

1950 Les télécommunications des chemins de fer

Pour aller à l'essentiel de la situation du secteur « télécoms » à la SNCF, René Delavergne est l'expert qui connaît parfaitement l'évolution des télécoms à la SNCF. 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...

Voici un état des lieux au début des années 1950 aux PTT et, pour partie, à la SNCF où je suis arrivé en 1957. *René Delavergne*

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) avaient chacune 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 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.

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 XIXe 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 nécessaire 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 disparaît 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 3e 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.

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 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 de : 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 télé-surveillés sont implantés à intervalles réguliers. On les appelle, du fait de leur aspect, les chapelles « Maillot », 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-Ouen 7. 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 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 R6, 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 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 L43, assez semblables au R6 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 feuilletter 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). A 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 télé-surveillés commencent à être installés (1959-1960).

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 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 « déduplication » 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 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 à 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 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'UIC, 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 palabres 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 étrangère, 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. A 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, 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.

De 1983 à 1990

Je serai moi-même disert sur cette période qui voit cependant des évolutions techniques impressionnantes car, à cette date, 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 XXe 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 (1re 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, fil type multimode ou monomode (ce dernier semblant triompher actuellement ?). Un pas important a été franchi avec l'électrification Moret-Nevers, le câble télécom 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 télécom 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.

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.

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 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.

Revenons à notre histoire avec quelques détails, anecdotes, dates, photos ...

Le système ferroviaire français

Jusqu'en 1938, le réseau ferré français était géré par :

- l'Administration des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine ;
- l'Administration des Chemins de fer de l'État ;
- la Compagnie des Chemins de fer de l'Est ;
- la Compagnie des Chemins de fer du Midi ;
- la Compagnie des Chemins de fer du Nord ;
- la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon ; (futur PLM)
- la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans ;
- les Syndicats des Chemins de fer de Grande et de Petite Ceinture.

À cette époque, les réseaux sont composés de voies ferrées d'intérêt général, de voies ferrées secondaires d'intérêt général et de voies ferrées secondaires d'intérêt local. Les voies d'intérêt général sont concédées par l'État. Les voies d'intérêt local sont concédées par les collectivités, départements ou municipalités.

Au 1er janvier 1938, la SNCF, nouvellement créée, reprend la concession de la quasi-totalité de ces réseaux (à l'exception des lignes secondaires, les voies ferrées d'intérêt local).

Les grandes compagnies

1859, conventions ferroviaires État-compagnies : à l'inspiration du duc de Morny, les lignes concédées sont réparties en **six grandes compagnies** : - Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée - Compagnie d'Orléans - Compagnie du Midi - Compagnie du Nord - Compagnie de l'Est et Compagnie de l'Ouest.

1878, nationalisation des réseaux ferroviaires des Charentes (naissance du réseau de l'État).

17 juillet **1879**, loi adoptant le plan Freycinet qui prévoit un programme de travaux destiné à porter le réseau ferré d'intérêt général de 29 600 kilomètres environ (dont 21 300 en exploitation) à 38 300, en y incorporant 8 800 km de lignes nouvelles à construire (incluant 2 500 km de lignes d'intérêt local déjà concédées). Ce plan qui devait permettre de desservir toutes les sous-préfectures fut quasiment achevé en 1914.

20 novembre 1883, loi portant approbation des conventions avec les six grandes compagnies.

1882 La PLM ou Paris-Lyon-Méditerranée (de 1882 à la fin de la 2ème guerre mondiale).

Les télécoms dans le système ferroviaire à partir de cette époque :

C'est une brique éminemment stratégique. Par exemple sans les télécoms, les trains ne pourraient pas rouler, car tout matériel roulant a un besoin constant d'informations pour se déplacer en toute sécurité sur le réseau.

Pour mener à bien son activité, la SNCF s'est dotée d'importants moyens de télécommunication, souvent peu connus. Elle a développé un puissant réseau de télécommunication dont le dessin vient se calquer sur celui de son réseau ferré.

Les lignes aériennes apparaissent sous le Second empire le long des voies ferrées et prennent le nom de "poteaux télégraphiques", ces lignes répondent aux besoins du chemin de fer en matière de **signalisation ferroviaire** (en détail pdf), de communication entre les gares, de sécurité.

Les poteaux télégraphiques ont envahi le paysage ferroviaire à partir des années 1850 et, pendant plus d'un siècle, jusque durant les années 1970, les poteaux télégraphiques puis téléphoniques ont dansé leur ballet fascinant et répétitif, montant et descendant avec leurs fils, se penchant vers l'extérieur des courbes, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, avec la persistance rythmique digne d'un ballet sur la musique du boléro de Ravel. Il fallait, lors d'un long voyage à 120 km/h, les compter tous, ne pas en rater un, les voir comme grandir pour enjamber les ponts passant au-dessus de la voie et rapetisser ensuite, les voir subitement disparaître dans les grandes gares ou, pour les plus petites gares, contourner le bâtiment-voyageurs en se cachant à la limite des voies du côté opposé à la ville.

Si l'on considère le voyageur comme un point fixe, les fils semblent descendre puis remonter doucement pour être rabattus violemment vers le bas par chaque poteau. Bref, ces poteaux ont hanté l'esprit des enfants et leurs isolateurs noirs ou blancs, qui ressemblaient à ces clés de sol, transformaient les fils électriques en une partition musicale.

Et puis, modernité et télécommunication obligent, et problèmes de perturbation et de voisinage créés par le courant électrique des caténaires, ils ont disparu du champ de vision du voyageur, étant, au prix de longs et importants travaux, enterrés et sans cérémonie funéraire ni condoléances.



Poteaux PTT sur une ligne SNCF : la rangée supérieure comprend quatre isolateurs simples remplaçant deux « clés de sol », permettant la permutation des fils par rapport à la terre. Pour passer de l'isolateur supérieur d'une « clé de sol » à l'isolateur inférieur, le fil utilise à titre transitoire un isolateur simple intermédiaire qui le positionne à une hauteur proche du support transversal. L'angle de la déviation du fil est moins importante car répartie sur plusieurs poteaux successifs.

Les fils télégraphiques que les compagnies sont autorisées à installer, pour leur service d'exploitation, sur les poteaux télégraphiques supportant les fils de l'État, sont placés immédiatement au-dessous de ces derniers, dans l'ordre suivant : d'abord le fil direct, puis le fil omnibus, et enfin le fil spécial.

En haut de la nappe de fils, le fil direct relie entre eux les appareils des grandes gares et servent à l'expédition des demandes de secours, des avis d'accidents et de toutes dépêches à grande distance. Ces postes, qui fonctionnent le jour et la nuit, peuvent « attaquer » ou « être attaqués » (terme de métier et d'époque) à tout instant. Les appareils des gares de moindre importance, non pourvues de dépôt de machines, mais pouvant toutefois être appelées à former un train ou à fournir du matériel, sont mis en communication directe sur ce fil. Ces postes, qui fonctionnent également le jour et la nuit, peuvent « attaquer » les postes voisins, mais ne peuvent pas « être attaqués » par eux.

En dessous, le fil omnibus met en communication permanente les appareils installés dans les gares situées à des distances déterminées, et servant aux besoins journaliers de l'exploitation. Ces postes, fonctionnant généralement de jour et de nuit, peuvent communiquer avec les postes voisins et vice-versa. Dans les gares où il n'y a pas de service de nuit, le chef de gare doit, avant de quitter son service, avoir le soin de placer le récepteur et le commutateur de sonnerie en communication directe, afin que les dépêches qui viendraient à être échangées pendant l'interruption du service, puissent parvenir à destination, ce qui constitue le dernier geste de la journée pour un chef de gare à l'époque, geste bien connu. Mais il ne dormira pas, pour autant, sur ses deux oreilles : si l'on avait besoin de télégraphier localement en cas d'un accident, le chef de gare, « préalablement réveillé » (précise avec délicatesse le règlement), doit immédiatement se lever et se mettre à la disposition de l'agent qui a une dépêche à faire transmettre.

Les appareils des postes dits de secours, installés dans les gares intermédiaires ou à l'abord des points dangereux, ou encore sur des points où l'on exécute des manœuvres, sont mis en communication directe sur fil omnibus. Ces appareils, qui ne servent, comme l'indique leur nom, que pour demander du secours en cas de détresse ou d'accident, peuvent attaquer les postes voisins sans réciprocité.

Enfin, le fil spécial, qui n'est installé que sur quelques lignes et qui est placé le dernier, au-dessous de tous les autres) est destiné à relier plusieurs petites gares consécutives de banlieue avec une gare de premier ordre (comme Paris, Dijon, Lyon), « afin de ne pas entraver le service de la grande ligne, par la transmission de dépêches peu importantes » précisent les textes officiels qui pensent que les petites gens n'ont pas à troubler les grands de ce monde.



Le téléphone SNCF d'alarme sur les installations le long des voies.

La création, assez tardive et surtout au lendemain de la Première Guerre mondiale, du téléphone fera apparaître, sans les emprises des compagnies de chemin de fer et le long des lignes, une grande quantité de fils et de supports en bois, avec leurs isolateurs en « clé de sol ». Le décret du 9 novembre 1911 met en place le service des Lignes Souterraines à Grande Distance (LSGD) de l'Administration des P&T mais il ne s'agit pour le moment que de lignes souterraines télégraphiques. En 1914, l'arrêté du 6 juin organise l'établissement de lignes aériennes et aéro-souterraines. Ce n'est que le 7 septembre 1923 que la première liaison interurbaine téléphonique à grande distance, entre Paris et Strasbourg, et en service manuel, est prévue et elle sera ouverte le 9 août 1926.



Aujourd'hui, les réseaux de télécommunication de la SNCF couvrent la France entière: ils disposent de moyens autonomes de transmission et de commutation. Les services de maintenance et d'entretien sont répartis dans l'ensemble du pays.

Autonome par rapport à l'Administration des Télécommunications françaises, le réseau de télécommunications de la SNCF est également performant et de haute qualité: les cheminots affirment: "on n'est pas à la traine"; il n'aurait rien à envier à celui de FRANCE TELECOM sur le plan de la recherche du perfectionnement technique. De surcroît, la qualité de service serait de bon niveau. Quand on s'entretient avec des cheminots affectés aux services de télécommunications, leurs réponses expriment parfois un mélange de fierté et le souci de se positionner par rapport à l'Administration. On a même entendu la phrase suivante, significative de cet état d'esprit: "on est comme les PTT en mieux, mais en plus petit". De fait, certaines réalisations techniques témoignent du niveau atteint, comme le fonctionnement opérationnel sur 400 kilomètres en mode MIC, dès 1981 (sur la liaison TGV entre Paris et Lyon). Autre exemple, la pose d'un câble mixte, contenant des fibres optiques, à l'occasion d'une transformation du réseau télécom entre Morte et Nevers. Un service de recherche existe, et travaille par exemple sur un projet d'utilisation des satellites pour la régulation du trafic ferroviaire.



Sur le réseau du PO en banlieue parisienne vers 1920 : véritable invasion de poteaux ajoutée aux supports des caténaires et à la présence d'une signalisation aussi luxuriante que fatigante pour les conducteurs.

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 disparaît 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).

1921 : essais de liaison entre 3e 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.

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.

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.

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.

Les premiers opérateurs télégraphiste de train des chemins de fer en marche sont apparus dès **1890**.

L'opérateur radiotélégraphiste de train des chemins de fer (SNCF1) était un cheminot chargé d'établir les communications pour l'approvisionnement, les communications de service, listes de fret, cargaison, détails, etc. , les communications publiques et des messages familiaux, de transmettre aux trains des ordres provenant du contrôleur de circulation ferroviaire, et de lui retransmettre le progrès de la circulation du train.



La radiotélégraphie permettait ainsi au personnel roulant et au personnel fixe de **communiquer** entre eux, notamment concernant la sécurité, la circulation et l'efficacité de la gestion du trafic.

L'antenne radioélectrique radiotélégraphique était fixé horizontalement entre 1 et 2 mètres au-dessus du toit du train (et passait de wagon en wagon sur toute la longueur du train).

La radio sol-train mise en place par la SNCF à partir de 1976,, est un système analogique de télécommunication utilisé sur une partie du réseau ferroviaire français pour assurer la liaison entre les postes de gestion des circulations et les mécaniciens des trains.

Le dispatching-system, une amélioration notable pour les cheminots en 1925

Le Dispatcheur fournit des fonctions et organise l'information relative à la répartition des trains sur un réseau de trains miniatures. Sa fonction principale est l'allocation des sections de voie pour des trains différents circulant autour du réseau. Le Dispatcheur n'est pas conçu pour remplacer complètement un opérateur humain pendant une session d'exploitation des trains, mais il devrait rendre le travail de répartition plus facile et plus amusant. Le Dispatcheur est prévu pour travailler aux côtés d'un panneau, construit soit avec l'éditeur de Réseau ou l'éditeur de panneau , qui fournit une rétroaction visuelle de l'état du réseau. Il n'y avait aucune raison de faire un Dispatcheur qui ressemble à un prototype. Il a été tout simplement conçu pour être fonctionnel pour la répartition de l'exploitation d'un réseau ferroviaire.

Le Dispatcheur exige qu'un réseau soit divisé en Cantons, et que les Cantons le long de la ligne principale soient organisés en Sections. Il exige également que les Sections soient utilisées pour définir les itinéraires, appelés Transits, qui décrivent les chemins que les trains vont suivre lorsqu'il sont actifs sur le réseau. Les Cantons sont des portions de voie dont l'occupation peut être contrôlée individuellement. Les Sections sont des groupes d'un ou plusieurs Cantons qui sont allouées comme une unité par le répartiteur utilisant les fonctions du Dispatcheur. Les Cantons sont habituellement définis pour faciliter la signalisation sur un réseau. La simple utilisation de Dispatcheur ne requiert pas que la détection matériel du canton ou des signaux soient installée physiquement, ou même que le réseau physique soit divisé en cantons. Le Dispatcheur ne fonctionnera que si la configuration du cantonnement est définie dans un panneau uniquement. Toutefois, le Dispatcheur fonctionne mieux si les cantons matériels avec la détection de cantons sont présents. Il fonctionne encore mieux si les signaux matériels sont présents sur le réseau et que la logique signal utilise des capteurs de direction du Section.

Les Fonctionnalités fournies par le Répartiteur comprend: l'assistance pour démarrer et résilier le train, de l'information pour permettre une installation facile du rencontre sur les voies de passage, l'automatisation de certaines fonctions du répartiteur, la mise en place d'exécution automatique des trains, l'assistance pour le départ des trains selon une horloge rapide, l'assistance pour lier les signaux à une allocation via un simple support de signalisation banalisée APB, en option le réglage automatique des aiguillages quand une section de voie est attribuée, et enfin la circulation automatique des trains ainsi que des trains en exécution manuellement. Les versions initiales de ces fonctions sont incluses dans la version actuelle du Dispatcher; des améliorations suivront dans les prochaines versions de JMRI.

Le Centre pour le Dispatcheur est un Train Actif, qui porte les informations nécessaires pour faire fonctionner un train autour du réseau. Fondamentalement, un Train Actif est créé par le répartiteur en liant un Transit et un Train. Le Transit fournit une description de l'itinéraire à suivre par le train, y compris les Sections qui ont besoin d'être allouées au long de l'itinéraire, et, lors de l'exécution automatique, toutes les Actions qui doivent être initiées dans les sections spécifiques. Le Train spécifie ce qui doit être exécuté le long de l'itinéraire spécifié par le Transit. Les Trains peuvent être des descriptions complètes de toutes les machines et des wagons comme prévu par les Opérations JMRI, ou les machines sélectionnées depuis le menu du Liste JMRI , ou simplement un nom de train et une adresse dcc entré par le répartiteur.

Lorsque vous créez un Train Actif, le Dispatcheur précise également où est situé actuellement le Train Actif, et l'emplacement du Train Actif quand il est résilié après qu'il ait terminé son transit sur le réseau. D'autres options sont entrées, comme train prioritaire et le type, la demande pour démarrer le train à une heure d'horloge rapide spécifiée , et une demande d'exécuter le Train Actif automatiquement.

Tous les Trains Actifs sont affichés dans un Tableau dans la Fenêtre du Dispatcher , ainsi que des informations sur l'état du Train Actif. La fenêtre du Dispatcher contient également un Tableau d'attente des Demandes d'Allocation , un Tableau des Sections Allouées, et des boutons qui permettent au répartiteur de facilement allouer des Sections, créer de nouveaux Trains Actif, et de résilier des Trains actif. Les Sections Allouées sont libérées à l'aide des boutons dans Le Tableau Sections Allouées, ou automatiquement Si l'Option libération automatique est sélectionnée.

[Retrouvez en détail le dispatching sur ce site.](#)



Salle de dispatching à Paris, chemins de fer de l'Est - Science et monde du 13 août 1931

Dur métier que celui des cheminots occupés à charger, répartir et mettre en route près de 3 000 wagons chaque jour de l'hiver 1924/1925. Les manœuvres sont réglées comme du papier à musique car rien ne doit enrayer leur déroulement au risque d'entraîner des perturbations en chaîne. De plus, les wagons sont des mastodontes représentant un danger permanent. On s'étonne même que les accidents ne soient pas plus nombreux.

En juin 1925, le chef de gare principal de Moulins, monsieur Tourret, encadre un sous-chef de gare principal, monsieur Guéritaine, sept sous-chefs et 4 250 agents titulaires ou auxiliaires à qui revient d'organiser le transit quotidien de 2 700 wagons.

