Note sur l'histoire des télécommunications ferroviaires en France

René Delavergne

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/rhcf/1872>

DOI : 10.4000/rhcf.1872

Éditeur

Rails & histoire

Édition imprimée

Date de publication : 1 juin 2003

Pagination : 77-95

ISBN : 0996-9403

ISSN : 0996-9403

Référence électronique

René Delavergne, « Note sur l'histoire des télécommunications ferroviaires en France », *Revue d'histoire des chemins de fer* [En ligne], 27 | 2003, mis en ligne le 14 janvier 2015, consulté le 22 avril 2022. URL : <http://journals.openedition.org/rhcf/1872> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rhcf.1872>

Note sur l'histoire des télécommunications ferroviaires en France

Préambule

Cette note ne vise pas à relater de façon précise l'histoire du développement des *télécoms*, ni à en décrire les matériels. Elle vise seulement à en dégager les étapes essentielles et les conditions dans lesquelles elles se sont développées. Les moyens mis à la disposition de cette technique ont été en général peu importants et, cependant, les résultats obtenus sont spectaculaires. Ajoutons qu'il s'est souvent manifesté autour des télécommunications une certaine réticence devant, notamment, des coûts jugés trop élevés, mis en regard de résultats mal appréciés, car difficilement chiffrables et pourtant très importants (voir l'explosion actuelle du domaine "télécom" à la SNCF et ailleurs...)¹.

Pour donner une idée de ce développement des télécoms, je me permets de signaler que, débarquant aux PTT en 1952², je n'avais jamais entendu parler des transistors, encore au stade du pré-développement. C'était la grande époque des lampes à vide (les pentodes), des lampes miniatures dont la fiabilité, très améliorée, permit les premiers ordinateurs et les premiers câbles coaxiaux sous-marins de type téléphonique, équipés de répéteurs. C'était l'époque du quartz piézoélectrique, des redresseurs secs ou à mercure, ces derniers utilisés dans les sous-stations de Paris-Lyon et les premières locomotives de vitesse à 50 Hertz (les premiers redresseurs à mercure furent installés, avant 1940, sur la ligne Paris-Bordeaux).

C'était aussi le début du développement des transmissions à grande distance, de type analogique, nécessité par les besoins de l'OTAN et le rattrapage du retard de la France sur le plan civil. Les milliers de km de câbles coaxiaux qui ont été posés jusqu'à la fin des années 1950 constituent encore actuellement une partie de l'ossature du réseau de France Télécom, après de très importantes modernisations des systèmes de modulation et d'amplification. C'est dans cette ambiance qu'en 1952 je débutais une carrière d'ingénieur le long des chantiers de pose de câbles. Côté communication, l'équipement en centraux automatiques

1- Cette note a été rédigée à la fin des années 1990 et ne prend pas en considération les nouvelles évolutions connues depuis lors par le secteur.

2- M. Delavergne, polytechnicien, est ingénieur des télécommunications (N. d. l. R.).

avait repris mais il y avait encore de nombreux centraux manuels, notamment pour l'interurbain (j'ai personnellement fait un stage « d'opératrice »).

Les bases d'un développement important des télécoms civiles se mettaient donc en place avec une prédominance d'investissements « transmission ».

Hélas, cela se calma dangereusement dans les années 1960, les gouvernements ne croyant pas suffisamment à l'avenir des télécoms, malgré leur forte rentabilité.

Enfin, le « numérique » qui est, en cette fin du ^{xx}^e siècle, et de beaucoup, l'élément majeur du développement des techniques liées à l'information en général, ne sortait pas encore des laboratoires où il sommeillait depuis la fin des années 1920. Il avait cependant été utilisé, mais à des fins militaires, pendant la Deuxième Guerre mondiale, notamment par le mathématicien anglais A. Turing, qui perça le codage allemand et qui fut un des premiers théoriciens de l'informatique. Le numérique n'a pu se développer économiquement et de façon fiable qu'avec l'apparition des transistors 0-1 utilisés en informatique en quantité considérable. Son développement a été alors « fulgurant », les techniques « multimédias », tant prisées actuellement, n'étant qu'une application parmi d'autres de la numérisation de l'information, déjà connue théoriquement avant les années 1940.

Voilà donc l'état des lieux au début des années 1950 aux PTT et, pour partie, à la SNCF où je suis arrivé en 1957.

La situation du secteur « télécoms » à la SNCF au début des années 1950

Il n'y avait pas à la direction des Installations fixes (DIF) de service autonome s'occupant des télécoms. Une section télécoms, d'une vingtaine d'agents environ, existait mais elle était intégrée dans la subdivision du matériel de signalisation, elle même faisant partie de la division VZ³ de la DIF. Les six « régions » (formule avant 1972)⁴ avaient aussi des « unités télécoms », aux politiques un peu dissidentes parfois, et leur modernité était plus ou moins avancée selon, soit les plans nationaux d'investissement, soit leur politique propre. Par exemple, le Sud-Est

3- DIVVZ : division des installations électriques de signalisation de télécommunications et de caténaires (deviendra plus tard un « département »).

4- La SNCF a été répartie en 23 « régions » à partir de 1972, qui ont remplacé les six régions, dont cinq centrées à Paris, héritées des anciennes compagnies : Nord, Ouest, Sud-Ouest, Sud-Est, Est, Méditerranée (*N. d. l. R.*).

bénéficiait à l'époque, comme on le verra plus loin, des apports importants de l'électrification Paris-Lyon. Malgré cette relative pauvreté et cette dispersion des moyens, le domaine télécoms amorçait alors une profonde mutation et la période 1945-1957 fut un véritable creuset dans lequel se sont formés les doctrines et les hommes. Ces hommes, de formations très différentes et en petit nombre, ont par leur dynamisme et leur connaissance des techniques nouvelles forgé cet outil que nous connaissons aujourd'hui et qui sous-tend la gestion moderne du chemin de fer. J'ai parfois regretté que leur travail soit un peu méconnu. Par souci d'objectivité, je précise que, si j'ai été assez souvent au cours de ma carrière en connexion plus ou moins étroite avec les télécoms, je n'ai été en revanche ni un concepteur ni un décideur ; à quelques rares exceptions près, je n'ai donc eu que peu d'influence sur l'évolution des télécoms.

