique. Ces objets, qui peuvent être des ballons ou des drones auto-pilotés, évolueront à une altitude de 20 à 50 kilomètres, soit environ deux fois l'altitude de croisière des vols commerciaux et au-dessus des événements météorologiques, tels que les orages. Equipés d'appareils de télécommunications, les HAPS pourraient permettre dans un avenir proche d'accéder à internet dans des zones sans desserte hertzienne, qu'il s'agisse de zones isolées ou en situation de catastrophe naturelle. Ils présentent l'avantage d'être moins onéreux qu'une constellation de satellites, tout en promettant une bonne couverture et des débits raisonnables.

Le plus médiatique des projets reposant sur des HAPS pour fournir l'accès à internet à des populations mal desservies est sans doute celui de Google : il s'agit du projet Loon, pour lequel Google a noué un partenariat avec le CNES. Dans ce projet, les HAPS sont des ballons stratosphériques gonflés à l'hélium, dont les premiers lancements ont eu lieu en juin 2013 en Nouvelle-Zélande.

La France contribue également à la recherche sur ces plateformes via le programme d'investissements d'avenir du Commissariat général à l'investissement : 17 millions d'euros ont été alloués au projet Stratobus piloté par Thales Alenia Space.

Le concept des HAPS n'est pas nouveau, mais les progrès réalisés dans le domaine des drones le rendent désormais réalisable à des coûts acceptables. Ces développements récents nécessitent désormais que les agences du spectre du monde entier se positionnent, dans le cadre des travaux de l'UIT, sur les besoins en spectre associés à ces nouveaux services.

### **Proposition 1**

Concernant le concept même de HAPS, l'Agence consultera les acteurs français développant de tels projets sur l'adéquation de l'actuelle définition juridique internationale (« Station installée sur un objet placé à une altitude comprise entre 20 et 50 km et en un point spécifié, nominal, fixe par rapport à la Terre ») avec les évolutions technologiques et opérationnelles prévues pour ces systèmes.



## **Proposition 2**

Concernant les fréquences nécessaires aux charges utiles embarquées à bord des HAPS, l'Agence consultera les acteurs français sur les besoins en spectre pour déterminer si les bandes de fréquences déjà identifiées – ainsi que les conditions technico-réglementaires associées – sont suffisantes pour y répondre. Si ce n'est pas le cas, l'Agence étudiera la possibilité d'identifier la bande 38-39,5 GHz pour être utilisée par les HAPS.

## **Proposition 3**

Concernant les fréquences nécessaires au contrôle des HAPS et à leur évolution dans l'espace aérien, l'Agence analysera en collaboration avec la Direction générale de l'aviation civile si les conclusions liées aux drones sont également applicables ou si des dispositions spécifiques sont nécessaires.

## Les systèmes de transports intelligents (ITS)

Les systèmes de transports intelligents (ITS) doivent permettre aux voitures autonomes de communiquer entre elles, avec l'infrastructure ou même avec les piétons. Les ITS doivent se déployer en Europe dans les bande de fréquences 5,9 GHz (5855-5925 MHz) et 63-64 GHz, la bande 5875-5905 MHz faisant en outre l'objet d'une harmonisation communautaire.

Un débat industriel est en cours dans les enceintes normatives sur les technologies qui seront retenues pour des communications entre un véhicule et une unité d'infrastructure routière (« V2I », pour *vehicle to infrastructure*) ou entre deux ou plusieurs véhicules (« V2V », pour *vehicle to vehicle*). Les industriels envisagent deux approches :

- La technologie « G5 » repose sur la norme IEEE 802.11p ; il s'agit d'une adaptation au monde des transports intelligents d'une norme WiFi déjà disponible ;
- celle du 3GPP, souvent dite « V2X », tire parti du LTE (4G), ses spécifications viennent d'être finalisées.

La réglementation est, aujourd'hui, technologiquement neutre, mais pourrait évoluer à l'avenir compte tenu des besoins d'interopérabilité et de la nécessité de faire coexister ces deux technologies. Par ailleurs, l'Agence travaille aujourd'hui, au niveau européen, à intégrer aux ITS le système CBTC (*Communication Based Train Control* en anglais). Le CBTC permet d'automatiser l'exploitation des rames de métro, en particulier les rames automatiques. Il est déjà mis en œuvre dans le métro parisien, à Lyon et à Lille, par exemple, dans la bande 5 915-5 935 MHz. Cette application, essentielle au développement des transports urbains du futur pourrait bénéficier des mesures d'harmonisation pour les ITS dans les bandes 5 855-5 925 MHz.

Cette multiplication des technologies et des usages dans la bande des 5,9 GHz rend incertaine la perspective d'une utilisation de la bande par le WiFi à plus large bande, examinée dans le cadre de la préparation de la CMR-19.

La bande 63-64 GHz offre quant à elle une ressource complémentaire à la bande 5,9 GHz, notamment pour des applications de gestion du trafic et de la mobilité dans la perspective du développement de la voiture autonome. Elle permet la transmission des données des capteurs, notamment des radars de voiture dans les bandes 76 à 81 GHz qui permettent de percevoir l'environnement du véhicule au-delà des voitures voisines. Cette bande est inscrite dans la bande 57-66 GHz appelée à être de plus en plus utilisée par des équipements de type WiFi (« WiGig ») ou des liaisons d'infrastructure sous régime d'autorisation générale. La compatibilité entre ces deux usages devra être assurée.

