



**ASSOCIATION**  
**DES**  
**RÉSERVISTES**  
**DU**  
**CHIFFRE**

---

**Nouvelle Série — N° 2 — 1974**

# Le radiotéléphone automatique

---

---

---

par Michel TOUTAN

*Chef de Bataillon de Réserve  
Ingénieur Général des Télécommunications*

Etablir des communications avec des combattants en mouvement est un problème bien banal pour des transmetteurs, problème dont les solutions adaptées aux nécessités tactiques évoluent avec les perfectionnements techniques, mais qui sont évidemment toutes basées sur l'utilisation des moyens radioélectriques.

Le même besoin de liaisons radio avec des mobiles existe dans la vie quotidienne, qu'il s'agisse de réseaux privés, établis pour les besoins exclusifs d'une entreprise, ou de réseaux publics ouverts a priori à tous les alonnés (sauf impossibilités techniques).

Dans certains cas, il s'agit d'établir une liaison unilatérale, pour la transmission d'un message très simple ; c'est l'« appel des personnes » déjà très utilisé à l'intérieur de grands établissements. Les personnels que l'on désire pouvoir atteindre instantanément où qu'ils se trouvent portent sur eux, dans une poche par exemple, de très petits récepteurs, d'un volume de l'ordre du dixième de décimètre-cube. Chaque récepteur est caractérisé par un code. L'émission d'une porteuse modulée par un signal contenant ce code déclenche, dans ce récepteur et dans ce récepteur seulement, un bref signal acoustique, qui peut être confirmé par un signal visuel permanent. La personne ainsi alertée sait alors qu'elle est recherchée et peut, en utilisant le réseau téléphonique ordinaire, joindre le poste convenu (secrétariat, standard) d'où elle a été appelée.

Des réseaux publics d'appels de personnes existent également dans quelques pays (Etats-Unis, Pays-Bas), et un système européen unifié (réseau « EUROSIGNAL ») sera mis en service, probablement en 1975, en France et en Allemagne Fédérale, puis dans d'autres pays européens. Il permettra d'envoyer à chaque récepteur jusqu'à quatre informations, dont la signification aura été convenue entre l'abonné « mobile » et les correspondants auquel

il aura fait connaître son numéro et qui pourront l'appeler d'un poste téléphonique quelconque du réseau (exemple : rappeler votre domicile, votre secrétariat, votre patron, etc).

Mais ces systèmes d'appel de personnes offrent, on le voit, des possibilités très limitées, et en particulier le demandeur n'a aucun moyen de savoir si son appel a été reçu et perçu. La nécessité d'établir de véritables communications téléphoniques a été depuis longtemps ressentie, et les réseaux de radiotéléphone ont, chronologiquement, précédé les réseaux d'appels de personnes. Des réseaux « privés » (en y incluant les réseaux de services publics ou d'autorités officielles) se sont développés couvrant des zones plus ou moins étendues, exploités avec des opératrices et pour lesquels le problème du secret d'une communication vis-à-vis des autres participants au réseau n'a pas d'importance. Citons, comme exemples bien connus : les ambulances, les taxis, EDF, les distributeurs de béton frais, etc...

Depuis 1956, un réseau « public » dans lequel l'abonné « mobile » peut appeler un autre abonné quelconque du réseau téléphonique, ou être appelé par lui, est ouvert en exploitation manuelle (avec intervention d'une opératrice) dans la région parisienne, avec environ 500 abonnés.

De même la liaison au réseau de certains trains de la ligne Paris-Lille permet depuis 1959 aux voyageurs de ne pas rester téléphoniquement isolés pendant leur voyage.

Mais la généralisation du téléphone automatique, tant dans les réseaux locaux que dans les réseaux interurbains et internationaux, entraînait la nécessité d'établir également par voie entièrement automatique les communications en provenance ou à destination des mobiles terrestres sur véhicules. C'est le « service de correspondance publique automatique avec des installations mobiles », appelé plus brièvement « radiotéléphone automatique », qui vient d'être ouvert dans la zone de Paris le 1<sup>er</sup> juin 1973.

La description de ce service peut être divisée en 3 parties : l'organisation générale du réseau, les problèmes radioélectriques, les problèmes téléphoniques.