Les télécommunications ferroviaires avant 1945

Avant 1918

Tout a commencé en 1837, en Angleterre et aux États-Unis, donc peu de temps après la mise en service des premières lignes commerciales de chemins de fer. Cooke et Wheatstone, en Angleterre, inventent le télégraphe électrique et Morse, aux États-Unis, met au point un code adapté à cette technique. Il s'agissait, en simplifiant à l'extrême, du premier système numérique de transmission, agissant à distance sur des relais et des rotatifs, et le code Morse était une préfiguration du codage numérique du langage. Sous ces deux aspects, le télégraphe, à ses débuts, n'a été utilisé que par les chemins de fer. Notons, par ailleurs, cette première unicité des techniques entre télécoms et signalisation (échange des messages et envoi d'informations sur la situation du trafic). Cette unicité va disparaître, les télécoms devenant analogiques (téléphone) et la signalisation restant presque numérique (impulsions de courant, relais...).

Par contre, en cette fin du ^{xx}e siècle on revient à une nouvelle intégration des techniques par le biais de la numérisation des informations. Cette date de 1837 est, enfin, très importante pour l'exploitation ferroviaire car, sans le télégraphe, l'augmentation de puissance des locomotives et, donc, de leur vitesse aurait été mal utilisée faute d'un échange rapide d'informations de sécurité (début du cantonnement par l'espace) et de régulation entre les gares, échange nécessité également par l'augmentation du trafic.

En France, c'est en 1845, pour la ligne Paris-Mantes, qu'est installé le premier système de communication à base d'impulsions électriques (Breguet et Foy). La même année, sur Paris – Saint-Germain, un premier

télégraphe Morse est installé, c'est la naissance des télécoms ferroviaires françaises. En 1852, le télégraphe, qui se développe rapidement, est mis à la disposition des voyageurs (le réseau public ne verra le jour qu'en 1856).

A propos du télégraphe, une anecdote mérite d'être rapportée : en 1844 M. Clarke, ingénieur au PO, rend compte devant le conseil d'administration de deux informations : Arago a présenté au Collège de France le système Wheatstone auquel il est favorable, et lui-même, à l'invitation de Brunel (patron du Great Western, Londres-Bristol), a constaté les progrès considérables faits dans son utilisation pratique pour la régulation et la signalisation. Il propose donc l'équipement de la ligne de Paris à Orléans pour un coût d'environ 2 000 F du km. Le conseil approuve et accorde 3 000 F ! Cet ingénieur d'origine irlandaise a été tué, à son bureau de la place Valhubert, par une balle perdue en 1848.

Après 1845, l'étape importante est l'apparition du téléphone venu des États-Unis (système Bell) et dès 1880 on recense gare du Nord, par exemple, 43 postes reliés à un commutateur manuel. Ensuite, et jusqu'à la Deuxième Guerre mondiale, on assiste essentiellement, du point de vue ferroviaire, à la construction de milliers de kilomètres d'artères aériennes. Pendant un siècle, elles vont modeler le paysage français, marquant le tracé des voies ferrées encadrées généralement par une artère double et une artère simple, exploitées par les PTT et les chemins de fer. Les circuits supportés par ces artères étaient « basse fréquence », sans courants porteurs et sans amplificateurs, d'où l'utilisation de fils de cuivre de section importante et, pour les grandes distances, du télégraphe exclusivement.

L'équilibrage électrique des circuits, par groupe de quatre fils, était très soigné, permettant l'adjonction de circuits dits « fantômes ». À noter que, dès 1911, ces circuits supportaient parfois une distribution centralisée de l'heure.

De 1918 à 1945

En 1917-1918 apparaissent les premiers circuits de *dispatching*. En effet, pour faciliter l'acheminement des troupes américaines entre les ports de l'Atlantique et le front, le premier « dispatching système U.S. » est installé des environs de Nantes à Saint-Pierre-des-Corps. Il est déposé à la fin de la guerre mais l'idée est reprise et, peu à peu, les circuits de régulation, système Westinghouse, vont équiper progressivement toutes les grandes lignes (il s'agit d'impulsions électriques). Il semble (?) qu'une des premières réalisations, en 1923, ait été mise en service entre Limoges et Montluçon (!).

A partir de 1920, c'est la commutation automatique qui fait son entrée (Paris, Lyon). Les systèmes Strowger et Rotary sont d'abord utilisés, plus tard le Strowger disparaîtra et le R₆ sera vers 1960 le principal support de l'automatisation quasi intégrale du réseau téléphonique (tous ces systèmes utilisant des relais, des rotatifs ou des sélecteurs électromécaniques).

Côté transmission, les progrès tardent et la basse fréquence sur conducteurs aériens est pour la SNCF la seule technique utilisée jusqu'au milieu des années 1930. L'électrification en courant continu, 1 500 volts de Paris-Le Mans (1937) entraîne la mise en câble des circuits, en commun avec les PTT. Ces derniers restent du type BF (basse fréquence) mais avec amplification. De plus, pour combattre l'affaiblissement lié aux pertes capacitives en ligne, on insère de loin en loin, en série sur les conducteurs, des enroulements « selfiques » (bobine Pupin). Les valeurs des *selfs* utilisées sur certains circuits sont très fortes (177 milliheurys tous les 1 830 m) et, de ce fait, la qualité des circuits s'en ressent (bande passante exploitable de l'ordre de 2 000 Hertz). A la même époque l'équipement en câbles des PTT est, toutes proportions gardées, assez faible et concerne quelques grands axes, uniquement les plus anciens, Paris-Strasbourg et Paris-Bordeaux, datant de la fin des années 1920.