### **Proposition 1**

Afin de contribuer aux possibilités d'économies d'échelle et faciliter la mobilité inhérente aux véhicules, l'Agence œuvrera à préserver la bande 5855-5925 MHz pour les ITS en cherchant autant que possible des conditions de cohabitation avec les autres usages potentiels (Wifi ou CBTC). Ses travaux auront lieu à l'échelle européenne et mondiale, notamment en lien avec le point « WiFi » de la CMR-19.

### **Proposition 2**

L'Agence s'assurera de la coexistence entre toutes les technologies (G5, V2X et CBTC) qui pourraient être introduites dans les mêmes bandes et qui soutiennent des fonctions critiques. Elle n'intervient qu'indirectement dans le débat technologique relative à la technologie « G5 » et celle « V2X » du 3GPP.

### **Proposition 3**

L'Agence contribuera en faveur de l'harmonisation communautaire de la bande 63-64 GHz, indispensable pour les applications de *platooning*, et veillera à la protection des ITS dans cette bande vis-à-vis des applications de type WiFi (WiGig) dans la bande 57-66 GHz.

### **Proposition 4**

Si l'intérêt en est confirmé par les acteurs, l'Agence examinera, aux niveaux national et européen, les possibilités d'utilisation de la bande 76 à 81 GHz pour les communications ITS, en complément de la bande 63-64 GHz.

### **Proposition 5**

Certains acteurs souhaitent que les pouvoirs publics concernés par le développement des véhicules connectés sur les routes (ministère des transports, ministère de l'économie, ANFR ou ARCEP) mettent en place une instance de coordination pour mieux jalonner ces évolutions (feuille de route) et optimiser les investissements, sachant que les ITS doivent permettre une meilleure sécurité sur les routes et plus de fluidité dans la circulation mais qu'il reste plusieurs défis à surmonter. L'ANFR examinera cette possibilité avec l'ensemble des acteurs.

## **Mesure de l'exposition du public**

La mesure de l'exposition du public constitue l'une des missions de l'ANFR. La nécessité de disposer d'un protocole fiable afin de mesurer les champs est apparue déterminante après la publication de la recommandation du Conseil de l'Union européenne du 12 juillet 1999 qui fixe les valeurs limites d'exposition du public aux ondes électromagnétiques. L'ANFR a ainsi publié la première version du protocole de mesure in situ des champs électromagnétiques dès 2001, après l'avoir soumise à une consultation publique.

Les mesures sont aujourd'hui l'outil privilégié pour le contrôle du niveau de l'exposition, le dialogue et la concertation dans le cadre des réunions publiques ainsi que pour détecter les points atypiques. Les mesures alimentent également des études sur l'exposition.

Depuis le 1er janvier 2014, l'ANFR gère le dispositif national de surveillance de l'exposition aux ondes électromagnétiques qui permet au public de solliciter gratuitement des mesures dans les habitations et les espaces accessibles au public. Les résultats des mesures réalisées selon le protocole de l'ANFR sont publiés sur le site de l'ANFR [cartoradio.fr](http://cartoradio.fr) qui contribue à l'objectif de l'Etat de transparence de l'information en matière d'exposition du public. En 2015, environ 3550 mesures de l'exposition ont été effectuées. Les services régionaux de l'ANFR disposent également de moyens de mesure de l'exposition dans le cadre de leur contrôle et dispose d'un laboratoire de mesure accrédité Cofrac au Centre de contrôle international de Rambouillet.

Par ailleurs, l'ANFR est l'administration nationale chargée d'effectuer la surveillance du marché des équipements radioélectriques et terminaux de télécommunication. Il s'agit notamment de vérifier la conformité de l'exposition des téléphones mobiles en termes de débit d'absorption spécifique (DAS). Dans le cadre de cette surveillance du marché, l'ANFR contrôle chaque année les valeurs de DAS de dizaines de téléphones mobiles. Des mesures ciblées sont réalisées suivant tout ou partie des normes harmonisées européennes en vigueur. Au niveau européen, l'ANFR est l'administration la plus active en termes de contrôles des DAS des téléphones portables.

### **Proposition 1**

Poursuivre les mesures des niveaux d'exposition des antennes relais et des équipements terminaux dans un but de contrôle et d'étude. Ces moyens de mesure permettent à l'ANFR de réaliser des études caractérisant l'exposition aux ondes électromagnétiques dans des configurations particulières comme par exemple dans les transports ou à proximité de compteurs communicants.

## **Proposition 2**

Faire évoluer le protocole de mesure. L'ANFR met à jour son protocole de mesure régulièrement. Pour la prochaine évolution, il est prévu en particulier d'étendre le protocole aux fréquences en-dessous de 100 kHz notamment pour prendre en compte l'exposition créée par les compteurs Linky pour lesquels la demande du public est forte. Il s'agira ainsi de commencer à prendre en compte la spécificité des objets connectés sur la base de l'expérience acquise par l'ANFR dans le domaine des compteurs communicants.