## **L'ORGANISATION GENERALE DU RESEAU.**

Les bandes de fréquence utilisables pour un tel réseau se situent dans les centaines de Mégahertz ; c'est-à-dire que les portées pratiques s'évaluent en kilomètres, en dizaines de kilomètres. Il apparaît donc qu'un émetteur ne peut desservir qu'une partie relativement limitée du territoire national (aire

métropolitaine par exemple), et qu'on doit, pour assurer un service à l'échelle du pays, créer plusieurs zones desservies chacune par une infrastructure fixe, qui sera décrite plus loin.

D'autre part, il est bien évident qu'il est impossible d'affecter une fréquence en exclusivité à chaque abonné. Le nombre de fréquences disponibles est en effet très limité ; on ne pourrait alors desservir que très peu d'abonnés mobiles, et les fréquences qui leur seraient réservées seraient très peu, donc très mal utilisées.

Il convient donc de partager entre les abonnés les fréquences, comme le sont les circuits téléphoniques, en tenant compte du trafic escompté par poste et en introduisant une « probabilité de perte » c'est-à-dire un risque qu'un appel ne puisse être transmis parce qu'à cet instant toutes les fréquences sont « occupées ».

Sans entrer dans les détails du calcul, indiquons qu'en supposant un trafic moyen de 1,5 communications de 3 minutes par jour et par abonné, il est possible de desservir 500 abonnés par 8 voies de trafic, avec une probabilité de perte de 5 %, le nombre d'appels pendant l'heure chargée étant « statistiquement » de 91. Ce sont ces chiffres, constatés sur le réseau manuel actuel qui ont servi de base aux projets de service automatique : un réseau élémentaire comportant jusqu'à 8 voies de trafic (cette notion sera précisée plus loin) pourra desservir au fur et à mesure de la mise en service de ces voies de trafic jusqu'à 500 abonnés ; mais, si le trafic réel observé est supérieur aux hypothèses, le nombre d'abonnés sera limité à une valeur inférieure à 500 pour conserver une probabilité de perte acceptable. Si, dans une zone donnée, le nombre d'abonnés estimé est supérieur, il faudra ouvrir dans cette zone autant de réseaux élémentaires que de tranches de 500 abonnés, ces réseaux utilisant bien entendu des fréquences différentes.

Chaque mobile doit donc être équipé pour utiliser une quelconque des 8 voies de trafic du réseau élémentaire dans lequel il entre. Il convient, par conséquent, de pouvoir lui indiquer, après qu'il se soit porté appelant ou qu'il ait été appelé, sur quelle voie de trafic la communication sera établie. Cet échange d'informations préalable à l'établissement d'une connexion avec le réseau général se fait sur une voie commune à tous les réseaux, dite « voie sémaphore ». Etant occupée moins d'une seconde par connexion, cette voie peut en effet être mise à la disposition d'abonnés de plusieurs réseaux.

En résumé, le service de radiotéléphone automatique comprend plusieurs zones géographiques, dans chacune desquelles des

réseaux élémentaires à 8 voies de trafic peuvent desservir chacun 500 abonnés, à l'aide d'une voie sémaphore commune.

Il est prévu pour les mobiles deux types d'abonnement « local », limité à une seule zone, et un abonnement « national », permettant les communications dans toutes les zones équipées. La capacité maximale des réseaux prévus est de 100 000 abonnés locaux, plus 8 000 abonnés nationaux, ce qui correspond à environ une voiture équipée sur cent.

## LES PROBLEMES RADIOELECTRIQUES.

### Les fréquences.

Le problème le plus épineux à résoudre est celui des fréquences. Les bandes de fréquence sont attribuées par des accords internationaux, aux différents services (fixe, mobile, etc.) ; puis dans chaque pays les fréquences elles-mêmes sont réparties entre les organismes utilisateurs (Armées, P et T, ORTF, etc.) selon une procédure qui n'exclut pas quelquefois les difficultés, malgré la bonne volonté de chacun. C'est qu'en effet les fréquences représentant la « ressource naturelle » la plus limitée, et la plus disputée entre des demandeurs dont les besoins exprimés dépassent largement les disponibilités du spectre radioélectrique.