C'est alors qu'est mis en fonctionnement le « dispatching-system », évolution technologique d'origine américaine qui facilite l'écoulement des trains sur chaque ligne* et assure un débit maximum avec des dépenses d'exploitation moindres. Ce système complexe est basé sur un réseau téléphonique dirigé par un seul « dispatcher ». La gare de

Moulins dépend de celui installé à l'inspection générale de Nevers. Il regroupe toutes les informations relatives à la circulation des trains sur les lignes Montargis-Nevers Moulins-Paray-le-Monial, soit environ 80 gares avec lesquelles il garde une relation permanente par téléphone. Tous les incidents de route et l'état de la circulation remontent à lui en temps réel. Le dispatcher doit avoir une connaissance préalable précise et étendue du réseau ferroviaire et du trafic. Il s'appuie sur des graphiques représentant les différents trains, les lieux de passage et les horaires. Auparavant, des trains de marchandises pouvaient être retenus en gare parce que le personnel ne connaissait pas la position des trains circulant et retardait les manœuvres, quand c'était possible, pour éviter les accidents.

Un exemple pratique avec le train de messageries 4 917 ordinairement stoppé et garé à Moulins pour laisser passer le rapide Paris-Vichy qui le suit. Si le chef de gare au courant d'un retard du rapide, il n'est plus obligé de retenir le 4 917 qui a le temps de poursuivre son chemin. Les appels sont toujours brefs et concis : « Cosne** poste ? Donnez des nouvelles du 1018. Il est passé à l'heure ». De plus, le dispatcher fournit l'heure officielle aux gares de son circuit, en même temps, chaque matin entre 6 et 7 heures. Un circuit téléphonique de secours peut être activé en cas de panne.

Les compagnies françaises ne sont pas les seules en Europe à adopter le dispatching-system. Ses aspects techniques et son bien-fondé sont traités et débattus au cours du congrès de l'association internationale des chemins de fer qui s'est tenu à Londres du 22 juin au 1er juillet 1925.

C'est dans les années 1930 que l'on intégra les commutateurs téléphoniques répondant aux besoins du réseau du chemin de fer de l'Etat.

Description des Installations Téléphoniques des Chemins de Fer de l'Etat

Dites de la "Gare Saint-Lazare" à Paris

par A. DAMOISEAUX, C. de VRIENDT, et R. BOUCHER

Le Matériel Téléphonique, Paris, France

Les installations téléphoniques des chemins de fer de l'Etat ont pour but de faciliter les communications de tous genres nécessitées par l'exploitation du réseau de chemins de fer qui forme un des monopoles de l'Etat Français et qui couvre la partie occidentale de la France, comprise entre les côtes de l'Océan Atlantique et de la Manche, et deux lignes qui seraient tracées l'une de Paris à Bordeaux et l'autre de Paris à Dieppe. Cette partie de la France comprend les importantes provinces de Normandie, de Bretagne et du Sud-Ouest ; elle est desservie par un réseau très étendu de chemins de fer, dont les lignes principales sont celles de :

Paris à Dieppe ;

Paris à Rouen et le Havre ;

Paris à Granville et Saint-Malo ;

Paris à Chartres, Le Mans, Rennes, Brest ;

Paris à Chartres, Angers, Nantes ;

Paris à Saumur, La Rochelle, Rochefort-sur-mer ;

Paris à Saumur, Niort, Bordeaux.

Les installations téléphoniques de la **gare Saint-Lazare** relient entre eux les services du réseau de chemins de fer qui constituent la Direction Générale, et dont les principaux sont :

Le Conseil d'Administration, la Direction, l'Exploitation, le Matériel et la Traction, les Voies, Bâtiments et Constructions Nouvelles, le Personnel, les Services Sociaux, Sanitaires et Hospitaliers, la Police Générale du réseau, etc. à ces départements généraux s'adjoignent les nombreuses subdivisions et dépendances nécessaires au service immédiat des grandes gares de Paris (Saint-Lazare SL, Montparnasse MP et Invalides) et des nombreuses gares des environs de Paris, les magasins, les ateliers, les dépôts de matériel et de combustibles, etc.

La plupart de ces services et dépendances sont desservis par des postes réunis en de nombreux petits bureaux centraux appelés "groupes" ou

"standards" (gares, dépôts, ateliers, bureaux techniques ou administratifs, laboratoires, magasins, etc.) reliés entre eux et aux grandes gares dont ils dépendent, par des jonctions généralement à double sens, appelées jonctions "privées" ; ces installations réalisées progressivement par extensions et raccordements successifs, constituent un réseau dans lequel la variété et la complexité des méthodes d'opération ne permettent pas d'obtenir dans toutes les circonstances la rapidité et la sécurité nécessaires à une utilisation réellement efficace.

Les relations du chemin de fer avec les grands organismes de l'Etat et avec la population sont assurées par la liaison des principaux groupements de postes du chemin de fer avec les bureaux centraux du réseau téléphonique de Paris, monopole de l'Administration des P.T.T. et par des jonctions spéciales reliant entre eux les groupes de postes du chemin de fer.

L'Administration des chemins de fer de l'Etat est considérée par l'Administration des P.T.T. de l'Etat comme un abonné ordinaire à lignes groupées, dites lignes d'abonnement ou lignes P.T.T. ; chacune de ces lignes donne à l'abonné la disposition d'un poste normal ou d'abonnement.

D'autres postes des chemins de fer, en surplus des postes d'abonnement et appelés postes "supplémentaires" peuvent jouir de l'accès au réseau de l'Etat ou P.T.T. moyennant le paiement d'une redevance spéciale pour chacun d'eux.

Par extension, le terme "supplémentaire" a été appliqué non seulement à tous les postes d'abonnement et de surplus pouvant correspondre avec le réseau P.T.T., mais encore à la totalité du trafic de ces postes avec le réseau P.T.T. et à toutes les parties des installations de l'abonné, tableaux, commutateurs, lignes, jonctions, etc. pouvant être mises en communication avec le réseau P.T.T.

On trouve ainsi dans le réseau téléphonique du chemin de fer des postes "privées" pouvant communiquer librement avec tous les autres postes du

chemin de fer, mais auxquels toute relation avec le réseau public des P.T.T. est interdite et doit même être rendue irréalisable : des postes supplémentaires pouvant

communiquer non seulement avec tous les autres postes du chemin de fer, mais encore avec le réseau des P.T.T. ; les communications échangées entre ces postes et le réseau P.T.T. sont soumises à la même taxation que les communications des postes normaux d'abonnés du réseau P.T.T.

Une distinction semblable est faite pour les jonctions reliant entre eux les groupes de postes du chemin de fer :

Les jonctions "privées" entre deux groupes ou standards ne peuvent écouler que le trafic des postes privés et des postes supplémentaires entre eux, à l'exclusion de tout relèvement avec le réseau P.T.T.

Les jonctions "supplémentaires" entre deux groupes OU standards sont réservées au trafic des postes "supplémentaires," tant pour le service privé que pour le service avec le réseau P.T.T.

Les principaux groupes du chemin de fer, et tout au moins ceux qui comprennent des postes supplémentaires, sont reliés aux bureaux centraux du réseau des P.T.T. par des lignes d'abonnement ou lignes P.T.T., divisées elles-mêmes en :

- lignes spécialisées A à service restreint ; (appels du CF vers P.T.T.)

- lignes spécialisées B ; (appels P.T.T. vers CF)

- lignes mixtes à service général (utilisées dans les deux sens, et pour appels CF vers régional, interurbain, etc.)

- lignes interurbaines entre le chemin de fer et le bureau interurbain des P.T.T.

Les jonctions supplémentaires entre deux groupes ou standards CF ne paraissent justifiées que si l'un des groupes, bien que contenant des postes supplémentaires, n'avait pas de relèvement direct par lignes P.T.T. avec le réseau P.T.T. ; en réalité, tous les groupes CF sont pourvus de lignes directes P.T.T. ; des jonctions privées seraient donc suffisantes.

Mais les jonctions privées, dès qu'elles franchissent dans leur parcours une partie du domaine public, donnent lieu au profit des P.T.T. à une redevance supérieure à celle qui est due pour des jonctions supplémentaires de même parcours. Le CF tire parti de cet avantage économique en installant chaque fois qu'il est possible des jonctions supplémentaires, qui peuvent écouler la totalité du trafic des postes supplémentaires, lesquels ont également accès aux jonctions privées, et des jonctions privées, ces dernières étant les seules accessibles aux postes privés.

La réorganisation des services téléphoniques des chemins de fer de l'Etat a été entreprise par "**Le Matériel Téléphonique**" pour la partie comprenant les groupes de la gare **Saint-Lazare et de la gare Montparnasse** à Paris ; sans rien modifier aux autres installations existantes, cette réorganisation a pour but de transformer le réseau actuel très disparate et très imparfait, en un réseau homogène, équipé en système **Rotary 7D**, avec chercheurs sélecteurs à un seul mouvement, enregistreurs et mécanisme d'entraînement ; lorsque ce réseau homogène sera terminé, tous les postes du chemin de fer seront pourvus d'un numérotage uniforme permettant à un poste quelconque d'atteindre automatiquement un autre poste quelconque par une seule méthode opératoire identique, en supprimant toute intervention manuelle tant au départ qu'à l'arrivée, et toute subdivision de l'appel avec répétition du signal de transmission ou d'envoi.

La signalisation ferroviaire française

C'est l'ensemble des signaux conventionnels du réseau ferré français, destinés à assurer la sécurité des usagers du rail. Elle a été créée en 1930 par l'adoption du Code Verlant et par la mise en place graduelle, de celui-ci, à partir de 1935.

Historiquement, chaque compagnie privée de chemin de fer avait conçu et mis en œuvre sa propre signalisation. Cependant, pendant la première Guerre mondiale s'étaient multipliées les interpénétrations de trains entre réseaux. Il devenait donc nécessaire de créer une nouvelle signalisation unifiée. Une commission est donc créée en mai 1926, sous la présidence d'Eugène Verlant, directeur de l'exploitation du **PLM**.

La commission Verlant rend son rapport fin 1927. Le nouveau code des signaux reçoit l'approbation du ministère des travaux publics le 1er août 1930. La conversion au code

Verlant ne fut effective que fin 1936, sauf sur le réseau d'Alsace-Lorraine où elle fut achevée plus tard, en raison du caractère très particulier de la signalisation préexistante (signaux de type allemand).

Le code Verlant a été très novateur, en proposant quelques grands principes :

- large place accordée à la signalisation lumineuse en block manuel, ce qui a permis de tester la visibilité des signaux en vue de la mise en place du block automatique (mais celle-ci - à 2 feux - n'a jamais été une étape intermédiaire vers ce dernier - à 3 feux) ;
- signaux lumineux basés sur trois couleurs : rouge (arrêt), jaune (ralentissement ou annonce d'arrêt), vert (voie libre). Ce code des couleurs a été repris par nombre de compagnies étrangères, ainsi que pour les signaux routiers ;
- simplification des signaux : n'est présentée que l'indication la plus impérative (sauf dans certains cas).

Auparavant, l'indication d'ouverture des signaux pour observation de nuit était le feu blanc, mais, avec le développement de l'éclairage public, cette "couleur" subsiste uniquement pour les refoulements ou les voies de service. On lui substitue la couleur verte qui était dévolue à l'observation de nuit des signaux d'annonce d'arrêt, constitués d'une cocarde à damier vert et blanc, en forme de losange, et appuyés par un contact fixe dit "crocodile". Donc de significations concourantes, le feu vert et le feu rouge n'interdisaient pas, jusque-là, de recruter des daltoniens (personnes atteintes de dyschromatopsie) pour la conduite des trains contrairement à ce qui a pu être avancé en relation avec d'anciennes catastrophes ferroviaires.

L'implantation des signaux se fait normalement du côté où les trains circulent : généralement à gauche car les trains circulent le plus souvent à gauche. Toutefois, en Alsace-Moselle (départements du Bas-Rhin, du Haut-Rhin et de la Moselle), la circulation normale se fait à droite et l'implantation des signaux est faite à droite. En effet, cette région a été rattachée à l'Empire allemand de 1871 à 1918. Comme les trains roulent à droite en Allemagne, le réseau ferroviaire d'Alsace-Lorraine a été modifié sur ce modèle. Après retour à la France, l'essentiel du réseau était construit, avec circulation à droite et en inverser le sens s'est révélé trop coûteux, en particulier dans les zones des gares. Dans certains établissements ou sur certaines sections de ligne, lorsque la configuration du lieu l'impose, les signaux peuvent être implantés à droite. Ils sont alors équipés d'une flèche blanche désignant la voie à laquelle ils s'adressent.

Sur certaines sections de ligne à double voie équipées d'une installation permanente de contre-sens (IPCS), la signalisation est implantée normalement à droite pour les circulations à contre-sens. Il n'est pas fait usage de flèches blanches. En effet, le début d'une zone parcourue à contre-sens est repéré par un tableau d'entrée de contre-sens (TECS) qui, lorsqu'il est allumé, indique que les signaux suivants seront placés à droite de la voie (à gauche pour l'Alsace et la Moselle). De même, un tableau de sortie de contre-sens (TSCS) indique le retour à la circulation sur la voie normale, avec observation des signaux disposés du côté normal.

Là où la circulation des trains se fait à gauche, les signaux d'arrêt à main (drapeau rouge, jalon d'arrêt ou lanterne à feu rouge) sont présentés à gauche ou au centre de la voie concernée. Pour les voies desservant un quai, ils peuvent être présentés côté quai.

Le cantonnement s'appuie sur un découpage de la ligne en cantons. Les cantons présents sur une ligne entre deux gares font partie intégrante du système de block.

- Block manuel non enclenché : Pour des raisons de sécurité, le block manuel non enclenché (ou block sans appareils) n'est présent qu'en double voie ou sur les voies uniques à faible trafic fret (VUUS et VUTR)

- Block manuel enclenché : Dans le cas d'une voie unique, des enclenchements existent sur le block manuel (ou block avec appareils) afin d'éviter une erreur aboutissant à un nez-à-nez.

- Blocks automatiques :

La différence fondamentale entre le block automatique et le block manuel réside dans la détection ou comptage des essieux, dans le premier cas, et dans l'observation de la queue de train par un agent sédentaire, dans le deuxième cas (Signalisation d'arrière).

Un train ne peut, normalement, pénétrer dans un canton que si celui-ci est libre. Le canton est une section de voie, généralement délimitée par des signaux, dont la longueur est fonction de la distance d'arrêt ou de ralentissement d'un train, dans les conditions les plus défavorables sur la portion de ligne considérée. Lorsque la densité de trafic est faible, les cantons peuvent avoir une longueur plus importante (entre 6 et 16 km en BAPR par exemple).

Dans les systèmes de signalisation du futur, les cantons seront mobiles et suivront l'avancement du train (cantons virtuels, non matérialisés au sol et calculés en permanence par un système intégré sol-bord). Ceci permettra d'optimiser l'utilisation d'une ligne et de rapprocher encore deux circulations successives. Ce système est déjà en service sur le tronçon central de la ligne A du RER entre Nanterre - Préfecture et Vincennes. La signalisation classique est toujours existante mais éteinte à l'approche d'un train dont le système mobile de signalisation SACEM a été reconnu en état de fonctionnement, et rallumée en cas de problème.

La signalisation actuelle, classique ou par Transmission voie/Machine (TVM), permet déjà de réduire l'espacement entre deux trains jusqu'à 2 à 3 min. Toutefois, c'est un délai encore trop important sur les lignes les plus chargées (périurbain, LGV). En comparaison, le cantonnement virtuel du RER A permet d'atteindre un espacement de 90 s entre deux trains à pleine vitesse.

En général, la signalisation lumineuse comporte :

- un signal d'ouverture (couleur verte), signifiant que le canton suivant est libre, et donc permet la marche normale ;
- des signaux d'avertissement ou de limitation de vitesse (jaune) imposant au conducteur un ralentissement de son train et surtout d'être capable de s'arrêter avant le signal d'arrêt annoncé ;
- des signaux d'arrêt (rouge) imposant l'arrêt annoncé par l'avertissement.

Si la distance entre le signal d'arrêt et son avertissement est trop courte (elle peut parfois descendre jusqu'à 400 m), alors le signal précédent l'avertissement présente un jaune clignotant pour informer le conducteur de cette courte distance entre les deux signaux suivants.



Ces signaux sont complétés par des « tableaux indicateurs » limitant la vitesse, des ordres de ralentissement et de rappel de ralentissement pour accéder sur une voie déviée, divers panneaux relatifs à la topologie des voies (numéro, signalement d'impasses ou de garage), des signalisations de sectionnements électriques, des numéros de canaux radio, etc.

...

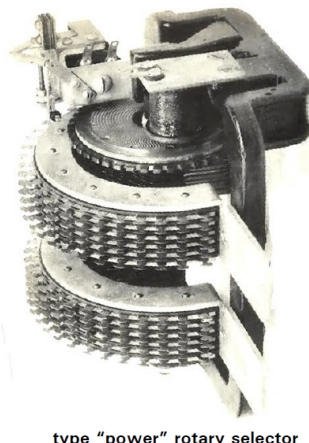
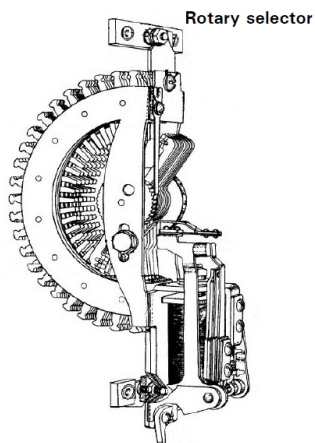
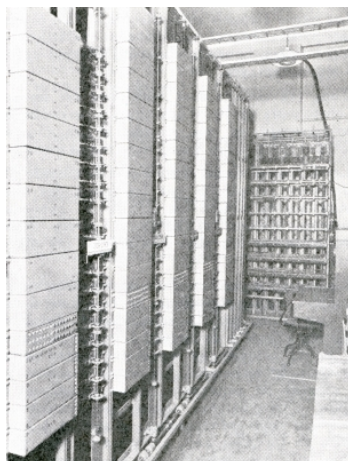
Avant de passer à l'étude des équipements de téléphonie de Saint Lazare et Montparnasse, rappelons les caractéristiques du [Rotary 7D](#)

C'est un prototype expérimental mis en service le 17 juillet 1937 à Angers, en vue d'équiper ultérieurement la grande banlieue de Paris par la société [LMT](#) (Seine-et-Marne, Oise...), mais n'est finalement pas retenu en France par l'Administration des PTT pour déploiement en raison de son coût. (*ce centre d'Angers a été très endommagé le 10 août 1944 par l'occupant allemand. Il est remplacé en Octobre 1964 par du Pentaconta*).

