

## Cadre réglementaire de l'utilisation des fréquences radio Regulatory framework for the use of radio frequencies

---

*Emmanuel FAUSSURIER\**

\*Agence nationale des fréquences, [Emmanuel.FAUSSURIER@anfr.fr](mailto:Emmanuel.FAUSSURIER@anfr.fr)

---

Mots-clefs : réglementation, fréquence, service, TNRBF, AFP, ULB, LSA, espace blanc, radio intelligente

---

### Résumé

L'homme de demain sera connecté. Les enjeux associés à l'« homme connecté » sont multiples (infrastructures réseaux pour ces « objets connectés », standards,...) et la disponibilité en bandes de fréquences fait partie des enjeux cruciaux. De ce fait, le devenir de l'homme connecté dépend de la capacité des pouvoirs publics à attribuer des fréquences à ces nouveaux services. Néanmoins, le spectre des fréquences radioélectriques est une ressource rare et limitée qui nécessite une coordination internationale, européenne et nationale. L'industrie doit également être en mesure d'apprécier la diversité des solutions réglementaires possibles, leurs mérites et leurs limites.

Cet article rappelle les bases juridiques et organisations institutionnelles internationales, européennes et nationales qui gouvernent l'utilisation des fréquences radio (section 1). Il présente les mécanismes à l'œuvre dans la planification du spectre et répartition des bandes de fréquences en vue de permettre la coexistence entre des usages très variés (section 2).

L'objectif est double. Premièrement, il s'agit de présenter une typologie des différentes solutions réglementaires mises en œuvre pour répondre à la très grande diversité des usages en fréquences, que ce soit dans le cadre d'autorisations générales (AFP, ULB, WiFi...) ou pour des réseaux opérés sous licence individuelle (section 3). Deuxièmement, il s'agit de situer d'un point de vue réglementaire des approches innovantes telles que l'accès partagé au spectre (*Licensed Shared Access*, LSA), l'utilisation des « espaces blancs » ou de la radio intelligente, et de questionner les facteurs clefs de leur succès pour répondre aux futurs besoins en fréquences, par exemple ceux de l'homme connecté de demain (section 4).

### Introduction

Cet article propose une présentation du cadre général de la gestion des fréquences radio, rappelle les bases juridiques et les principaux mécanismes en jeu dans l'utilisation des fréquences radio.

La description de diverses solutions réglementaires vise à mieux apprécier le lien entre les droits et obligations réglementaires et la nature des usages qui sont permis.

Cette analyse est ensuite étendue aux approches innovantes que constituent l'accès partagé au spectre (LSA), l'utilisation des « espaces blancs » et/ou de la radio intelligente.

## 1 Le cadre général de la gestion des fréquences

### 1.1 Le cadre internationale : l'UIT

Dès lors qu'un appareil exploite des fréquences radioélectriques, il utilise le domaine public de l'Etat qui en est le propriétaire et qui a la responsabilité de son utilisation et de sa gestion. Chaque Etat est ainsi souverain pour son domaine public dans le respect de ses engagements internationaux, ce qui est particulièrement pertinent pour le spectre des fréquences radioélectriques puisque celles-ci se propagent en espace libre sans tenir compte des frontières. Ceci a

conduit au développement d'une réglementation internationale importante ; matérialisée principalement sous la forme du Règlement des radiocommunications (RR). Le RR a valeur de traité international et engage les Etats signataires. Il est mis à jour périodiquement dans le cadre des conférences mondiales des radiocommunications (CMR) qui sont organisées par le secteur des radiocommunications de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT-R), organisation dépendante de l'ONU, qui est régie par les textes fondamentaux que sont la Constitution et la Convention. L'UIT-R a en particulier pour objectif d'éviter les brouillages et de faciliter un accès équitable aux fréquences et ressources orbitales entre Etats.

Le Règlement des radiocommunications (RR) attribue en premier lieu des bandes de fréquences à des services de radiocommunication.

Un service de radiocommunication est défini comme étant la transmission d'ondes radioélectriques à des fins spécifiques de télécommunication. On distingue les services de Terre des services spatiaux. Ces deux catégories générales se subdivisent elles-mêmes en plusieurs types de services (fixe, mobile, radiodiffusion...). La liste des différents services de radiocommunication et les définitions correspondantes figurent à l'article 1 du RR. Les bandes de fréquences sont attribuées aux différents services de radiocommunication selon deux catégories : à titre primaire ou à titre secondaire. Les stations d'un service secondaire ne doivent pas causer de brouillages préjudiciables aux stations d'un service primaire et ne peuvent prétendre à la protection contre les brouillages causés par les stations d'un service primaire.

Parmi les principes clefs inscrits au RR figure notamment l'article 4.3 qui stipule que toute nouvelle assignation doit être faite de manière à éviter de causer des brouillages préjudiciables aux services qui sont assurés par des stations utilisant des fréquences assignées conformément au Tableau d'attribution des bandes de fréquences (article 5 du RR) et aux autres dispositions du RR, et dont les caractéristiques sont inscrites dans le Fichier de référence international des fréquences (MIFR).

Le RR fournit ainsi un cadre international pour une gestion efficace du spectre structuré par la nécessité d'une harmonisation mondiale dans divers domaines (e.g. communications par satellite, maritime, aviation civile et recherche scientifique), la capacité de coexistence entre les différents types de réseaux de radiocommunication et les propriétés physiques de bandes de fréquences. Il a des implications majeures pour l'industrie en termes d'économies d'échelle et donc pour la conception d'équipements radio

## **1.2 Le cadre réglementaire européen**

### **1.2.1 L'harmonisation de l'utilisation des fréquences radio**

Des organisations régionales jouent également un rôle majeur dans le domaine des fréquences radioélectriques.

La Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications (CEPT) est une organisation qui regroupe 48 pays européens (l'impact de ses travaux dépasse donc les limites de l'Union européenne). Son comité des communications électroniques (ECC) est en charge des questions relatives aux fréquences. Il fournit un cadre dans lequel les administrations élaborent avec les industriels et les opérateurs du secteur la réglementation qui permet de faire évoluer les conditions d'utilisation du spectre en relation avec les demandes du marché et l'évolution des technologies. Il fonctionne sur la base d'un comité et de divers groupes de travail. L'ECC dispose d'un bureau permanent à Copenhague : l'ECO (*European Communication Office*).

