

I

EVOLUTION DES BESOINS ET DES TECHNIQUES

2 - Depuis les années 1980, on constate un changement de nature des problèmes posés par la gestion du spectre des fréquences radioélectriques, qui est dû :

- à l'expansion des radiocommunications, entraînant un accroissement considérable des besoins de fréquences ;
- à la part prise par les opérateurs privés, tandis que l'essentiel du spectre auparavant était alloué au secteur public ;
- au caractère international des industries et des services, qui impose une harmonisation des fréquences sur le plan européen et international.

Il en résulte une situation de pénurie qui, sans affecter l'ensemble du spectre, se concentre sur certaines bandes de fréquences et, en France plus que dans d'autres pays, sur certaines régions, créant des blocages dans la création et le développement de services nouveaux et des retards pénalisants pour l'industrie et pour l'économie en général.

3 - LES BESOINS NOUVEAUX

3.1 - Quelques exemples suffisent pour montrer l'ampleur et la diversité des besoins nouveaux et leur impact sur la gestion du spectre des fréquences. C'est d'abord l'explosion des télécommunications mobiles et particulièrement de la téléphonie sans fil, qui prend une importance croissante dans la vie professionnelle et même dans la vie courante. Elle se trouve aujourd'hui à la charnière de plusieurs générations : celle des systèmes nationaux analogiques, avec des standards limités et des terminaux incompatibles ; celle des systèmes européens numériques, le GSM, les 3RP numériques, le DCS 1800, le DECT ; enfin les systèmes numériques qui pourraient fédérer ces services après l'an 2000, comme le FSMTPT (Future Système Mobile de Télécommunications Publiques Terrestres).

Les radiocommunications mobiles sont, pour les forces de sécurité publiques, d'une importance fondamentale, d'où les nombreux projets du Ministère de l'Intérieur dans le domaine de la radiotéléphonie. La police nationale a entrepris, pour remplacer les réseaux analogiques actuels, la mise en place d'ACROPOL, nouveau réseau radioélectrique cellulaire, selon un système dérivé du réseau RUBIS de la gendarmerie et qui doit occuper l'ensemble de la bande du Ministère de l'Intérieur dans les 450 MHz. En outre, le groupe de Schengen, qui réunit les Etats signataires de l'Accord, demande à disposer, pour l'ensemble des services de sécurité, d'une bande de fréquences communes, coordonnée et à usage exclusif. La CEPT propose de donner suite à cette demande dans la bande des 380-400 MHz.

Dans le domaine de la défense, l'accroissement des besoins résulte notamment :

- de la mise en service de systèmes nouveaux : télécommunications par satellite (Syracuse), exploration par satellite (Hélios), surveillance aérienne (Awacs) ;
- du développement de systèmes existants : réseaux de faisceaux hertziens à couverture nationale, télémessures aéronautiques des centres d'essais militaires ;
- du développement de systèmes plus performants en matière de résistance aux actions de guerre électronique (systèmes de télécommunications à étalement de spectre, radars agiles en fréquences, etc...).

Depuis un certain nombre d'années, on assiste à un profond bouleversement des moyens de communication et de navigation propres à l'aviation civile, avec l'apparition, à moyen terme, des techniques numériques pour les communications aéronautiques en VHF ; la transformation des moyens de radioatterrissage aux instruments ; l'apparition de nouveaux moyens de navigation mondiaux, basés chacun sur une constellation de satellites ; le report progressif de toute la fonction contrôle de l'espace national des radars primaires (passifs) vers les radars actifs et plus performants, sans oublier l'émergence d'un nouveau système anticollision air/air.

L'évolution du système mondial de sécurité et de détresse en mer - à la suite des conventions internationales imposant aux Etats côtiers d'organiser le sauvetage - et le développement de la navigation de plaisance, conduisent à la surcharge des bandes de fréquences du service maritime, alors que ces bandes ne lui sont pas réservées.