En revanche, il est retenu dès le début des années 1930 par la [compagnie française de chemins de fer d'Alsace-Lorraine](#), pour leurs réseaux de télécommunications internes, notamment dans les grandes gares - **Strasbourg** étant la première gare équipée ; il en est de même pour la Compagnie des **Chemins de Fer de l'État - Gares de Paris Saint-Lazare, Montparnasse, le sujet qui nous intéresse**.

(Le système ROTARY 7D est par contre massivement déployé dans les campagnes de Grande-Bretagne ainsi qu'en Suisse et constitue un meilleur produit que notre système automatique-rural R6 en déploiement dans nos campagnes à partir de 1935.

Le système automatique-rural R6 a même par la suite, dans les années soixante, retardé l'automatisation totale des provinces. Par exemple, en 1968, est mis en service un centre automatique-rural à Corté, dans le département de Corse...)



Ci-dessus : vue du Commutateur ROTARY 7D de la Gare de Paris Montparnasse en 1935.

- Le système ROTARY 7D est pourvu d'enregistreurs.

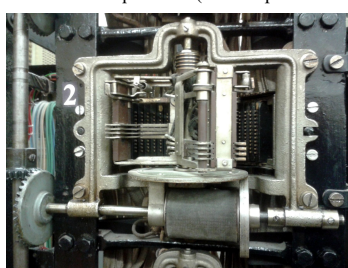
- Les Commutateur ROTARY 7D sont de très-petite taille, entièrement automatiques.

Le système ROTARY 7D est bien conçu pour être installé dans les campagnes et pour regrouper en réseau téléphonique entièrement automatique les petits bourgs. Par contre, son prix de revient par abonné est élevé, d'où son abandon par les autorités françaises qui n'étaient pas prêtes à y mettre le prix.

- Le système ROTARY 7D est pourvu de Chercheurs rotatifs utilisés aussi bien en tant que Chercheurs, qu'en tant que Sélecteurs unidirectionnels.

- Les Chercheurs rotatifs ROTARY 7D comprennent 100 positions. (Chercheurs probablement de Type 7002). Il s'agit du même modèle utilisé que dans le ROTARY 7A1.

- En revanche, bien que le système ROTARY 7D utilise des organes communs aux autres systèmes ROTARY 7, il ne s'agit en fait pas d'un système à Impulsions de Contrôle Inverses, mais d'un système très similaire à un système pas à pas tel que le ROTATIF 1926 (R6) : il n'y a que des Impulsions calibrées en durée par un système d'engrenages à cliquet à 10 positions (en réalité 11 positions car 1 position est réservée à la maintenance technique), délivrées par l'Enregistreur pour avancer, mais il n'y a plus d'impulsions d'arrêt en tant que telles (dites Impulsions de Contrôle Inverses).



Chercheur de lignes (Partie fixe). — Chercheur de lignes (Partie tournante)

Dans un bureau central semi-automatique, lorsque l'opératrice a enregistré le numéro de l'abonné demandé sur un clavier analogue à celui d'une machine à écrire, la mise en relation de cet abonné avec l'abonné demandeur se poursuit automatiquement par des commutateurs tournants que nous décrirons plus loin.



clavier de l'opératrice



clavier de l'abonné

Première partie GARE MONTPARNASSE

L'importance capitale des communications téléphoniques entre les postes d'un réseau de chemin de fer à grand trafic exige que ces communications, dans toutes les circonstances qui peuvent se présenter, soient établies avec rapidité, certitude et sécurité ; il semble qu'un bon moyen d'exposer clairement les méthodes adoptées pour la réalisation des installations des gares Saint-Lazare et Montparnasse soit d'en analyser successivement tous les éléments ; c'est le programme qui sera suivi dans cet article, dans lequel il est fait usage des abréviations suivantes :

SL: Saint-Lazare;

MP: Montparnasse ;

PTT : Réseau Téléphonique de l'Etat, dans la Région Parisienne;

CF : Réseau particulier des chemins de fer de l'Etat.

Les services intérieurs de la gare MP sont assurés par 45 postes privés et 15 postes supplémentaires; la gare MP est reliée à la gare SL par 4 jonctions privées et 2 jonctions supplémentaires, au réseau P.T.T. par des lignes P.T.T. aboutissant au bureau central automatique (**Rotary 7A**) "Littré", aux autres groupes ou standards du CF par des jonctions privées et des jonctions supplémentaires.

Le service de la gare MP elle-même a été seul englobé dans la transformation actuelle ; il est assuré par un équipement automatique complet en relation directe avec le groupe de la gare SL : une table manuelle assure le service de la gare MP avec le réseau P.T.T. et avec les autres groupes C F.

Postes privés avec lampes d'occupation :

Chacun des 45 postes privés est relié à l'automatique seulement, mais il est représenté à la table manuelle par une lampe d'occupation et un jack individuel ; cette lampe s'allume aussitôt et reste allumée aussi longtemps que le poste est occupé comme demandeur ou comme demandé.

Le poste privé n'a pas de lampe d'appel à la table manuelle ; il ne peut appeler l'opératrice que par l'automatique, en envoyant le N° 00 qui lui est assigné et qui ne doit être utilisé que par les postes MP; par contre, même lorsqu'il est occupé, il peut être appelé à tout moment par l'opératrice, en service privé seulement. pour un appel émanant d'un autre poste MP privé OU supplémentaire, ou parvenant d'un autre groupe par une jonction privée.

Les postes privés MP ont accès par les sélecteurs primaires (faisant fonction de finals) des cordons automatiques :

- aux postes privés et aux postes supplémentaires MP, par l'envoi du numéro de 3 chiffres du poste demandé;

- aux postes privés et aux postes supplémentaires SL, par l'envoi du numéro de 3 chiffres du poste demandé, l'appel utilisant automatiquement une jonction privée à double sens MP-SL;

- à l'opératrice MP, par l'envoi du numéro 00 réservé à cette opératrice pour les postes privés et les postes supplémentaires 'VIP' seulement.

Postes supplémentaires à double ligne

Le poste supplémentaire peut être mis en communication avec les lignes P.T.T. et avec les jonctions supplémentaires ; il est relié au bureau central MP par deux lignes. à l'une OU à l'autre desquelles il est rattaché par la manœuvre des clés dont il est pourvu, la ligne laissée libre restant sur sonnerie.

La première ligne est la ligne privée, reliée exclusivement à l'automatique comme la ligne d'un poste privé, mais sans lampe d'occupation ni jack à la table manuelle ; la ligne privée donne au poste supplémentaire les mêmes facilités qu'au poste privé ; le poste supplémentaire a donc accès automatique complet aux postes privés et supplémentaires MP et SL, par l'envoi du numéro de 3 chiffres du poste demandé, et à l'opératrice MP par l'envoi du N° 00.

La deuxième ligne est la ligne supplémentaire, qui relie le poste à la table manuelle où elle est pourvue d'une lampe d'appel et d'un jack individuels ; tout appel émis par le poste sur cette ligne ne peut être desservi que par l'opératrice MP, à destination d'une ligne P.T.T. OU d'une jonction vers un autre groupe CF. Les dispositifs de la table manuelle sont tels que les lignes des postes privés ne peuvent pas être reliées aux lignes P.T.T. ni aux jonctions supplémentaires ; par contre, aucune restriction n'existe pour les postes supplémentaires.

Le diagramme de jonction de la **fig. 1** représente dans son état actuel l'équipement automatique du groupe MP.

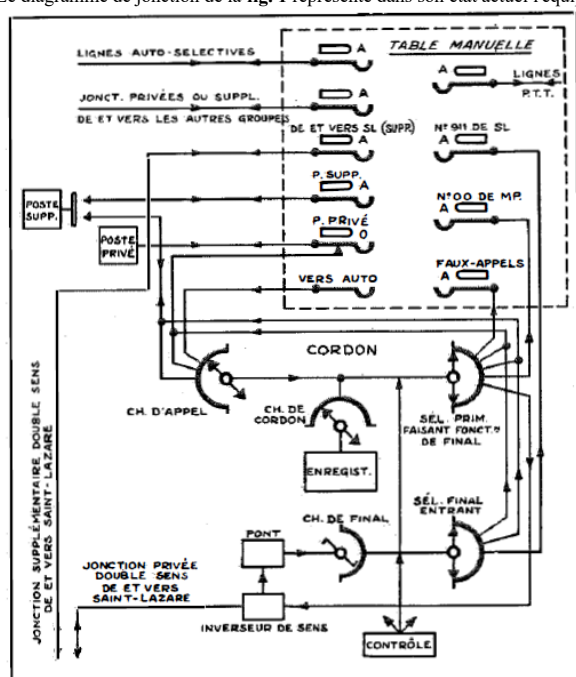


Figure 1—Groupe de Montparnasse—Diagramme de Jonction.

Cet équipement comprend :

9 cordons formés chacun d'un chercheur d'appel et d'un sélecteur primaire faisant fonction de sélecteur final ; les lignes des postes privés et les lignes privées des postes supplémentaires sont multipliées à la fois dans les arcs des chercheurs d'appel et des sélecteurs primaires ; les 9 cordons sont desservis par 3 enregistreurs avec chercheurs de cordon.

En même temps que les lignes des postes, 3 lignes provenant de la table manuelle, ou elles sont pourvues de jacks individuels, sont multipliées dans les arcs des chercheurs d'appel, tandis que trois autres lignes, aboutissant à la table manuelle ou elles sont pourvues de lampes d'appel et de jacks individuels sont multipliées dans les arcs des sélecteurs primaires ; c'est la première disponible de ces trois dernières lignes qui est atteinte lorsque le demandeur de M P envoie le N° 00 pour appeler l'opératrice MP. Enfin, dans l'arc des sélecteurs primaires des cordons sont multipliées les jonctions privées à double sens MP-SL ; la première disponible de ces jonctions est prise automatiquement par un appel d'un poste MP envoyant le numéro de 3 chiffres d'un poste SL.

Jonctions privées à double sens MP-SL

Ces jonctions écoulent le trafic entre les postes privés et les postes supplémentaires des deux groupes et ne peuvent pas être utilisées pour le trafic émanant OU à destination du réseau P.T.T.

Chacune des quatre jonctions privées actuellement équipées est pourvue d'organes d'inversion de sens ou d'aiguillage, d'alimentation et de discrimination et se termine à un chercheur de sélecteur final ; les nombres des jonctions privées, qui peuvent atteindre 6, et des sélecteurs finaux entrants étant très faibles, ne justifieraient qu'un seul contrôle ce qui serait insuffisant pour assurer la rapidité et la sécurité désirables ; aussi à sa partie entrante, la jonction se termine aux balais d'un commutateur pas-à-pas qui recherche dans son arc un sélecteur final disponible dans une section actuelle de sélecteurs finaux dont le contrôle est lui-même disponible.

Ultérieurement, lorsque le nombre des postes du groupe MP dépassera 90, il sera nécessaire de faire intervenir des sélecteurs secondaires et des sélecteurs finaux ; la jonction aboutira aux balais d'un sélecteur secondaire qui sera raccordé à un contrôle secondaire par un chercheur de jonction ; ce chercheur de jonction sera le commutateur pas-à-pas utilise momentanément comme distributeur de sélecteur et de contrôle finaux.

Dans l'état actuel, tout appel parvenant de SL par une jonction privée recherche en premier lieu un sélecteur final entrant dont le contrôle est disponible ; dans les arcs des sélecteurs finaux entrants ainsi accessibles aux jonctions privées sont multipliées les lignes des postes privés, les lignes privées des postes supplémentaires et trois lignes aboutissant à la table manuelle OU elles sont pourvues de lampes d'appel et de jacks individuels ; ces lignes sont réservées aux appels émanant des postes OU des opératrices SL à destination de l'opératrice MP, appelée automatiquement par l'envoi du N° 9 11 par le poste demandeur.

Au-delà de leur aiguillage, les jonctions privées sont multipliées dans les arcs des sélecteurs primaires des cordons automatiques et peuvent ainsi écouler le trafic dans le sens MP-SL.

Jonctions supplémentaires à double sens MP-SL

Ces jonctions écoulent principalement le trafic des postes supplémentaires MP et SL entr'eux ; elles peuvent en outre écouler le trafic de ces postes supplémentaires avec le réseau P.T.T., mais ne peuvent en aucun cas être reliées aux postes privés de ces deux groupes.

Un poste supplémentaire quelconque MP, après s'être fait relier par l'opératrice MP à une jonction supplémentaire MP-SL, peut ensuite appeler, sans aucune autre intervention de l'opératrice MP, un poste supplémentaire quelconque SL, en envoyant au moyen du cadran d'appel le numéro de 3 chiffres de ce poste.

Chacune des deux jonctions équipées actuellement aboutit directement à la table manuelle MP ou elle se termine par une lampe d'appel et un jack individuels ; elle peut être mise en communication directe, par un cordon manuel, avec la ligne supplémentaire d'un poste supplémentaire quelconque MP, ainsi qu'avec une jonction supplémentaire vers un autre groupe rattaché à M P ou avec une ligne P.T.T. reliant la table manuelle MP au réseau P.T.T.

La disposition des organes de la table manuelle MP (fiches, jacks, des, etc.) interdit toute mise en communication des postes privés avec les lignes P.T.T. et les jonctions supplémentaires.

Appel direct des opératrices SL par les jonctions supplémentaires

Chacune des jonctions supplémentaires qui relient M P à S L est pourvue à la table manuelle M P, d'un dispositif d'appel direct qui permet à l'opératrice MP, par le seul enfoncement d'une clé, de créer à SL un appel signalé par le scintillement de la lampe d'occupation de la jonction ; en service normal, cette lampe s'allume et reste allumée aussitôt et aussi longtemps que la jonction est occupée. Le dispositif d'appel direct transforme les jonctions supplémentaires qui aboutissent à SL en lignes d'ordre et facilite considérablement le service des opératrices des groupes distants, chaque fois que ces opératrices doivent recourir à l'intervention de leurs collègues de SL ; il s'applique non seulement aux jonctions supplémentaires M P-SL, mais encore aux jonctions supplémentaires provenant des autres groupes distants.

Autres liaisons du groupe MP

Les lignes P.T.T. de la gare M P (lignes groupées) reliant la gare MP au bureau urbain automatique (**Rotary 7 A**) "Littre" du réseau P.T.T., les jonctions privées et supplémentaires entre le groupe M P et les autres groupes CF, les lignes autosélectives équipées suivant le système "train dispatching" mais servant exclusivement au service téléphonique comme des lignes partagées OU "party lines" à appels directs entre deux postes quelconques de la même ligne, aboutissent exclusivement à la table manuelle M P ou elles sont desservies par des procédés purement manuels ou semi-automatiques, adaptés, à l'équipement manuel ou automatique du groupe distant.

Faux-appels

Les dispositifs permettant de déceler les faux appels sont les mêmes que ceux qui sont décrits dans la deuxième partie de cet article.

Équipement et Service Privé

Les vastes bâtiments de la gare Saint-Lazare à Paris contiennent non seulement les bureaux et les dépendances du chemin de fer dans la circonscription ou l'arrondissement dont elle est le centre, mais encore la plupart des bureaux de la Direction Générale des Chemins de Fer de l'Etat pour toute l'étendue du réseau. Elle est pourvue d'un bi central téléphonique comprenant une partie automatique et une partie semi automatique; ce bureau est lui-même relié au réseau téléphonique P.T.T. par des lignes P.T.T. spécialisées A, spécialisées B, mixtes et interurbaines, et aux nombreux petits centraux desservant les gares voisines, les dépôts, les ateliers, les magasins, etc., par des jonctions privées et par des jonctions supplémentaires.

Parmi les lignes et jonctions, la plupart sont entièrement métalliques à deux fils sans retour commun ni prise de terre ; quelques-unes sont des circuits fantômes ou des circuits à courant porteur; les jonctions privées et les jonctions supplémentaires sont à double sens.

1. Equipement Automatique- (Fig. 2)

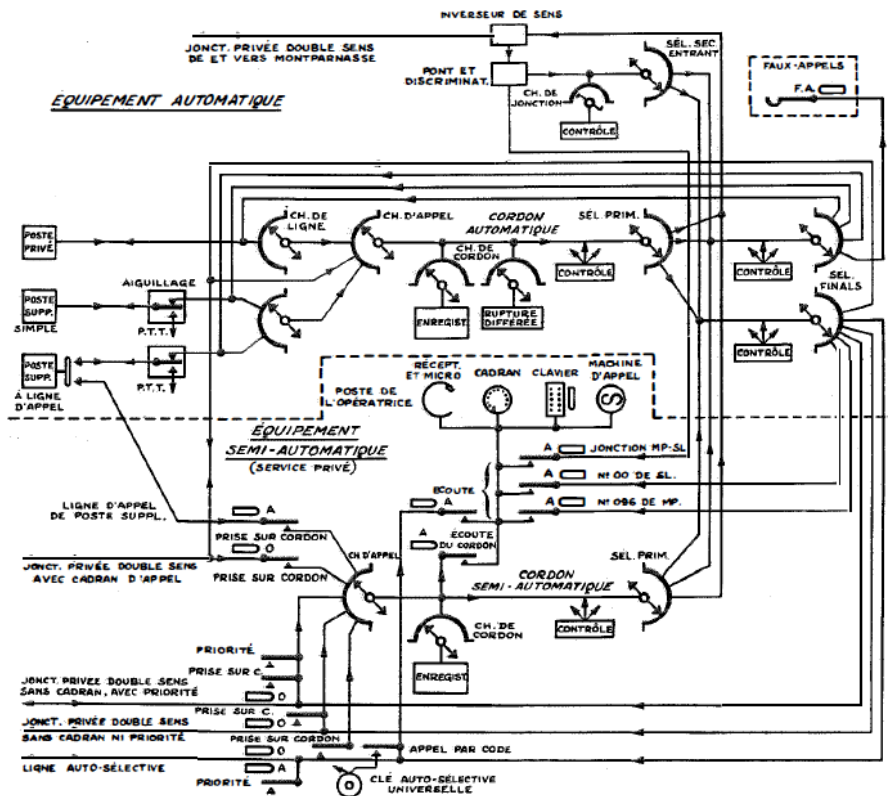


Figure 2—Diagramme de Jonction du Groupe Saint-Lazare—Service Privé.