L'ECC a pour vocation première de favoriser le développement d'une réglementation européenne harmonisée de l'utilisation des fréquences radioélectriques. Les décisions et recommandations de l'ECC sont élaborées et adoptées sur la base d'un principe de recherche de consensus entre partenaires européens. Elles sont d'application volontaire par les administrations nationales. Ces textes réglementaires peuvent être téléchargés sur le site de l'ECO : <http://www.cept.org/ecc/deliverables>.

L'environnement européen des radiocommunications est marqué par la montée en puissance croissante de l'échelon communautaire.

Parmi les dispositions adoptées par l'Union Européenne ces dernières années, il faut tout particulièrement mentionner la décision 676/2002/CE du Parlement européen et du Conseil du 7 mars 2002 (décision « spectre radioélectrique »). Cette décision a établi le comité du spectre radioélectrique (RSCoM) auquel la Commission Européenne (CE) soumet notamment des projets de mandat à la CEPT en vue de l'harmonisation de l'attribution des fréquences, en précisant les missions à accomplir et le calendrier correspondant. Le RSCoM doit ensuite approuver les rapports de la CEPT et les mesures techniques correspondantes, dont l'application par les administrations de l'Union Européenne est obligatoire.

Le groupe de la politique du spectre radioélectrique (RSPG) est un groupe consultatif créé par la Commission européenne. Il est composé de représentants gouvernementaux de haut niveau des pays de l'Union (plus un représentant de la Commission). Son président, désigné parmi les représentants des administrations, est renouvelé chaque année.

Le RSPG assiste la Commission en rédigeant des avis et des rapports sur la politique du spectre, la coordination des approches politiques et, le cas échéant, sur l'harmonisation des conditions relatives à la disponibilité et à l'utilisation efficace du spectre radioélectrique nécessaire pour l'instauration et le fonctionnement du marché intérieur. Les avis du RSPG conduisent dans certains cas la Commission à adresser des mandats à la CEPT via le RSCoM.

L'Europe s'est en outre dotée d'un programme d'orientations stratégiques à l'horizon 2015 avec la décision 243/2012/UE du Parlement européen et du Conseil établissant un programme pluriannuel en matière de politique du spectre radioélectrique (le « RSPP »).

### 1.2.2 La mise sur le marché des équipements radio

Les conditions de mise sur le marché des équipements radioélectriques et terminaux de télécommunications et la reconnaissance mutuelle de leur conformité sont réglementées par la directive 1999/5/CE du Parlement et du Conseil du 9 mars 1999 dite « directive R&TTE ». Cette directive a été élaborée sur la base des dispositions « nouvelle approche » qui visent à garantir la libre circulation des produits sur le marché communautaire. Elle a substitué aux divers régimes nationaux d'homologation un régime harmonisé de contrôle a posteriori. Elle confie au fabricant, à son représentant légal ou à toute personne responsable de la mise sur le marché communautaire la responsabilité de conformité aux « exigences essentielles ».

Les « normes harmonisées » dont les références sont publiées au Journal Officiel de l'Union Européenne sont d'application volontaire et donnent présomption de conformité aux exigences essentielles référées à l'article 3 de la Directive R&TTE. Quand les normes harmonisées ne sont pas mises en œuvre ou lorsqu'elles le sont seulement partiellement, l'avis d'un organisme notifié est requis pour évaluer la conformité du produit. La Directive prévoit d'autres dispositions légales telles que celles relatives au marquage CE des équipements ou à l'obligation de notification de mise sur le marché (article 6.4) dans le cas d'équipements hertziens utilisant des bandes de fréquences dont l'utilisation n'est pas harmonisée dans l'ensemble de l'Union Européenne.

Un produit conforme à la directive R&TTE peut être mis en service si celui-ci est autorisé par la réglementation nationale (article 7). Les Etats membres ne peuvent limiter la mise en service d'équipements hertziens conformes à la directive que pour des raisons liées à l'utilisation efficace et appropriée du spectre radio, la nécessité d'éviter des interférences dommageables, ou des questions liées la santé publique.

Le comité de surveillance du marché et des règles de conformité des télécommunications (ou TCAM), comité permanent relevant de la direction générale « Entreprises et Industrie » de la Commission, est chargé de garantir la coordination de la mise en application de la directive R&TTE et d'examiner ses possibles modifications.

La directive R&TTE sera remplacée en 2014 par la directive équipement radio (RED), suite à un long processus de négociation. Si les principes fondamentaux demeurent inchangés, la directive RED intègre toutefois quelques innovations telles que l'inclusion des récepteurs "purs" (cas des récepteurs de télévision), et plus généralement une meilleure prise en compte des paramètres de réception comme enjeu de l'utilisation efficace des fréquences, ou encore l'ajout de dispositions relatives à la radio logicielle imposant une évaluation de conformité combinée du couple plateforme/logiciel.

L'ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*), soit l'Institut européen des normes de télécommunication, est l'organisme de normalisation européen du domaine des télécommunications. L'ETSI élabore des normes harmonisées EN (série télécommunications) dont la rédaction est confiée par la Commission européenne dans le cadre de mandats en application de la directive européenne 98/48/CE afin de définir des méthodes de conformité aux exigences essentielles de bonne utilisation du spectre au titre de l'article 3.2 de la directive R&TTE (éviter les brouillages dommageables). Les normes harmonisées de l'ETSI peuvent être téléchargées sur le site de l'ETSI : <http://pda.etsi.org/pda/queryform.asp>.

L'ETSI et la CEPT coopèrent dans le cadre d'un memorandum d'accord en vue d'assurer la cohérence nécessaire entre les normes harmonisées EN et conditions de partage harmonisées déterminées par le CEPT.

Le processus en place permet à la CEPT de traiter une demande consolidée de l'industrie sur la base des SRDoc (System Reference document) de l'ETSI.

### 1.2.3 Le cadre d'autorisation des services de communication électroniques

Le cadre d'autorisation des services de communication électroniques est établi par les directives 2002/21/CE (directive « cadre ») et 2002/20/CE (directive « autorisation ») du Parlement européen et du Conseil du 7 mars 2002.

Les Etats membres doivent en particulier veiller à ce que chacune des tâches assignées aux autorités réglementaires nationales par le cadre communautaire soit accomplie par un organisme compétent (Cadre 3.1) et à ce que l'attribution et l'assignation des radiofréquences par les autorités réglementaires nationales soient fondées sur des critères objectifs, transparents, non discriminatoires et proportionnés (Cadre 9.1).