## **Proposition 3**

Prendre en compte le couple antenne relais/terminal. Le lien entre l'exposition créée par les terminaux mobiles et celle créée par les antennes relais du réseau n'est en effet pas suffisamment pris en compte dans les méthodes classiques d'évaluation de l'exposition.

## **Proposition 4**

Développer les moyens de mesure. Les mesures peuvent être réalisées par des moyens de mesure classiques ou par des moyens plus originaux notamment au sol en roulant, avec des mobiles à trace, des scanners. Dans une perspective à plus long terme, les mesures pourraient être effectuées devant des façades à l'aide de drones, ou à l'aide d'une application interne au sein d'un smartphone.

## **Évolution de la réglementation orbite/spectre**

Les systèmes satellitaires desservent de vastes zones géographiques dépassant largement les frontières nationales. Les ressources fréquentielles qu'ils utilisent sont principalement gérées par des règles internationales : une fois certaines bandes de fréquences identifiées pour des usages satellitaires, les États membres de l'UIT s'accordent sur des mécanismes d'accès aux ressources orbite/spectre. L'ensemble de ces procédures forment une partie importante du traité international qu'est le Règlement des radiocommunications de l'UIT.

Outre la préparation et la coordination des propositions d'évolution de ces procédures internationales, l'Agence a la charge de la mise en œuvre française de ces mécanismes d'accès : demandes d'assignations de fréquences à des systèmes satellitaires, puis coordination internationale de ces assignations et instruction pour le compte du ministre en charge des communications électroniques des demandes d'autorisation d'exploiter ces assignations.

En matière de réglementation des ressources orbite/spectre, l'ANFR s'efforce de favoriser l'élaboration de cadres réglementaires clairs, transparents, appliqués identiquement par tous les États membres de l'UIT et donc plus propices aux investissements aux niveaux mondial, européen et national.

### **Proposition 1**

Après les mesures concernant les satellites géostationnaires décidées par les CMR-12 et la CMR-15, l'Agence axera désormais son action sur la clarification des conditions réglementaires concernant les constellations non-géostationnaires (mise en service, possibilité de variations de leurs paramètres orbitaux au cours du processus de coordination).

### **Proposition 2**

L'Agence s'assurera de l'adéquation des procédures actuelles avec l'utilisation grandissante des petits satellites (pico ou nano-satellites).

### **Proposition 3**

A plus long-terme, l'Agence travaillera à une plus grande transparence dans l'utilisation effective des ressources orbite/spectre via le croisement des bases de données concernant les satellites en tant qu'objets spatiaux et en tant que stations radioélectriques.

### **Proposition 4**

L'Agence organisera une consultation des acteurs français sur les actions et les ressources nécessaires pour garantir que les assignations de fréquences à des systèmes satellitaires déposées par la France pour leur compte soient correctement coordonnées avec les systèmes satellitaires des autres pays membres de l'UIT.

### **Proposition 5**

L'Agence promouvra l'utilisation du système international de contrôle des émissions de l'UIT pour combattre les brouillages affectant les communications ou les mesures satellitaires.

### **Proposition 6**

Afin de garantir la poursuite de la prise en compte des besoins spatiaux français sur le long terme, l'ANFR maintiendra les instances de dialogue avec l'industrie et les opérateurs spatiaux français, tant gouvernementaux que privés, afin d'identifier les évolutions nécessaires à la croissance de ce secteur.

## Ouverture des bases de données

L'Etat a pris conscience de l'importance des données produites et collectées par ses services et de la nécessité de les mettre gratuitement à disposition d'utilisateurs pour renforcer la démocratie, développer l'économie et moderniser l'action publique. L'ensemble des activités, de la transformation des données à leur distribution, sont stimulées par l'open data. Cette orientation produit des effets favorables sur la capacité d'innovation du secteur privé, la création de nouveaux marchés autour de la donnée et des services ou l'amélioration de l'information publique.

Promulguée le 7 octobre 2016, la loi n°2016-1321 pour une République Numérique consolide la démarche d'*open data* en introduisant notamment l'ouverture par défaut des données publiques avec la création d'un service public de la donnée, ainsi que la notion de données d'intérêt général. La gestion du spectre de fréquences doit tirer profit de l'*open data*. L'Agence, qui maintient plusieurs bases de données de référence pour l'organisation du spectre et des émetteurs en France, s'est ainsi orientée vers l'ouverture de données de ses bases, dans le respect des dispositions relatives à la protection du secret de défense, des informations à caractère personnel, et des considérations relatives au secret des affaires. Elle met à disposition sur les sites « Cartoradio », « Cartoradio mobile », « data.anfr.fr » et « data.gouv.fr » des données relatives aux sites radioélectriques de puissance supérieur à 5W. Elle publie sur les sites « data.anfr.fr » et « data.gouv.fr » des données de mesures de niveaux de champ permettant d'évaluer en un lieu donné l'exposition du public aux champs électromagnétiques, des données d'équipement radio-maritimes associées à un Maritime Mobile Service Identity (MMSI) et au numéro d'immatriculation des navires, et des données de servitudes radioélectriques protégeant certaines stations radioélectriques contre des perturbations ou contre des obstacles. Elle joue également son rôle de partenaire de l'aménagement radiofréquences du territoire. Conformément à sa volonté de s'inscrire dans une démarche proactive et centrée sur les usages, l'Agence accompagne l'ouverture de ses bases de données en favorisant la création de services autour des données mises à disposition du public. Son premier *hackathon* dédié aux fréquences a eu lieu les 28 et 29 mai 2016 et elle accompagne le projet lauréat (Transport Urbains Connectés) dans ses développements en vue du concours Dataconnexions 7 organisé par Etalab.