L'équipement automatique dessert exclusivement le trafic privé du chemin de fer et ne peut en aucun cas intervenir dans la mise en communication d'un poste privé ou d'un poste supplémentaire avec une ligne P.T.T. ou une jonction supplémentaire, ni inversement.

Postes privés

Les postes privés n'ont pas droit à la mise en communication avec le réseau P.T.T. ; leur nombre qui peut être porté à 466 est actuellement de 320.

Les lignes des postes privés les relient au bureau automatique, sans aucune communication directe avec la table manuelle ; elles sont divisées en groupes de 100 et sont multipliées dans les arcs des chercheurs de ligne et des sélecteurs finaux ; des cordons, composés chacun d'un chercheur d'appel et d'un sélecteur primaire et accessibles à des enregistreurs avec chercheur de cordon, assurent les communications demandées par les postes privés.

Les sélecteurs primaires des cordons automatiques ont accès sous le contrôle des enregistreurs :

- aux sélecteurs finaux des postes privés SL et des postes supplémentaires SL ;
- aux jonctions à double sens de et vers la gare Montparnasse, cette gare constituant le seul groupe distant actuellement englobé dans la transformation des installations ;
- aux sélecteurs finaux des jonctions privées, des lignes auto-sélectives et des opératrices SL.

Un poste privé SL peut ainsi atteindre directement :

- un poste privé SL ou un poste supplémentaire SL, par l'envoi du numéro de 3 chiffres du poste demandé ;
- un poste privé MP ou un poste supplémentaire MP par sa ligne privée, par l'envoi du numéro de 3 chiffres du poste demandé ; la communication occupe automatiquement une jonction privée disponible à double sens SL-M P ;
- une opératrice M P, par l'envoi du numéro 9 1 1 utilisable par les postes SL seulement ;
- une opératrice SL, par l'envoi du numéro 00 utilisable par les postes SL seulement ;
- l'opératrice d'un groupe manuel ou automatique distant relié par jonction privée à SL, par l'envoi du numéro de 3 chiffres de ce groupe ;
- une ligne auto-sélective, par l'envoi du numéro de 3 chiffres de la ligne demandée, l'appel faisant intervenir une opératrice SL, qui s'informe du numéro du poste désiré et qui complète la mise en communication.

Postes supplémentaires

Les postes supplémentaires SL qui ont droit à la mise en communication avec le réseau P.T.T. sont au nombre de 370 ; ces 370 postes sont reliés normalement à l'équipement automatique, mais 80 d'entre eux disposent en outre chacun d'une ligne spéciale d'appel individuel le reliant à l'équipement semi-automatique.

Au point de vue du service privé, les deux catégories de postes supplémentaires ne diffèrent pas entre elles ; leurs lignes divisées en groupes de 100 au répartiteur général, sont pourvues à leur entrée au bureau central d'un aiguillage constitué par un groupe de relais ; au-delà des aiguillages, elles sont desservies par des chercheurs de ligne qui leur sont réservés ; les chercheurs de ligne des postes supplémentaires utilisent les mêmes cordons. Les mêmes enregistreurs et les mêmes sélecteurs finaux que les chercheurs de ligne des postes privés.

Les lignes des postes supplémentaires sont multipliées dans les arcs des sélecteurs finaux, comme les lignes des postes privés, et dans les arcs des chercheurs de ligne des postes supplémentaires ; elles sont en outre multipliées dans les arcs des chercheurs P.T.T. faisant partie de l'équipement "supplémentaire" ou P.T.T. Les postes supplémentaires ont ainsi, pour le service privé, les mêmes facilités que les postes privés.

Dans sa position normale, qu'il conserve aussi longtemps qu'une ligne P.T.T. ou une jonction supplémentaire ne doit pas intervenir, l'aiguillage de poste supplémentaire maintient la ligne de ce poste en communication directe et exclusive avec l'équipement automatique.

Jonctions privées à double sens avec cadran d'appel

Les jonctions privées à double sens avec cadran d'appel relient le groupe SL à des groupes distants dans lesquels il est fait usage d'un cadran d'appel soit au poste demandeur, soit à la table manuelle du groupe auquel ce demandeur appartient.

Ces jonctions sont multipliées d'une part dans les arcs des chercheurs d'appel des cordons automatiques, d'autre part dans les arcs des sélecteurs finaux des jonctions ; elles sont

représentées à la table manuelle SL par une lampe d'occupation et par un jeu de clés individuels; la lampe d'occupation s'allume aussitôt et reste allumée aussi longtemps que la jonction est occupée comme appelante ou comme demandée.

Jonctions privées à double sens SL - MP

Ces jonctions présentent la particularité de relier entr'eux les deux premiers groupes équipés de l'ensemble homogène que pourrait constituer ultérieurement le réseau téléphonique des chemins de fer de l'Etat, tout au moins pour les circonscriptions Saint-Lazare, Montparnasse et Batignolles.

La jonction privée à double sens SL-MP est pourvue, à son entrée à SL, d'un inverseur de sens et d'un pont avec discriminateur, au-delà desquels elle aboutit d'une part trafic entrant de Montparnasse, à un sélecteur secondaire entrant avec contrôle à chercheur de jonction, et d'autre part, pour le trafic de SL vers MP, dans les arcs des sélecteurs primaires des cordons automatiques et des cordons semi automatiques.

Les sélecteurs secondaires entrants des jonctions ont accès dans leur arc aux mêmes sélecteurs finals que les sélecteurs primaires des cordons automatiques, et ultérieurement aux jonctions privées à double sens entre SL et les autres groupes CF équipés en [système 7D](#).

Le discriminateur de la jonction SL-MP intervient dans le cas suivant : un poste MP veut atteindre un poste d'un groupe distant relié à SL et équipé actuellement en système automatique autre que le système 7D ; il envoie, à cet effet, de M P , le numéro de 3 chiffres attribué au groupe de destination et occupe une jonction MP-SL, le sélecteur secondaire entrant de la jonction, un sélecteur final des jonctions, et une jonction privée à double sens SL-groupe distant.

La capacité de numérotage étant épuisée pour atteindre ainsi le bureau central du groupe distant, le demandeur ne peut envoyer lui-même au moyen de son cadran le numéro demandé dans le groupe de destination. La lampe d'occupation de la jonction SL-groupe distant s'allume à la table manuelle SL, mais le discriminateur de la jonction y allume en même temps, en la faisant scintiller. la lampe individuelle d'appel de la jonction M P-SL ; l'opératrice SL intervient en actionnant la clé de la jonction, s'informe du numéro désiré et envoie ce numéro par cadran ; en même temps, elle "garde" la jonction M P-SL et la ligne appelante pendant l'envoi et la sélection du numéro demandé.

Faux-appels

Quelle que soit la cause d'un faux-appel sur la ligne d'un poste privé, d'un poste supplémentaire ou d'une jonction privée aboutissant au bureau automatique, la ligne ou la jonction défectueuse est reportée sur le dispositif de faux-appels accessible aux sélecteurs finals d'un des groupes (le moins chargé) de postes privés et de postes supplémentaires.

Jonctions privées à double sens sans cadran d'appel, avec ou sans priorité

Ces jonctions n'ont pas accès directement aux cordons automatiques ; pour les appels qu'elles émettent à destination de SL, elles sont desservies par les cordons semi-automatiques faisant partie de l'équipement semi-automatique SL décrit dans un chapitre ultérieur ; par contre, pour les appels qui leur sont destinés, elles sont accessibles par les sélecteurs finals SL des jonctions privées. Elles sont pourvues à la table manuelle SL de lampes d'occupation et de jeux de clés individuels.

Lignes auto-sélectives

Les lignes auto-sélectives sont des lignes privées qui desservent chacune une série de postes équipés en système "dispatching" mais utilisés exclusivement pour le service téléphonique; les appels, émis par ces postes aussi bien que les appels qui leur sont destinés, font intervenir l'opératrice SL qui complète la mise en communication dans l'un ou l'autre sens; le système d'équipement permet aux postes de la même ligne de communiquer entr'eux sans aucune intervention intermédiaire.

Rupture différée des communications

La rupture différée présente une importance considérable quand on tient compte du fait que parmi les nombreux groupes distants reliés à SL par des jonctions privées, les uns sont dits "bien desservis" parce qu'un opérateur spécial toujours présent assure au moment opportun la rupture des communications et la libération des organes et des jonctions, tandis que les autres sont dits "mal desservis" parce que leur opérateur est chargé en même temps d'autres fonctions telles par exemple que la délivrance et le recollement des billets, l'enregistrement des bagages, le télégraphe, etc.

Des jonctions et des organes pourraient donc être maintenus occupés après la fin des conversations. Pour éviter ce défaut, les cordons automatiques sont accompagnés de quelques circuits de rupture différée composés chacun d'un groupe de relais et d'un chercheur de cordon ; tout cordon maintenu par une communication dans laquelle le demandeur a racroché tandis que le demandeur ne racroche pas, est recherché par les circuits de rupture différée et est libéré après un délai déterminé ; la jonction privée, bien qu'elle reste engagée au point ou on a négligé de la libérer, ne devient pas appelante, mais est bouclée sur elle-même et ne redeviendra disponible qu'après l'exécution des manœuvres normales (retrait de fiche, relèvement de clés, racrochage, etc.) de rupture et de libération.

2. Equipement Semi-Automatique (Service Prive- Fig. 2)

L'équipement semi-automatique de la gare Saint-Lazare intervient dans le service privé pour établir ou compléter les mises en communication dans les deux sens, des postes privés et des postes supplémentaires SL et M P d'une part, avec les autres postes et groupes du CF, d'autre part, en utilisant les jonctions privées de toutes catégories reliant ces autres postes et groupes à SL ; il intervient également pour établir les communications émanant OU à destination des postes des lignes auto-sélectives reliées à SL.

L'équipement semi-automatique se compose de deux parties :

- a) Une table manuelle* à quatre positions d'opératrice, à laquelle sont raccordées toutes les lignes et jonctions pouvant ou devant recourir à l'intervention des opératrices ; les positions sont équipées exclusivement de clés et de lampes, l'Administration du CF de l'Etat rejetant formellement tout emploi de cordons manuels, de fiches et de jacks pour ses installations nouvelles. Les lignes d'appel des postes supplémentaires à double ligne sont réparties également entre les positions, tandis que les jonctions et les lignes auto-sélectives sont multipliées sur les 4 positions;
- b) Des cordons semi-automatiques*, constitués comme des cordons automatiques et comprenant chacun un chercheur d'appel et un sélecteur primaire ; ces cordons, desservis par des enregistreurs avec chercheurs de cordon, sont attribués en nombres égaux à chacune des positions d'opératrice. Leurs sélecteurs primaires ont accès aux mêmes sélecteurs finals de poste et de jonction que les sélecteurs primaires des cordons de l'équipement automatique.

Lignes d'appel des postes supplémentaires SL à double ligne

Ces lignes, dont le nombre actuel de 80 peut être porté à 100, sont réparties à raison de 20 par position d'opératrice. Chaque ligne possède à la position à laquelle elle est attribuée une lampe d'appel et une de "prise sur cordon" ; au-delà de la clé, la ligne est multipliée dans les arcs des chercheurs d'appel des cordons de la position.

Les lignes d'appel individuel des postes supplémentaires SL ont pour but principal de permettre aux usagers de ces postes de confier aux opératrices le soin d'établir les communications qu'ils veulent obtenir.

Le scintillement de la lampe de la ligne signale l'arrivée d'un appel ; l'opératrice, en actionnant la de prise sur cordon de la ligne, rend la ligne appelante dans les arcs des chercheurs d'appel des cordons de sa position. Le cordon qui s'engage avec la ligne appelante allume par scintillement sa lampe d'appel ; l'opératrice actionne la clé d'écoute de ce cordon ; s'informe de la demande et établit ensuite la communication désirée.

Jonctions privées à double sens avec cadran d'appel

Ces jonctions relient à SL de nombreux : groupes manuels et quelques groupes automatiques (en systèmes pas-à-pas) , comprenant de 30 à 50 postes et distants de 6 à 15 Km ; l'équipement de ces groupes a été établi pour leur capacité propre, sans aucune prévision d'interconnexion automatique entre leurs postes et les postes d'autres groupes similaires.

Les jonctions privées avec cadran d'appel sont considérées à leur arrivée à SL comme des lignes simples de postes privés ; elles sont multipliées directement dans les arcs des chercheurs d'appel et des sélecteurs finals de jonction de l'équipement automatique ; elles ont donc accès et sont accessibles sans aucune intervention manuelle des opératrices SL, aux postes privés SL et MP, aux postes supplémentaires SL et MP, aux jonctions privées de toutes catégories et aux lignes auto-sélectives. Chaque jonction privée avec cadran d'appel est en outre représentée par multiplage à chacune des positions de la table manuelle SL, par une lampe d'occupation et une de prise sur cordon. La lampe d'occupation s'allume aussitôt et reste allumée aussi longtemps que la jonction est occupée.

Lorsque la jonction est disponible, et est demandée par l'intermédiaire de l'opératrice, celle-ci, par la clé de prise sur cordon, la relie à un de ses cordons sur lequel elle envoie le courant de sonnerie par la clé générale de sonnerie de sa position ; à la réponse du poste demandé, elle "rappelle" le poste demandeur par le même cordon, au moyen du clavier et d'un enregistreur.

Il convient d'insister quelque peu sur ce mode de mise en communication, dont le principe a servi de base à l'élaboration des moyens mis en oeuvre dans le service des lignes P.T.T. et des jonctions supplémentaires. L'opératrice prend à sa charge la communication qui lui est demandée, et la renverse de sens : du demandé, elle fait le demandeur en le reliant à un de ses cordons comme s'il était réellement le demandeur ; on dit que l'opératrice, en actionnant la clé de prise de cordon de la jonction, "crée un appel sur la jonction" ; en fait, elle fait apparaître la jonction demandée comme si cette jonction était appelante, et se met en relation avec l'opératrice distante pour obtenir le poste demandé ; dès que celui-ci répond, il se trouve relié au cordon semi-automatique de l'opératrice SL comme s'il était lui-même appelant. L'opératrice établit ensuite la mise en communication comme si le demandeur vrai était demandé par la jonction.

Jonctions privées à double sens, sans cadran d'appel, avec priorité

Ces jonctions assurent un service très important, en reliant à SL des groupes comprenant de 50 à 120 postes, situés à des distances de 125 à 400 kilomètres. Parmi ces groupes, on peut citer notamment les gares de Rouen-136 Km, Le Mans-211 Km, Caen-239 Km, Thouars-326 Km et Rennes-374 Km, qui figurent parmi les plus importantes du réseau des chemins de fer de l'Etat. Ces jonctions, par lesquelles aucun envoi par cadran ne peut être fait actuellement sont multipliées directement dans les arcs des chercheurs d'appel des cordons semi-automatiques et dans les arcs des sélecteurs finals de jonction de l'équipement automatique ; dès que l'Administration des CF le jugera utile, elles seront munies de cadrans d'appel utilisant le courant alternatif à 50 périodes pour l'envoi des impulsions d'appel, ce qui permettra d'établir des communications directes entièrement automatiques de poste à poste, entre les groupements dépendant de Saint-Lazare, de Rouen, du Havre et des autres villes importantes du réseau des chemins de fer.

Pour tous les appels qu'elles amènent, ces jonctions sont desservies par les cordons semi-automatiques; le cordon semi-automatique qui s'engage avec la jonction appelante allume sa lampe d'appel, qui provoque l'intervention de l'opératrice SL par la clé d'écoute de cordon.

Après s'être informée du numéro demandé, l'opératrice SL complète la mise en communication par clavier et enregistreur ; la communication est assurée pendant toute sa durée, par le cordon semi-automatique et un des sélecteurs finals de poste OU de jonction communs à l'équipement automatique et à l'équipement semi-automatique.

Les appels à destination des groupements desservis par les jonctions sont établis par les cordons automatiques ou par les cordons semi-automatiques et mettent le poste demandeur en relation avec l'opératrice du groupement demandé, sans aucune intervention de la table manuelle SL; chacune des jonctions est représentée à chacune des 4 positions de la table manuelle SL par une lampe d'occupation et par une clé de prise sur cordon.

L'intensité et la nature du trafic assuré par les jonctions sans cadran avec priorité exigent qu'un demandeur qualifié de SL ou MP puisse obtenir à bref délai une commu urgente ou importante lorsqu'il constate que ses appels automatiques normaux aboutissent au signal d'occupation. Chaque jonction est pourvue d'une de priorité, que l'opératrice actionne lorsqu'elle en est requise par le poste demandeur. qui a envoyé le N° 00 ou le N° 096 suivant qu'il appartient au groupe SL ou au groupe MP. La clé de priorité éteint la lampe d'occupation de la jonction à la position à laquelle elle a été enfoncée, mais laisse allumées les lampes d'occupation de la jonction aux autres positions. D'autre part, la jonction des sa prochaine libération. deviendra automatiquement appelante à la position qui en a pris la priorité. Entretemps, l'enfoncement des clés de priorité aux autres positions n'a aucun effet ni sur la jonction, ni sur ses lampes d'occupation , ni sur la priorité déjà établie ; autrement dit, la prise de priorité n'est effective que pour la position à laquelle la clé de priorité a été enfoncée la première, et pour la durée seulement de l'engagement de la jonction par l'appel pour lequel cette priorité a été requise.