Le cadre communautaire reconnaît les compétences des Etats en matière de gestion des fréquences, en vue d'une utilisation efficace du spectre et en tenant compte d'objectifs d'intérêt général. Il permet ainsi aux Etats de déterminer l'affectation des bandes de fréquences sur leur territoire, de manière exclusive ou en partage, pour des usages régaliens ou scientifiques ou pour la fourniture de services de communications électroniques, compte tenu des obligations communautaires spécifiques prises en application de la décision « spectre ».

Le cadre communautaire prévoit également et encourage les mécanismes de « marché secondaire » par lesquels le titulaire d'une autorisation peut être habilité à négocier un accord commercial avec un tiers consistant en un transfert de droit d'utilisation. Le marché secondaire est conforme aux principes qui prévalent en matière de gestion des fréquences dans la mesure il opère à « droits constants », c'est à dire que les droits acquis par l'utilisateur tiers sont limités à l'usage et aux conditions spécifiées dans l'autorisation individuelle initiale. Le régulateur peut en outre s'opposer aux projets de cession qui lui sont notifiés pour des motifs spécifiques tels que l'atteinte aux conditions de concurrence effective pour l'accès au spectre radioélectrique.

## 1.3 **Le cadre national**

### 1.3.1 Organisation institutionnelle

En France, le spectre radioélectrique fait partie du domaine public de l'Etat, inaliénable et incessible. Le cadre légal de sa gestion et de l'autorisation de son utilisation est constitué par le « Code des postes et des communications électroniques » (CPCE).

L'Agence nationale des fréquences (ANFR), établissement public à caractère administratif mis en place par la loi de Réglementation des télécommunications de 1996, a pour mission la planification, la gestion et le contrôle de l'utilisation des fréquences radioélectriques.

Pour ces différentes missions, l'ANFR œuvre au bénéfice des affectataires que sont les départements ministériels, comme la Défense, l'Intérieur, les transports maritimes et aéronautiques, la météo, la recherche et le spatial ainsi que les autorités administratives indépendantes que sont l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (ARCEP) et le Conseil supérieur de l'audiovisuel (CSA). L'accès à une ou plusieurs bandes de fréquences est prévu, pour son propre usage, dans le cas d'un département ministériel, ou en vue de l'attribution de fréquences à des tiers dans le cas d'une autorité administrative indépendante.

L'ANFR est notamment responsable de l'élaboration et la mise à jour du Tableau national de répartition des bandes de fréquences (TNRBF), outil de gestion de base qui fixe les droits et obligations des affectataires en matière d'attribution des fréquences radioélectriques. Ce document est publié en annexe d'un arrêté du Premier ministre, conformément à l'article L41 du CPCE.

### 1.3.2 Droits d'utilisation

Toute utilisation des fréquences radio sur le territoire national est, en accord avec l'article 18 du RR, soumise à une forme appropriée de « licence » délivrée par les administrations et autorités compétentes de l'Etat.

Les affectataires ont accès aux bandes de fréquences conformément aux dispositions du TNRBF, qui est adopté par arrêté du Premier ministre.

Les droits d'accès au spectre des utilisateurs gouvernementaux sont en pratique définis par le TNRBF. Ces droits sont en principe non limités dans le temps. Ils sont concédés aux administrations de l'Etat à seule fin d'accomplir les missions qui leurs sont assignées. Des mécanismes de revue des utilisations et besoins de ces utilisateurs permettent notamment de les faire évoluer.

L'utilisation, par les titulaires d'autorisation, de fréquences radioélectriques disponibles sur le territoire de la République constitue un mode d'occupation privatif du domaine public de l'Etat (cf. article L41-1 du CPCE).

L'ARCEP délivre des autorisations « générales » (cf. article L33-3 1° du CPCE) ou « individuelles » (cf. article L42-1 du CPCE). Le CSA délivre des autorisations aux chaînes de télévision et opérateurs privés de radiodiffusion.

Le processus d'autorisation des fréquences pour la fourniture de services de communication électronique relève des activités de régulation du marché, qui doivent notamment veiller à ce que les utilisateurs retirent un bénéfice maximal en termes de choix, prix et qualité, à une concurrence effective, à encourager les investissements efficaces dans les infrastructures, et à la promotion de l'innovation.

Différents mécanismes peuvent être établis par les autorités de régulation nationales pour délivrer les droits individuels d'utilisation de bande de fréquences, par exemple, vente aux enchères, concours de beauté, premier-arrivé / premier-servi.

Dans le concept du marché secondaire, la transaction porte sur un droit d'utilisation cessible. Ce droit d'utilisation a été conféré en première instance par l'autorité réglementaire nationale selon des mécanismes transparents et non-discriminatoires.

## **2 Planification du spectre et répartition des bandes de fréquences**

La planification des fréquences opère à tous les niveaux, national, européen et international, avec des études techniques en matière de compatibilité électromagnétique, des actions de négociation et coopération pour l'élaboration de solutions réglementaires harmonisées ou de cadres de coordination multilatéraux, la coordination internationale des fréquences pour les systèmes par satellite, des études prospectives ou de revue des utilisations, ou encore la mise en place d'opérations de réaménagement du spectre. Elle vise à permettre la coexistence entre des usages très variés.

### **2.1 Tableau national de répartition des bandes de fréquences**

Le Tableau national de répartition des bandes de fréquences (TNRBF) joue un rôle central dans la planification des fréquences au niveau national. Il constitue un outil de planification stratégique de l'utilisation de la ressource publique « spectre ». Il peut être téléchargé sur le site de l'ANFR : <http://www.anfr.fr/fr/planification-international/tnrbf.html>.

Le TNRBF précise pour chaque bande de fréquences radioélectriques le ou les services attribués en France et le ou les affectataires qui ont accès à ces services. Il fixe les droits et obligations des affectataires ainsi que les principales règles à appliquer pour la coordination et l'enregistrement des assignations de fréquences. L'attribution de service peut être de catégorie primaire ou secondaire, conformément aux principes inscrits au RR. Pour l'accès aux services primaires, la hiérarchie entre affectataires est gouvernée par la notion de statut (Exclusif, Prioritaire ou Egal).

Un statut d'exclusivité, ou de priorité, permet de conférer aux affectataires les moyens et la visibilité de long terme pour remplir les missions qui leur sont confiées par l'État (e.g. développement secteur audiovisuel, mobile large bande, missions régaliennes de sécurité, météorologie, Galileo...). L'accès à une bande de fréquences à égalité de droit repose strictement sur le principe premier arrivé / premier servi.

