

La gestion nationale

Par Gilles BRÉGANT
ANFR

Le spectre radioélectrique est devenu essentiel pour assurer le fonctionnement de nombreux services de la collectivité nationale, qu'il s'agisse de défense ou de développement économique. Pourtant, cette ressource reste intrinsèquement vulnérable : quiconque détient un émetteur et un récepteur peut s'insérer inopinément sur une bande de fréquences et perturber dans l'instant tous les dispositifs alentour. En outre, elle s'accommode mal d'usages trop hétérogènes : si les mêmes fréquences sont exploitées par des émetteurs de puissances très différentes, les récepteurs les plus sensibles seront aveuglés par la source la plus forte. Pour parvenir à tirer le meilleur parti du spectre et à densifier son usage, il est donc indispensable de le gérer.

Gérer les fréquences radioélectriques, patrimoine immatériel de l'État, peut sembler une tâche redoutablement virtuelle. Elle présente pourtant de nombreux points communs avec la gestion d'un autre patrimoine plus familier : la ressource foncière. Lorsqu'elle souhaite mettre en valeur un nouvel espace, une commune doit ainsi définir un plan d'occupation des sols, puis viabiliser les lieux. Ensuite, elle délivrera des permis de construire, qui permettront l'édification de bâtiments par des tiers, qu'il s'agisse de particuliers, de services publics, de promoteurs ou d'autres entreprises. Enfin, une fois le nouveau quartier construit, l'administration s'assurera que l'ordre y règne et que les constructions restent toujours conformes aux autorisations. Ce triptyque du gestionnaire foncier (conception, mise en œuvre, contrôle) vaut aussi pour la gestion du spectre, qui est assurée en France par un établissement public administratif, l'Agence nationale des Fréquences (ANFR).

Concevoir un « plan d'occupation du spectre »

Un plan d'occupation des sols traditionnel doit tenir compte des contraintes du terrain, des diverses servitudes préétablies (voies de circulation préexistantes, par exemple), mais aussi des attentes placées dans le nouveau quartier. De la même manière, le plan d'occupation du spectre dépend de nombreuses contraintes et suppose de tenir compte des besoins des nouveaux services envisagés.

Les contraintes liées à l'exploitation d'une bande de fréquences proviennent, en premier lieu, des accords internationaux applicables. La France, pays membre de l'UIT, s'est ainsi engagée à respecter le Règlement des Radiocommunications (RR), qui limite, dans chaque bande de fréquences, les services qui peuvent y être implantés. Le respect de ces règles⁽¹⁾ permet de tirer parti des possibilités qui y sont attachées : elles rendent par exemple possible, sans disposition spécifique, le survol de notre pays par le trafic aérien international ou l'utilisation de terminaux standardisés, donc moins coûteux (télévisions, autoradios, téléphones portables).

Ces règles, toutefois, sont en perpétuelle évolution au sein de l'instance mondiale qu'est l'UIT ou des instances continentales (CEPT, Union européenne). Pour qu'elles conviennent au mieux aux intérêts de notre pays, c'est donc au moment de leur conception qu'il convient d'influer sur les règles. Tous les pays procédant de la même manière, c'est, paradoxalement, à la table des négociations

(1) Cet engagement ne vaut que vis-à-vis des autres États : l'usage d'une bande de fréquences peut ainsi s'affranchir du RR à condition que cette singularité ne soit pas observable à nos frontières.

internationales que s'élabore en grande partie l'évolution de l'usage des fréquences nationales. C'est le rôle de l'équipe internationale de l'ANFR, formée de véritables diplomates du spectre qui interagissent en permanence avec leurs homologues pour imaginer les nouveaux articles du RR ou les textes des décisions de la CEPT. C'est ainsi que s'élaborent de véritables « modes d'emploi » consensuels des futurs services envisagés, précisant par exemple les caractéristiques des émetteurs ou l'intensité maximale des rayonnements parasites dans les bandes adjacentes.

