

Les outils techniques de la gestion des fréquences

Par **Yann MAIGRON**
ANFR

Selon le media ConsoGlobe, 29 Tera-Octets de données sont publiés chaque seconde dans le monde. Leur flux irrigue et relie l'ensemble des zones d'activités de notre planète. Parce qu'elles sont d'un emploi relativement aisé et qu'elles accompagnent nativement la mobilité, les fréquences radioélectriques constituent un support privilégié de ces flux. Elles sont donc indispensables à de nombreux secteurs : les communications, l'audiovisuel, les transports, l'énergie, l'industrie, la sécurité, la défense...

Le spectre radioélectrique est une ressource naturelle, à l'instar de l'eau, de l'énergie ou de la terre, mais contrairement à celles-ci, il est présent partout, en égales quantité et qualité, et n'est ni consommé ni dégradé lors de son utilisation. En un lieu donné, dès qu'elle n'est plus utilisée par un dispositif, une fréquence radioélectrique peut être instantanément réutilisée. Les fréquences radioélectriques fonctionnent donc comme des catalyseurs d'activités. Pour autant, elles sont une ressource rare. Rare parce que l'utilisation simultanée et non contrôlée d'une même fréquence par plusieurs acteurs au même endroit peut créer des brouillages entre leurs services. Rare aussi parce qu'elles ne sont pas toutes dotées des mêmes qualités, notamment de propagation ou de capacité à transporter des quantités importantes d'informations. L'exploitation du spectre disponible est donc bien souvent exposée à la loi des rendements décroissants.

Une multiplicité d'outils au service de la gestion des fréquences

Un emploi non encadré des fréquences peut conduire à la création de brouillages susceptibles de compromettre le fonctionnement des services de radiocommunications et de dégrader la valeur d'usage du spectre radioélectrique.

Un système de gouvernance reposant sur un cadre institutionnel à trois niveaux a été mis en place afin de définir les conditions et de mettre en œuvre les règles d'une gestion efficace du spectre : au niveau international le secteur des radiocommunications de l'Union internationale des Télécommunications (UIT-R), au niveau régional la Conférence européenne des Postes et Télécommunications (CEPT) pour l'Europe et, au niveau national, le gouvernement pour la France.

Sur un plan pratique, la gestion des fréquences fait appel à quatre grandes catégories d'outils : ① des corpus de règles et de normes internationales, régionales ou nationales précisant notamment les tableaux d'attribution des bandes de fréquences d'application obligatoire ainsi que les recommandations qui définissent les bonnes pratiques d'utilisation du spectre par les services de radiocommunication pour éviter les brouillages préjudiciables ; ② des procédures de coordination et d'enregistrement destinées à décider des attributions de droits d'usage aux parties requérantes (assignations ou allotissements) puis à garantir la protection de ces droits par leur enregistrement dans des fichiers de référence ; ③ des bases de données dans lesquelles sont enregistrés les droits d'usage ; ④ des outils techniques de planification et de gestion des assignations.

Les tableaux d’attribution des bandes de fréquences

La solution générale retenue pour limiter les risques de brouillage a été de continger l’utilisation des bandes de fréquences et d’en harmoniser l’usage autant que nécessaire. Un double contingentement a ainsi été mis en place.

Au niveau international, l’UIT a divisé la planète en trois grandes zones géographiques ou « régions ». A travers le règlement des radiocommunications (RR) elle répartit, sur chacune d’elles, les bandes de fréquences du spectre radioélectrique entre trente-neuf services de radiocommunication et elle précise les règles relatives à leur utilisation.

Au niveau national, l’Etat français affecte, par des décisions périodiques, l’ensemble du spectre entre onze affectataires de premier rang dont neuf entités gouvernementales et deux autorités indépendantes, l’ARCEP et le CSA. Le résultat de cette répartition est le tableau national de répartition des bandes de fréquences (TNRBF) géré par l’Agence nationale des fréquences (ANFR) et signé par le Premier Ministre. Celui-ci précise, pour chaque bande de fréquences, 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. Ce tableau, qui se fonde notamment sur les dispositions du RR, les accords internationaux signés par la France, certaines recommandations ou décisions de la CEPT et les accords nationaux conclus entre affectataires, constitue le document de référence pour la gestion nationale des fréquences. Il est complété par des notes qui spécifient les dispositions propres à l’utilisation des fréquences en France, notamment les modifications et adjonctions nécessaires à la gestion des bandes au niveau national, ainsi que par des annexes qui complètent ou précisent certaines règles générales d’attribution, notamment dans les bandes partagées par plusieurs affectataires. Le TNRBF est disponible en version PDF sur le site de l’ANFR⁽¹⁾.