### Proposition 1

L'Agence organisera des *hackathons* afin de poursuivre la dynamisation des usages créatifs de ses données auprès de start-up innovantes.



## **Proposition 2**

L'Agence poursuivra son approche d'ouverture de ses données en travaillant sur leur représentation visuelle, grâce à la dataviz. L'Agence explorera des modèles de collaboration (production participative de contenu par le public, agrégation de données externes, commercialisation via un partenaire relais ou offre commune avec un partenaire privé) en offrant, dans un premier temps, la possibilité aux utilisateurs de proposer des améliorations ou de signaler des anomalies sur les données.

## **Proposition 3**

L'Agence étudiera l'opportunité de créer un data lab, cellule pluridisciplinaire destinée à analyser les informations produites par l'Agence ou par l'écosystème des données, en vue de répondre à ses besoins métiers : renforcement du contrôle du spectre, de la protection des systèmes radioélectriques et de la prévention des brouillages ou amélioration de la gestion des fréquences.

## Partage du spectre

Certains services peuvent coexister dans une même bande de fréquences sans se perturber mutuellement. Ce partage peut bien sûr être géographique (un service est déployé dans un lieu donné, un service différent étant implanté à bonne distance dans la même bande), mais il peut aussi tolérer une proximité plus forte, dès lors que les deux usages sont intermittents ou protégés par des antennes sélectives. C'est notamment le cas du partage, fréquent, entre faisceaux hertziens très directionnels et orientés parallèlement au sol et services satellitaires fournis selon un axe vertical.

Depuis une dizaine d'années, les techniques de partage du spectre se perfectionnent et offrent des solutions plus avancées pour améliorer l'efficacité de l'usage du spectre. Les techniques de détection des utilisateurs à protéger et de sélection dynamique des fréquences non exploitées peuvent ainsi mises en œuvre dans diverses « bandes libres ». Cette technique a notamment permis l'ouverture de spectre pour le Wifi dans la bande 5 GHz en partage avec les radars. Ce cas a aussi montré les limites de cette technique : les radars de la météorologie ont ainsi subi des brouillages chroniques car ils utilisent des formes d'ondes que les équipements Wifi ne savaient pas détecter. En outre, lorsque le partage repose sur le respect de règles en matière d'équipements grand public dont le fonctionnement peut être aisément modifié par des utilisateurs experts, certaines protections peuvent être désactivées, qui perturbent alors le partage du spectre avec d'autres usagers.

Une autre approche repose sur l'utilisation de base de données et de techniques de géolocalisation. Il s'agit alors pour un utilisateur « secondaire » (non prioritaire) d'une bande d'obtenir d'une base de données les informations sur les utilisateurs « primaires » à protéger dans son environnement immédiat et d'ajuster ses caractéristiques techniques d'émission en conséquence. L'exemple le plus connu de cette technique est la réglementation britannique et américaine autorisant dans les « espaces blancs » de la télévision des équipements de communication de faible puissance (AFP). Cette réglementation n'a pas permis le développement escompté de ces équipements à cause des règles très strictes nécessaires à la protection de la télévision (grande sensibilité des antennes-râteau) et des nombreux réaménagements affectant les bandes de la télévision avec l'introduction de la TNT puis la généralisation de la télévision haute définition.

Néanmoins, cette approche a suscité de l'intérêt et de nombreuses études sont en cours dans d'autres bandes de fréquences. L'Agence y contribue et en a tiré des leçons sur la nécessité de fiabiliser les bases de données ainsi que sur la nécessité de tirer parti de la spécificité de chaque bande de fréquences : les règles de partage sont en effet très dépendantes de la nature des utilisateurs primaires et secondaires envisagés dans une bande. L'Agence a aussi aidé au développement du concept de « *licenced shared access* » (LSA), qui vise à favoriser le partage sous

un régime d'autorisation individuelle, mais qui peut s'appuyer, dans le cas d'un partage dynamique, sur ces mêmes techniques de géolocalisation et de bases de données. Les premiers résultats de ces études ont permis :

- d'ouvrir la bande 2,7-2,9 GHz aux liaisons de reportage vidéo en partage avec les radars et la radioastronomie ;
- de faciliter la protection des stations terriennes en réception dans la bande 17,7-19,7 GHz vis-à-vis des stations du service fixe, grâce à la mise à disposition des données sur ces stations ;
- d'envisager l'introduction de réseaux de communications mobiles dans la bande 2,3-2,4 GHz dans une approche LSA en partage avec les utilisations de la Défense.

#### **Proposition 1**

L'Agence contribuera au développement de solutions de partage reposant sur la géolocalisation et les bases de données notamment en continuant de poursuivre les actions de fiabilisation des bases de données, gage de leur utilisation possible à des fins de partage.