En ce qui concerne les services mobiles terrestres de sécurité, la charge croissante du réseau routier oblige les services chargés de son exploitation à réagir au plus vite au moindre incident et à se mobiliser parmi les premiers en cas de crise, ce qui nécessite des liaisons entre les centres d'exploitation et les équipes mobiles. D'autre part, les compagnies de chemin de fer ont entrepris de développer d'ici à 1997 un système commun d'exploitation, reposant sur une liaison sol-train par voie hertzienne, pour répondre à l'ensemble des besoins : sécurité, gestion, communications des usagers ; l'UIT et la CEPT ont recommandé que des bandes de fréquences soient réservées à ce service.

Dans le domaine des services spatiaux, le développement de programmes civils ambitieux tels qu'Ariane, Spot, Télécom et des programmes militaires, entraîne des besoins nouveaux. La transmission d'images précises nécessite des largeurs de bandes de plus en plus grandes (de l'ordre de 400 MHz) pour chaque satellite d'exploration de la terre. De même, les radars embarqués à bord des satellites nécessitent des largeurs de bandes de fréquences de l'ordre de 500 MHz ; cette demande sera considérablement augmentée (au delà de 1 GHz) avec l'amélioration de la précision des prochaines générations de radars embarqués.

Dans le secteur de l'audiovisuel, la question à l'ordre du jour est celle de l'introduction de nouvelles technologies , en particulier numériques, pour la diffusion des programmes de radio et de télévision. Mais l'arrivée de ces techniques nouvelles entraînera une augmentation, au moins temporaire, des besoins de fréquences : l'annonce des possibilités qu'elles ouvrent risque de provoquer une "explosion" du nombre des programmes et des exigences supérieures du public ; en outre, les délais de renouvellement des récepteurs par le grand public conduisent à prévoir pendant une durée assez longue - comme on l'a constaté dans le passé - des doubles diffusions de programmes existants.

3.2 - Les causes de cette expansion rapide des besoins sont avant tout techniques. Les techniques de transmission radioélectriques sont pour la plupart anciennes (50 ans et plus), en ce qui concerne les modes de transmission analogiques. Les évolutions sont restées relativement lentes jusque dans les années 70.

L'accélération actuelle résulte principalement de la mise en oeuvre de trois avancées techniques, qui ont commencé à apparaître vers 1960 ;

- les satellites de télécommunications constituent le principal produit de la "conquête de l'espace", mais ils nécessitaient à l'origine d'énormes stations terriennes, qui en limitèrent l'usage ;

l'utilisation d'antennes de diamètres réduits s'est depuis beaucoup développée, au profit des services mobiles notamment ;

- la miniaturisation des matériels et la puissance croissante de circuits intégrés de plus en plus complexes - ainsi que l'efficacité croissante des batteries - ont rendu les terminaux transportables, puis portables (dix fois plus légers qu'il y a dix ans) et permis des performances qu'on ne pouvait imaginer;

- les techniques numériques révolutionnent les procédés classiques de transmission ; après les faisceaux hertziens, elles conquièrent, grâce notamment aux procédés de compression, le domaine du radiotéléphone, bientôt de la télévision et par conséquent du "multimédia" ; la numérisation du signal permet aussi d'offrir une gamme nouvelle de services : radiomessagerie, transmission de données...

Ces mutations techniques ont des répercussions économiques et sociales. Elles ont permis la baisse drastique du coût des infrastructures des télécommunications hertziennes et spatiales, ainsi qu'une baisse du coût des équipements d'émission et des terminaux à la charge des utilisateurs (M. Benzoni a observé que le coût des circuits intégrés baisse régulièrement au rythme de 20 à 30% par an, depuis le début des années 70). Par là, elles servent les besoins de communication croissants des entreprises, elles permettent la communication directe des hommes, par le téléphone universel de poche ; ses utilisateurs gagnent en mobilité et les infrastructures en souplesse d'utilisation. Les communications personnelles modifieront profondément à la fois l'usage des services de télécommunications et la production de ces services.