Les procédures et applications de coordination et d’enregistrement des droits d’usage du spectre

La reconnaissance internationale des droits d’usages liés à l’assignation d’une fréquence ou à l’allotissement d’un canal est indispensable pour en assurer la protection juridique. Pour les services de terre, elle se matérialise par l’inscription de l’assignation au Fichier de Référence international des Fréquences (MIFR) ou par la modification des Plans. A cette fin, l’administration requérante adresse, pour chaque station ou groupe de stations concerné, une notification au Bureau des Radiocommunications (BR) de l’UIT-R selon les modalités détaillées dans le RR (Appendice 4). Ces notifications, regroupées par service, bandes de fréquences et régions concernées sont transmises au moyen d’une interface web sécurisée, WISFAT (Interface web pour la soumission des assignations et des allotissements de fréquences aux services de Terre). Des logiciels mis à disposition par l’UIT (TerRaNotices, TerRaNV) permettent de générer les fiches de notification et d’en contrôler la complétude avant leur soumission.

Le BR publie, toutes les deux semaines, *via* la Circulaire internationale d’information sur les fréquences pour les services de Terre (BRIFIC – services de Terre), les informations relatives aux notifications d’assignations et d’allotissements soumises par les administrations. Après contrôle de leur conformité aux dispositions du tableau d’attribution des bandes de fréquences et en l’absence d’objection de la part des administrations nationales, le BR les enregistre au MIFR ou dans les Plans mondiaux ou régionaux et les publie *via* la BRIFIC.

(1) <https://www.anfr.fr/gestion-des-frequences-sites/tnrbf/>

Au niveau national, la reconnaissance du droit d'usage d'une fréquence par un utilisateur, selon des conditions spécifiées, ainsi que sa protection juridique nécessitent l'assignation de cette fréquence, *i.e.* l'autorisation préalable et formelle de l'ensemble des affectataires concernés de la bande de fréquences et son enregistrement au Fichier national des fréquences. Toutes les demandes d'assignation et d'enregistrement doivent faire l'objet d'une procédure de coordination nationale appelée « procédure CAF », à l'exception des demandes relatives aux autorisations d'utilisation de fréquences délivrées par les affectataires bénéficiant d'un statut exclusif ou prioritaire dans la bande concernée qui bénéficient *de facto* d'un droit d'enregistrement. Dans le cas où l'émetteur utilisant cette fréquence dépasse un certain niveau de puissance (5 W à la date de rédaction de cet article), l'utilisateur doit également obtenir l'accord de l'ANFR ou, dans certains cas, son avis, pour l'implantation ou la modification de la station radioélectrique concernée avant de pouvoir se prévaloir de l'exercice effectif de son droit d'usage de la fréquence concernée. Cet accord est délivré à l'issue d'une procédure de coordination pour l'utilisation optimale des sites radioélectriques appelée procédure COMSIS.

La procédure de coordination nationale et d'enregistrement des assignations de fréquences au Fichier national des fréquences est gérée par l'ANFR. Elle s'appuie, en pratique, sur l'application FNF accessible par les affectataires *via* une interface web. Les demandes d'assignation ou d'allotissement relatives aux services de radiocommunication, à savoir les services de Terre, y compris le service de radiodiffusion, le service spatial (stations terriennes) et la radioastronomie, sont déposées sous forme de fichiers (XML, SGML...) dans une zone d'échange puis validées par les affectataires concernés. Après avoir passé les différents contrôles visant à en garantir la complétude et l'éligibilité, notamment au regard de leur conformité par rapport au TNRBF, les demandes sont publiées. Des fonctions de consultation, d'extraction et d'impression permettent aux affectataires d'y accéder. Ils disposent alors d'un délai de deux mois pour formuler leurs observations. Tous les mois, les demandes d'assignation n'ayant pas fait l'objet de commentaires dans les deux mois suivant leur publication sont réputées approuvées et sont enregistrées par l'application FNF dans la base de données du Fichier national des fréquences. L'application FNF permet également de générer les fichiers de notification, selon le format d'échange défini par le BR, pour demander l'enregistrement au MIFR des assignations qui ont été validées au niveau national et, le cas échéant, coordonnées selon les termes des accords internationaux signés par la France.