Pour s'assurer que les orientations prises soient conformes aux intérêts nationaux, il convient de réunir régulièrement les usagers français du spectre. En premier lieu, ceux-ci sont issus des *affectataires*, principales administrations françaises exploitant des fréquences radioélectriques. Il existe onze affectataires, représentés au conseil d'administration de l'ANFR : le CSA, l'ARCEP, les ministères chargés de la défense, de l'intérieur, de la recherche, des affaires maritimes, de l'outre-mer, les Hauts-Commissaires de la République dans les communautés d'outre-mer, la Direction générale de l'Aviation civile, le Centre national d'Études spatiales et Météo France. Les comités de l'ANFR rassemblent également la plupart des entreprises, publiques ou privées, qui utilisent des fréquences. Parmi celles-ci, les opérateurs de satellites, les opérateurs mobiles, les groupes audiovisuels ou les entreprises de transport aérien, maritime ou ferroviaire sont bien sûr présents de longue date, mais de nouveaux entrants les ont rejoints, qu'il s'agisse d'acteurs du transport routier, en prévision des véhicules autonomes, ou de *start-up* développant des projets de services sans fil. Ces discussions s'inscrivent toujours dans une logique de déploiement à cinq ou dix ans : il existe ainsi une synergie naturelle entre gestion du spectre et R&D industrielle. Lorsque des divergences apparaissent entre projets, des conciliations sont le plus souvent proposées par l'ANFR. Si le désaccord persiste, un arbitrage est pris par le Premier ministre.

La résultante de ces contraintes internationales et des aspirations des acteurs nationaux se trouve périodiquement transcrite dans le tableau national de répartition des bandes de fréquences (TNRBF). Ce texte décrit les services autorisés dans chaque bande de fréquences, sur tous les territoires de la République. Il est approuvé par le Premier ministre et s'impose à tous les affectataires. La France présente la particularité de disposer d'un TNRBF en trois parties, correspondant aux trois « Régions » de l'UIT : la Métropole, la Réunion et Mayotte appartiennent ainsi à la Région 1 (Europe/Moyen-Orient/Afrique), les Antilles et la Guyane s'inscrivent dans la Région 2 (Amériques) tandis que la Polynésie française et la Nouvelle-Calédonie ressortissent à la Région 3 (Asie-Océanie). Notre pays planifie ainsi ses fréquences selon les trois approches spécifiques de ces zones qui sont longtemps restées découplées pour leurs usages terrestres.

Enfin, le plan d'occupation du spectre défini par le TNRBF doit être rendu possible, ce qui suppose un travail de « viabilisation » des bandes identifiées pour les nouveaux services. Le spectre constitue une ressource finie, dont l'usage de plus en plus intensif crée la rareté. Certes, quelques bandes restent encore peu employées, en particulier vers les très hautes ou très basses fréquences ; mais la demande se concentre néanmoins sur des bandes plus aisément exploitables, aujourd'hui toutes occupées par des services préexistants. Il convient donc, au préalable, d'exproprier ces usagers pour permettre à d'autres services de se déployer. Cette opération, appelée « réaménagement de fréquences », suppose en général d'identifier une nouvelle bande d'accueil pour le service déplacé. Mais un réaménagement peut constituer un préjudice pour l'exploitant exproprié, qui doit en effet remplacer tous ses émetteurs et tous ses récepteurs à cette occasion. Pour en limiter les effets, l'ANFR peut prendre temporairement en charge ce surcoût, puis obtenir un remboursement des sommes avancées de la part des nouveaux occupants de la bande de fréquences. Dans de nombreux pays, organiser le financement de l'éviction des services préexistants constitue un obstacle régulièrement renouvelé à la mise en œuvre des possibilités offertes après chaque révision du RR. La France, grâce à ce dispositif institutionnel de préfinancement, évite cet écueil.

Mettre en œuvre des autorisations d'émission

Lorsqu'une bande de fréquences est attribuée à un nouveau service, l'initiative du déploiement revient aux affectataires. Les entités gouvernementales, comme le ministère chargé de la défense ou la DGAC, ne peuvent utiliser ces bandes que pour leurs besoins propres. En revanche, le CSA ou l'Arcep sont deux autorités administratives indépendantes qui peuvent légalement transférer l'usage des fréquences à des tiers. Le CSA conclut ainsi des conventions avec des entreprises de médias, qu'il s'agisse de radios ou de télévisions, tandis que l'Arcep délivre des licences à des entités de tous types, qu'il s'agisse de grandes entreprises, à l'instar des opérateurs mobiles ou de la RATP, de PME ou d'administrations. Chaque affectataire, à l'issue de procédures qui leur sont propres, recueille ainsi de nombreux projets localisés d'émetteurs : relais de télévision, antennes-relais de téléphonie mobile, radars d'observation, réseaux de capteurs de crues, etc. *Mutatis mutandis*, il s'agit d'autant de « permis de construire » qu'il convient alors d'instruire.