Dans un premier temps, la bande 154 - 162 Mégahertz sera utilisée. Les canaux y sont espacés de 20 kHz. Chaque voie de trafic, exploitée en duplex, nécessite deux fréquences (une pour l'émission de la station fixe, l'autre pour l'émission du mobile), ces fréquences étant espacées de 4,6 MHz. Compte tenu des fréquences déjà affectées à d'autres usagers, il est possible de trouver dans cette bande environ 80 canaux, permettant d'ouvrir théoriquement 10 réseaux à 8 fréquences ; en fait, on pourra mettre rapidement en œuvre à Paris 8 réseaux.

Un certain nombre des fréquences de ces réseaux, également disponibles dans toute la France, seront réservés aux abonnés au service national.

La bande 162 - 174 MHz n'étant pas utilisée pour la télévision à Paris pourra fournir à son tour un nombre analogue de canaux, mais pour des abonnés au service local seulement. Dans un avenir à moyen terme, lorsque l'ORTF abandonnera l'exploitation de la première chaîne de télévision à 819 lignes, cette bande rendue disponible sur tout le pays pourra être récupérée pour des réseaux en province.

Avant cette échéance assez lointaine, la bande 440-455 MHz pourra également procurer 80 nouveaux canaux, mais seulement dans la région parisienne.

La portée pratique des ondes dans ces bandes de fréquence compte tenu des caractéristiques des émetteurs-récepteurs mobiles, permettra de desservir des zones d'environ 30 km de rayon.

### **L'infrastructure.**

L'infrastructure radioélectrique fixe d'une zone comprend essentiellement un ensemble d'émetteurs, un ensemble de récepteurs, et des équipements d'exploitation et de contrôle.

Un réseau élémentaire (à 8 voies de trafic) nécessite 8 émetteurs, chacun fonctionnant sur la fréquence d'une voie de trafic et sur la fréquence de la voie sémaphore (commune à tous les réseaux). Un émetteur supplémentaire de secours peut être accordé (par télécommande automatique) sur l'une quelconque des 8 fréquences de trafic du réseau. Les émetteurs, modulés en phase, délivrent 375 watts HF. Tous les émetteurs d'une zone qui peut comprendre plusieurs réseaux élémentaires sont groupés dans un centre d'émission.

La puissance émise par les émetteurs mobiles étant modeste (10 watts), il est nécessaire de disposer dans une zone de plusieurs centres de réception (3 à 6) judicieusement situés. Chaque centre de réception contient 8 récepteurs par réseau élémentaire pour les 8 voies de trafic plus un récepteur pour la voie sémaphore.

Les équipements de contrôle sont reliés au centre d'émission, aux centres de réception et aux équipements de commutation téléphonique par des circuits téléphoniques, sur lesquels les commandes et signalisations sont transmises sous forme de fréquences acoustiques. Ils permettent de surveiller les émetteurs (puissance et signaux émis), de donner les alarmes et de provoquer le passage d'un émetteur normal sur l'émetteur de secours.

Ils permettent également de sélectionner, pour chaque voie de trafic, le récepteur parmi les 3 à 6 de la zone présentant le rapport signal à bruit le plus élevé, et de le connecter, à l'exclusion des autres, aux équipements téléphoniques. Enfin un émetteur-récepteur d'essai permet le contrôle du trafic sur une voie quelconque des réseaux et le test des récepteurs fixes.

Les antennes, d'émission ou de réception, sont constituées par un mât en matière plastique, dans lequel sont incorporés quatre dipôles superposés. L'ensemble procure un gain de 6 dB, avec un diagramme de rayonnement horizontale omnidirectionnel.

## **LES PROBLEMES TELEPHONIQUES.**

### **La sélection automatique des postes mobiles.**

Chaque poste mobile reçoit un **numéro d'appel téléphonique** intégré dans le plan national de numérotation qui, comme on sait,

comprend actuellement 8 chiffres : AB PQ MCDU (à Paris : 1 BPQ - MCDU) où AB désigne (à quelques exceptions près) le département, et PQ (à Paris BPQ) le central téléphonique de rattachement. Des centraux de rattachement spéciaux (« centraux radioélectriques ») qui seront donc désignés par des PQ (ou BPQ) particuliers seront ouverts dans les villes à desservir. Chaque central ayant une capacité de 10 000 abonnés, les milliers 1 et 2 seront, en province, réservés aux abonnés au service local (soit 2 000 abonnés par ville) et les milliers 3 à 0 aux abonnés au service national (les 8 00 abonnés de cette catégorie mentionnés plus haut). Ces abonnés nationaux auront donc plusieurs numéros, composés du même MCDU précédé de tous les PQ (ou BPQ) des zones équipées en France. A Paris, des centraux seront spécialisés soit pour le service national soit pour le service local.