#### **Proposition 2**

L'Agence facilitera la protection des stations terriennes dans la bande 17,7-19,7 GHz grâce à la mise à disposition des données sur les stations du service fixe.

#### **Proposition 3**

L'Agence poursuivra les expérimentations de partage dans la bande 2,3-2,4 GHz entre les réseaux mobiles et les utilisations de la Défense dans une approche LSA.

## Petites antennes

Les petites antennes (ou *small cells*) sont des points d'accès de faible puissance (moins de 6 W selon la définition de l'ETSI) insérés dans les réseaux de télécommunications mobiles. La portée des petites antennes est inférieure à celle des antennes classiques : elle varie de quelques dizaines à quelques centaines de mètres.

Les petites antennes sont déployées en complément des relais des réseaux 2G, 3G et 4G, qui restent indispensables pour assurer couverture et capacité sur l'ensemble d'un territoire. Le déploiement de petites antennes en milieu urbain sera l'un des enjeux majeurs de la 5G. En effet, l'utilisation – encore inédite pour les réseaux mobiles - de bandes hautes, donc à plus faible portée, pourrait conduire à une évolution importante de l'architecture des réseaux mobiles. Les réseaux homogènes constitués de relais classiques pourraient ainsi être complétés d'un nombre potentiellement élevé de petites antennes.

L'intégration des petites antennes les villes sera déterminante pour le déploiement des réseaux mobiles de 5ème génération. Il est envisagé qu'elles soient déployées sur le mobilier urbain ou les façades de bâtiments. Il sera probablement nécessaire, avec la montée en fréquences de la 5G et le développement des bâtiments à basse consommation énergétique dont les parois atténuent les ondes, d'envisager d'implanter plus souvent des relais de faible puissance à l'intérieur des bâtiments. Les acteurs économiques concernés par l'implantation de petites antennes pourraient être significativement plus nombreux qu'aujourd'hui : il pourra s'agir du gestionnaire d'un stade ou d'un immeuble, mais aussi d'une collectivité, de l'administration d'un établissement scolaire ou encore du gestionnaire d'un centre commercial. Plusieurs défis seront à relever, que ce soit en matière de gestion du spectre, d'exposition du public aux champs électromagnétiques, de concurrence, de raccordement ou de coordination entre les acteurs.

Un premier défi concernera le volume d'implantation des petites antennes, qui pourrait être localement dix fois plus important que les relais classiques. Cette évolution pourrait amener à revoir les conditions d'enregistrement et d'autorisation de ces implantations compte tenu des implications économiques pour les opérateurs mobiles qui fournissent les dossiers et de la capacité de l'administration à les traiter. Au niveau européen, la Commission européenne souhaite, dans sa proposition sur un code des communications électroniques, un régime simplifié pour ces petites antennes dont la définition ferait l'objet d'une décision d'exécution de la Commission.

Un deuxième défi concernera l'exposition produite par ces dispositifs et leur acceptabilité par le public. Le déploiement des petites antennes fera évoluer l'environnement radioélectrique : moins de

puissance rayonnée, mais plus de points d'émission et emploi de nouvelles bandes. Cela pourrait avoir des implications pour les dispositifs de mesure et les informations gérés par l'Agence. Les dispositifs en matière sanitaire, en dehors du champ des compétences de l'Agence, pourraient également être amenés à évoluer. Des études et une bonne information du public seront indispensables.

Un troisième défi concerne l'accès (aux sites, à l'intérieur des bâtiments, voire à une antenne déjà implantée) pour les acteurs souhaitant déployer ou utiliser des petites antennes. L'accès pourrait faire l'objet d'accords commerciaux, dont les *small cells as a service* (les petites antennes fournies en tant que service, à l'instar du SaaS ou *software as a service* – les logiciels en tant que service), entre l'opérateur de téléphonie mobile et le détenteur des petites antennes ou encore le propriétaire du mobilier urbain ou de l'immeuble où ces dernières seraient implantées. Il s'agit principalement d'une problématique de régulation, mais qui pourra avoir un impact sur les bases maintenues par l'ANFR.

### **Proposition 1**

L'ANFR favorisera l'organisation d'expérimentations de la mise en œuvre des petites antennes, suivra leur déroulement et publiera les rapports qui en découleront.

### **Proposition 2**

L'ANFR propose qu'un groupe de travail se réunisse pour examiner, par exemple :

- les nouveaux acteurs qui pourraient installer des petites antennes ;
- les conditions régissant leur installation, dont les procédures d'autorisation qui permettent de traiter des volumes significativement plus élevés à la fois pour les opérateurs mobiles et l'ANFR ;
- les implications en matière d'exposition du public aux ondes, dont les dispositifs de mesure et d'information sont gérés par l'ANFR ;
- le cas échéant, les implications sanitaires, qui ne relèvent pas des compétences de l'ANFR ;
- sachant que les emplacements en zone dense pour les petites antennes sont par définition limités, les éventuelles modalités de partage entre les opérateurs mobiles et les autres acteurs.