Aucune station radioélectrique de puissance supérieure à 5 W ne peut être mise en service en France avant d'avoir reçu un accord ou un avis de l'ANFR. Afin d'obtenir un accord d'implantation, les affectataires et les opérateurs envoient leurs dossiers de demande par le biais d'une télé-procédure et de l'application STATIONS associée à une base de données gérée par l'ANFR. Ces dossiers, contrôlés puis publiés chaque semaine dans une circulaire consultable *via* l'application STATIONS, sont étudiés sous un délai de quatre semaines par les affectataires et opérateurs concernés de manière à vérifier que les nouveaux émetteurs ne perturberont pas le fonctionnement de ceux qui sont déjà installés. L'ANFR analyse les avis avant de se prononcer et vérifie également que les dispositions réglementaires relatives à l'exposition du public aux rayonnements électromagnétiques sont respectées.

Les bases de données notariales

Au niveau supranational, les données administratives et techniques relatives aux assignations bénéficiant d'un droit à protection sont inscrites au MIFR, géré par l'UIT-R. Cette base de données peut être requêtée *via* l'outil e-MIFR moyennant l'ouverture d'un compte auprès du BR (compte TIES). L'accès aux données du MIFR est également possible au travers de la consultation de la base de données des BRIFIC, *via* l'outil TerRaQ qui permet de lancer des requêtes sur cette base, ou d'un portail de consultation en ligne. Les BRIFIC bimensuelles peuvent, quant à elles,

être consultées directement sans installation de logiciels spécifiques à partir des DVD-ROM disponibles auprès du BR.

En France, deux bases de données dites *notariales* couvrent l'essentiel des informations relatives aux droits donnés aux affectataires et utilisateurs finaux en matière de gestion des fréquences sur le territoire national : le Fichier national des fréquences et la base STATIONS.

Le Fichier national des fréquences, développé sur une base Oracle, est géré par l'Agence nationale des Fréquences. Alimenté par l'application FNF dans le cadre de la procédure CAF, il récapitule l'ensemble des informations relatives aux assignations de fréquences attribuées par les affectataires, soit près de 450 000 assignations à fin 2019. A compter de leur enregistrement au Fichier national des fréquences, les assignations bénéficient d'un statut national et de l'antériorité, *i.e.* de la protection contre les brouillages préjudiciables vis-à-vis de toutes les assignations ultérieures présentées par d'autres affectataires. L'accès aux informations du Fichier national des fréquences est réservé aux affectataires au travers d'un éditeur de requêtes intégré à l'application FNF.

La base STATIONS récapitule l'ensemble des informations administratives et techniques relatives aux stations radioélectriques communiquées à l'ANFR dans le cadre de la procédure COMSIS. Développée sur une base Oracle, la base de données STATIONS est actualisée par l'application éponyme qui gère les demandes d'accord ou d'avis ainsi que les déclarations relatives à l'implantation d'installations radioélectriques sur le territoire national. L'accès en mode Extranet à la base Stations se fait par authentification et mot de passe et permet la consultation des projets d'installations (circulaires hebdomadaires) ainsi que des installations déclarées (stations de puissance inférieure à 5 W) ou ayant obtenu un accord ou un avis favorable de l'Agence (stations de puissance supérieure à 5 W), soit près de 80 000 sites radioélectriques fin 2019.

Les outils de planification et d'assignation de fréquences

Ces outils, indispensables aux utilisateurs du spectre et aux affectataires, guident leurs choix d'architectures, et orientent la recherche de solutions intégrant à la fois les objectifs assignés aux systèmes déployés et les contraintes réglementaires. Développés en interne ou par customisation de progiciels du marché, ces outils intègrent différents modules (base de données, interfaces de visualisation, SIG, modules de calcul, interfaces d'échange avec les applications et bases de données standard (BRIFIC, FNF, STATION...)) et permettent de suivre les cycles de vie des licences, de calculer les redevances et de s'interfacer avec les systèmes de facturation, de réaliser des analyses techniques (couverture, CEM...) et une pré-planification des stations et réseaux, de rechercher des fréquences libres à partir d'un plan de fréquences donné...

Conclusion

Pour réaliser son objectif de prévention des brouillages, la gestion des fréquences s'est dotée, tant au niveau supranational qu'au niveau national, d'outils pour stocker et partager les informations relatives aux droits d'usage accordés, identifier les ressources disponibles et coordonner leur attribution entre parties prenantes.

Avec la prolifération des nouveaux services et la croissance des besoins dans certaines bandes de fréquences, de nouveaux modes de gestion, plus dynamiques, seront vraisemblablement appelés à se développer et, avec eux, de nouveaux outils devront être conçus et mis en œuvre. L'IA, les bases de données adaptatives, l'*open data*, le *crowdsourcing* et les *blockchains* sont autant de technologies qui apporteront vraisemblablement, demain, des solutions techniques aux défis qu'imposera une gestion dynamique des fréquences.