Jonctions privées à double sens, sans cadran et sans priorité

Ces jonctions relient au groupe SL d'autres groupes de 30 à 50 postes situés à des distances qui atteignent 60 Km ; elles sont équipées et fonctionnent, sauf en ce qui concerne la priorité exactement comme les jonctions sans cadran avec priorité : elles sont multipliées directement dans les arcs des chercheurs d'appel des cordons semi-automatiques et dans les arcs des sélecteurs finals de jonction communs à l'équipement automatique et à l'équipement semi-automatique.

Elles sont multipliées à la table manuelle, à chacune des positions de laquelle elles sont représentées par une lampe d'occupation et par une clé de prise sur cordon. Un appel provenant d'une jonction allume les lampes d'occupation et provoque l'engagement de la jonction avec un cordon dont la lampe d'appel scintille. L'opératrice intervient par la clé d'écoute du cordon et établit ensuite la communication au moyen de son clavier et d'un enregistreur.

Un appel destiné à un poste du groupe distant occupe la jonction soit par l'équipement automatique. soit par l'équipement semi-automatique, et parvient à l'opératrice du groupe distant.

Il convient de rappeler que dans l'annuaire téléphonique des chemins de fer. et pour tous les groupes non encore équipés en système Rotary 7D, le numéro du groupe seulement est mentionné, et non les numéros individuels des postes du groupe.

Lignes auto-sélectives

Ces lignes dont la longueur varie de 30 à 170 Km, et qui desservent chacune de 4 à 10 gares ou postes importants pouvant communiquer directement entr'eux par leur ligne commune, sont pourvues à chacune des positions de la table manuelle d'une lampe d'occupation, d'une lampe d'appel , d'une clé de prise sur cordon , et d'une de d'écoute ; quelques-unes des lignes autosélectives sont en outre pourvues d'une clé de priorité.

Les lignes auto-sélectives sont multipliées d'une part clans les arcs des chercheurs d'appel des cordons semi-automatiques, et d'autre part dans les arcs des sélecteurs finals de jonction communs à l'équipement automatique et à l'équipement semi-automatique.

Un appel émis par un poste de la ligne autosélective allume à la table manuelle les lampes d'appel de la ligne seulement et les fait scintiller ; par la clé de prise sur cordon de la ligne, l'opératrice reçoit la demande au moyen d'un de ses cordons semi-automatiques et complète la mise en communication par clavier et enregistreur.

Un appel à destination d'un poste d'une ligne auto-sélective donne lieu à l'envoi du numéro de la ligne (et non du poste désiré) et occupe par un sélecteur final de jonction le branchement sortant de la ligne, dont il allume simultanément en permanence les lampes d'occupation et par scintillement les lampes d'appel ; l'opératrice actionne la clé d'écoute de la jonction et reçoit l'indication du poste désiré, qu'elle appelle par code en manoeuvrant la clé universelle autosélective de sa position, après avoir renversé la clé d'écoute de la jonction ; aucun organe de l'équipement semi-automatique proprement dit ne participe donc à l'établissement de la communication.

La priorité appliquée aux lignes auto-sélectives donne les mêmes facilités qu'aux jonctions sans cadran avec priorité.

Jonctions privées à double sens SL-MP

Ces jonctions sont représentées aux positions de la table manuelle SL par une lampe d'appel et une de d'écoute. La lampe d'appel signale et la clé d'écoute relie à l'opératrice SL tout appel émis par un poste MP à destination d'un autre groupe distant équipé en système automatique (pas-a-pas) mais non encore incorporé clans la transformation en Rotary 7D.

Les organes aiguilleurs de la jonction à son entrée à SL, commandés par l'enregistreur du bureau d'origine de l'appel MP, font aboutir directement l'appel à la ligne du poste demandé si celui-ci fait partie d'un groupe équipé en système Rotary 7D ; si le demandé fait partie d'un groupe équipé en système automatique pas-a-pas, l'appel occupe une jonction vers le groupe automatique distant ; la lampe d'appel de la jonction scintille à la table manuelle SL ; l'opératrice se porte en écoute. s'informe du numéro du poste demandé et envoie ce numéro par cadran ; elle se retire ensuite de la communication.

Le demandeur reçoit le signal de sonnerie ou le signal d'occupation ; la rupture et la libération sont placées sous le contrôle exclusif du demandeur.

Diagramme de jonction

La fig. 2 représente le diagramme de jonction assurant le service privé automatique et semiautomatique du groupe SL. Pour des raisons de clarté, on a séparé dans les sélecteurs finals les postes privés et les postes supplémentaires des jonctions privées et des postes d'opératrice ; il doit être bien entendu que le mode de sélection contrôlée utilisé dans le système Rotary 7D permet d'attribuer à volonté les broches des arcs des sélecteurs finals à des lignes individuelles, à des jonctions de toutes catégories, aux postes d'opératrice et aux circuits de faux-appel.

Le diagramme ne fait aucune mention des lignes P.T.T. ni des jonctions supplémentaires : il fait ressortir clairement l'impossibilité de toute mise en relation d'un poste privé avec une ligne P.T.T. ou une jonction supplémentaire et inversement.

Troisième partie GARE SAINT-LAZARE

Equipement et Service "Supplémentaires"

L'intensité du trafic de la gare Saint-Lazare avec le réseau P.T.T. nécessite actuellement 35 lignes : 16 lignes spécialisées A à service restreint, 16 lignes spécialisées B, 2 lignes mixtes à service général, ces nombres pouvant être portés respectivement à 23, 23 et 3; de plus, une ligne spéciale interurbaine relie la gare Saint-Lazare au bureau central interurbain ; toutes ces lignes aboutissent à un bureau central automatique ou manuel du réseau P.T.T. et sont appelées "lignes d'abonnement" ou "lignes P.T.T. "

Les lignes P.T.T. sont concentrées sur un commutateur automatique; mais les appels provenant du réseau P.T.T. à destination des postes supplémentaires parviennent à une opératrice, chargée principalement de diriger les appels vers leur destination, l'abonné ou l'utilisateur moyen des P.T.T. ne connaissant pas. dans la plupart des cas, l'organisation intérieure des services du chemin de fer : bien que son organisation téléphonique comprenne pour la gare Saint-Lazare seulement plusieurs centaines de postes et de jonctions de toutes catégories, l'Administration des C. F. de l'Etat, ne figure dans l'annuaire général du réseau P.T.T. que sous quelques numéros seulement.

Un demandeur quelconque de réseau P.T.T. , pour atteindre l'Administration des C.F. de l'Etat épuise la capacité de numérotage OU de désignation verbale et se trouve dans l'impossibilité d'appeler encore par un ou par plusieurs numéros successifs de 2, 3 ou même 4 chiffres. le poste CF avec lequel il désire correspondre.

L'opératrice CF, en recevant une demande amenée par une ligne P. T.T. à destination d'un poste supplémentaire CF, provoque la liaison de la ligne P.T.T. appelante à la ligne du poste CF demandé ou qu'elle croit le mieux qualifié pour recevoir la communication ; en cas de besoin, elle relie la ligne P.T. T. appelante à une jonction "supplémentaire" disponible vers le groupe CF distant qui contient le poste demandé.

Dans le sens inverse, les communications émanant des postes supplémentaires CF à destination des abonnés du réseau P.T.T. peuvent être établies sans aucune intervention de l'opératrice CF, par la liaison de la ligne du poste CF demandeur à la première ligne P.T.T. disponible ; en cas de besoin, l'appel utilise une jonction supplémentaire disponible entre le groupe CF d'origine et le groupe distant dans lequel les lignes P.T.T. se terminent.

Les dispositifs mis en oeuvre pour assurer conformément aux règlements en vigueur, et par des tables sans fiches ni cordons manuels le service supplémentaire dans les installations des CF de l'Etat à la gare Saint-Lazare sont exposés ci-dessous.

1. Service des Lignes P. T.T. (Fig. 3)

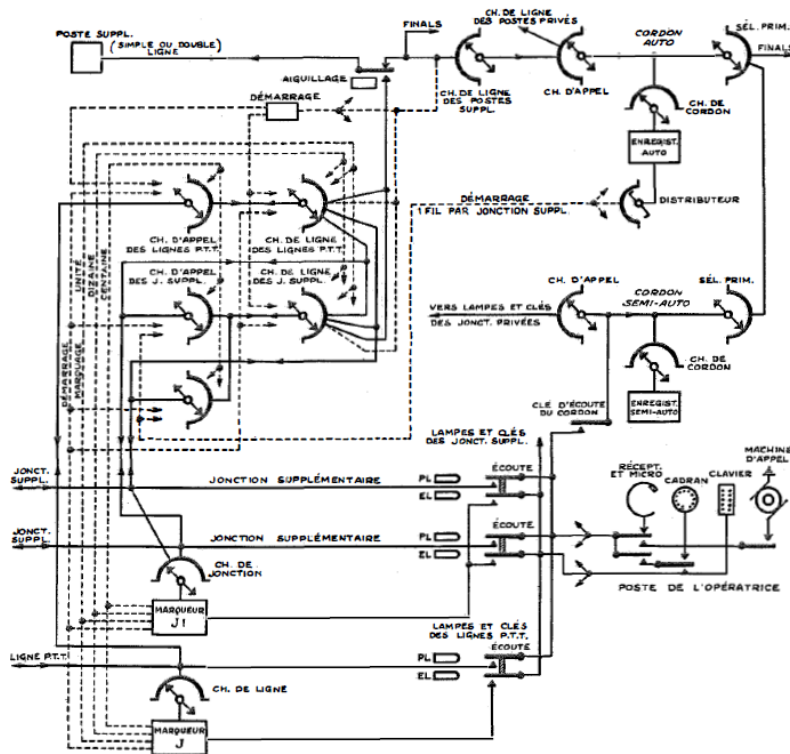


Figure 3—Diagramme de Jonction de L'Équipement "Supplémentaire" du Groupe Saint-Lazare. Lignes P.T.T. et Jonctions Supplémentaires.

Appel émis par un poste supplémentaire CF à destination d'un abonné du réseau P. T. T.

a) Le demandeur, qui est nécessairement titulaire d'un poste supplémentaire SL, effectue lui-même les opérations d'envoi du numéro demandé.

Le demandeur, relié normalement à l'équipement automatique SL, envoie le numéro de deux chiffres 01 réservé au réseau P.T.T. Au reçu de ce numéro, l'enregistreur rend la ligne du demandeur appelante dans les arcs de chercheurs "supplémentaires" qui terminent les lignes P.T.T. à leur entrée à SL.

Les nombres des postes supplémentaires CF (équipés 370; prévus 470) et des lignes P.T.T. (équipées 34; prévues 50) nécessitent deux étages de chercheurs : des chercheurs de ligne, par groupe de 100 postes et jonctions supplémentaires, et des chercheurs d'appel individuels par ligne P.T.T.

La ligne du poste demandeur, rendue par l'enregistreur appelante clans la centaine dont elle fait partie, est recherchée par les chercheurs de ligne de cette centaine; les chercheurs d'appel de toutes les lignes P.T.T. disponibles sont mis en action, à la recherche du chercheur de ligne qui s'engage avec la ligne du poste supplémentaire demandeur.

La rencontre et l'engagement de la ligne du poste supplémentaire demandeur par les chercheurs supplémentaires de ligne et d'appel actionnent l'aiguillage de la ligne; en fonctionnant, l'aiguillage déconnecte la ligne du poste demandeur des broches des arcs des chercheurs de ligne de l'équipement automatique privé; les organes intervenus de cet équipement sont aussitôt libérés.

L'aiguillage est indispensable pour satisfaire à la condition imposée par les règlements des P.T.T., qu'aucune partie de l'équipement privé ne demeure en dérivation sur une communication avec le réseau P.T.T.

Dès qu'il est en relation avec le bureau central P.T.T., (signal de transmission ou annonce de l'opératrice suivant le cas) le poste supplémentaire SL envoie par son cadran ou énonce verbalement le numéro de l'abonné P.T.T. avec lequel il désire correspondre.

La communication est établie sans aucune intervention de l'opératrice SL; la ligne P.T.T. occupée est signalée par l'allumage de ses lampes d'occupation à toutes les positions d'opératrice sur lesquelles cette ligne est multipliée.

b) Le demandeur, titulaire d'un poste supplémentaire SL, charge l'opératrice SL d'établir la communication.

Si le demandeur appartient à l'un des groupes SL ou MP, il obtient l'opératrice SL en envoyant au moyen de son cadran le numéro assigné à cette opératrice; il peut obtenir directement l'opératrice SL s'il utilise un poste SL pourvu d'une ligne d'appel individuel (poste supplémentaire SL à double ligne).

Si le demandeur appartient à un autre groupe non équipé en système Rotary 7D, il ne peut que faire intervenir l'opératrice de son groupe; celle-ci se met en relation avec l'opératrice SL par appel direct sur une jonction supplémentaire disponible.

L'opératrice SL, informée de la demande et du numéro de poste demandeur, crée, par la clé d'écoute dont chaque ligne P.T.T. est pourvue à la table manuelle, un appel sur une ligne P.T.T. spécialisée A ou mixte disponible, en reliant son poste à cette ligne; au reçu du signal de transmission ou de l'annonce de l'opératrice P.T.T., elle obtient par cadran ou verbalement, suivant le cas, le poste P.T.T. demandé, qui par le fait même devient le poste demandeur; la ligne P.T.T. utilisée et son chercheur d'appel sont d'autre part associés à un des enregistreurs marqueurs J accessibles aux lignes P.T.T.; cet enregistreur est lui-même relié au clavier par lequel l'opératrice envoie le numéro du poste supplémentaire demandeur.

L'enregistreur marqueur J ne provoque aucune sélection: au reçu du numéro du poste supplémentaire SL demandeur, il marque la centaine dont le demandeur fait partie comme seule existante dans l'arc du chercheur d'appel de la ligne P.T.T.; ce chercheur d'appel se relie aussitôt au premier chercheur de ligne qu'il atteint dans la centaine marquée.

L'enregistreur J rend à ce moment la ligne du demandeur "appelante" dans les arcs de tous les chercheurs de ligne de la centaine, ce qui provoque la recherche de cette ligne, son engagement par le chercheur de ligne atteint par le chercheur d'appel et finalement sa liaison à la ligne P.T.T. utilisée par l'opératrice pour atteindre le poste P.T.T. demandé.

Si la ligne du poste supplémentaire SL demandeur est libre au moment où elle est atteinte, son aiguillage est actionné et le courant d'appel lui est envoyé par l'équipement du chercheur d'appel; la réponse du demandeur SL met ce dernier en relation avec le poste P.T.T. qu'il a demandé.

L'opératrice SL et son clavier ont été libérés aussitôt après l'envoi du numéro du poste supplémentaire SL demandeur.

Si la ligne du poste supplémentaire SL demandeur est occupée au moment où elle est atteinte par la ligne P. T. T., la rencontre n'a aucun effet sur l'aiguillage et le courant d'appel n'est pas envoyé; la lampe d'occupation de la ligne P.T.T. vacille à la fréquence du signal d'occupation. L'opératrice SL intervient en actionnant la clé d'écoute de la ligne P.T.T.

Dans le cas OU l'occupation résulte d'une communication "locale" ou "privée" en cours, l'opératrice ne reçoit aucun signal, mais se trouve en écoute sur cette communication et peut offrir la communication P.T.T.

Dans le cas OU l'occupation résulte d'une communication "P. T. T." ou "supplémentaire" en cours, l'opératrice reçoit un signal d'occupation interdictif et n'a aucune action sur cette communication; mais elle a toujours la ressource d'appeler le poste supplémentaire SL demandeur par sa ligne individuelle d'appel, s'il en possède une, et d'informer ce poste que la communication P.T.T. qu'il a demandée est établie. Les lignes individuelles d'appel, qui sont réservées aux postes principaux de l'organisation téléphonique du CF, donnent à ceux-ci la possibilité d'être atteints dans toutes les circonstances qui peuvent se présenter.

Appel émis par un abonné du réseau P. T. T. à destination d'un poste supplémentaire P CF

L'appel est signalé aux opératrices SL par le scintillement des lampes d'appel dont la ligne P.T.T. est pourvue aux positions de la table semi-automatique sur lesquelles elle est multipliée.

En abaissant la clé d'écoute de cette ligne, une opératrice SL se met en relation avec le demandeur et provoque la liaison de la ligne P.T.T. .. un des enregistreurs marqueurs J associés aux lignes P.T.T.; elle envoie par clavier le numéro demandé à cet enregistreur, qui marque la ligne demandée clans les arcs du chercheur d'appel de la ligne P.T.T. et des chercheurs de ligne du groupe de 100 lignes et jonctions supplémentaires dont le poste demandé fait partie; la communication s'établit exactement comme si elle avait été

demandée à l'opératrice SL par le poste supplémentaire SL demandé.

Succession des appels constituant le trafic "supplémentaire" avec les lignes P. T. T.

Les appels qui constituent le trafic "supplémentaire" avec les lignes P. T. T. se divisent en deux catégories :

a) Appels entrants ou sortants faisant intervenir l'opératrice SL

Ces appels ne peuvent être desservis que successivement, même s'ils se présentent simultanément.

La succession est assurée par le mode d'interconnexion des 4 enregistreurs-marqueurs J : un enregistreur-marqueur J ne peut entrer en action et ne peut actionner le che d'appel de la seule ligne P.T.T. à laquelle il est momentanément relié et qui a été "prise" par l'opératrice SL, qu'après la réception du 1er chiffre du numéro qui lui est envoyé par le clavier de l'opératrice ; cette réception n'est elle-même accomplie qu'au moment où la touche de 1er chiffre se relève après avoir été enfoncée. Non seulement, la probabilité du relèvement simultané des deux touches de 1er chiffre de deux claviers est extrêmement faible, mais encore une épreuve de priorité est imposée à l'enregistreur-marqueur J' avant qu'il puisse influencer le chercheur d'appel auquel il est relié.