Le seul véritable premier permis de construire est celui qui autorisera l'exploitant à construire l'édifice au sommet duquel sera implantée une antenne. Ce permis n'appartient pas en France au domaine de la gestion du spectre. Il s'agit d'une autorisation d'urbanisme, qui sera délivrée par la mairie compétente.

L'ANFR, quant à elle, instruit le permis d'exploiter des fréquences à partir de cet édifice. Chaque projet est ainsi soumis en consultation à tous les affectataires, qui peuvent, pendant quatre semaines, s'opposer à sa réalisation. Si tel est le cas, l'autorisation de l'ANFR est suspendue et une conciliation débute, dont l'objectif est de définir les restrictions qui permettront à cette nouvelle fréquence d'être insérée dans l'environnement radioélectrique préexistant. Lorsque les autorisations sont délivrées, elles sont consignées dans une base nationale, véritable cadastre qui permet d'enregistrer les caractéristiques autorisées, mais aussi d'obtenir le droit d'être protégé d'émetteurs à venir ou d'éventuels brouillages transfrontaliers. Cette base est reflétée, pour les émetteurs civils, sur un site web public : www.cartoradio.fr

Pour éviter les brouillages, des émetteurs voisins doivent avoir des caractéristiques compatibles. Cette mise en cohérence des émetteurs dans une zone donnée est appelé « coordination ». Les émetteurs français font l'objet d'une coordination entre eux sur le territoire national, assurée le plus souvent par l'affectataire au sein de ses bandes de fréquences, et, si nécessaire, par l'ANFR lorsque sont mis en jeu des émetteurs n'appartenant pas aux mêmes affectataires. Cette situation se produit naturellement toujours aux frontières, où les émetteurs français doivent s'insérer dans un environnement contraint par le rayonnement d'émetteurs étrangers. L'ANFR, en lien avec les affectataires, négocie ainsi régulièrement des accords transfrontaliers, en particulier pour les réseaux audiovisuels, qui utilisent des fréquences à longue portée, dont l'influence s'exerce sur plusieurs dizaines de kilomètres de part et d'autre des frontières. L'Europe, continent constitué de nombreux pays développés – donc dotés de réseaux hertziens très denses –, à la superficie parfois modeste au regard des distances de propagation de certaines fréquences, constitue l'un des espaces de coordination les plus complexes au monde.

Faire appliquer les règles

La troisième composante de la gestion du spectre s'exerce *a posteriori*, après le déploiement des émetteurs. Il s'agit de vérifier que les émetteurs en fonction correspondent toujours aux autorisations enregistrées dans les bases. En cas de brouillage préjudiciable, l'objectif est d'enquêter pour mettre fin aux perturbations et proposer des paramètres plus sûrs. Cette fonction est assurée par certains affectataires, qui, à l'instar du CSA, sont dotés d'agents territoriaux équipés d'appareils de mesure qui peuvent intervenir sur les diffusions audiovisuelles problématiques. Il en va de

même pour le ministère chargé de la défense, capable de remédier aux principaux brouillages survenant dans ses zones d'opération, qu'elles soient en France ou à l'étranger. En revanche, cette police du spectre est assurée par l'ANFR pour la plupart des autres affectataires, grâce aux services régionaux de l'établissement. Cette activité suppose un investissement récurrent dans des équipements techniques (analyseurs de spectre, goniomètres, par exemple) et une formation régulière des contrôleurs pour qu'ils soient à même d'appréhender les nouveaux types de brouillage qui surviennent au fil de l'évolution des services. En effet, un brouillage entre deux radios FM est, par exemple, beaucoup plus simple à caractériser qu'une perturbation intermittente d'un radar de météorologie par un réseau communal de vidéosurveillance, distant de quatre-vingts kilomètres, ou qu'une perturbation de l'espace aérien provoquée par des brouilleurs mobiles de GNSS.