Les bandes de fréquences disponibles en France pour les « appareils de faible portée » (AFP) sont données en Annexe 7 du TNRBF. L'utilisation des AFP, parfois qualifiés d'équipements « de plein droit », est autorisée par l'ARCEP en dérogation des dispositions d'attribution des bandes de fréquences données au chapitre IX du TNRBF. Ces équipements fonctionnent sur une base de non brouillage et sans garantie de protection.

L'ensemble des règles d'accès au spectre reposent largement sur le Règlement des radiocommunications (RR) et les mesures d'harmonisation européennes.

Les décisions en matière d'affectation des bandes fréquences requièrent une compréhension globale et concertée des enjeux de moyen et long terme. C'est l'un des objectifs de l'organisation institutionnelle mise en place en France, dans laquelle les décisions de planification sont coordonnées par l'ANFR ; laissant les mécanismes de marché à l'œuvre dans les bandes ouvertes aux services de communication électronique selon des modalités spécifiques définies pour une bande donnée (enchères, concours de beauté, premier arrivé/premier servi...).

### **2.2 Partage des fréquences vs réaménagement**

Le partage des fréquences est de fait la règle. Il opère à divers niveaux :

- entre affectataire, selon le statut, avec une flexibilité complémentaire offerte par des mécanismes de dérogation

- entre services primaires d'un même affectataire e.g. service fixe vs service fixe par satellite
- entre utilisateurs d'un même service primaire e.g. faisceaux hertziens (service fixe), réseaux radio indépendants (service mobile)
- entre services primaires et services secondaires
- entre services et applications sans licence (AFP)

La gestion fine du partage s'opère sur la base des mécanismes de coordination. L'inscription d'une assignation de fréquence au « Fichier national des fréquences » (cf. article R20-44-11 4° du CPCE) confère un droit à la protection vis-à-vis des assignations futures pour des stations de service attribué à titre primaire. Cette procédure nationale est à compléter le cas échéant par une coordination internationale. Certains accords conclus entre affectataires inscrits au TNRBF définissent des modalités spécifiques pour le partage d'une bande de fréquences.

Les mécanismes de réaménagement en vue de permettre l'introduction de nouveaux systèmes radio constituent plutôt la dernière option, c'est à dire lorsque le partage n'est pas possible, par exemple par des solutions de séparation géographique et/ou fréquentielle, ou tout simplement pas souhaitable au regard des caractéristiques techniques et opérationnelles des nouveaux systèmes. Ils ont été à l'œuvre pour permettre l'introduction des services mobiles. Le fonds de réaménagement du spectre (FRS) géré par l'ANFR a permis en particulier de financer la migration de systèmes militaires qui utilisaient ces bandes. Des réaménagements d'utilisations existantes de bandes de fréquences doivent pouvoir être envisagés en vue de faciliter une utilisation plus efficace des fréquences en tenant compte de l'état de l'art de la technologie.

### 2.3 Impact sur les autorisations

Les autorisations délivrées par l'ARCEP pour la fourniture de services de communication électronique doivent être conformes au cadre de partage établi par le TNRBF, complété le cas échéant par des procédures spécifiques encadrant l'enregistrement des stations et/ou assignations dans les bases de l'ANFR.

Les contraintes de partage vis-à-vis des autres utilisations de la bande ou des bandes adjacentes permettent de justifier des contraintes d'exploitation pour les futurs titulaires des autorisations.

Les modalités spécifiques mises en place afin de permettre la coexistence en bande adjacente du service mobile avec le service de radiodiffusion en dessous de 790 MHz et du service mobile avec les radars fonctionnant dans la bande 2,7-2,9 GHz illustrent ce propos.

## 3 Des solutions réglementaires adaptées à divers usages

Cette section propose de mettre en regard les bases réglementaires issues du TNRBF et mécanismes d'accès au spectre, notion à comprendre dans son sens le plus large, avec différents types d'usages à accommoder.

### 3.1 Service primaire et statut d'affectataire

Le principe d'une attribution (au sens « affectation ») de bande de fréquences du TNRBF à titre exclusif donne à l'affectataire bénéficiaire la visibilité et la flexibilité maximale pour la gestion de la bande de fréquences au profit des missions qui lui incombent.

Cette flexibilité s'entend toutefois dans la limite des services attribués, des obligations internationales et communautaires.

Les bandes de fréquences harmonisées au niveau européen pour les services mobiles large bande (790-862 MHz, 880-915 MHz, 925-960 MHz, 1710-1785 MHz, 1805-1880 MHz, 1920-1980 MHz, 2110-2170 MHz, 2500-2690 MHz et 3400-3800 MHz) sont attribuées pour l'essentiel à l'ARCEP sur une base exclusive.

A l'exception des bandes mobiles historiques 900 MHz et 1800 MHz, pour lesquelles la décision communautaire nomme spécifiquement les technologies pertinentes (GSM, UMTS, LTE et WiMAX), le cadre communautaire élaboré sur la base des propositions de la CEPT préconise pour chaque bande un plan de fréquence préférentiel, taille des blocs autorisés, bande de garde, et la mise en œuvre du concept de « *Block Edge Mask* » (BEM) en vue de favoriser la neutralité technologique. Les BEM définissent en particulier les limites de rayonnement applicables en dehors d'un bloc de fréquence autorisé permettant la coexistence entre réseaux voisins sans le recours à une forme de coordination.

L'harmonisation de ces conditions techniques favorise les économies d'échelle, sans qu'il soit nécessaire d'utiliser un type particulier de technologie, en se fondant sur des paramètres optimisés pour l'utilisation la plus probable de la

bande. Le cadre communautaire fixe les conditions techniques pour la mise à disposition et l'utilisation des bandes mobiles mais ne précise pas les modalités d'autorisation, qui sont de compétence nationale.

Les autorisations individuelles délivrées par l'ARCEP pour les réseaux mobiles ouverts au public reposent essentiellement sur des procédures d'enchère. Celles-ci confèrent à leur titulaire des droits en pratique exclusif et de longue durée pour l'accès à des blocs de fréquence sur l'ensemble du territoire, si l'on excepte le cas de la bande 3,4-3,8 GHz. La nature même de ces droits permet de définir des objectifs pour les opérateurs en termes de couverture géographique et de population.