## PMSE

Les auxiliaires de radiodiffusion sont souvent regroupés autour de l'acronyme anglais PMSE (*programme making and special events*) qui désigne les systèmes microphones sans fil (PMSE audio) et les équipements de caméras vidéo (PMSE vidéo) exploités dans l'environnement professionnel, notamment pour la production de contenu audiovisuel, de spectacles, et d'évènementiel. Une harmonisation existe, définissant les gammes d'accords permettant leur utilisation dans chaque pays selon la réglementation nationale. Les professionnels sont néanmoins soucieux des récentes réallocations au profit des réseaux mobiles commerciaux de fréquences jusqu'à présent utilisées par les PMSE.

S'agissant de la PMSE audio, dans le cadre du schéma de réorganisation de la bande L visant un échange des bandes 1 375 – 1 400 MHz et 1 492 – 1 518 MHz, il est envisagé d'autoriser en France les utilisations pour les microphones sans fil dans la bande 1375 – 1400 MHz, cette bande faisant partie d'une « gamme d'accord » (1 350 – 1 400 MHz) pour cet usage, en cours d'harmonisation au niveau européen. La bande 1 518 – 1 525 MHz, malgré sa capacité limitée, suscite l'intérêt de l'industrie PMSE et des conditions d'utilisation harmonisées sont à l'étude au niveau européen. Enfin, la CEPT étudie la possibilité de l'utilisation en partage de la bande 960 – 1 164 MHz, compte tenu de l'ouverture de cette bande par l'Ofcom au Royaume-Uni.

Enfin, l'Agence propose de contribuer à une réflexion au niveau national sur la coexistence entre les différentes applications PMSE audio, en coordination avec l'ARCEP. En effet, la coexistence opérationnelle entre les différents utilisateurs PMSE pourrait être améliorée en identifiant les blocs préférentiels pour certaines applications (microphones d'une part, retour-sons d'autre part ou microphones fixes séparés des microphones mobiles). Par ailleurs, de nouvelles configurations d'utilisation et de partage avec d'autres utilisateurs se dessinent, et un modèle de portail déclaratif pourrait être exploré afin d'avoir un meilleur suivi des utilisations dans certaines bandes. S'agissant du PMSE vidéo, deux bandes de fréquences additionnelles ont récemment été mises à disposition :

- 2 010 – 2 025 MHz : cette bande bénéficie d'une harmonisation communautaire récente transposée dans le cadre national. Il limite cependant, en pratique, l'usage PMSE vidéo à un canal de 10 MHz. L'ANFR propose d'explorer une extension de 5 MHz au-dessus de 2 025 MHz afin d'offrir un second canal de 10 MHz.
- 2 700 – 2 900 MHz : le cadre national permet depuis 2015 l'utilisation de certains types de PMSE vidéo, après coordination avec les affectataires ayant des droits dans la bande, afin d'assurer la protection des systèmes radar (2 700 – 2 900 MHz) et des observations de radioastronomie sur le site de Nançay (2 690 – 2 700 MHz et 2 700 – 2 735 MHz). Afin de

faciliter le développement de l'écosystème PMSE dans cette bande, la France soutiendra une démarche d'harmonisation communautaire de la solution de partage développée au niveau national en laissant la flexibilité nécessaire aux Etats membres pour gérer la coexistence avec les différents types de radars.

Par ailleurs, des équipements caméras vidéo peuvent déjà opérer via des réseaux 3G. La 5G présentera de nouvelles opportunités pour les PMSE vidéo, compte tenu des caractéristiques de la 5G, notamment sa faible latence et les possibilités de garantir une qualité de service. Concernant les grands événements, l'usage intensif des fréquences temporaires et la saturation des bandes entraînent des problèmes d'allocation et de coordination. En France, les fréquences pour les PMSE audio sont sous autorisation générale de l'ARCEP, ce qui crée localement des difficultés de mise en œuvre quand les usagers sont nombreux en un même lieu. Certains pays, comme le Royaume-Uni, ont choisi le régime d'autorisation individuelle ; ainsi le régulateur joue le rôle de coordonnateur de l'usage de ces fréquences. En France, pour éviter des dysfonctionnements, les organisateurs de grands événements demandent souvent à l'ANFR la mise en place d'une coordination quand le nombre d'utilisateurs s'annonce élevé. Celle-ci intervient alors en préventif, par la coordination des assignations de fréquence, et en curatif, pour résoudre les brouillages ou utilisations non coordonnées grâce à ses moyens de mesure. L'augmentation de l'usage des PMSE et la raréfaction de la ressource spectrale entraînera de plus en plus ce besoin de coordination. Une réflexion devra être menée pour déterminer la réponse la mieux adaptée à l'évolution des usages.

### **Proposition 1**

L'Agence examinera les bandes de fréquences qui pourraient être mises à disposition pour les PMSE audio, notamment la bande 1 375 – 1 400 MHz, la bande 1 518 – 1 525 MHz. Elle contribuera au plan européen aux études techniques entre PMSE audio et les services actuellement autorisés dans la bande 960 - 1 164 MHz afin de dégager une vision prospective de l'importance à long terme de cette bande.

### **Proposition 2**

L'Agence contribuera, en coordination avec l'ARCEP, à une réflexion au niveau national sur la coexistence entre les différentes applications de PMSE audio, notamment la possibilité d'identifier des blocs préférentiels pour certaines applications, et l'éventuelle évolution des conditions d'autorisation.