Si l'opératrice A, en envoyant un numéro, maintient enfoncée la touche de 1er chiffre de son clavier tandis que l'opératrice B plus rapide enfonce et laisse se relever entretemps la touche de 1er chiffre de son clavier, l'enregistreur-marqueur engagé par l'opératrice B prendra la priorité sur l'enregistreur marqueur engagé par l'opératrice A ; même les deux réceptions sont exactement simultanées, les deux enregistreurs passeront simultanément à la position de marquage mais subiront une épreuve éliminatoire de mise en action des chercheurs d'appel auxquels ils sont reliés.

b) Appels sortants émis directement par les postes supplémentaires

Ces appels provoquent la recherche de la ligne du poste demandeur par les chercheurs d'appel et de ligne des P.T.T., mais ne font pas intervenir les marqueurs J. Aucun mélange n'est à craindre pour ces appels qui ont la même direction commune, le réseau P.T.T.

2. Service des jonctions Supplémentaires (Fig. 3)

Les jonctions supplémentaires sont équipées de la même façon que les lignes P.T.T. : chacune d'elles aboutit aux balais d'un chercheur d'appel individuel ayant accès dans son arc à des chercheurs de ligne disposés par groupe de 100 postes supplémentaires et jonctions supplémentaires ; elles sont accessibles en commun à des enregistreurs-marqueurs J 1 avec chercheurs de cordon, similaires aux enregistreurs-marqueurs J des lignes P.T.T.

Les enregistreurs-marqueurs J 1 desservent indifféremment les appels émanant des jonctions supplémentaires, pour lesquels l'envoi du numéro demandé est fait par cadran au poste demandeur distant, et les appels pour lesquels l'envoi du numéro demandé est fait par clavier, par l'opératrice SL.

Les jonctions supplémentaires sont multipliées en totalité à toutes les positions de la table semi-automatique, et sont pourvues à chaque position d'un jeu de clés et de lampes.

Appel émanant d'une jonction supplémentaire à destination d'un poste supplémentaire SL

Le numéro du poste demandé est envoyé par cadran, OU est demandé verbalement à l'opératrice SL.

Dans le premier cas, envoi par cadran, l'enregistreur-marqueur J 1 reçoit le numéro demandé et marque la ligne correspondante comme appelante dans les arcs du chercheur d'appel de la jonction et des chercheurs de ligne disponibles de la centaine qui la contient ; il met en action le chercheur d'appel et les chercheurs de ligne.

Dans le deuxième cas, intervention de l'opératrice SL, l'opératrice SL envoie par clavier à l'enregistreur j 1 le numéro demandé ; les opérations se poursuivent comme dans le premier cas.

Appel émanant d'une jonction supplémentaire à destination d'un abonné du réseau P. T. T.

Le demandeur, qui est nécessairement un poste supplémentaire CF, envoie le N° 01 à l'enregistreur J 1, qui marque la jonction comme appelante dans les arcs des chercheurs de ligne P.T.T. de la centaine qui la contient ; les chercheurs P.T.T. de ligne de cette centaine et tous les chercheurs d'appel des lignes P.T.T. disponibles recherchent la jonction supplémentaire appelante.

Appel émanant d'un poste supplémentaire à destination d'une jonction supplémentaire

a) L'appel est émis au cadran par un poste supplémentaire SL.

L'enregistreur automatique, à la réception du numéro de trois chiffres de la direction de destination, marque la ligne du poste supplémentaire demandeur comme appelante dans les arcs des chercheurs de ligne de la centaine qui la contient et dans les arcs des chercheurs d'appel des jonctions disponibles dans le groupe de jonctions de la direction demandée seulement. Les opérations se poursuivent ensuite de la manière précédemment décrite.

b) Le demandeur charge l'opératrice SL d'établir la communication.

L'opératrice procède comme pour les appels à destination des lignes P.T.T. ; elle choisit une jonction disponible dans la direction demandée, obtient le poste demandé, et envoie par son clavier le numéro du poste supplémentaire SL demandeur ; le chercheur d'appel de la jonction supplémentaire, et les chercheurs de ligne de la centaine qui contient la ligne du demandeur, recherchent cette ligne et la relient à la jonction choisie par l'opératrice.

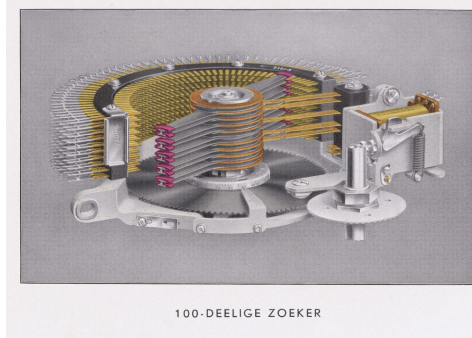
c) L'appel émane d'une jonction supplémentaire et est envoyé par cadran.

Par suite de son engagement avec le demandeur, la jonction supplémentaire appelante se relie à un enregistreur J 1 qui reçoit les impulsions du numéro demandé envoyées par cadran : il marque aussitôt la direction demandée comme appelante dans les arcs des chercheurs de ligne disponibles de cette direction seulement. La mise en communication s'établit par les chercheurs comme dans les cas précédents.

Succession des appels constituant le trafic des jonctions supplémentaires

Les jonctions supplémentaires desservent des directions distinctes ; leur nombre est actuellement 18 et peut être porté à 30, chacune des directions pouvant avoir un nombre quelconque de jonctions ; il est donc de toute nécessité d'assurer la succession des appels de façon que seuls soient mis en action les chercheurs d'appel des jonctions de la direction demandée. Cette succession est obtenue par l'adjonction à chacun des enregistreurs automatiques, d'un distributeur, ces distributeurs étant conjugués entr'eux de la façon suivante :

Le distributeur est un commutateur pas-à-pas à 11 positions, la première marquée N est la position normale ; les dix autres sont marquées de 1 à 10.



commutateur à 11 positions

Dès que l'enregistreur s'engage avec une ligne appelante, son distributeur est mis en action et tente de gagner sa position 10 ou il s'arrête, s'il l'atteint, et où il complète les connexions qui permettent à l'enregistreur de commander les organes de sélection auxquels il est relié ; mais le distributeur ne peut franchir aucune des positions intermédiaires si un autre enregistreur a déjà amené son distributeur à sa position 10. Si donc la position 10 est occupée par un distributeur, un autre enregistreur ne pourra amener son distributeur qu'à sa position 9 OU il attendra que l'appel précédent soit écoulé par l'enregistreur qui le dessert ; un 3ème enregistreur intervenant entre temps arrêtera son distributeur à sa position 8 et ainsi de suite ; 10 appels occupant simultanément 10 des 14 enregistreurs automatiques amèneront donc les distributeurs dans leurs positions 1 à 10, et seront écoulés successivement, tous les distributeurs en attente avançant d'un pas vers la position 10 qu'un seul d'entr'eux peut occuper pour la durée de la sélection seulement.

Le marquage des jonctions dans la direction demandée par chacun des appels s'effectue par un seul faisceau de 30 fils correspondant d'une part aux 30 jonctions supplémentaires prévues et communs d'autre part aux 14 enregistreurs de l'équipement automatique.

La rapidité du marquage et de la recherche de la ligne du poste supplémentaire SL demandeur n'occasionne aucun retard appréciable dans les mises en communication, même pendant les moments de grande activité.

Une curiosité à la SNCF :



Le cadran SNCF

Curieusement, la couronne comporte les lettres dont nous ignorons tout de la signification :

- A associée au chiffre 2,
- B associée au chiffre 3,
- S associée au chiffre 4,
- M associée au chiffre 5,
- F associée au chiffre 6,
- R associée au chiffre 7,
- C associée au chiffre 8,
- MK associées au chiffre 9,
- K associée au chiffre 0.

Autours des années 1930, conçu aux USA par la **Western Electric**, ce système permettait de communiquer par téléphone en utilisant des lignes longues, de manière sécurisée. Autrefois et jusque dans les années soixante, la SNCF utilisait un système téléphonique qui lui était propre pour communiquer notamment entre les gares et les multiples postes d'aiguillage, qui alors nécessitaient la présence permanente d'un agent sur place pour actionner l'aiguillage dont dépendait chaque poste.

À partir de ce réseau téléphonique interne, pouvaient s'appeler entre-eux : les gares, les postes d'aiguillage, les mini-gares voire les postes de garde-barrières habités. Aussi, les instructions, avis, avertissements étaient transmis par ce réseau téléphonique interne à la SNCF...

Le problème s'est alors très rapidement posé de la fraude et de la sécurisation du système... En effet, si un mauvais plaisant parvenait à se connecter sur une ligne interne SNCF avec un téléphone à cadran "normal" fourni par l'Administration des PTT, il pouvait alors se faire passer pour n'importe qui et l'on peut imaginer les risques de catastrophes suite à de mauvais canulars téléphoniques...

Il a fallu imaginer une solution de sécurisation des lignes téléphoniques SNCF.

La solution pour les ingénieurs SNCF et **Thomson-Houston** (sous licence de la Western-Electric Co) a été finalement trouvée pour que si n'importe quel quidam se connectait sur une ligne interne à la SNCF avec son téléphone classique à cadran, il ne se passât rien : l'adoption de téléphones pourvus d'un Cadran à rotation lente et à logique de contact à 3 états, associés à des commutateurs téléphoniques internes adaptés à ce fonctionnement nettement complexifié.

En effet, entre l'adoption d'un fonctionnement fortement ralenti du cadran et d'une logique de commutation basée sur 3 états au lieu de 2, cela empêchait toute fraude extérieure à la SNCF, en rendant systématiquement hors gabarit les téléphones administratifs des PTT.

Cette solution technologique, en vigueur au moins dans les années 1930 jusque dans les années 1960 a ensuite été abandonnée au fur et à mesure que les postes d'aiguillages et les passages à niveau à barrières ont pu être automatisés et commandés à distance.

Quant à la téléphonie interne à la SNCF, elle est passée dans les années 1970 à la numérotation à Fréquences Vocales, avec des fréquences et des combinaisons qui lui sont propres (meilleure fiabilité et stabilité de fonctionnement, meilleure sécurité vis-à-vis de fraudeurs éventuels).

TABLEAU DE NUMEROTAGE DES GROUPES "SAINT-LAZARE" et "MONTPARNASSE" DES CHEMINS DE FER DE L'ETAT

Le numérotage général est à 3 chiffres et comprend les numéros de la série 000 à 999; il sera porté ultérieurement à 4 chiffres, de 0000 à 9999.	
I - GROUPE SAINT-LAZARE	
Postes supplémentaires.....	120 à 499
Postes privés.	500 à 839
Opératrices appelées de Saint-Lazare	00
appelées de Montparnasse	096
Réseau de l'Etat ou P.T.T.	01
Jonctions privées sans cadran avec priorité (grands circuits vers	
Caen, Rouen, Rennes, Thouars,	
le Mans, etc.).....	020 à 027
Jonctions privées sans cadran, sans priorité (petits circuits vers	
Mantes, Versailles, Achères, etc.)	035 à 040
Circuits autosélectifs équipés en train despatching, vers	
Dieppe,	
Mantes, Serquigny. etc.)	045 à 050
Jonctions privées avec cadran d'appel (Saint-Cloud,	
Puteaux,	
Clichy, etc.)	055 à 085
Jonctions supplémentaires (Ministère des Travaux	
Publics, Sénat,	
Chambre des Députés, etc.)	100 à 117
Faux-appels. Les circuits de faux-appel occupent dans les	
sélecteurs finals l'emplacement du	
numéro.....	777
Dérangements	800
Service d'alarme, d'incendie, etc	500
2 - GROUPE MONTPARNASSE	
Postes (privés et supplémentaires)	900 à 909
et	920 à 999
Opératrices appelées de Montparnasse par	
l'envoi du N° 00	911, 912, 913
des sélecteurs finals locaux appelées de Saint Lazare par	
l'envoi du 0	911, 912
des sélecteurs finals entrants	
Opératrices de Saint-Lazare	096
Le groupe Montparnasse étant établi pour une capacité maximum de 100 lignes, toutes les directions, jonctions, postes, etc., occupent un jeu de broches dans l'arc des sélecteurs finals.	

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.

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

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 **VZ** (Département Signalisation de la direction des Installations fixes), décide la création d'une subdivision **télécommunications**, la « **VZT** », confiée à M. Bisot, brillant technicien qui a déjà eu et aura une influence déterminante sur les orientations principales ; parallèlement met en place des règles unifiées de maintenance.

Comité consultatif international téléphonique et télégraphique.

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 : SOTELC 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 CCITT. Au contact des PTT et des constructeurs, les agents de la SNCF apprennent 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 télé-surveillés sont implantés à intervalles réguliers. On les appelle, du fait de leur aspect, les chapelles « Maillat », 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.

Laboratoire d'essais de signalisation, dépendant de VZ.

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-Ouen. 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 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 R6, 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 « arithmique » 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 **L43**, assez semblables au **R6** et finalement peu utilisés, et les systèmes **Crossbar** qui abandonnent les rotatifs au profit de matrices électromécaniques.

Les téléprimeurs 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 ferrailler avec 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 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). A 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 télé-surveillés 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, devant 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 « déduplication » et rééquilibrage de circuits BF, avec insertion de répéteurs intermédiaires enterrés et télé-alimentés. 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**.

Depuis 1976, des autocommutateurs électroniques à commutation temporelle ont été retenus à la SNCF pour l'équipement des centres de transit du réseau national et pour celui des centres de transit des régions (dits centres nœuds).

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).

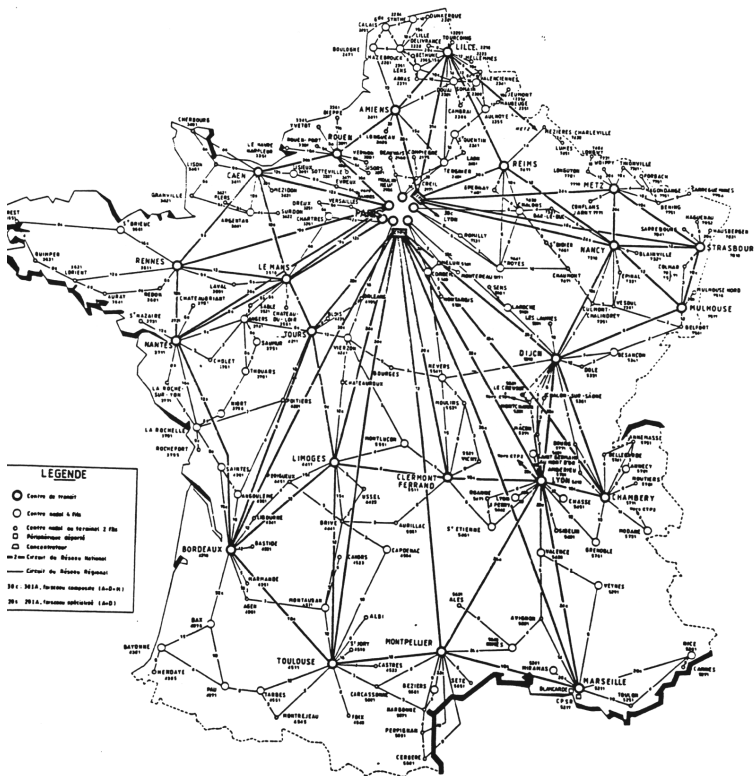
Les matrices électromécaniques miniaturisées de connexion du **Crossbar** ne sont plus commandées par des ensembles de relais (les enregistreurs) mais par un ordinateur qui gère intégralement chaque communication.

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.



Réseau téléphonique interautomatique de la SNCF. et Artères en câbles. Document SNCF

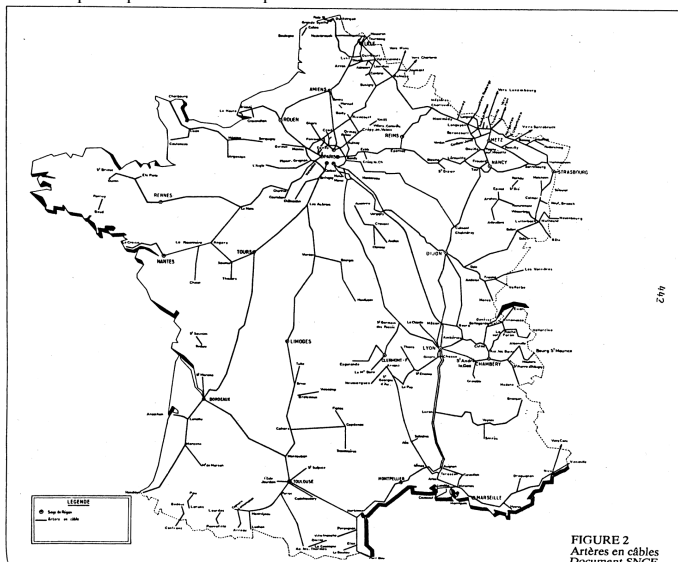


FIGURE 2
Arrières en câbles
Document SNCF

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'UIC, 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 palabres 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 étrangère, 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, officiellement, 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. A 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, 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 pour 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 durc : 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

Commençons par les fibres de verre que l'on peut considérer comme l'évolution technologique majeure de cette fin du xxe 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 (1re 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. 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).

Les autocommutateurs privés multiservices, ou AMS / représentent / cette génération qui va supporter l'entrée du RNIS. L'AMS offre plusieurs types de fonctions : il prend en compte l'information sous ses diverses formes (voix, données, images numérisées). Services téléphoniques, de messagerie vocale, de communication de données, de messagerie de télécopie peuvent ainsi être proposés aux utilisateurs

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**.

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.

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.

2015 Quand la SNCF brouille les ondes des opérateurs télécoms

La qualité du réseau téléphonique aux abords des voies et des gares est au coeur d'une querelle entre la SNCF et les opérateurs de télécoms.