Contrôle des fréquences au sommet du G7 à Biarritz.
©ANFR

L'application des règles permanentes, découlant du cadastre des fréquences enregistré dans les bases de l'ANFR, se complète d'une gestion des grands événements médiatiques ou technologiques, qui supposent de mettre en œuvre, pour un délai limité, de véritables « villes éphémères des fréquences ». Les 24 Heures du Mans, par exemple, reposent sur de nombreux réseaux hertziens fonctionnant dans un espace restreint et dont la permanence de service est critique pour le succès de l'événement. Ils permettent en effet le retour en temps réel vers le PC de chaque écurie des paramètres de tous les véhicules, l'envoi de flux vidéo captés dans les voitures vers les terminaux des tribunes, la diffusion d'une station FM temporaire, les liens de contribution vidéo et audio des différents médias présents, le pilotage de drones, les liaisons de sécurité et d'alerte des organisateurs, les communications des services régaliens mais aussi le renforcement temporaire des capacités des réseaux mobiles pour accueillir les visiteurs. L'ANFR supervise en temps réel ces opérations majeures, dont la plus complexe demeure aujourd'hui le Tour de France, mais qui culmineront bientôt avec les Jeux Olympiques de Paris en 2024.

Enfin, le contrôle des émetteurs n'exclut pas celui des terminaux. La France, pays de l'Union européenne, n'exige plus d'agrément préalable pour la mise sur le marché d'un nouveau terminal radioélectrique, qu'il s'agisse d'un terminal de sauvetage en mer ou d'un téléphone portable. L'accès au marché européen est en effet libre, sous réserve que les constructeurs puissent faire la preuve qu'ils respectent les textes européens. Néanmoins, l'ANFR conserve la faculté de vérifier la conformité des terminaux proposés à la vente en France. Elle exerce régulièrement cette prérogative, notamment pour contrôler le niveau d'émission des téléphones portables, mesuré par leur DAS

(Débit d’Absorption spécifique). Les résultats de ces contrôles font l’objet de communications régulières et sont disponibles en *open data*. Ils sont également partagés avec l’ANSES, agence de référence pour les aspects sanitaires de l’exposition radioélectrique, qui propose au gouvernement des orientations pour garantir la sécurité du public et qu’applique ensuite l’ANFR au quotidien.

Préparer l’avenir

L’explosion des usages sans fil provoque aujourd’hui une densification de l’usage du spectre. Pour y faire face, les technologies employées se complexifient régulièrement, permettant ainsi de transmettre plus d’informations, à largeur de bande équivalente. Cette pression technologique se traduit naturellement par une évolution des méthodes de gestion, pour leur donner plus d’efficacité et pour favoriser la prévention par rapport à la résolution des brouillages, toujours plus coûteuse. Les principales tendances sont les suivantes :

- La *partage du spectre*, qui permet d’attribuer une même bande de fréquences à plusieurs types de services ; cette approche explore désormais des algorithmes qui permettent de moduler l’émission des sources en fonction de l’espace ou du temps pour limiter *a priori* les brouillages ; la gestion du spectre s’infléchit ainsi vers une action en temps réel ;
- La *montée en fréquences*, rendue nécessaire par l’encombrement des fréquences plus basses, mais aussi par des architectures permettant de gérer de manière coordonnée de nombreux relais proches (compensant les faibles portées) et des techniques de récupération des erreurs de transmission créées par les obstacles physiques, jusqu’alors problématiques dans ces gammes ; c’est ainsi que les ondes millimétriques, naguère réservées à l’espace libre (satellites, faisceaux hertziens, radars), accueilleront prochainement des réseaux 5G en milieu urbain dense ;
- La *multiplication des sources*, liée aux deux tendances précédentes, qui vont accroître sensiblement les émetteurs à recenser, en s’accompagnant d’une baisse importante de leur puissance unitaire ; ce phénomène s’observe tant au niveau des communications terrestres (« petites antennes » urbaines pour la 5G, capteurs multiples des villes intelligentes...) que spatiales, où les méga-constellations en orbite basse vont décupler le nombre de satellites actifs ; ces sources plus nombreuses peuvent concourir à rendre les brouillages plus fréquents, plus intermittents, donc plus complexes à résoudre.

La gestion française du spectre s’adapte donc constamment, pour maintenir et consolider l’ordonnancement rigoureux qui est la condition d’existence des services sans fil en France. Cette faculté d’adaptation constitue la clé de voûte de « l’école française de la gestion des fréquences », reconnue à l’international, qui concourt à notre souveraineté et ouvre des opportunités de développement à nos acteurs économiques, qu’ils soient constructeurs de satellites, *start-up* ou opérateurs de réseaux.