Vers 1941, un ingénieur des PTT, M. Marzin (futur directeur général des Télécommunications) met au point le premier système de courants porteurs sur aériens, d'abord à 1 + 1 voies puis à 6 voies et, plus tard, à 12 voies. Dans la foulée les premiers courants porteurs sur câbles se développent. Enfin, au cours des années 1930, le télégraphe ferroviaire se modernise et apparaissent les premiers téléimprimeurs (Creed...) sur des liaisons poste à poste.

Toujours entre les deux guerres, la radio civile fait des progrès et les chemins de fer procèdent à de nombreux essais entre sol et mobiles. Ces essais sont, hélas, pénalisés par deux facteurs :

- les tubes à vide de l'époque supportent mal les vibrations des engins moteurs

- le poids des appareils, et principalement des alimentations, pèse sur l'utilisation de la radio par les cheminots. Ajoutons que les fréquences exploitées sont assez basses et sont perturbées par le milieu ferroviaire, riche en parasites électriques.

À la même époque règne un engouement général pour le bricolage radio (postes à galènes, puis à lampes), on achète des sortes de « kits », et on soude, et on règle, et on essaie de capter les ondes radio...

Dans cette atmosphère les cheminots ont, sans doute, suivi avec passion les essais et, peut-être, ont-ils eux-mêmes bricolé des montages. Quelques dates au hasard :

- 1921 : essais de liaison entre 3^e rail et machines sur Paris-Juvisy ;
- 1922-1926 : essais selon diverses techniques sur le Nord et l'Est ;
- 1922 : entre Paris et Angoulême on capte Radio-Paris pour les voyageurs ;
- 1932 : essais de radio téléphone à la disposition des voyageurs sur la ligne Paris-Amiens, avec un bon résultat technique mais pour un coût élevé.

À partir de 1932 des essais plus sérieux et assez concluants sont réalisés entre machines de manœuvre et postes de commande, citons, toujours au hasard, Le Bourget, Rouen (1933), La Chapelle (1936), Paris-Juvisy (1932), etc., avec ondes libres ou lignes inductrices.

Le développement des télécoms de 1945 à 1968

Cette période correspond à une nette modernisation du chemin de fer et à une expansion des télécoms.

La SNCF, paralysée dès sa naissance par la guerre, met en place des structures unificatrices dont profiteront les télécoms. Au début des années 1960, par exemple, M. Michaux, chef de VZ⁵, décide la création d'une subdivision des télécommunications, « VZT », confiée à M. Bisot, brillant technicien qui a déjà eu et aura une influence déterminante sur les orientations principales ; parallèlement, VZ met en place des règles unifiées de maintenance.

Les cadres et techniciens des débuts de VZ étaient largement influencés par les réalisations des PTT, auxquelles ils ont souvent participé (Paris-Lyon) ; ils ont également reçu des compléments de formation en suivant les cours professionnels de cette administration. La SNCF, de son côté, organise un enseignement professionnel à différents échelons, régionaux et centraux. Les constructeurs spécialisés ont été regroupés par les PTT en groupements : SOTELEC pour les transmissions et, de façon plus souple, SOCOTEL pour la commutation. Cela permet de fixer des normes de compatibilité et de qualité, en complément des normes internationales du CCITT⁶. Au contact des PTT et des constructeurs les agents de la SNCF apprennent

5- Département Signalisation de la direction des Installations fixes (N. d. l. R.).

6- Comité consultatif international téléphonique et télégraphique.

beaucoup, peuvent innover tout en défendant nos points de vue spécifiques, économiques et techniques. Nous aurons en effet besoin, assez souvent, de nous différencier des PTT : particularités de notre exploitation, de notre organisation, de notre environnement (perturbations électromagnétiques). VZT sera donc amené, parfois, à faire un travail d'innovation, utilisant même des techniques d'avant-garde.

Revenons à l'histoire. En 1945, la reconstruction est une priorité absolue mais, en même temps, l'immense apport technologique dû à la guerre et l'épanouissement des études faites peu avant la guerre et pendant l'Occupation (coaxiaux, courants porteurs...) donnent un grand essor aux télécoms. C'est la transmission qui est l'avant-garde de la modernisation et l'électrification de Paris-Lyon, terminée en 1952, en est une étape importante pour la SNCF et, même, pour les PTT.

Pour mettre en câbles les circuits aériens et accroître les capacités de la communication, PTT et SNCF mettent en place une artère mixte à plusieurs câbles. La nouveauté essentielle est constituée par deux câbles, dits haute fréquence, pouvant, sur chaque circuit, recevoir par modulation 24 et même 36 voies téléphoniques (1 câble aller et 1 câble retour). C'est une première pour les deux administrations qui fera longtemps référence tant sur le plan technique que sur le plan « sentimental » pour les acteurs de cette réalisation. Du fait de l'affaiblissement important des circuits HF (haute fréquence), des centres intermédiaires d'amplification télésurveillés sont implantés à intervalles réguliers. On les appelle, du fait de leur aspect, les chapelles « Maillet », du nom du directeur du service PTT des lignes souterraines à grande distance. Propriété des PTT, elles sont maintenant détruites ou misérablement abandonnées car des progrès ont permis leur suppression et, par ailleurs, la SNCF a racheté la totalité des câbles.

La deuxième étape importante est la traction électrique 50 Hertz qui, pour les essais en vraie grandeur sur Aix-la-Roche-sur-Foron réalisés en 1950, a mobilisé l'ensemble de la division VZ et particulièrement les techniciens de VZT aidés par le laboratoire de Saint-Ouen⁷. Pourquoi ? La cohabitation entre l'électricité industrielle et les courants faibles de la signalisation et des télécoms a toujours été difficile : induction électromagnétique et électrostatique, dangers pour les équipements et le personnel par élévation du potentiel notamment par court-circuit. Avant la Deuxième Guerre mondiale, les chemins de fer avaient déjà été confrontés à ces problèmes. En effet, les réseaux Midi et PO, pour alimenter les lignes électrifiées 1 500 volts, avaient construit dans les

7- Laboratoire d'essais de signalisation, dépendant de VZ.