Chaque poste reçoit également un second numéro à 5 chiffres (**combinaison d'appel sélectif**), du type  $\alpha$  MCDU, dans lequel le premier chiffre  $\alpha$  est caractéristique de la catégorie de l'abonné (1 : abonnés nationaux ; 2 : abonnés locaux de Paris ; 3 à 0 : abonnés locaux des autres villes). Les mêmes premiers chiffres  $\alpha$  (de 3 à 0) peuvent être utilisés dans plusieurs réseaux locaux de province différents, à condition que dans ces villes les chiffres M (1 ou 2) du numéro téléphonique soient traduits en M' différents dans ces différentes villes.

(M' = 1 ou 2, 3 ou 4, 5 ou 6, 7 ou 8, 9 ou 0).

En résumé, chaque mobile a un numéro téléphonique PQ-MCDU (ou BPQ MCDU) et une combinaison d'appel sélectif  $\alpha$  M' CDU. Ce dernier numéro, purement interne au système, permet en particulier d'interdire les appels non autorisés (abonnés locaux hors de leur zone). Chaque mobile est également doté d'un autre symbole  $\beta$  caractéristique du réseau élémentaire de 8 voies dans lequel il entre. Ce symbole  $\beta$  peut prendre 11 valeurs différentes.

### **Les équipements fixes associés au central radioélectrique.**

Ces équipements, qui assurent l'interface entre le commutateur téléphonique et les équipements radioélectriques, peuvent être décrits en 2 parties : une « unité de rattachement », composée de matériel téléphonique, et un ensemble de signalisation radioélectrique.

L'unité de rattachement conçue pour s'adapter à tous les types de centraux téléphoniques, comprend une chaîne d'arrivée et une chaîne de départ. La chaîne d'arrivée (appel à destination du mobile), reliée au central de rattachement au niveau des circuits sortants, comprend un joncteur, un enregistreur, qui reçoit

le numéro MCDU du demandé et l'analyse et le traduit en  $\alpha$  M'CDU, et un sélecteur d'arrivée qui opère la connexion avec l'équipement de voie. La chaîne de départ (appel émanant du mobile) comprend un sélecteur de départ qui opère la connexion avec l'équipement de voie, un joncteur de départ, qui se comporte comme un abonné à fort trafic distant du central de rattachement et un enregistreur de départ, qui reçoit l'identité  $\alpha$  M'CLU du mobile appelant, la reconnaît, enregistre le numéro téléphonique du demandé et le retransmet vers le central.

L'ensemble de signalisation radioélectrique se compose essentiellement d'un Equipement Electronique de Commande et de Contrôle (EECC), propre à chaque réseau élémentaire, qui traite les signaux échangés sur la voie sémaphore (signal  $\beta$  caractéristique du réseau, recherche d'une voie de trafic libre et envoi de son numéro) ; des Récepteurs-Emetteurs de Numérotation Audio Fréquence (RENAF), associés aux enregistreurs de l'unité de rattachement qui transforment les fréquences vocales utilisées pour la transmission des numéros et signaux de manœuvre sur les voies radioélectriques en impulsions électriques et réciproquement ; d'équipements de voie (un par voie de trafic) ; essentiellement constitués d'un termineur 2 fils -4 fils et d'un compresseur de niveau à l'émission.

#### **Etablissement des communications.**

La sélection automatique se déroule de la façon suivante :

Si le poste mobile est appelé, l'abonné demandeur a composé son numéro téléphonique (16) - AB-PQ-MCDU et l'appel arrive et le transforme en  $\alpha$  M'CDU ; l'EECC recherche une voie libre au central PQ. L'enregistreur d'arrivée enregistre le MCDU (parmi les 8 du réseau élémentaire dans lequel le mobile entre), et envoie sur la voie sémaphore (sur laquelle le mobile est en veille permanente) le numéro d'appel sélectif  $\alpha$  M'CDU, suivi du numéro de la voie de trafic désignée. Le mobile passe alors sur cette voie, sur laquelle il envoie un signal d'appel. Le central établit la communication et déclenche la taxation. Au raccrochage du mobile, ce mobile envoie un signal de fin, puis repasse en veille sur la voie sémaphore.