L'affaire prend des airs de bras de fer entre la SNCF et les opérateurs télécoms. Les seconds reprochent à la première de brouiller leur réseau. Les raisons de la dispute ? Les trains bénéficient d'une connexion mobile, dite **GSM-R**, déployée ces dernières années, qui leur permet de recevoir et d'envoyer des informations à leur base. Il s'agit de données liées à la circulation des trains, à la sécurité des rails...

Des sujets très sensibles, méritant une transmission fiable, mais qui perturbent les communications téléphoniques (2G) de tous ceux qui téléphonent à proximité du réseau ferroviaire.

«On nous demande d'améliorer la couverture du territoire et on nous met des freins!», tempête un opérateur télécoms.

Les homologues européens de la SNCF, notamment allemand et néerlandais, ont pris à leur charge les dépenses nécessaires à la mise en place de «filtres» pour que le **GSM-R** ne perturbe pas la 2G.

En France, la situation est tout autre. Un amendement «scélérat, voté en plein mois d'août 2014», s'emporte un proche du dossier, prévoit que les travaux soient à la charge des acteurs des télécoms, soit une facture de quelque 50 millions d'euros. Cette situation est jugée «absurde» pour les intéressés. «Les opérateurs télécoms étaient les premiers à utiliser la fréquence radio concernée (900 MHz), le rail est arrivé après. C'est à la SNCF de s'adapter.» Parole d'opérateur télécoms.

Si rien n'est fait, quelque 5 % à 10 % du territoire seront privés d'une couverture mobile. Or, la 2G reste la technologie la plus utilisée par les consommateurs français. Un comble, alors que la SNCF demande aux opérateurs de mettre en place les moyens nécessaires pour que la 4G, qui n'est pas perturbée par le **GSM-R**, soit accessible dans les trains. Résultat, il sera bientôt possible de regarder un film dans un train, mais pas de téléphoner aux abords d'une gare ou de rails.

L'informatique et les transmissions de données

Quelques chiffres donneront la mesure de réseau de transmission de données à la SNCF. On comptait au début de 1987:

-22 commutateurs de paquets

-67 unités de raccordement

-8717 modems et

-2888 postes périphériques.

L'importance de l'informatique à la Direction de la SNCF n'est donc plus à démontrer. En témoignant tant les équipements (réseaux, matériels) que la mise en place d'une réflexion générale qui s'exprime dans un Schéma Directeur de l'Informatisation (SDI). En témoigne aussi le rythme annuel des progressions budgétaires (effectifs et exploitation) qui est comparable aux évolutions constatées dans les autres entreprises publiques: depuis 1982, la valeur du parc a augmentée de 19% l'an, les budgets d'exploitation de 20 % l'an, les effectifs de 5% (après correction du transfert à Lyon).

Les transmissions de données se multiplient sur les réseaux de télécommunications de la SNCF; cela tant sur réseau commuté, que sur réseaux spécialisés. A la SNCF, on peut analyser un des rares cas de dérogation au monopole, les lignes restant en permanence dans un "territoire privé SNCF" correspondant à la superficie des emprises. Ce territoire réticulaire par définition peut assurer une continuité spatiale à l'échelle du pays pour l'équipement en lignes de transmissions. Parmi les autres cas, notons qu'EDF utilise TRANSPAC dans la partie noyau de son réseau télé-informatique, mais au dessus de TRANSPAC, EDF fait de la valeur ajoutée spécifique

La première génération du Réseau de Téléinformatique Ferroviaire, dite "ancien réseau" : **RETIF** (1968-1985)

A la fin des années 1960, la SNCF a mis en place un réseau de téléinformatique dénommé initialement RETIF. Réseau appartenant à la SNCF, Il était privé dès l'origine, tant par ses noeuds que par ses lignes (ce dernier point est plus rare). La date de création révèle une préoccupation très précoce.

En 1983, il a véhiculé 39 milliards de caractères, répartis dans 133 millions de messages. Les ordinateurs centraux émettaient à raison de 79 % du volume total vers les terminaux, et ces derniers contribuaient au trafic à raison de 21 % en sens inverse. Les applications étaient la réservation (RESA pour 29 %), le trafic marchandises (Gestion Centralisée du Trafic Marchandises 42%), ainsi que les stocks, le personnel et les messages (fig. 6). On constatera la répartition dans le temps du trafic, avec la chute des fins de semaine. Cependant, le trafic d'une journée montre, avec les classiques poses des début, milieu et de fin de journée, des caractéristiques remarquables, traduisant une utilisation continue du matériel sur les 24 heures: ainsi, la très grande pointe de trafic ne se situe pas en cours de journée mais vers 1 heure du matin, suivi de près par d'autres pointes vers 16 heures, 10 h. 6 h. et 21 h. (fig. 7).

Le réseau RETIF était constitué de trois applications principales: la réservation, le trafic marchandise, le personnel avec :

-d'un ordinateur central dit Centre de Gestion de Messages (CGM). L'ordinateur de grande puissance, un SPERRY 1100/80, était installé à Paris, au centre d'Auteuil.

-de 43 Concentrateurs Diffuseurs (CD) répartis dans toute la France. Ils s'agit de mini-ordinateurs BULL H 316, capables de concentrer jusqu'à 64 terminaux;

-de lignes à moyenne vitesse (4800 bits par seconde -BPS ou bauds) reliant les concentrateurs diffuseurs et l'ordinateur central. Ces lignes sont doublées.

RESA tournait sur matériel IBM (Ensemble Spécialisé de Réservation ou ESR), GCTM sur matériel SPERRY (Ensemble électronique de Gestion d'Auteuil et Batignolles, les applications stocks et personnel sur matériel Bull à Batignolles. Les terminaux aussi provenaient de constructeurs différents, et, en 1984, on comptait 700 terminaux Olivetti, plusieurs milliers de terminaux Logabax (2000 semble-t-il) et environ 50 terminaux Crouzet servant à la réservation pour le TGV.

RETIF étant de type centralisé "étoilé", il approchait du niveau de saturation (43 CD x 64 terminaux donnent une capacité maximum de raccordement de 2752 terminaux). Il était de surcroît vulnérable (centralisation sur Auteuil). Les limites de ce réseau ont conduit la SNCF à préparer dès 1976 un nouveau réseau: **RETIPAC**. Un nouveau réseau apparaissait en 1982, la migration des applications de RETIF à RETIPAC se poursuivant cependant jusqu'en 1985.

RETIPAC (le TRANSPAC de la SNCF)

Le nouveau réseau va permettre de dépasser les limites de RETIF: la sécurité va découler d'une organisation maillée, l'extensibilité est possible, la maintenance est facilitée par une surveillance centralisée. Il se compose de trois parties distinctes:

-le réseau de commutation par paquets, dit réseau RETIPAC

-réseau des unités de raccordement, dit réseau de distribution

-l'ensemble électronique de service

Le problème des protocoles : contraintes et choix de réseaux

Le réseau téléinformatique de la SNCF doit raccorder des terminaux dans un contexte caractérisé par l'hétérogénéité des matériels et des applications. En effet, la conception du nouveau réseau RETIPAC remonte, on l'a vu, à 1976-77. A l'époque, aucune norme officielle existait dans des organismes comme l'ISO. Il fallait donc que les services concepteurs de la SNCF inventent leurs propres protocoles, et implantent des logiciels sur les machines. Aussi, un logiciel SNCF tourne sur RETIPAC. En quoi cela consiste-t-il ? Il s'agit de permettre aux terminaux, la "compréhension" des ordinateurs centraux. Des UR (Unités de Raccordement) ont donc été mis en place, au nombre de 66 en juin 1986, afin de servir de "concentrateurs de terminaux". Dans la topologie du réseau, ces équipements sont donc des éléments intermédiaires entre terminaux et unités centrales. Ces machines UR sont surveillées à distance par un matériel DEC situé au Centre de Paris-Auteuil.

Faisant appel à plusieurs constructeurs informatiques, la SNCF est confrontée à des problèmes d'incompatibilité. Comme le fait remarquer le Schéma Directeur, plusieurs politiques sont possibles en attendant une hypothétique normalisation, les progrès en la matière étant "lents et il faut bien vivre en attendant" :

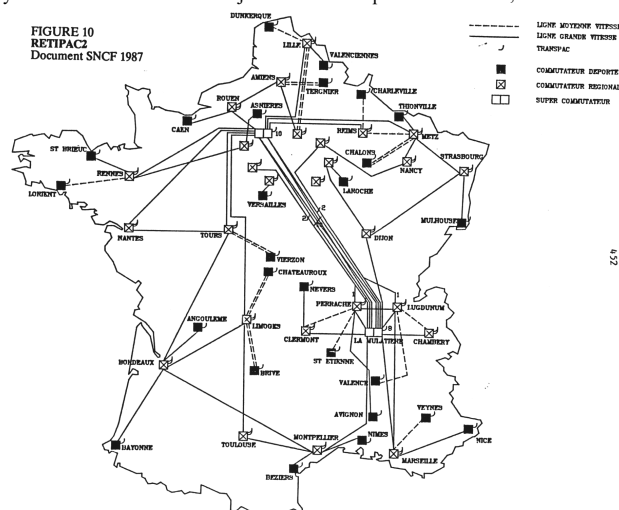
-une architecture commune "maison" ARET7F: solution coûteuse, offrant des fonctionnalités réduites selon l'appréciation du Schéma Directeur;

-l'architecture BULL, constructeur le plus représenté à la SNCF;

-l'architecture IBM;

-l'utilisation pour chaque application de l'architecture correspondant au matériel sur lequel elle tourne.

En conclusion, le Schéma Directeur notait que, "aujourd'hui, aucune solution n'est donc totalement satisfaisante et il est difficile de donner des directives générales: Pour les systèmes autonomes ne devant jamais communiquer avec d'autres, la dernière solution semble la meilleure".



Le système de protocole SNCF coûte cher à réaliser et à entretenir. Parmi ses inconvénients: il limite les fonctionnalités des ordinateurs centraux. Cela alors que les constructeurs proposent des progiciels correspondant à des applications toutes faites, qui ne fonctionnent cependant, qu'avec les terminaux d'une marque donnée. Pour avoir accès à la richesse des logiciels des constructeurs, il faudrait refaire le travail de manière à ce que les protocoles SNCF intègrent progressivement et toujours avec retard. Cela est évidemment hors de question, et la SNCF est donc conduite à abandonner progressivement ses protocoles spécifiques, au profit des protocoles des constructeurs. Cette migration vers les protocoles des constructeurs est progressive, et elle prendra vraisemblablement une dizaine d'années. Elle se fait en fonction du changement de matériels sur une application donnée.

L'exemple de l'ancienne application "marchandises"

Un exemple est celui de l'application obsolète dite "marchandises" qui tournait sur matériel Speny et dont la réécriture n'a pas été utile par suite du transfert vers un système homogène en matériel Bull. Le maximum de fonctionnalités est possible désormais au sein du système BULL. De plus, les logiciels de communication de Bull ont été adoptés. Conçus pour pouvoir se connecter au réseau TRANSPAC, ils permettent donc de se connecter à RETIPAC, puisque ces deux réseaux utilisent les mêmes interfaces. L'avantage économique est évident; par exemple, économie en temps-ingénieurs qu'une réécriture aurait nécessité. Toutefois, l'inconvénient existe du fait de l'adoption d'une solution conduisant à un système fermé, les machines Bull communiquant mal avec des matériels IBM ou SPERRY, même en utilisant des passerelles: les passerelles sont toujours parfaites (ou presque) pour les constructeurs qui les proposent... Elles s'avèrent cependant, à l'usage, fort imparfaites pour ceux qui ont à les utiliser. La communication laisse donc à désirer vers des matériels d'autres constructeurs: or l'ancien matériel utilisé pour l'application étant de SPERRY, l'adoption de cette solution conduit en toute logique, au remplacement de tous les matériels anciens. Cette application marchandise concerne des systèmes répartis et mis dans les grands triages. Il s'agit de MINI6, au nombre d'une

cinquantaîne. Ils assurent la gestion locale du triage, chaque mini-ordinateur disposant d'une vingtaine de terminaux (Bull aussi évidemment); un gros ordinateur BULL supervisant les cinquante minis répartis. Ainsi, alors que les MINI6 savent sur quelle voie se trouve tel wagon, l'ordinateur central se contente de prendre connaissance de la gare où est situé le wagon.

Un exemple d'application : la réservation

L'époque de l'utilisation de l'annuaire "CHAIX" (horaires des trains) est bien révolue. La SNCF elle-même proposait à ses clients de téléphoner ou de se rendre dans un pour obtenir horaires et renseignements tarifaires (1982). C'est qu'avec un TGV sorti des bureaux d'études en 1981, il était devenu obligatoire de repenser la question de l'information et des réservations.

L'utilisation des systèmes de réservation électronique dans le secteur du transport est assez ancienne puisqu'elle date du début des années 1970. L'évolution de ces systèmes aujourd'hui tend à interconnexion grandissante de différents systèmes nationaux. Les chemins de fer européens en sont une illustration, illustration qui revêt un intérêt particulier dans le contexte de la construction européenne. Présents d'abord le niveau national.

Réserver était devenu obligatoire sur le TGV et le nombre d'appels téléphoniques a conduit la SNCF à se doter d'abord d'un service spécifique pour les renseignements et les réservations, à mettre ensuite à la disposition de la clientèle un serveur télématique (3615 SNCF). Le trafic de ce service est passé d'environ 20000 heures en juillet 1986, à près de 100 000 heures deux ans après (42). Les versements Télétel étaient respectivement de 15 et de 24 millions de francs en 1987 et 1988.

Ces nécessaires évolutions dans l'organisation n'ont cependant pas apporté des solutions parfaites: d'une part, l'accueil téléphonique était pour le moins limité (1988-1989) et on pouvait trouver parfois à la SNCF une conscience diffuse que ces insuffisances de l'accueil pouvaient perturber le réseau téléphonique général de France Télécom.

D'autre part, et surtout, une étude a montré à la SNCF que le nombre d'appels doit passer de 10 millions en 1988 à plus de 80 millions à l'horizon 1992. La Direction Commerciale Voyageurs a même avancé le chiffre de 100 millions d'appels vers 1992. D'où la volonté de dépasser les capacités quantitatives et qualitatives. Le taux d'efficacité visé est 80%.

L'accueil téléphonique, en 1986, était largement décentralisé.

Il s'appuyait sur 103 Centres de Renseignements Téléphoniques Voyageurs (CRTV) couplés avec des centres de réservations par téléphone (CRT) situés à proximité de la clientèle. Sur la base d'une étude datant de 1978, la SNCF a pu apprécier le nombre d'appels téléphoniques arrivant dans les gares et les agences de voyages partenaires de la SNCF. Ces données, corrigées par un coefficient d'accroissement de trafic et par une volonté politique (régionalisation), ont servi à dimensionner les centres de renseignements. Les matériels utilisés (réception des appels et répartition sur les opérateurs) dépendent de l'importance du centre:

- DAC-32, de Techniphone
- Sigphone, de CSEE
- PABX Jistel 6000 dans le cas particulier du CRTV /CRT de Paris.

Le CRTV de Lyon a été mis en service en 1982. Il a été dimensionné à 30 lignes réseau et dispose de 24 positions d'opérateurs. Un opérateur supplémentaire est venu renforcer l'effectif en 1985. Sur chaque poste de travail l'opérateur dispose d'un micro-ordinateur de consultation; d'un annuaire d'horaires (bottin papier); d'un écran vidéo (affichage des heures et quais de départ des trains au départ de Lyon-Perrache et Lyon-Part-Dieu); d'un terminal téléphonique Sigphone qui, connecté à l'unité centrale de distribution permet de recevoir et satisfaire les demandes de renseignements et, le cas échéant, de transférer les appels sur une position "réservations" ou "renseignements internationaux". Le responsable du centre dispose pour sa part d'un écran vidéo donnant en permanence l'image du trafic écoulé: saturation (utilisation des 30 lignes réseau), temps d'attente, état de chaque poste de travail. Le nombre de positions de travail opérationnelles varie à Lyon entre 3 et 7 pour les heures les moins chargées, et peut aller jusqu'à 18 pour les heures de pointe.

Une analyse de trafic des CRTV a été effectuée. Selon que l'on définit le taux d'efficacité en fonction du nombre d'appel enregistré par le distributeur, ou en fonction du nombre d'appels acheminés vers le CRTV, les résultats sont différents. Ils sont meilleurs dans le premier cas, correspondant généralement aux taux d'efficacité considérés par la SNCF (de l'ordre de 85%). Us sont inférieurs dans le second cas, les appels rejetés en occupation du fait de la saturation des faisceaux d'arrivée des CRTV pesant alors sur les résultats d'ensemble (de l'ordre de 50 à 55%). Cependant, certaines périodes peuvent présenter cependant un taux d'efficacité inférieur à 30% : il s'agit évidemment des périodes à forte demande (vacances). Aussi, il apparaît que des CRTV ont été sous-dimensionnés.

Ces constatations, encore valables jusqu'à la fin 1989, ne satisfont pas la SNCF qui a eu la volonté d'améliorer son service d'accueil téléphonique... et son image de marque. Fait à relever, FT a pu élaborer une solution adaptée et la proposer à la SNCF, en concurrence avec une solution interne.

Le système de réservation de la SNCF

-RESA permet de tenir à jour la réservation des places pour les soixante jours à venir, une base de données alimente des fichiers, et chaque jour, la journée passée est supprimée, et une nouvelle journée n° 60 est ajoutée en vue de la réservation. RESA s'insère dans un réseau national où l'on peut distinguer trois catégories d'utilisateurs:

1. Les particuliers

Le MINITEL des particuliers permet d'étendre le service de réservation jusqu'aux domiciles des clients, comme avait pu (et continue à) le faire la réservation par TELEPHONE dans un premier temps de la mise en oeuvre de ce service. L'accès à RESA permet au client de se renseigner sur les horaires, de réserver sa place aller et retour en indiquant ses préférences (fumeur, non fumeur, place "couloir" ou "fenêtre"...), de commander son billet et d'obtenir un numéro de dossier qu'il lui suffira de communiquer à la gare ou à l'agence de voyage lorsque le client voudra régler et retirer son billet.