Pyrénées et le Massif central des usines hydroélectriques ainsi que des lignes de transport triphasées en haute tension, notamment vers la région parisienne. Ces lignes perturbaient les circuits téléphoniques (tous en fils aériens), en cas de déséquilibre entre phases, suite à un incident. Les ouvriers travaillant sur les lignes aériennes risquaient l'électrocution (et il y eut effectivement des victimes) et les opératrices des centraux pouvaient subir de dangereux chocs acoustiques. Des essais ont donc eu lieu dans les années 1930 et ont permis d'établir quelques normes valables en régime de court-circuit, le régime normal des lignes triphasées étant en général sans conséquences néfastes.

Avec l'arrivée de la traction monophasée, le régime permanent devient dangereux, d'où de nouveaux essais, des études théoriques très poussées, reprises sur le plan international par l'Union internationale des chemins de fer et son équivalent télécoms, le CCITT. M. Lemaire (futur directeur de l'Informatique de la SNCF) et M. Bisot ont conduit ces essais et ont rédigé un document, le livre « jaune » de 1953, validé par le CCITT. On y trouve les principes de protection des circuits, des équipements et du personnel, le tout agrémenté de calculs théoriques d'un niveau élevé. Ces principes ont été progressivement affinés et complétés en fonction de l'expérience acquise et ont permis aux agents spécialisés de VZT, qui étaient pour la plupart des autodidactes, d'acquérir des connaissances pratiques et théoriques très approfondies dans ce domaine. Leur niveau de connaissance est reconnu par les ingénieurs des PTT qui leur font entière confiance et acceptent les conclusions de leurs calculs qui permettent de protéger les circuits téléphoniques contre les perturbations engendrées par nos lignes. Avec l'arrivée des TGV (années 1980) les intensités ont augmenté considérablement et VZT (M. Gourdon étant chef de la division) a été ainsi amené à mettre au point avec la direction du Matériel de la SNCF un nouveau système d'alimentation de la caténaire : le système dit 2 x 25 000 volts, qui a également permis une augmentation de la puissance transportée.

A nouveau, de nouvelles études théoriques et pratiques durent être entreprises et donnèrent satisfaction. Après avoir relaté ces deux événements importants, revenons à l'évolution des systèmes de transmission qui deviennent plus performants, plus miniaturisés, moins gourmands en énergie. La technique des courants porteurs à 12 voies a été privilégiée (systèmes 12 + 12). Cette technique correspondait à une norme PTT et répondait bien à nos besoins dispersés et à grande distance. Ces systèmes, d'abord à lampes, ont été transistorisés à partir de 1964.

Au début des années 1960, M. Laurent (ex-ingénieur des PTT et bouillonnant d'idées) propose, pour désenclaver Toulouse, la pose d'un câble monocoaxial assez différent des normalisations PTT et pouvant transporter 300 voies entre Paris et Vierzon (câble enterré) et 120 voies entre Vierzon et Toulouse (câble porté accroché aux poteaux caténaires). Pour ce dernier, vraiment novateur, la mise en service se fait sans histoire ; il connaîtra cependant quelques problèmes par la suite, du fait des suspensions, des soudures et, surtout, des plombs des chasseurs.

Cette réalisation économique permet d' étoffer le réseau sud-ouest à un moment où les besoins en circuits augmentaient et où les 12 voies sur fils aériens, pourtant très performants, de ce réseau devenaient insuffisants. Par ailleurs, cette expérience ouvrit la voie à l'adoption, pour certains projets, de la technique coaxiale avec un tube de faible diamètre acceptant 360 voies. Mentionnons enfin, pour mémoire, une liaison hertzienne entre Béziers et Sète, sans développement ultérieur. Cet essai était destiné à acquérir l'expérience de cette technique pour les ingénieurs envoyés comme conseils dans certains pays à faibles infrastructures.

Pendant ce temps, la technologie des câbles évolue : une enveloppe d'aluminium est substituée au plomb et présente une meilleure protection contre l'induction (1963, ligne Le Mans-Rennes), l'isolement de l'enveloppe extérieure, jusque-là en chanvre goudronné (le long des lignes 1 500 volts) et celui des conducteurs, en papier, sont maintenant en matière plastique.

Abandonnons les transmissions pour aborder la commutation. Son automatisation, largement entamée par les anciens réseaux, est achevée par la SNCF. Le système Strowger disparaît, le système R_6 , électromécanique, est largement développé par nous et par les PTT, quelques Rotary subsistent. Mais le grand événement de cette période est la mise en place systématique de centraux automatiques de transit quatre fils qui commutent les circuits sans péjorer leur qualité.

C'est M. Bisot qui en a été l'architecte principal aux alentours de 1954 et qui a lancé la SNCF sur cette idée, non encore prise en compte par les PTT à cette époque : la commutation automatique, quatre fils, des circuits.

Quelques explications : pour améliorer la qualité des circuits interurbains, on les constitue avec deux fils pour le sens aller et deux fils pour le sens retour, les répéteurs étant unidirectionnels ; mais, à la traversée des équipements de commutation, à l'époque, on ramenait les circuits sur deux fils (aller et retour confondus), d'où une baisse de qualité. Une note de 1954 définit de façon précise le fonctionnement du réseau :

- plan de numérotation, calqué sur l'organisation de la SNCF ;
- code de signalisation : codage des destinations de type télégraphique dit « arythmique » par opposition au code PTT de type « pseudo-analogique » ;
- affaiblissement (ou équivalent) défini selon les types de liaisons (nationales, régionales, locales) de façon à obtenir une qualité standard sur l'ensemble du réseau, les autocommutateurs de transit pouvant insérer ou non des cellules d'affaiblissement pour réaliser cette unification de la qualité.