Si le poste mobile est demandeur, il envoie sur la voie sémaphore (commune, rappelons-le, à tous les réseaux élémentaires d'une même zone locale) le signal  $\beta$  caractéristique de son propre réseau élémentaire. Le central, qui veille en permanence sur cette voie, reçoit ce signal dans l'EECC, qui recherche une voie de trafic libre parmi les 8 du réseau ainsi identifié et envoie sur la voie sémaphore le numéro de cette voie ; le mobile passe alors

sur cette voie de trafic. Le RENAF envoie une invitation à transmettre l'identification ; le mobile émet son numéro d'appel sélectif, que le RENAF reçoit et transmet à l'enregistreur de départ pour analyse. Si l'appel est recevable, le numéro d'appel sélectif est renvoyé au mobile à titre de confirmation. Le mobile reçoit ensuite la tonalité audible de l'invitation à numéroté ; l'abonné compose le numéro demandé sur un clavier, placé sur le tableau de bord de la voiture, et la communication s'établit sous le contrôle de l'enregistreur de départ. Au raccrochage du mobile, ce mobile envoie un signal de fin, puis repasse en veille sur la voie sémaphore.

La taxation pose un problème particulier. En effet une communication avec un mobile supporte deux taxes : l'une (taxe « fil ») est identique à celle d'une communication échangée sur le réseau ordinaire, l'autre (taxe « radio ») qui dépend également de la durée de la communication, est perçue pour tout appel, au départ ou à l'arrivée. Ce sont les joncteurs de l'unité de rattachement qui donnent les informations à une perforatrice, laquelle enregistre tous les éléments nécessaires à la taxation : numéro du mobile, taxe fil, taxe radio. Ces bandes sont traitées ensuite par la comptabilité de la région où est situé le centre de rattachement du mobile. Pour un abonné au service national, il faut traiter les bandes de tous les centres du pays pour y relever trace des communications qui le concernent.

\*  
\* \* \*

Ce service qui vient de s'ouvrir à Paris pour des abonnés locaux seulement, sous le préfixe BPQ : 399 sera étendu aux zones de Lille avant la fin de l'année, puis de Lyon, Marseille, Bordeaux et Strasbourg en 1974, et ultérieurement à 16 autres villes de France. Il rencontre dès maintenant un succès certain et on peut déjà craindre que le trafic par abonné mobile, qui est surveillé de très près, dépasse les prévisions, ce qui limiterait à moins de 500 les abonnés entrant dans chaque réseau élémentaire. Il est déjà envisagé, à l'occasion de l'utilisation à partir de 1977, de la bande des 450 MHz, de modifier quelques caractéristiques du système de façon à donner à chaque réseau beaucoup plus de 8 voies et d'augmenter ainsi la capacité d'écoulement du trafic. La mise en œuvre de synthétiseurs de fréquences permettra cette extension de façon simple et économique.

Sur le plan des tarifs, on peut indiquer que l'abonnement mensuel dû aux P et T pour le service local est de 500 taxes de base (c'est-à-dire actuellement de 175 F) et pour le service national de 2 000 taxes de base. Les abonnés doivent par ailleurs

s'adresser à l'industrie pour l'achat ou la location et l'entretien des postes mobiles. Cinq sociétés fournissent déjà, ou pourront fournir bientôt, des appareils d'un type homologué. Les prix sont de l'ordre de 12 000 F HT pour l'achat et de 350 F HT par mois pour la location.

Comment se situe la France dans le domaine du radiotéléphone automatique ? Les Etats-Unis d'Amérique ont instauré un tel service en 1958. L'Espagne a des expériences en cours depuis 1970, mais le réseau n'est pas encore ouvert au public. Koweït a depuis l'an dernier un réseau fourni par la NEC japonaise. La République Fédérale d'Allemagne, cette année, suivie par la Belgique puis plus tard par la Suisse seront dans un avenir prévu les seuls pays à se doter d'un tel service automatique. Malheureusement tous ces réseaux sont construits selon des spécifications différentes, et incompatibles entre elles.

Il faut pour terminer, signaler que la réalisation du réseau français est l'œuvre de la Direction des Services Radioélectriques (Ministère des P et T), de la Thomson - CSF pour les équipements radio et de la CIT - Alcatel pour le raccordement aux centraux téléphoniques.