### **Proposition 3**

S'agissant du PMSE vidéo, l'Agence explorera au niveau national l'extension de la bande 2 010 – 2 025 MHz de 5 MHz au-dessus de 2 025 MHz, afin d'offrir un second canal de 10 MHz. Elle soutiendra l'harmonisation communautaire de la bande 2 700 – 2 900 MHz. Elle étudiera les perspectives d'utilisation de la 5G pour répondre à certains besoins.

### **Proposition 4**

L'Agence explorera les modalités d'intervention de l'ANFR dans la coordination des fréquences PMSE audio et les conséquences des demandes en augmentation dans un contexte où les moyens de l'Agence sont contraints.



## **Politique spatiale**

Les technologies satellitaires peuvent être utilisées dans de nombreux contextes : diffusion télévisuelle, télécommunications civiles ou gouvernementales, collecte de données scientifiques, expérimentations technologiques. Toutes ces applications ont en commun la nécessité d'utiliser des fréquences radio.

En matière de gestion du spectre, la politique spatiale française doit tenir compte de deux impératifs : d'une part, pérenniser les ressources fréquentielles indispensables aux applications satellitaires, d'autre part, assurer un cadre favorable aux développements de nouvelles applications satellitaires, si nécessaire en leur attribuant de nouvelles ressources. Par ailleurs, l'exploitation de toutes ces applications est par nature internationale et requiert une harmonisation tant dans le maintien des capacités existantes que dans la recherche de nouvelles capacités. La politique spatiale française en matière de gestion du spectre soutient également la politique industrielle française, car cette harmonisation internationale des fréquences satellitaires est cruciale pour l'exportation des produits de l'industrie spatiale française.

### **Proposition 1**

L'Agence œuvrant pour que l'ensemble de la gamme 30/20 GHz puisse accueillir des applications de connectivité mobile vers les moyens de transport.

### **Proposition 2**

L'Agence soutiendra un environnement réglementaire favorable pour les systèmes satellitaires dans la gamme 50/40 GHz, notamment en préparation de la CMR-19 (disponibilité de spectre, coexistence entre services satellitaires et services de terre, coexistence entre systèmes géostationnaires et non-géostationnaires).

### **Proposition 3**

L'Agence recherchera dans les instances internationales la reconnaissance de la composante satellitaire du système d'échange de données maritimes en bande VHF (VDES).

#### **Proposition 4**

L'Agence sera favorable à la stabilisation sur le long-terme, aux niveaux national, européen et international, l'usage des bandes de fréquences 10,7-12,75 GHz et 21,4-22 GHz, ainsi que les bandes de fréquences utilisées par les liaisons de connexion associées, pour la radiodiffusion par satellite, des gammes 8/7 GHz et 31/21 GHz pour les télécommunications militaires, des gammes de fréquences utilisées par les satellites d'observation de la Terre, de météorologie ou de recherche spatiale français et européens, notamment ceux du programme européen COPERNICUS.

#### **Proposition 5**

L'Agence recherchera la protection des stations terriennes de réception des données observées et le fonctionnement du système de relais de données européen EDRS, notamment lors des travaux sur la 5G en Europe et à la CMR-19.

#### **Proposition 6**

L'Agence tentera d'améliorer les conditions d'exploitation des plateformes de collecte de données à 400 MHz et à 460 MHz, notamment lors de la CMR-19.

#### **Proposition 7**

Pour concourir à la prise en compte des besoins spatiaux français sur le long terme, l'ANFR maintiendra les instances de dialogue avec l'industrie et les opérateurs spatiaux français, tant gouvernementaux que privés, afin d'identifier les évolutions nécessaires à la croissance de ce secteur.

## Réseaux privés du futur

Les réseaux de service public qui concourent aux missions de sécurité et de secours (les réseaux de sécurité) sont souvent regroupés sous l'acronyme PPDR (*public protection and disaster relief*) ou protection du public et secours aux victimes de catastrophes.

Le ministère de l'Intérieur et plusieurs utilisateurs de réseaux mobiles professionnels ont formulé un besoin en fréquences pour répondre à l'évolution des usages vers le haut débit. L'orientation consiste à tirer parti de la technologie LTE utilisée par les réseaux mobiles commerciaux de 4e génération, et faisant l'objet de développements complémentaires pour porter les fonctionnalités propres au PPDR. Le besoin en spectre pour la mise en œuvre du futur réseau régalien PPDR à haut débit a été évalué à un minimum de 2\*10 MHz au niveau européen. Il ne couvre pas les besoins de communication en mode direct, les communications air-sol-air ou la voix.

Une autre option réside dans l'usage de la 5G, dont les possibilités d'adapter le débit, la latence, la qualité de service à chaque utilisateur au sein des mêmes blocs de fréquences permet d'envisager une prise en compte des contraintes opérationnelles spécifiques des PPDR. S'agissant du futur réseau PMR (professional mobile radio), des systèmes autorisant des communications à haut débit sont attendus de la part des exploitants de réseaux radios mobiles professionnels (par exemple, Aéroports de Paris, EDF ou la Société du Grand Paris). Leurs réseaux à bas débit sont aujourd'hui de dimension régionale ou nationale, dans la bande 400 MHz. Ils sont regroupés au sein de l'Association des grands utilisateurs de réseaux radio d'exploitation (AGURRE).