Ce plan, à l'époque, nous a placés nettement en avance sur les PTT qui ne pratiquaient pas la commutation à quatre fils. Il a également accéléré la modernisation du réseau par remplacement anticipé de certains autocommutateurs inaptes à toute transformation, et des commutateurs manuels. C'est également au cours de cette période qu'apparaissent les L_{43} , assez semblables au R_6 et finalement peu utilisés, et les systèmes *Crossbar* qui abandonnent les rotatifs au profit de matrices électromécaniques.

Les téléimprimeurs sont, de leur côté, organisés en un réseau inter-automatique avec des liaisons sur courants porteurs (télégraphie harmonique à 50 et 110 bits par seconde). Le réseau, développé à partir de 1960, comptera à son plein développement (après 1960) 300 terminaux SAGEM et sera desservi par 5 centres de transit et 34 satellites. Il disparaîtra à la fin des années 70 avec la montée en puissance du réseau de téléinformatique.

Quittant le domaine « terrestre », voyons ce que devient la radio après 1945. En gros, elle concrétise les nombreux essais d'avant-guerre. Les triages et les grands centres d'exploitation sont équipés peu à peu de réseaux divers : liaisons entre la bosse et les machines, entre la bosse et les caleurs dans les triages, formation des trains, etc. Ce développement est facilité par la miniaturisation des postes, tant mobiles que portables, grâce à la transistorisation, laquelle diminue également le poids des alimentations. Toutefois ces postes – les portables – sont parfois reçus assez brutalement par les agents et leur fiabilité en pâtit, ainsi que la recharge des batteries qui est plus ou moins « sabotée ». Cela disparaîtra peu à peu ! En même temps, VZT est obligé de ferrailer avec les PTT, distributeurs exclusifs des fréquences à cause, essentiellement, de l'esprit monopolistique du ministère d'alors. La situation a bien changé depuis, peut-être trop, à mon avis ! car on risque, à moyenne échéance,

une certaine anarchie dans le domaine hertzien malgré l'élargissement des bandes de fréquences utilisables et les progrès obtenus dans la compression des informations.

Bien que la SNCF soit attributaire exclusive de plusieurs gammes de fréquences, nos besoins croissants après 1970 sont difficiles à faire entrer dans ces gammes et, même, notre exclusivité sur certaines gammes est parfois remise en cause. Heureusement, grâce à l'esprit de conciliation, à notre niveau, de nos homologues PTT, tout s'arrange. Deux réalisations remarquables marquent particulièrement cette période.

Sur la ligne Paris-Lille on installe, à l'intention des voyageurs, une liaison téléphonique publique desservie par le wagon-bar, c'est une réussite technique mais peu rentable (1959-1974). À la même époque, sur la ligne Dôle-Vallorbe, à l'occasion de la modernisation de la ligne, on teste un couplage basse fréquence entre une ligne bifilaire supportée par les poteaux caténaires et les machines (1965-1977). Pour conclure cette période, des systèmes de surveillance par télévision de passages à niveau télésurveillés commencent à être installés (1959-1960).

Le développement des télécoms de 1969 à 1983

On entre dans l'ère du numérique qui, à la fin de cette période, aura conquis tous les secteurs. Dès que les constructeurs eurent maîtrisé la modulation par impulsion codées (MIC), la SNCF, devançant les normes internationales, lance une commande pour en équiper la Petite Ceinture. Pour cela revenons en arrière. Fin des années 1950, début des années 1960, un câble BF est posé entre les gares parisiennes le long de la Petite Ceinture. Dix ans plus tard, le câble est saturé, M. Laurent et M. Bisot optent alors pour un système numérique à 36 voies. Les résultats sont bons mais, hélas, le CCITT impose une norme à 30 voies (TN1) et, plus tard, à 120 voies (TN2).

Malgré cela, le MIC (à 30 voies de base) va peu à peu s'imposer à la SNCF par sa facilité d'installation, sa modularité, sa qualité de transmission même sur des circuits de caractéristiques moyennes. Ce câble de la Petite Ceinture est à l'origine d'un incident mettant en cause un excès de centralisation. Il supportait, en effet, la plupart des circuits de téléinformatique issus des ordinateurs d'Auteuil, or il fut coupé et noyé au cours des travaux de réfection du tunnel de Belleville, et la *Résa* (système électronique de réservation des billets et des places) fut arrêtée pendant deux jours en 1973. Signalons, dans le même esprit, que peu de temps auparavant (1972) un incident encore plus grave avait affecté la *Résa*. L'alimentation des ordinateurs centraux fait, en effet, partie des

attributions de VZT. C'est un système très sophistiqué qui permet une alimentation sans coupure, même de l'ordre de la microseconde, à partir d'une chaîne de redresseurs et d'onduleurs (ces derniers étant à l'époque des alternateurs), encadrant des accumulateurs. Or, au cours des travaux, du plâtre, échappé d'une brouette, a causé des dégâts considérables à une partie de cette chaîne et la *Résa* fut arrêtée pendant une semaine !

Revenons à la transmission : devant l'accroissement des besoins (transmission de données notamment) VZT, avec l'aide des constructeurs, se préoccupe de revaloriser des câbles anciens situés sur des axes importants. Ainsi naît le 120 voies analogique par « dépupinisation » et rééquilibrage de circuits BF, avec insertion de répéteurs intermédiaires enterrés et téléalimentés. Sur d'autres axes non encore équipés et où les besoins prévisibles sont importants, on pose des coaxiaux à 360 voies.

C'est au cours de cette période que naît le projet TGV Paris-Lyon, décidé en 1974. Les besoins en circuits sont importants et leur sécurité est primordiale. Il a donc été réalisé une entraide automatique entre les câbles de l'ancienne ligne Paris-Lyon (système analogique à 120 voies) et ceux de la ligne TGV (MIC TN2 120 voies, en 1981-1983). A ce propos, encore une anecdote : j'ai retrouvé, datant des années 1960, une étude pour un TGV Paris-Lyon ; il était à voie unique avec propulsion par turbine à gaz, et tous les circuits étaient contenus dans un câble à 7 quarts (28 fils) ! Enfin, pour sécuriser nos liaisons parisiennes et accroître nos possibilités, des câbles SNCF sont posés à travers Paris dans des conduits PTT (1975, équipement en TN2).