Selon les estimations les plus optimistes, 25% du chiffre d'affaires des télécommunications en l'an 2000 sont ainsi en jeu et ce poids ne pourra que croître ultérieurement. C'est une des raisons qui font des radiocommunications et plus particulièrement des radiocommunications publiques une voie d'accès pour de nouveaux acteurs du domaine des télécommunications, étant donné la volonté politique aujourd'hui prépondérante d'ouvrir ce secteur au jeu de la concurrence.

3.3 - L'ordre de grandeur de ces besoins pose des problèmes d'une dimension nouvelle, comme le montrent les quelques exemples suivants :

- Pour les services mobiles terrestres par satellite, à l'horizon 2000, 2x30 MHz, dans un premier temps dans les 2 GHz ;

- Pour les réseaux de sécurité "Schengen", 2x3 MHz dans les 400 MHz ;

- Pour l'UIC, 2x4 MHz, dans les 900 MHz ;

- Pour le DECT, 20 MHz dans les 2 GHz ;

- Pour le DCS 1800, 2x15 MHz, dans les grandes villes dans un premier temps ;

- Pour les services de radiocommunications publiques mobiles cellulaires de la troisième génération (FSMTPT), 230 MHz dans les 2 GHz (source UTT, CCIR).

4 - LE CONTEXTE INTERNATIONAL

4.1 - Les remaniements du spectre nécessaires pour faire face aux besoins des nouveaux services, sont souvent imposés par les accords intervenus dans le cadre des organisations internationales responsables de la gestion des bandes de fréquences à l'échelle mondiale ou régionale.

Ainsi, la dernière Conférence Administrative Mondiale des Radiocommunications de 1992 a modifié le tableau d'attribution des fréquences pour permettre de nouvelles attributions de fréquences aux services mobile et mobile par satellite, au service fixe par satellite, au service de radiodiffusion par satellite et aux services spatiaux, ainsi que l'extension des fréquences attribuées à la radiodiffusion en ondes courtes.

Introduire un nouveau service dans une bande de fréquence, n'élimine pas nécessairement les services existants. En général, la liberté est laissée aux administrations pour choisir entre les différents services possibles ou fixer des règles de cohabitation acceptables. Mais cette souplesse théorique est de moins en moins facile à mettre en pratique. Les nouveaux services introduits conduisent souvent à des applications mondiales ou régionales qui excluent toute possibilité de compromis nationaux.

Pour reprendre l'exemple de la CAMR 92, l'introduction du service mobile entre 1,7 et 2,45 GHz à égalité de droit avec le service fixe n'a pas éliminé celui-ci, mais les projets de réseaux mobiles utilisant ces fréquences à l'échelle de l'Europe (DCS 1800) conduisent à prévoir rapidement la migration du service fixe vers d'autres bandes de fréquences. Un autre exemple est celui du mobile par satellite autour de 2 GHz. Les caractéristiques techniques des réseaux par satellite permettaient une coexistence avec les services fixes utilisant les mêmes fréquences, mais c'est devenu impossible, dans certaines bandes, avec le développement du mobile par satellite.

La mise en oeuvre à partir de l'an 2000 des systèmes utilisant des satellites en orbite basse (Low Earth Orbiting - LEO) et des terminaux portables de très petite dimension nécessitera la suppression de tous les autres services dans les bandes affectées à ces mobiles par satellites. Les services de radiodiffusion par satellite imposent les mêmes contraintes d'exclusivité dans les fréquences qu'ils utilisent. La CAMR 92 a introduit ces services dans le tableau d'attribution des fréquences à partir de 2007 (Radiodiffusion sonore par satellite à 1,5 GHz et TVHD à 21 GHz), ce qui laisse tout juste le temps de se préparer à dégager ces bandes, si les perspectives d'ouverture des services se confirment.

4.2 - Certains services de radiocommunications ont, par nature, une vocation mondiale ou régionale : une émission "onde courte" se propage à des milliers de kilomètres et ne peut coexister avec un autre service sur la même fréquence ; le satellite, quand il communique avec

des stations au sol très petites, notamment des terminaux portables, est dans la même situation. D'autres services peuvent - en théorie - ignorer les contraintes internationales : un faisceau hertzien ou un réseau mobile implanté au centre de la France ne risque de gêner que d'autres utilisateurs français et peut être facilement coordonné avec eux. Le règlement de l'UIT permet de telles utilisations.