Certains usages pourraient être à l'avenir hébergés par les réseaux mobiles ouverts au public, mais la plupart des utilisateurs souhaitent conserver le contrôle de leurs infrastructures compte tenu des exigences de sécurité et d'adaptation fine de la couverture à leurs besoins, par exemple pour des zones privatives (centrales, aéroports, gares) ou non desservies (lignes électriques en montagne).

L'arrêté du Premier ministre du 23 octobre 2015 portant modification du TNRBF a apporté une première réponse aux besoins PPDR et PMR haut débit en attribuant au ministère de l'Intérieur à titre exclusif, 2x5 MHz et 2x3 MHz respectivement dans les bandes 698 – 703 MHz, 733 – 736 MHz, 753 – 758 MHz et 788 – 791 MHz, à compter du 1er juillet 2019 en Région 1 (Europe-Afrique-Moyen Orient), et dès la date d'adoption de l'arrêté en Région 2 (Amériques), pour la mise en œuvre d'un réseau régalien PPDR à haut débit. En dérogation du droit exclusif du ministère de l'Intérieur, l'ARCEP pourra délivrer des autorisations à des tiers dans ces bandes selon des conditions qui feront l'objet d'un accord entre les deux affectataires, offrant ainsi une première solution pour certains besoins PMR haut débit.

L'Agence travaille activement sur les possibilités d'identifier du spectre complémentaire pour les réseaux PPDR et PMR haut débit dans d'autres bandes. Des études techniques ont été engagées au niveau européen pour évaluer les possibilités d'introduire le LTE dans la bande 410 – 470MHz et la bande 450 – 470 MHz fait déjà l'objet d'une harmonisation européenne en faveur du PPDR haut débit. En France, un objectif de mise à disposition de deux sous-bandes de 2x3MHz pour répondre au besoin de PPDR et PMR haut débit dans la bande 400 MHz a été confirmé par un groupe de travail piloté par l'ANFR et réunissant l'ARCEP, le ministère de la Défense et le ministère de l'Intérieur. Ce groupe a conclu que le réaménagement devait viser en premier lieu l'introduction d'un réseau PMR à haut débit dans les bandes de fréquences affectées à l'ARCEP, puis d'un réseau PPDR à haut débit dans la bande 450 – 470 MHz. Différentes options, portant notamment sur le schéma de migration, ont été définies et devront faire l'objet d'études et d'arbitrage dans les prochaines années.

Les bandes au-dessus de 1 GHz font aussi partie des nouveaux territoires à explorer, tout particulièrement les opportunités dans les bandes 1 900 – 1 920 MHz et 2 570 – 2 620 MHz. Le PPDR a exprimé un intérêt pour les bandes 1 900 – 1 920 MHz, notamment pour des « bulles tactiques ». Pour la bande 2 570 – 2 620 MHz, on peut noter les résultats encourageants des nombreuses expérimentations de type PMR haut débit déjà réalisées en France.

#### **Proposition 1**

L'Agence produira un plan détaillé de migration vers le PPDR et le PMR haut débit dans la bande 400 MHz, compte tenu des arbitrages nécessaires entre les options proposées.

#### **Proposition 2**

L'Agence soutiendra le développement d'un écosystème LTE et les travaux de normalisation pour le LTE dans les bandes 400 MHz et 700 MHz, en conformité avec les règles de coexistence associées, notamment pour répondre aux besoins du Ministère de l'intérieur.

#### **Proposition 3**

L'Agence étudiera l'identification et l'harmonisation de bandes hautes (au-dessus de 1GHz) pour le PPDR ou la PMR haut débit au niveau européen (CEPT).

## **Assurer l'amélioration de la sécurité du transport aérien**

L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) définit actuellement un système mondial de détresse et de sécurité aéronautique (*Global Aeronautical Distress and Safety System* ou GADSS). L'objectif est de disposer au plus tôt de la localisation précise et actualisée de l'avion dès lors qu'un comportement anormal de l'avion est détecté.

L'atterrissage tout temps est également un enjeu majeur pour permettre d'assurer la régularité des vols en toute sécurité. Si, actuellement, les systèmes nécessitent des infrastructures au sol qui ne sont déployés que sur certains aéroports de taille significative, à l'avenir les systèmes embarqués (*Enhanced Flight Vision System* ou EFVS) pourront apporter une solution complémentaire notamment pour les terrains de taille plus modeste. Une des solutions consiste en un radar millimétrique dans la bande 31,8-33,4 GHz opérant dans le service radionavigation.

Pour tous ces besoins, l'harmonisation mondiale des fréquences est indispensable.

### **Proposition 1**

L'Agence suivra les travaux de l'OACI sur le concept des opérations du GADSS et collaborera avec la DGAC pour déterminer comment répondre aux besoins en spectre pour le développement du GADSS.

### **Proposition 2**

Après avoir soutenu la reconnaissance de l'EFVS à l'UIT-R, l'Agence contribuera aux études de compatibilité avec la 5G dans la bande 31,4-33,8 GHz pour assurer la protection de l'EFVS au niveau mondial.