Nous avons évoqué plusieurs fois la pression exercée par l'accroissement des besoins en transmissions de données (téléinformatique). Cela a commencé vers la fin des années 1960 avec l'étude et la mise en place de la GCTM (gestion centralisée du trafic marchandises) suivi de la *Résa* (1971-1972). VZT est chargé de la partie « transmission » proprement dite du réseau de téléinformatique, à l'exclusion des ordinateurs de traitement et des nœuds du réseau (concentrateurs diffuseurs, commutateurs de paquets...). Deux problèmes se posent : il faut d'abord trouver les lignes et les équipements de transmission pour véhiculer les données, ce qui a conduit à investir rapidement et de façon importante dans le réseau de transmission (câbles et équipements porteurs). Ensuite, il a fallu approvisionner des quantités considérables de modems (plusieurs milliers).

Ces modems servent d'interfaces entre les messages codés issus de l'informatique et le système de transmission qui obéit à ses propres normes. Ils devaient, selon les liaisons, selon les applications, travailler à différentes vitesses mais toujours à des vitesses nettement supérieures à celles du réseau de téléimprimeurs : 600 bits par seconde, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600 et, sur de courtes distances, 64 000 bits/sec. C'est M. Canolle, alors en charge de VZT, qui eut à faire face à la préparation de projets considérables, à en gérer les dépenses et, surtout, à en coordonner les mises en œuvre et à assurer les livraisons en temps utile. Cela, souvent, en des délais très courts et sans pouvoir respecter les plannings établis à l'avance par les utilisateurs. En passant au-dessus des règles classiques de gestion, VZT a ainsi été amené à prélever du matériel acheté sur un projet pour l'installer au titre des autres projets, etc.

VZT a également été obligé de constituer des réserves plus ou moins officieuses de modems pour répondre à des besoins urgents et, parfois, pas encore financés par les demandeurs ; on a ainsi parlé de « murs de modems », soi-disant en surplus mais qui se résorbaient très vite, y compris leur financement. M. Canolle était donc une sorte de chef régulateur au centre d'un trafic très perturbé, non pas de trains, mais de matériels et de crédits. Ce réseau a, de plus, évolué fréquemment, passant d'une configuration plutôt centralisée à une configuration décentralisée avec des étapes plus ou moins longues et « il fallait suivre ». Pour ajouter aux difficultés, quelques rêves de conquête des télécoms par le service de l'Informatique ont germé dans certains esprits, heureusement vite calmés par la hiérarchie. Inutile de préciser que les effectifs de VZT avaient augmenté pour atteindre 80 puis 100 et même 120 agents.

L'autre événement important de cette période a été l'adoption de la commutation électronique puis temporelle. Dès le début des années 1970, les petits centraux sont modernisés par l'adoption de matériels électronique, les TLC101. A l'opposé de la gamme, l'autocommutateur de la direction générale (plus de 4 000 abonnés) est équipé d'un tout nouveau système : le *métaconta* (1977). Les matrices électromécaniques miniaturisées de connexion du *Crossbar* ne sont plus commandées par des ensembles de relais (les enregistreurs) mais par un ordinateur qui gère intégralement chaque communication. Cet autocommutateur, très important, mais uniquement local, dut évidemment être relié au réseau automatique national et, de ce fait, il fallut renforcer les équipements parisiens de transit, arrivés à la limite de leur capacité. Pour les remplacer, un appel d'offres est lancé et un système tout nouveau (le système temporel) est proposé par Jeumont Schneider pour un prix très

avantageux. M. Gourdon, après une étude approfondie, donne un accord à son principe technique. Cet accord était pour l'époque très audacieux car, si les PTT avaient déjà lancé, sous l'égide du CNET, la construction de plusieurs centraux temporels de type urbain, mais qui n'étaient pas encore vraiment opérationnels, ils n'avaient pas encore lancé les études pour des transits 4 fils de type temporel. Quelques mots, très simples, sur ce matériel qui a achevé la numérisation totale de la chaîne télécom (à l'exception toutefois de la radio et de la TV qui y viendront plus tard). Dans ces matériels, la parole est numérisée selon les principes du MIC, chaque séquence numérique est accompagnée d'un code de destination, et un ordinateur, à travers une grille entrée-sortie, trie ces séquences. N'allons pas plus loin, en revanche soulignons que le pari de VZT fut gagné sans difficulté, que les économies réalisées furent rapidement récupérées par la direction générale et qu'une économie notable en encombrement évita des remaniements importants des locaux. Ces centraux temporels sont, depuis lors, la référence quasi unique en matière de commutation.

Et maintenant, que devient la radio ? Elle conquiert définitivement le domaine des liaisons « sol-trains », vieux rêve des cheminots. Au début des années 1970, en Maurienne, le service du Matériel est confronté, sur un parcours à forte déclivité, à des problèmes de communication entre la machine de tête et la machine de queue. Après étude, le Matériel décide de relayer l'information radio entre les deux machines par des stations fixes réparties le long de la ligne. Cette idée est reprise de manière plus complète par la direction du Transport pour relier les trains, entre eux et à la régulation ; elle charge alors en 1975 VZT d'en mener à bien l'étude et la réalisation. L'architecture générale est axée sur une liaison filaire entre le PC (poste de commandement) et des stations émettrices-réceptrices réparties le long de la ligne, lesquelles conversent avec les mobiles (une fois de plus je m'abstiens d'aller plus loin dans les explications). Dans ses principes, l'étude menée par VZT s'inspire des essais de Maurienne et des essais assez avancés, eux aussi, des chemins de fer allemands. Cette dernière référence est importante car l'UITC, voulant développer en Europe un système unique, s'oriente vers la normalisation allemande.