Mais même pour de tels services, l'autonomie des responsables nationaux est toute théorique, dans le contexte européen actuel. L'ouverture des marchés et la concurrence entre opérateurs, la libre circulation des équipements, le besoin de communiquer n'importe quand et n'importe où avec les équipements portables et les problèmes induits, sont autant de **facteurs qui imposent une harmonisation européenne dans le domaine des télécommunications et tout particulièrement des nouveaux services offerts (services mobiles et services par satellites).**

La Commission des Communautés Européennes a entrepris dès le milieu des années 80 cette harmonisation ; la première directive relative au système pan-européen de communications mobiles publiques (le GSM) est du 25 juin 1987. La Commission a été amenée à travailler en liaison avec la Conférence Européenne des postes et télécommunications et a fait approuver, après avis de la CEPT, deux autres directives sur le système de radiomessagerie unilatéral (ERMES) et sur le système de télécommunications numériques sans fil européen (DECT).

D'autres décisions ont été adoptées par la CEPT sur les fréquences du système de télécommunications terrestres avec les avions (TFTS), sur les fréquences du système d'information télématique routière et sur les fréquences des équipements radio numériques à faible portée (DSRR). Une résolution du Conseil des ministres européen du 19 novembre 1992 a constaté cette nouvelle procédure et incité les Etats membres à approuver ces décisions.

4.3 - Sauf cas exceptionnels, les réaménagements du spectre nécessaires pour donner effet aux décisions des Conférences mondiales ou régionales des télécommunications ainsi que des instances européennes sont très complexes, car ils nécessitent la définition d'une bande d'accueil pour les services déplacés, qui puisse être elle-même libérée et qui convienne techniquement à ces services ; l'étude et la fabrication des nouveaux matériels nécessaires ; le financement de l'opération dont le montant peut être très élevé, d'autant plus que le matériel abandonné est souvent encore en état de marche.

Ainsi, du fait de la réalisation du marché commun et de l'internationalisation de l'industrie et des services, on constate un déplacement des centres de décision des pays vers les instances internationales et européennes, ce qui entraîne des remaniements plus fréquents du spectre des fréquences radioélectriques et nécessite la réalisation d'études prospectives et une meilleure cohésion dans la préparation et la défense de nos positions auprès de ces instances.

5 - L'EVOLUTION DES TECHNIQUES

5.1 - Les nouvelles technologies, si elles ont permis l'introduction ou la pénétration à une large échelle des services de radiocommunications qui accroissent les besoins de fréquences, peuvent aussi être mises en oeuvre pour une utilisation plus économe du spectre. Plusieurs cas peuvent se présenter :

- L'utilisation de techniques plus performantes : ainsi, la disposition de filtres plus fins permet de réduire la largeur d'un canal ; pour les réseaux d'entreprises, cette largeur est passée de 50 kHz à 20/25, puis à 12,5 kHz en modulation analogique ; les techniques numériques permettront de faire mieux encore.

- La mise en oeuvre de techniques de substitution : les radiocommunications peuvent être remplacées par des procédés concurrents ; c'est ainsi, grâce à l'utilisation de fibres optiques et de lasers plus performants, que le câble sous-marin prend une certaine revanche sur le satellite et que les câbles enterrés se substituent aux faisceaux hertziens des réseaux à grande distance.

- Le recours aux systèmes économes en fréquences : un service de radiomessagerie dessert par canal cent fois plus de mobiles qu'un système de radiotéléphone ; il serait inacceptable d'en limiter l'usage en invoquant la pénurie du spectre. Les systèmes à ressources partagées (dits "Trunks") mettent les mêmes fréquences successivement à la disposition des utilisateurs au moment où ils établissent une communication. Il existe aussi des technologies, dites à spectre étalé, qui permettent de mettre en valeur dynamiquement les parties du spectre temporairement sous-utilisées.