Les autorisations délivrées pour l'utilisation de bandes de fréquences pour des réseaux radioélectriques indépendants (PMR) ou pour des faisceaux hertziens pourront reposer sur des attributions de bande de fréquences à l'ARCEP sur une base exclusive, prioritaire ou à égalité.

Dans l'ensemble du spectre hertzien ouvert au service fixe, le mode d'autorisation par assignation est le mode privilégié par l'ARCEP pour la délivrance des autorisations. Pour les bandes inférieures à 20 GHz, seul ce mode par assignation bond par bond est possible. Pour les bandes de fréquences au-dessus de 20 GHz, le mode d'attribution par allotissement est aussi possible, c'est-à-dire que le titulaire bénéficiera de l'accès exclusif à un bloc de fréquences à l'échelle par exemple d'un département, ou de l'ensemble du territoire national. Cette dernière approche s'appuiera logiquement sur une attribution de bande de fréquences à l'ARCEP à titre exclusif. Elle permet de conférer une grande souplesse aux opérateurs mobiles pour le déploiement de leurs réseaux capillaires.

Les bandes PMR sont destinées à répondre à des besoins professionnels très variés, y compris pour des services de l'Etat et pour des couvertures le plus souvent locales ou régionales.

Le statut d'exclusivité pour l'ARCEP ne sera néanmoins pas justifié dans de nombreuses circonstances où un partage géographique et fréquentiel permet d'ajuster les assignations en fonction des besoins effectifs des différents secteurs.

Les bandes attribuées au CSA pour le service de radiodiffusion sont majoritairement affectées au CSA à titre exclusif. Ce statut répond dans une large mesure à l'obligation de moyens à conférer pour permettre la fourniture de services audiovisuels sur l'ensemble du territoire. Il est cohérent avec les contraintes de planification transfrontalière inhérentes au service de radiodiffusion.

Les affectataires gouvernementaux bénéficient également de l'accès à certaines bandes de fréquences à titre exclusif, statut qui révèle la dimension stratégique de ces bandes au regard de leurs missions.

### **3.2 Service secondaire**

La notion de service secondaire est définie dans les articles 5.28 et 5.31 du RR:

*5.28 3) Les stations d'un service secondaire:*

*5.29 a) ne doivent pas causer de brouillage préjudiciable aux stations d'un service primaire auxquelles des fréquences ont été assignées antérieurement ou sont susceptibles d'être assignées ultérieurement;*

*5.30 b) ne peuvent pas prétendre à la protection contre les brouillages préjudiciables causés par les stations d'un service primaire auxquelles des fréquences ont été assignées antérieurement ou sont susceptibles d'être assignées ultérieurement;*

*5.31 c) mais ont droit à la protection contre les brouillages préjudiciables causés par les stations de ce service secondaire ou des autres services secondaires auxquelles des fréquences sont susceptibles d'être assignées ultérieurement.*

Ce statut n'est à l'évidence pas adapté à tout type de besoin. Les systèmes et/ou scénarios d'utilisation par service secondaire doivent s'adapter à l'environnement radio imposé par les services primaires.

Les mécanismes d'accès aux fréquences pour les services secondaires sont de nature « opportuniste », donc peu adaptés en principe à des déploiements d'infrastructure.

L'obligation réglementaire de protection des services primaires utilisant la bande impose en outre de définir des conditions d'utilisation vérifiables permettant de prévenir les risques de brouillage. Les utilisations au titre d'un service secondaire peuvent également faire l'objet d'assignation de fréquences. Elles ont vocation à être protégées vis-à-vis des utilisations de type AFP.

L'utilisation des « espaces blancs » de la télévision par microphones radio professionnels constitue un exemple d'utilisation relevant du service mobile secondaire. Le régime d'autorisation générale est tout à fait adapté aux scénarios courant d'utilisation dans lesquels les acteurs professionnels du secteur audiovisuel sont à même de sélectionner les

canaux dont la disponibilité pour une transmission microphone de qualité induit l'absence d'impact sur les zones de couverture des canaux de la radiodiffusion. Les utilisations des microphones sont toutefois coordonnées localement lors des « grands événements » afin d'éviter les brouillages entre microphones radio professionnels.

Nous avons affaire ici à une opportunité de partage historique liée tant aux principes de la planification de la radiodiffusion qu'à la nature des équipements opérant à titre secondaire. L'effet du dividende numérique avec le passage en 2011 de la bande 790-862 MHz au service mobile semble avoir créé principalement des difficultés de transition liées à la plage d'opération des microphones radio, qui fonctionnaient pour une large part dans la bande 830-862 MHz. Il n'a pas fondamentalement remis en question l'intérêt du concept.

### **3.3 Utilisation de ressources spectres sans licence**

#### **3.3.1 Appareils de faible portée (AFP), RLAN, ITS...**

Le marché historique des appareils de faible portée (AFP) était caractérisé par des applications de type télécommande, télémesure, alarme, détection de mouvement et applications audio & voix. Il a évolué vers des gammes d'application beaucoup plus larges, regroupées parfois sous l'appellation d'« utilisation collective du spectre », avec notamment l'émergence des technologies WiFi et d'applications évoluées dans les secteurs industriel, automobile, domotique ou médical.

La recommandation ERC 70-03 de la CEPT préconise divers paramètres d'utilisation des fréquences radio pour AFP en Europe. Les éventuelles restrictions de mise en œuvre nationale de cette recommandation CEPT sont normalement précisées en « appendice 3 » de cette recommandation. Cette recommandation est complétée par la décision communautaire sur les AFP (2006/771/EC), régulièrement mise à jour dans le cadre d'un mandat permanent de la CE à la CEPT. Certaines utilisations sans licence telles que celles portant sur les implants médicaux dans la bande 401-406 MHz, les équipements RLAN 5 GHz ou encore les systèmes de transports intelligents (ITS) à 5,9 GHz sont couvertes par des mesures d'harmonisation spécifiques et bénéficient d'une reconnaissance particulière de statut d'application du service mobile.

Les études de compatibilité menées en amont au niveau de la CEPT vont permettre de déterminer les paramètres techniques pour assurer la protection des services de radiocommunication, en tenant compte des enjeux pour l'ensemble des acteurs des fréquences concernés. La définition de spécifications détaillées dans les normes harmonisées pour la mise en œuvre de techniques de réduction de brouillage (e.g. DFS RLAN 5 GHz) nécessite une coopération étroite entre la CEPT et l'ETSI en vue de démontrer leur efficacité. Les travaux réglementaires doivent également viser à favoriser un partage efficace entre AFP en vue de préserver la qualité de la bande à long terme, laissant toutefois une plus grande marge de manœuvre aux industriels réunis au sein de l'ETSI pour la définition des exigences essentielles correspondantes dans les normes harmonisées.