M. Gentil, directeur général, soutient énergiquement le projet et décide en priorité l'équipement de l'axe Paris-Marseille, précédé de l'équipement de deux lignes de banlieue, Paris-Roissy (alors en cours de construction) et Paris-Versailles (en cours de modernisation). Comme toujours, on doit affronter une contrainte fréquente, les délais sont imposés *a priori*, alors qu'on perd du temps en parloles administratives sur

des détails, ce qui réduit le délai laissé aux réalisateurs. Dans ce cas, il a fallu, de plus, faire appel à une entreprise étrangère⁸, les constructeurs français ayant « boudé » l'affaire. Par ailleurs, la prospection permettant l'implantation des stations fixes a obligé VZT à mettre au point des techniques, des matériels, des wagons spécialisés. Finalement et sur les « chapeaux de roues », en travaillant parfois de nuit, les délais ont été tenus sur les deux lignes de banlieue. Le jour J (1976), sur Paris-Roissy la radio a joué un rôle important en maintenant la liaison avec le train inaugural (avec un ministre à bord) bloqué par les grévistes d'une imprimerie. Pour Paris-Marseille, la tension a été moindre mais on a rencontré quelques difficultés d'interférences avec la TV publique. En effet, bien que les fréquences utilisées (de l'ordre de 500 Mégahertz) soient exclusives dans l'espace français comme européen, nous brouillons des téléviseurs, dans certaines zones, et cela parce que ces récepteurs ont une bande passante beaucoup trop grande pour des raisons économiques. Au nom de nos bons rapports traditionnels avec l'ORTF nous compatissons à leurs problèmes et, officieusement, nous les aidons à mettre en place quelques réémetteurs supplémentaires.

Parmi les réalisations qui ont suivi, citons la ligne TGV Paris-Lyon où les essais des prototypes TGV ont sérieusement compliqué la mise en service, par suite de reconfigurations incessantes des liaisons. Cependant, en 1981, le jour de l'inauguration, sous un orage terrible, cette radio parfois décriée pour sa simplicité a été la seule liaison entre le président de la République et l'Élysée, les avions relais n'ayant pu décoller. Le « comique » de la situation fut ce fil volant posé en catastrophe à Paris (station de répéteurs) entre la baie radio et la baie donnant accès au réseau public vers l'Élysée. Avant de quitter la radio, disons qu'à la fin des années 1970 il y avait plus de 8 000 postes dans les services d'exploitation. À noter qu'au fil des commandes il était souvent difficile de faire comprendre les différences de prix entre un poste fiable à 70 %, par exemple, et un poste fiable à 95 %, entre un poste « jouet » et un poste « professionnel ».

En liaison avec la modernisation des lignes de banlieue vers Roissy et Versailles, on développe la surveillance des quais par les mécaniciens à l'aide de caméras donnant une image TV au droit de la cabine de conduite. Plus tard, au début des années 1980, l'image est ramenée en cabine à l'aide d'une antenne fixée sur les traverses (banlieue sud-ouest). Dans le même temps se développe l'équipement des quais et des gares en téléaffichage à l'intention des voyageurs. Un appel d'offres général,

8- Société Autophon (Suisse).

trop ambitieux, fut même lancé à l'instigation de la direction générale pour équiper 40 gares : il ne fut jamais entièrement réalisé. Ces systèmes de téléaffichage ont donné lieu à des polémiques passionnées en ce qui concerne le choix du matériel : palettes éclairées par la lumière naturelle et parfaitement visibles même en plein soleil (ce qui était l'objectif poursuivi) ou TV plus souple, plus économique, surtout plus à la mode, mais dont la faible luminescence ne peut lutter contre la lumière ambiante. Autre sujet de polémique qui dure toujours : la mauvaise qualité de la sonorisation qui ne peut réaliser ses objectifs qu'avec une bonne formation des « speakers » et une multiplication considérable des sources sonores (c'est donc coûteux !).

En conclusion de l'histoire de cette période fertile en innovations et en développements de technologies de pointe, mentionnons, au début des années 1980, l'apparition des fibres de verre et le début des études sur les commutateurs multiservices, deux techniques qui vont se développer après 1983.

Les télécoms de 1983 à 1990

Je serai moins disert sur cette période qui voit cependant des évolutions techniques impressionnantes car, à cette date⁹, je n'ai plus eu de relations suivies avec les télécoms et, surtout, je me suis senti rapidement incapable de suivre intellectuellement ces évolutions qui n'ont sans doute pas fini de s'affiner et de se développer. En revanche je tiens à citer à nouveau M. Gourdon (chef de VZT) qui a mené efficacement ces années.

Commençons par les fibres de verre que l'on peut considérer comme l'évolution technologique majeure de cette fin du ^{xx}e siècle. Elles ont d'abord été testées, dès 1981, sur des applications réduites : report d'une image TV d'un PN télésurveillé au PN surveillant (1^{re} réalisation à Ancenis). De façon plus ambitieuse, avec différents constructeurs, des essais de transmission de codes numériques, avec ou sans régénérateurs d'impulsions, ont été menés de 1980 à 1983 et la première liaison à moyenne distance, strictement expérimentale, a été faite sur la ligne Grenoble-Moirans (1983-1984) où, sur une vingtaine de km, des fibres de verre ont été insérées dans un câble classique. Dès le démarrage, un grand débat a agité les industriels et les utilisateurs sur la constitution interne des fibres : gradient d'indice ou saut d'indice, choix de l'onde porteuse, fibres de type multimode ou monomode (ce

9- Départ de VZ en 1984 pour le réseau S.O. et retraite en 1987.

dernier semblant triompher actuellement ?). Un pas important a été franchi avec l'électrification Moret-Nevers, le câble *télec* choisi est en effet de type composite, c'est à dire qu'il contient des fibres de verre équipées en MIC (1986), ce qui a permis de tester par bouclage des liaisons de 500 km. Depuis lors, les fibres sont normalement utilisées dans toutes les mises en câbles nouvelles et à la fin des années 1990 on compte plus de 5 000 km de fibres (pour mémoire, le réseau *télec* comptait à la même époque plus de 20 000 km de câbles).