5.2 - La gratuité du spectre, qui est encore largement la règle, est un obstacle à la rationalisation de l'usage des fréquences que permettent les nouvelles technologies, car cette rationalisation implique des coûts parfois élevés. Dans le passé, la disponibilité de grandes largeurs de bandes a pu conduire à un certain laxisme, dont la télévision est un exemple frappant, en arrivant à saturer 40 canaux (à 8 MHz) avec les trois seules chaînes du service public de l'époque, du fait de la trop faible sélectivité des téléviseurs.

La mise en oeuvre de nouvelles techniques nécessite parfois le choix d'équipements plus coûteux, bien souvent le remplacement de matériel encore en état de fonctionnement et non amorti. C'est ainsi que le choix pour les Armées, de matériel à très longue durée (30 ans), aboutit à augmenter le coût induit d'un remaniement des usages du spectre, ce qui donne à ces usages un caractère peu flexible.

5.3 - La radiodiffusion, en particulier, est soumise à cet effet de parc. Bien que les téléviseurs modernes soient plus performants, on ne peut encore en tirer profit par suite de la présence d'appareils plus anciens. Pour la même raison, l'introduction de technologies numériques, beaucoup plus économes en fréquences, n'apportera pendant un certain temps aucun bénéfice et se traduira même par un accroissement des besoins, car il faudra continuer à utiliser des dizaines de millions de téléviseurs existants, ce qui conduira à diffuser en partie double.

Un exemple concret de ces difficultés est celui de l'introduction des techniques numériques en matière de radiodiffusion sonore (Digital Audio Broadcasting). Le DAB va concurrencer la technologie FM (modulation de fréquence) grâce à une qualité supérieure, qui s'accompagne d'une moindre utilisation du spectre. Mais, alors qu'on l'a annoncé comme la fin de la pénurie de fréquences pour la FM, le parc existant va exiger, pendant une certaine période, l'usage simultané des deux techniques et ce nouveau service a fait l'objet d'une recommandation de la CEPT, proposant l'allocation de bandes de fréquences pour son développement.

6 - LA PENURIE DES FREQUENCES

6.1 - Cette évolution a conduit à une situation de pénurie d'autant plus sérieuse qu'elle se concentre sur certaines bandes et certaines régions. La situation de pénurie de fréquences est étroitement liée à la densité des usages du spectre, donc à la densité démographique, ainsi qu'à l'introduction de services nouveaux ou en fort développement, tels qu'aujourd'hui le service mobile terrestre (pour des usages militaires ou civils, qu'il s'agisse de la mise en oeuvre de réseaux d'administrations, d'établissements publics, de réseaux ouverts au public ou de réseaux privés) dans les bandes de fréquences qui sont plus particulièrement appropriées : 400 MHz, 900 MHz et 2 GHz.

La répartition démographique de la France est très pénalisante, particulièrement en ce qui concerne la région parisienne, qui "dimensionne" en quelque sorte la taille des bandes de fréquences à répartir. Un autre facteur est générateur de pénurie : c'est la disparité de la réglementation des réseaux de part et d'autre des frontières, qui conduit à une sous-optimisation des usages du spectre dans les régions frontalières denses (Nord, Alsace...), malgré les efforts de coordination et de rationalisation entrepris depuis quatre ans par la DRG avec le concours des autres administrations.

6.2 - Il en résulte des blocages qui nuisent au développement en France des nouveaux moyens de radiocommunications, au détriment du service public, de l'industrie nationale et de l'économie. On peut citer, à titre d'exemples, quelques développements qui rencontrent aujourd'hui des difficultés importantes en raison de conflits d'attributions de fréquences. D'autres développements rencontrent des difficultés considérables, mais ne sont pas cités, car les négociations nécessaires n'ont pas encore été entamées (services mobiles par satellites dans la bande des 2 GHz, par exemple).

- La mise en place de réseaux radioélectriques pour la sécurité publique, dans le cadre de l'application des accords de Schengen, bien qu'il s'agisse d'un projet relativement lointain, ne nécessite pas moins une assez grande largeur de bande dans la gamme des 400 MHz, dont la disponibilité est encore incertaine.