Les autorisations générales délivrées par l'ARCEP en France précisent usuellement qu'aucune garantie de protection contre les brouillages n'est accordée à ces systèmes et que ces systèmes ne doivent en aucun cas causer de brouillage aux affectataires des bandes de fréquences concernées au titre du tableau national de répartition des bandes de fréquences.

On distinguera les réglementations « génériques », qui ne restreignent pas la bande de fréquences à une application spécifique. Toute utilisation est permise du moment qu'elle respecte les paramètres techniques imposés. Ces paramètres de limitation de la puissance, du temps de cycle ou autre technique de partage induisent une forte capacité de réutilisation des fréquences.

Les bandes de fréquences à 6,7 MHz, 13,56 MHz, 27 MHz, 40,7 MHz, 169,4 MHz, 433 MHz, 868 MHz, 2,45 MHz, 5,8 GHz, 24-24,25 GHz et 57-64 GHz bénéficient ainsi d'une reconnaissance forte pour le développement d'AFP et sont d'une manière générale peu contraintes par les utilisations dans ces bandes au titre des services de radiocommunication, qui doivent de fait s'accommoder de ces utilisations sans licence.

Les réglementations dites « spécifiques » reflètent des compromis différents, du point de vue de la protection des services de radiocommunication (compte tenu du déploiement théoriquement plus limité de tels AFP) ou du partage entre applications AFP (e.g. utilisation semi exclusive pour offrir une meilleure qualité de service). Les cas des implants médicaux actifs dans la bande 401-406 MHz, en partage avec des radiosondes météo, des applications RFID, dont les scénarios d'utilisation justifient des niveaux de puissances élevées, de modélisme, ou des RLAN 5 GHz, en partage avec des systèmes radar et systèmes d'exploration de la Terre par satellite illustrent ce propos.

Les bandes de fréquences utilisées par des AFP spécifiques n'ont pas vocation à être « libéralisées ». Des déploiements plus importants ne peuvent que remettre en question de tels compromis de partage (risque d'effet agrégé, probabilité d'interférence accrue). La recherche permanente et nécessaire de compromis permettant le développement

d'applications innovantes ne doit cependant pas occulter les difficultés que présente la multiplication de réglementations spécifiques. L'identification d'une bande de fréquences pour une application spécifique ouvre de fait la voie au déploiement d'applications radio sans licence au détriment des services radio. Elle présente dès lors un intérêt potentiel pour des applications alternatives, augmentant ainsi la pression pour l'utilisation future de cette bande.

Les travaux réglementaires au niveau européen conditionnent l'attribution de toute nouvelle ressource spectre sans licence dans le domaine des appareils de faible portée (AFP), et au bénéfice d'applications innovantes dans des secteurs variés (domotique, objets connectés, automobile...). La CEPT a conclu début 2014 ses travaux relatifs aux bandes 870-876 MHz et 915-921 MHz, reconnaissant la nécessité d'une mise en œuvre flexible de ces nouvelles dispositions qui tiennent compte des contraintes des administrations du fait des systèmes existants à protéger. En lien avec ces travaux, les initiatives de l'ANFR en concertation avec les utilisateurs de ces bandes, notamment le ministère de la Défense, et de représentants de l'industrie AFP ont conduit à engager des études complémentaires afin d'analyser la possibilité d'introduire des AFP forte puissance (inférieure à 500 mW) dans la bande 862-868 MHz.

Les travaux en cours portant sur la demande d'extension de la bande RLAN 5 GHz en vue d'accroître le débit instantané de ces systèmes prennent en plus une dimension internationale en lien avec la prochaine conférence mondiale des radiocommunications (CMR-15). Ces débats mettent en exergue la difficulté d'une décision pour une solution spécifique de spectre sans licence portée par certains acteurs industriels, caractérisée par des déploiements potentiels de masse en conflit avec la diversité des usages existants (défense, météo, ITS,...) et conditionnée par une amélioration des techniques de partage actuelles.

### 3.3.2 Applications à bande ultra large (ULB)

La CEPT a adopté en 2006 une réglementation cœur initiale pour applications fonctionnant grâce à la technologie à bande ultralarge, communément désignée « réglementation générique ULB » (UWB). Cette réglementation permet tout type d'application sur la base d'un régime d'autorisation générale dans la mesure où les conditions techniques et opérationnelles d'utilisation des fréquences sont respectées. Elle prévoit toutefois certaines dispositions spécifiques visant à limiter les utilisations en extérieur ; elle exclut notamment les installations fixes en extérieur.

Ces conditions harmonisées sont détaillées dans la décision ECC/DEC/(06)04 (révisée en décembre 2011). Elles sont reprises, et adaptées au contexte communautaire, dans la décision 2007/131/CE amendée en avril 2009, et en cours de nouvelle révision afin de prendre en compte les récentes propositions de la CEPT présentées dans le rapport CEPT 45.

Cette réglementation a été initialement élaborée de manière à répondre à la demande pour le marché de masse d'applications de communication à très haut débit de type réseau personnel sans fil (WPAN). Elle permet de multiples autres applications, notamment des applications de localisation.

On notera que cette réglementation prévoit une largeur de bande minimale de seulement 50 MHz : la spécificité technologique « ultra large bande » des utilisations envisagées a en effet constitué l'expression initiale de la demande du marché mais ne présente pas au final de caractère réglementaire obligatoire.

Les développements industriels doivent prioritairement reposer sur la réglementation générique ULB. La réglementation générique ULB est toutefois complétée par des réglementations pour applications spécifiques ULB. La CEPT reconnaît en effet dans le rapport CEPT 34 qu'il peut être souhaitable d'élaborer des réglementations spécifiques complémentaires afin de tirer profit des avantages que procurent la technologie ultralarge bande :

- localisation de précision : précision liée à la très courte durée des impulsions UWB, plus robuste en environnement à trajets multiples
- imagerie radar : précision dans la reconnaissance des formes ou évaluation propriétés physiques de matériaux

D'un point de vue réglementaire, les réglementations ULB sont souvent décrites comme des réglementations « sous-jacentes » (*Underlay*) au sens où elles ne désignent pas une bande spécifique mais autorisent les équipements qui peuvent opérer dans les limites d'un masque d'émission.