Pendant ce temps, les PTT, très préoccupés par l'accroissement considérable du nombre d'abonnés et, en revanche, assez riches en liaisons à grande distance (faisceaux hertziens et câbles coaxiaux) utilisent plutôt, à cette époque, des fibres optiques sur de courtes liaisons et se sont donc provisoirement faits distancer par la SNCF, pour la maîtrise des liaisons interurbaines.

Deuxième développement important : les autocommutateurs multiservices (AMS). En simplifiant un peu, nous entrons là dans un domaine largement vulgarisé : les techniques « multimédia ». Le long d'un système de transmission et à la traversée des commutateurs les informations de tous types se présentent, ou se présenteront dans un proche avenir, sous la forme numérique 0-1, notamment la parole et les données et, récemment, les images. Il est donc naturel de réunir en un seul réseau les échanges de paroles, de données et plus tard d'images et de substituer aux autocommutateurs, classiques et spécifiques d'un type de message, des autocommutateurs dits « multiservices » ou « AMS ».

Parallèlement, le numérique adopte des « formats » dans lesquels les séquences de *bits* sont réunies en paquets pouvant circuler de façon, disons erratique, du moment que chaque paquet a une adresse (c'est la base d'Internet). Plus prosaïquement, on s'intéresse plutôt, pour l'instant, à la fusion de la parole des réseaux téléphoniques et des données des réseaux de téléinformatique. Côté France Télécom le RNIS (réseau numérique à intégration de services) dénommé *Numéris* commutera à moyenne échéance le réseau téléphonique et le réseau de données *Transpac*. Côté SNCF, on s'oriente vers le RPIS (P pour privé) qui commutera le réseau téléphonique et son équivalent pour les données, le *Rétipac*¹⁰. Ce survol, superficiel, ne doit pas dissimuler les difficultés dont certaines ne sont peut-être pas encore entièrement résolues ; par exemple, le code arithmétique doit être abandonné, les normes internationales de compatibilité et de transparence doivent être intégrées dans ces nouveaux matériels, etc.

10- C'était la situation vers la fin des années 1990.

Ajoutons, pour la SNCF, que dans l'avenir il est prévu de ne confier aux AMS, en plus de la téléphonie, que les liaisons de données discontinues, à l'exception des liaisons de type *Résa*, par exemple, dont le débit est pratiquement sans interruption. Les premiers AMS ont été mis en service par la SNCF en 1989 à Rennes et à Paris-Montparnasse. L'équipement se poursuit pour relier les quelques 100 000 terminaux de tous types de la SNCF.

Ne quittons pas le numérique sans parler de la radio dont les liaisons sol-trains véhiculent maintenant des transmissions de données, ce qui permet, notamment, de mieux sécuriser certaines informations de sécurité et, aussi, d'enrichir les possibilités d'information réciproque entre trains et sol. Les études initiales ont été menées par le service de la Recherche, en collaboration avec VZT et ont abouti en 1989-1990 à l'équipement de Paris-Rennes et du TGV Atlantique. C'est aussi en collaboration avec France Télécom que le téléphone public a été mis à la disposition des voyageurs sur les TGV (l'apparition des portables rend ce service obsolète).

Enfin, la fin du monopole des PTT et la libération de nouvelles bandes de fréquences (900 MHz et au-dessus) a « donné de l'air » aux liaisons radio classiques et en permet une plus grande banalisation.

Terminons cet historique par le projet, piloté par la direction de la Recherche et suivi par VZT, de synthèse et de reconnaissance de la parole. Dès le début des années 1980 des expérimentations furent réalisées, au PC de Reims par exemple.

Conclusion

Nous venons de survoler environ 150 ans d'histoire des télécoms ferroviaires. La fin de cette histoire a été écourtée par manque d'une compétence suffisante et aussi parce que, pour écrire une histoire, il faut un recul suffisant et le foisonnement des idées des années 1990 brouille un peu les idées générales.

La suite de cette histoire sera totalement différente, puisque, dans la mouvance des règlements européens, dans une ambiance de rentabilisation maximale et de libéralisation des télécoms, la SNCF devient, par une filiale, un opérateur public, concurrent de France Télécom grâce aux capacités résiduelles des câbles et aux « possibilités » de ses emprises.

Pour les liaisons strictement liées au service il semble également que VZT¹¹ sera plutôt une unité de gestion des moyens mis à la disposition

11- Ou plutôt les organismes ayant succédé à VZT.

de la SNCF et non plus, d'abord, une unité de conception et de réalisation. Ce bouleversement, sans doute inéluctable, va probablement entraîner un changement dans l'ambiance des télécoms ferroviaires. On verra dans quelques années... ? si elle est vraiment bénéfique... ?

Ceci m'incite, à l'occasion de cette note et de cette nouvelle conception des télécoms SNCF, à rappeler, une fois de plus, le dynamisme et l'esprit novateur des cheminots spécialisés en télécoms, que ce soit à VZT ou dans les régions. Au total, un peu plus d'une centaine d'agents à la direction V et à peine plus sur l'ensemble des régions ont magnifiquement œuvré à la réalisation d'un réseau qu'une société privée considère actuellement comme suffisamment performant pour l'associer à ses projets. Les cadres de ces agents, à quelques exceptions, sont des autodidactes formés de leur propre initiative (Conservatoire des Arts et Métiers par exemple) ou par les cours dispensés par la SNCF.

Sous le brillant des nouvelles réalisations et de la nouvelle organisation il ne faut donc pas oublier l'héritage d'environ 150 ans de progrès continus, parfois menés dans une ambiance sceptique. Ambiance qui, d'ailleurs, contraste avec l'optimisme actuel, lequel revalorise, à juste titre, le réseau télécoms de la SNCF, mais risque d'en atténuer l'originalité, ainsi que le dynamisme de ses acteurs.