- La technologie Tetra, destinée à des réseaux radioélectriques à ressources partagées, est en cours de développement par l'ETSI et permettra à terme, grâce à son efficacité spectrale, d'économiser significativement les fréquences ; plusieurs bandes ont été désignées dans les 400 et 900 MHz par une recommandation de la CEPT, mais une assez grande incertitude demeure sur la disponibilité de ces bandes pour le démarrage de ces réseaux.

- L'union Internationale des Chemins de fer (UIC) projette la réalisation d'un réseau radioélectrique dans la gamme des 900 MHz destiné à assurer l'exploitation des trains rapides

(pour la première ligne de l'espèce, le TGV EST, la date retenue est 1997) ; cette bande de fréquences est désignée par une recommandation de la CEPT, mais n'est pas disponible dans un avenir prévisible.

- Le DCS 1800, transposition du GSM dans la gamme des 1800 MHz, a été initialement développé au Royaume Uni, puis En Allemagne et devrait permettre de faire entrer les radiocommunications dans le domaine du grand public ; les fréquences ont été libérées assez tôt dans ces deux pays, pour susciter un intérêt considérable des opérateurs et des industriels, alors qu'il pèse encore de lourdes incertitudes en France sur ces fréquences, bien qu'une initiative ait été publiquement annoncée.

- Les appareils de faible puissance et de faible portée, dont l'établissement est libre et les fréquences harmonisées par une recommandation de la CEPT, attendent depuis maintenant deux ans et demi la publication d'un arrêté freinée par des difficultés en matière de fréquences ; ce sont les industriels français qui sont pénalisés, car les industriels des pays étrangers peuvent faire agréer dans les pays d'origine des matériels qui circulent ensuite librement dans la communauté.

- Les systèmes de transmissions de données à larges bandes, fonctionnant dans une bande de fréquences située entre 2,4 et 2,5 GHz harmonisée par la CEPT, ont fait l'objet de plus de 20 demandes d'établissement et d'une dizaine de demandes d'agrément, dont plusieurs par des constructeurs français, suspendues aussi à des difficultés d'accès à ces bandes de fréquences.

6.3 - Par voie de conséquence, la France prend un retard considérable en matière de radiocommunications, dont les effets sur notre industrie et sur notre économie, en termes de productivité et d'emploi, sont graves, particulièrement dans la conjoncture actuelle.

Alors que notre pays a été pionnier dans le domaine des radiocommunications en ouvrant parmi les premiers un réseau public de radiotéléphonie automatique en 1973 (le réseau R150 8 voies, qui a été arrêté au début de 1992), ce n'est qu'à partir de 1986 que l'introduction du système Radiocom 2000 a permis de raccorder en nombre les abonnés au radiotéléphone, avec plusieurs années de retard sur nos voisins.

La fin des années 1980 a vu, notamment dans les pays scandinaves et en Grande Bretagne un développement considérable des réseaux de radiocommunications publiques. En Suède, par exemple, on raccorde aujourd'hui plus de postes téléphoniques mobiles que de postes fixes, bien que ce pays compte déjà un taux de pénétration de ces équipements dix fois supérieur au nôtre par habitant.

A l'issue d'une période où les perspectives de développement des mobiles ont été sérieusement obscurcies par des incertitudes sur la gestion du spectre des fréquences à long terme, **la France est aujourd'hui en Europe la "lanterne rouge" du développement des réseaux mobiles terrestres, si l'on excepte quelques domaines de réussite relative, comme les réseaux 3RP et R 2000 entreprise ou le réseau Pointel BI-BOP.**

A titre d'exemple, le taux de pénétration du radiotéléphone en juillet 1993 pour 1000 habitants, toutes techniques confondues, est de 8,4 en France, contre 13 aux Pays-Bas, 15 en Allemagne et en Italie, 28 au Royaume Uni, 36 en Suisse, entre 75 et 86 dans les pays scandinaves ; et le taux de pénétration de la radiomessagerie publique en septembre 1993 pour 1000 habitants est de 5 en France, contre 12 au Royaume Uni, 30 aux Pays-Bas et 52 aux Etats-Unis.