Les équipements ULB opèrent sur des gammes de fréquences très larges utilisées par des systèmes de radiocommunication aux caractéristiques très variés. Ils doivent de fait s'adapter à toute évolution du cadre réglementaire primaire.

## 4 Thématiques innovantes d'accès au spectre

### 4.1 L'accès partagé au spectre : le LSA

La thématique générale du « partage du spectre » a permis de mettre en avant l'approche réglementaire « *Licensed Shared Access* » (LSA), ou accès partagé au spectre avec licence.

Cette approche réglementaire, initialement portée par l'industrie sous la terminologie « *Authorised Shared Access* » (ASA), repose sur le modèle de l'« autorisation individuelle », garant de la disponibilité des fréquences pour les titulaires des autorisations, par opposition au modèle « utilisation collective du spectre ». Elle constitue une réponse de l'industrie aux défis que présente l'accès à de nouvelles bandes de fréquences en dessous de 6 GHz pour une utilisation mobile large bande en proposant une alternative à l'approche traditionnelle reposant une attribution (au sens affectation) exclusive et nécessitant un processus long et coûteux de réaménagement des applications existantes.

Les travaux réglementaires menés en Europe en 2013 pour calibrer le concept LSA et sa mise en œuvre au niveau communautaire ont abouti à l'adoption de l'avis RSPG LSA (novembre 2013) et du rapport ECC 205 (février 2014). L'adoption d'une décision ECC d'harmonisation de l'utilisation de la bande 2,3-2,4 GHz par des services mobile large bande est prévue pour juin 2014. Un projet de mandat de la Commission européenne à la CEPT est en cours d'adoption.

Diverses propositions visant à élargir la portée du concept LSA ont été écartées dans le cadre des débats européens. Elles étaient porteuses de risques significatifs pour la gestion des fréquences radio, au sens des décisions en matière de planification et affectation des bandes de fréquences, comme pour la gestion des autorisations pour la fourniture de services de communication électronique.

LSA constitue un outil complémentaire de gestion des fréquences. Il vise en pratique à faciliter le partage entre des utilisateurs existants, à maintenir dans une bande de fréquences donnée, et de nouveaux utilisateurs, de nature différente, et soumis à un régime d'autorisation individuelle permettant de garantir un certain niveau d'accès au spectre. En décalage avec des solutions de partage reposant exclusivement sur des mécanismes d'accès opportuniste, LSA vise à offrir un cadre incitatif pour l'investissement dans les équipements et infrastructures radio, qui soutienne la mise en œuvre graduelle de mécanismes de partage dynamique avancés.

La mise en œuvre du concept LSA repose sur la notion de cadre de partage, qui détermine pour une bande de fréquences donnée le spectre accessible et les conditions associées pour les utilisateurs existants et les nouveaux utilisateurs. Les autorisations des nouveaux utilisateurs sont délivrées par l'autorité réglementaire nationale sur la base d'une procédure transparente et non discriminatoire. Les autorisations incluent les conditions de partage vis-à-vis des utilisateurs existants.

Le concept LSA ne préjuge pas des modalités d'attribution vers les nouveaux utilisateurs, à établir au cas par cas compte tenu de la demande du marché et des contraintes de partage. Il s'intègre pleinement dans le schéma réglementaire en deux étapes : 1) Attribution 2) Autorisation.

### 4.2 L'accès aux espaces blancs

La thématique des « espaces blancs » a fait l'objet d'innombrables publications. Cette terminologie générale suggère une fréquence « disponible » car non utilisée par les utilisateurs normalement autorisés.

La CEPT a adopté dans le rapport CEPT 24 (juin 2008) la définition suivante :

*White space is a part of the spectrum, which is available for a radiocommunication application (service, system) at a given time in a given geographical area on a non-interfering / non-protected basis with regard to primary services and other services with a higher priority on a national basis.*

Adapté au cas de la bande de radiodiffusion 470-790 MHz, cette définition implique que les équipements utilisant ces « espaces blancs » ne doivent pas causer de brouillage au service de radiodiffusion et aux microphones radio.

La CEPT a adopté plusieurs rapports techniques relatifs à l'utilisation des espaces blancs dans la bande 470-790 MHz. Ces études préconisent une approche d'accès géo-localisé à une base de donnée, validée par l'administration nationale, comme mécanisme permettant la connaissance à tout instant des conditions d'utilisation des fréquences permettant de protéger les utilisations existantes.

Ces principes sont repris dans la norme harmonisée ETSI EN 301 598 en cours de procédure de vote avant une publication prévue pour l'été 2014. On notera que cette norme, qui définit différentes classes d'équipement, ne spécifie pas de puissance rayonnée maximale ; celle-ci étant à déterminer pour une classe d'équipement sur la base des

algorithmes validés par les administrations nationales et mis en œuvre au niveau des bases de données. Cette norme ne spécifie pas non plus de paramètres permettant d'assurer la coexistence entre équipements « espace blanc », supposant que ces paramètres pourraient être ajustés à l'avenir en fonction des déploiements effectifs.

Cette approche volontairement très flexible vise à préjuger le moins possible des besoins potentiels qui pourraient émerger.

Très peu d'administrations en dehors du Royaume-Uni se sont investies en Europe dans l'élaboration d'un cadre réglementaire pour ce type d'équipement. Les diverses incertitudes sur les scénarios de déploiement, le modèle économique de la gestion des bases de données, mais également sur la disponibilité future de ces bandes de fréquences peuvent mettre en doute à ce stade la capacité de cette norme à fédérer des investissements significatifs. Ces travaux permettent néanmoins de stimuler le développement de nouvelles solutions d'accès dynamique aux fréquences en vue d'applications possibles dans un contexte plus large.

D'un point de vue réglementaire, on retiendra qu'il ne suffit pas que les « espaces blancs » soient « disponibles ». Leur utilisation requière une autorisation d'utilisation des fréquences. Le mécanisme d'accès aux fréquences associé au concept « espace blanc » est intrinsèquement opportuniste et repose sur le principe de non-interférence / non-protection.

### **4.3 L'usage de la radio intelligente**

Les travaux réglementaires menés dans le cadre du point 1.19 de la CMR-12 ont conclu que le RR ne constitue pas une barrière à l'introduction des principes de la radio logicielle (SDR) et de la radio intelligente (CRS).

Les SDR et les CRS ne sont pas des services de radiocommunication. Tout système radio peut mettre en œuvre des techniques SDR ou CRS dans tout service de radiocommunication dans la mesure où il opère en conformité avec les dispositions du RR qui s'appliquent à ce service spécifique dans la bande de fréquences qui lui est attribuée. Les SDR et CRS peuvent être déployés et/ou mis en œuvre séparément ou peuvent être combinés. Un travail d'harmonisation de l'utilisation des fréquences radio par des applications spécifiques mettant en œuvre des techniques CRS est possible sur la base de recommandations de l'UIT-R.

Le mécanisme de sélection dynamique des fréquences (DFS) requis sur les équipements RLAN 5 GHz, souvent cité comme exemple de système « pré-cognitif », illustre cette démarche nécessaire exigeante d'évaluation technique détaillée spécifique aux scénarios de déploiement et systèmes radio primaire à protéger.

Les travaux de l'UIT-R ont également permis de distinguer différents types de scénarios dans lesquels des solutions de radio intelligentes pourraient émerger :

- Reconfiguration des liaisons de terminaux avec différents systèmes radio
- Intra-opérateur : optimisation de la ressource spectre assignée à un opérateur mobile
- Accès coopératif inter-opérateur
- Accès opportuniste

Ces résultats très modestes au regard de certaines attentes suscitées appellent de fait une approche graduelle dans la mise en œuvre de solutions de radio intelligente. Ils appellent également à questionner la vision ultime autour de la « radio intelligente » qui tendrait à vouloir exploiter toute bande de fréquences pour tout usage ignorant notamment :

- la diversité des caractéristiques physiques des bandes de fréquences (notamment vis-à-vis de certains usages scientifiques spécifiques),
- la diversité des caractéristiques techniques et opérationnelles des usages existants,
- la complexité des mécanismes de partage à caller au cas par cas (« bande par bande », « application par application »...),
- les incertitudes pour le nouvel entrant (quid de sa rentabilité si réduction des « espaces blancs » ?), l'utilisateur existant (comment assurer la protection des évolutions futures de ses systèmes ?), le régulateur (comment imposer les choix de politique du spectre après avoir favorisé la dissémination d'applications secondaires « intelligentes » ?),
- l'importance du processus d'harmonisation pour offrir visibilité de long terme, interopérabilité et économies d'échelle. Les applications « innovantes » sont développées par l'industrie à l'intérieur de cadres réglementaires pérennes.

Les administrations gestionnaires des fréquences radio défendent pour la plupart une planification amont, basée sur la demande du marché au travers notamment du processus d'harmonisation, qui permet de préserver dans la durée la ressource publique que constitue le spectre.

## 5 Conclusion

Le cadre réglementaire des fréquences radio est **complexe** de par la très grande diversité des usages qu'il supporte, tant du point de vue de leurs caractéristiques techniques et opérationnelles, des niveaux d'investissement en jeu ou des exigences légales qui les sous-tendent.

L'accès aux fréquences radio repose toutefois sur des **bases relativement simples**, dont les modalités de mise en œuvre doivent toutefois être adaptées sans cesse à l'évolution des usages et aux problématiques de partage associées.

Il repose en France sur un processus réglementaire en 2 étapes :

1. La répartition des bandes de fréquences, processus régalien qui décide de la destination d'usage des bandes et confère aux administrations compétentes de l'Etat et autorités administratives indépendantes (ARCEP et CSA) les droits d'accès nécessaires à l'accomplissement de leurs missions.
2. L'autorisation de l'utilisation des fréquences pour la fourniture de services de communication électronique

La **répartition des bandes de fréquences** est fortement structurée par le processus amont de mise à jour périodique du Règlement des radiocommunications (RR) dans le cadre des Conférences mondiales des radiocommunications (CMR). Elle est déclinée au niveau européen par l'adoption de mesures d'harmonisation qui sont au cœur des préoccupations de l'industrie pour soutenir des investissements durables dans le secteur des radiocommunications.

Une solution réglementaire pour accommoder un nouvel usage, ou simplement permettre son évolution, reposera schématiquement selon les principes des services de radiocommunications, pour lesquels la coordination et l'enregistrement d'assignations de fréquences permet de conférer des droits à la protection des stations radio, ou selon les principes des applications sous « licence générale » qui opèrent sur une base de non-interférence et non-protection.

Ce processus doit établir les conditions techniques assurant la coexistence avec les autres usages autorisés dans la bande ou en bande adjacente. Il doit également permettre d'évaluer le niveau de garantie en termes d'accès à une bande de fréquences, compte tenu des mécanismes en œuvre au niveau des stations radio pour l'accès aux fréquences.

L'enjeu est de donner aux différents acteurs de la gestion des fréquences, à l'industrie et aux utilisateurs une visibilité de long terme sur la disponibilité de la ressource spectre.

L'**autorisation de l'utilisation des fréquences** pour la fourniture de services de communication électronique incombe aux autorités administratives indépendantes. Elle peut se faire sur une base générale ou individuelle, en cohérence avec les solutions réglementaires élaborées en amont. La gestion des autorisations individuelles relève des activités de régulation de marché ; elle doit reposer sur des procédures transparentes et non discriminatoires.

Les restrictions d'usages sur les fréquences qui découlent de l'ensemble du processus réglementaire doivent être minimales. Elles sont motivées en premier lieu par l'objectif d'éviter les brouillages préjudiciables, l'utilisation efficace du spectre ou des objectifs d'intérêt général.

L'introduction de méthodes innovantes en matière d'attribution d'autorisations individuelles devra reposer sur des bases réglementaires claires et être bien découplée des méthodes amont de planification et répartition des bandes de fréquences.

Le cadre réglementaire des fréquences offre ainsi des espaces multiples à l'innovation par l'industrie. Son évolution repose dans les faits sur un processus de négociation permanente à tous les échelons : internationaux, européens et nationaux, en vue de permettre une gestion durable la ressource publique que constitue le spectre radio compte tenu de l'état de l'art de la technologie.

Des nouveaux concepts réglementaires émergent régulièrement. Leur introduction nécessite une compréhension fine des besoins qu'ils tentent de servir, voire des problématiques à remédier. Ces approches doivent être confrontées aux solutions réglementaires existantes et évaluées au regard de leur modalité de mise en œuvre, de leur caractère incitatif pour l'investissement dans les infrastructures radio ainsi que des principes d'accès équitable au spectre.