2. Les agences de voyage françaises

Ces utilisateurs de la réservation SNCF utilisent TRANSPAC, réseau public, qui permet la liaison avec les terminaux MENESTREL de la société ESTEREL

3. **Les utilisateurs internes** (points de vente et réservation dans les gares et autres bureaux SNCF), via RETEPAC, réseau téléinformatique interne à la SNCF, et qui permet de relier les Unités de Raccordement (UR) dans les gares surtout ; le Point d'Accès Vidéotex, (liaison avec les Minitel). L'ensemble formé par MINITEL et MIRABEL est appelé BAGATEL.

Dans les gares, le terminal permettant l'émission de billets est MIRABEL, machine à billets en local, indépendant du MINITEL qui permet de réserver les billets. MIRABEL édite et formate le billet à partir des informations obtenues par MINITEL à propos de la réservation. Cette solution concerne les petits volumes d'édition. Cette solution a été particulièrement intéressante pour la SNCF, car la connexion de gares a représenté un coût marginal grâce au MINITEL; Pour les gros volumes d'édition de billets, le terminal est MABEL GRETA (MG): Machine à Billets Automatiques/Groupe d'Etude du Terminal d'Avenir. Notons que le fonctionnement de ces machines est pleinement local: il n'y a pas de liaison téléinformatique avec RESA, pour ce qui concerne l'impression du billet. En revanche, il y a liaison téléinformatique au moment de la demande de réservation. Cette double modalité permet de contracter les coûts de la communication, et il est effectivement plus logique de faire exécuter par des ressources locales ce qui peut l'être.

Emission et réservation des billets sont possibles sur; DAGOBER, le Distributeur Automatique Grande Ligne, offrant billet et réservation, fonctionnant sur REUPAC, via OGL, l'ordinateur de gestion locale qui assure la télécollecte et la télésurveillance de l'information. Ce système accepte les cartes bancaires, et permet donc d'entrer dans la "synergie" monétique. Notons que dans le cadre du Nouveau Système de Réservation (NSR), qui gèrera les TGV, les interfaces vidéotex et Hermès vont se situer au niveau du serveur frontal SDS (niveau RESA actuellement).

Le Système complet de vente Socrate devait être pleinement opérationnel dès 1991; il s'appuie sur le logiciel "Sabre" d'American Airlines, il vise à remplacer le système de réservation (fin 1973) qui, à la fin des années 1980 était au bord de la saturation (50 millions de réservations par an). Avec Socrate dont la seconde phase (mi 90-mi 91) consiste en la mise en place du nouveau système de Résa dans le nouveau centre de calcul informatique de Lille, suivie du basculement progressif des terminaux sur ce nouveau système, il va devenir possible de gérer 800 transactions par seconde. Tous les systèmes actuels vont donc être interconnectés à SOCRATE.

4. Les extensions internationales

Le système de réservation de la SNCF RESA s'insère par ailleurs dans un réseau international. Les systèmes informatiques et télématiques au service des autres compagnies de chemin de fer en Europe sont connectés en effet, comme le sont les réseaux téléphoniques et télégraphiques. RESA est reliée avec différents interlocuteurs:

- HERMES (réseau européen d'ordinateurs -commutation par paquets- de compagnies de chemins de fer, qui dépend de l'Union Internationale des Chemins de fer. D'existe depuis 1985 et est établi entre six pays: France, RU (Birmingham), Belgique, Allemagne (Francfort), Italie (Rome), Suisse. Suède et Danemark devaient être reliés. C'est via le système français que le calculateur d'accès à IRIS (réseaux allemands, etc.) peuvent rejoindre encore HERMES. Ce réseau serait sous-employé: transfert de petits fichiers marchandises et extension de la Réservation vers la Suisse et le Royaume Uni. Cette liaison est cependant nécessaire pour une liaison avec le réseau suisse, notamment pour ce qui concerne les réservations sur le TGV (Hermès, en 1989, permet de relier ErR (CSF) c'est-à-dire le système de la compagnie suisse de chemins de fer CSF; les BR; et ESR (53), le système français.). Cette liaison permet aussi de rejoindre le système britannique (British Railways-BR). Ce réseau serait sous-employé: transfert de petits fichiers marchandises et extension de la Réservation vers la Suisse et le Royaume uni.
- IRIS réseau qui actuellement permet d'accéder au système allemand, mais qui est destiné à disparaître pour être fondu dans HERMES (vers 1991)
- RENÉE. Ainsi, les liaisons entre HERMES et la RENÉE transitent par le système français RESA

Vers Resarail 2000 : La SNCF a annoncé, pour 1992, la création d'un système mondial de réservation électronique fondé sur les technologies Sabre et Dinamo d'American Airlines. Il s'agira de répondre aux besoins des différents canaux de diffusion, depuis les guichets des gares et agences de voyages, jusqu'aux domiciles des clients (Minitel) en

passant par les automates de vente. Grâce à ses capacités d'interconnexion U pourra s'étendre à toute l'Europe, voire au monde entier. Les compagnies ferroviaires européennes pourront entrer dans le projet selon diverses manières:

-en devenant partenaires de la SNCF et d'AMRIS, la filiale spécialisée d'American Airlines

-en acquérant la licence du logiciel

-ou en hébergeant tout ou partie de leur offre dans un centre informatique de la SNCF (il est prévu de gérer ce projet dans le nouveau centre informatique situé à Lille)

Les transactions relatives à la réservation

Par transaction on entend ici le nombre de demandes de réservations acheminées vers le système central. Soulignons que la notion de transaction est distincte du temps de télécommunication et du produit en résultant (chiffre d'affaires). Une même transaction peut durer quelques secondes ou quelques minutes. La demande traitée peut comporter une réservation pour une ou plusieurs places: l'intérêt commercial d'une transaction de même durée, peut fortement varier, puisque la différence correspond simplement au choix d'une touche du clavier: exemple 1 place ou 4 places. La correspondance entre nombre de transactions et chiffre d'affaires par terminal n'est donc pas possible.

1986: 26 850 000. Sur ce nombre total, les agences et organisations de voyages étaient à l'origine de 6 200 000 transactions.

1987: 30 678 000. Sur ce nombre total, les agences et organisations de voyages étaient à l'origine de 6 800 000 transactions.

Le réseau ESTEREL à des agences de voyage était à l'origine de la quasi totalité des 6 800 000 transactions (1987) acheminées à partir du réseau TRANSPAC. En effet, seules 5 machines SNCF restent en service dans des agences de voyage et assurant un maximum de 50000 transactions annuelles (58). Ces cinq machines sont les témoins du réseau mis en place ayant la généralisation d'ESTEREL. Il y a quelque temps, il restait encore 3° à 35 machines de ce type hors des bureaux SNCF. Ce réseau est appelé à disparaître car la conservation d'une procédure particulière coûte trop cher pour un nombre aussi limité de machines.

La messagerie au service du fret

La circulation rapide d'informations écrites entre gares a conduit la SNCF à réfléchir à des solutions. En particulier, le réseau d'information par téléimprimeurs couvre les principales directions.

Mais les besoins d'échange de messages concernent aussi les échanges externes, notamment dans le cas des activités de fret. Dans ce domaine, le rail connaît la concurrence de la route: il n'est plus incontournable du fait des transports routiers (59). H est donc essentiel pour la SNCF d'augmenter autant que faire se peut son niveau de performance, de qualité et de service. En effet, le marché du transport impose de transporter aussi de l'information afin de rester compétitif. Aussi, la SNCF s'est d'abord engagée dans un processus d'informatisation de ses services de Fret avec le Nouvel Acheminement Wagons (NAW). Il lui a cependant été nécessaire d'aller au-delà, ses clients étant préoccupés par la rationalisation de leurs chaînes logistiques. D'où l'idée avant conduit à la création de EDI FRET: il s'agissait de mettre à la disposition des chargeurs et autres partenaires, les bases de données de la société de chemins de fer, bases accessibles en temps réel au moyen de liaisons informatiques. Les "messageries" téléinformatiques et télématiques sont une solution pour ce type de besoins.

1. L'utilisation d'ATLAS 400 de Transpac

La SNCF vise à se convertir à l'E.D.I. grâce au recours à ATLAS 400 de Transpac. H s'agit de remplacer les appels téléphoniques et les envois de documents "papier" dont les "données" utiles doivent ultérieurement être saisies à la main, et donc d'automatiser les échanges de documents et d'informations avec la clientèle. De la sorte, l'électronique et les télécommunications permettent d'établir directement les pièces nécessaires au transport à la facturation. Le terminal du destinataire de l'envoi peut être un télex, un télécopieur, un micro-ordinateur, où arrivent les messages. Pendant l'acheminement des marchandises, les clients ont la possibilité d'interroger Sinfonie afin de connaître la position précise du wagon dans lequel se trouve leur chargement.

2. La messagerie électronique

Support de la communication d'entreprise, la messagerie permet de transmettre des messages de terminal à terminal; entre micro-ordinateurs, elle permet d'envoyer et de recevoir courrier ou fichiers sans manipulation de disquettes.

A partir des années 60, la direction informatique a développé de grandes applications nationales: réservation des places, gestion du personnel, au trafic, des stocks... En complément de ces applications, les utilisateurs avaient besoin d'échanger des messages informels, des directives, etc. Aussi, à la fin des années 70, un premier système de messagerie est né, intégré au réseau de téléinformatique de la société (Retipac) et accessible à partir des mêmes terminaux Logabax: il s'agit du système dit ACCM. Mais, autour de 1986, de nouveaux besoins devaient montrer les limites du système et conduire à la définition de nouvelles applications.

La SNCF a été décentralisée en 25 régions, les établissements jouissant d'une large autonomie. Un bon service d'information "descendant" et "ascendant" était nécessaire. Par ailleurs, une autre besoin apparaissait: l'essor des micro-ordinateurs et le souhait des utilisateurs concernant l'échange des données. Enfin, des serveurs "départementaux" sont apparus, intégrant messagerie, archivage, recherche documentaire, et bureautique. On est passé d'une époque caractérisée par des systèmes centralisés et très directifs, à une autre époque où les utilisateurs cherchent à obtenir très rapidement le meilleur service au meilleur coût.

Il devenait donc opportun d'utiliser la norme internationale X400 du CCITT pour mettre en service un système ouvert sur l'extérieur, couvrant l'ensemble des besoins en messagerie de la SNCF, d'autant que certains établissements avaient commencé à s'équiper en petits systèmes incompatibles. Le système de messagerie ACCM ne permettait pas la communication entre terminaux autres que les Logabax/LX-3065 et Logabax/LX-3128 utilisés dans les grandes applications informatiques de la société. Au niveau interne, il était inadapté à la transmission de messages autres que ceux dont avaient besoin les acteurs orientés vers la production dans le cadre de leur service opérationnel. Au niveau de la relation de la SNCF avec ses fournisseurs, clients et interlocuteurs extérieurs, le système ACCM était également inadapté, du fait de l'impossibilité d'utiliser les différents outils de transmission offerts par les réseaux publics (télex, télétexte, télécopie, Minitel...).

C'est afin de coordonner le développement de systèmes répondant aux besoins, et d'éviter la mise en place de systèmes incompatibles et fermés chacun, sur une spéculation réduite d'utilisateurs qu'un cadre cohérent a été mis en place. Un Système informatique pour les échanges Normalisés Internes et Externes (Sinfonie) allait être constitué utilisant:

-les microprocesseurs 32 bits à tolérance de panne (système X83 d'Alcatel);

-les réseaux de commutation par paquets. Fonctionnant à l'intérieur de la société sur le réseau Retipac, il est interconnecté avec la messagerie publique ATLAS 400 (Transpac) pour les échanges avec des correspondants extérieurs à la SNCF: clients, fournisseurs, etc.

On sait que ATLAS 400, opérationnel depuis 1987, est un support universel de la communication de l'écrit. Il permet la transmission et l'affichage de messages sur les terminaux de différents types, soit entre abonnés individuels, soit entre serveurs privés, même en l'absence de l'abonné. Un même message peut être remis à un ou plusieurs destinataires simultanément. Les messages peuvent être reçus directement, soit en différé. Ce service, est accessible à travers les réseaux télex et téléphoniques commutés (télécopieur pour la réception seule, Minitel, terminaux télételex ou informatiques) s'ils sont interconnectés avec le réseau Transpac, et le réseau Transpac (Télétexte, terminaux informatiques, micro-ordinateurs). La mise en place des interfaces normalisées par Atlas 400 limite les investissements spécifiques à l'adaptation des différents terminaux. Au niveau interne, si la société préconise l'utilisation de Sinfonie, elle laisse cependant possible les liaisons directes à Atlas 400. Cela lui permet pour son service de messagerie interne de jouer sur les deux solutions, privée (Sinfonie) et publique. Les abonnements individuels à ATLAS 400 sont d'ailleurs également compris comme secours en cas de surcharge de Sinfonie. La SNCF est le premier client d'Atlas, tant pour le nombre de boîtes aux lettres que pour le trafic. Elle a dépassé les 1000 abonnements en 1989.

Les avantages d'EDI FRET

Avec création de EDI FRET, la SNCF visait trois objectifs commerciaux:

-fournir une meilleure lisibilité de l'offre, et donc rassurer la clientèle: délais d'acheminement, équipement des gares, position des trains et des wagons...

-réduire l'incertitude: date de livraison, acheminements

-offrir pour les clients qui le souhaitent, une option "zéro papier": documents douaniers, factures...

La SNCF voulait offrir un service pour l'ensemble de ses 22000 clients (fret), et non pas uniquement aux 200 plus importants, pour qui est assuré 90% du trafic. Il s'agissait donc, impérativement, de coller au plus près à la réalité du marché des réseaux de télécommunication. Faute de quoi, l'opération aurait probablement échoué, les clients n'acceptant facilement ni de nouveaux investissements spécifiques (matériels, réseaux, normes), ni des révisions de choix techniques antérieurs... Le constat fut le suivant: dans les entreprises, il existe aujourd'hui des équipements courants qui ont pour nom télex, Minitel, téléphone, télécopie, micro-ordinateur... Il s'agissait aussi de masquer pour l'utilisateur extérieur, l'hétérogénéité des matériels, des informations et des procédures utilisées par la SNCF (NAW, Sésame): on a vu plus haut, l'ampleur de l'hétérogénéité. C'est donc une véritable rénovation de l'offre "fret" que propose la SNCF avec EDI FRET.

Ce texte a montré que la SNCF vise à disposer d'un réseau de haut niveau (introduction de la fibre optique par exemple). Son intérêt pour les applications développées (fortes consommatrices de télécommunication) est évident. Elle cherche cependant à limiter la charge en télécommunication par le recours à des systèmes locaux chaque fois qu'un tel choix serait judicieux. Deux indications illustreront cette préoccupation de la SNCF. Afin d'éviter une surcharge du système central avec des informations d'intérêt local, l'Ordinateur Local de Gestion Automatisé (OLGA) doit permettre de gérer les ressources locales en information et en traitement. Ainsi, la gestion d'une ligne d'autocars (connaissances des horaires), ou le calcul des résultats de vente à la journée. Cela revient à sauvegarder un "espace de liberté" informationnel au niveau local, tout en respectant les interfaces avec le logiciel central du système informatique. Pour sa part, le logiciel de recherche d'informations horaires (RIHO) procède de la même logique d'économie des temps de télécommunication. Ce logiciel qui est en service depuis le milieu de l'année 1988, fonctionne sur un micro-ordinateur non connecté sur le réseau de télécommunication. Des disquettes régulièrement mises à jour sont consultées en mode local, dans les gares. RIHO permet donc de connaître les trains correspondant à la demande du client (fourchettes horaires, date, origine, destination). H permet aussi de calculer le temps le plus court entre ces deux points (avec correspondances). devra

suffire pour les 3500 à 4000 destinataires de l'ancien système reconvertis à Sinfonie. Lorsque ce seuil sera dépassé, et en fonction des besoins, d'autres serveurs pourront être implantés (Lyon, autres grandes villes). Ces besoins restent cependant difficiles à estimer et à quantifier. Les 18000 conducteurs de locomotive pourront-ils recevoir leurs ordres de mission au moyen de leur boîte aux lettres électroniques ? A défaut de boîtes individuelles, des Minitel en libre service (dépôts, foyers) peuvent-ils permettre le même accès à la messagerie ? Une solution du même ordre a été choisie pour répondre aux besoins de l'Office central de banlieue chargé de suivre la circulation des trains, en ce qui concerne précisément la ligne C du RER. Il s'agit de faire parvenir des informations aux gares de la ligne : informations sur les durées et les causes de retards éventuels.

Conclusion.

La dérogation au monopole des PTT et ses tentations

L'exploitation par la SNCF d'un réseau de télécommunications qui lui est propre, construit sur ses emprises, et entretenu avec son propre personnel spécialisée a été possible grâce à une dérogation officielle au Monopole des PTT.

Ces lignes "d'intérêt privé" ont été et sont installées par la SNCF à ses frais sur ses emprises: il s'agit donc bien d'un vrai réseau privé, et non d'un simple réseau à usage privatif, bâti à partir d'infrastructures privées ou louées à des opérateurs de télécommunications; à partir aussi de communications passées sur les réseaux, publics de télécommunications / Cette dérogation s'accompagne :

- du versement redevances à l'Etat (à la CNCL aujourd'hui), redevances qui s'élevaient à 24 millions de francs en 1987

- du strict respect de règles de conduite: en particulier la non concurrence envers France Télécom chaque fois qu'il s'agit d'appeler un abonné du réseau national à partir d'un poste du réseau interne SNCF.

On pourrait imaginer en effet, que la disposition d'un réseau téléphonique qui lui est particulier, peut entraîner certaines tentations. Pour appeler, à partir de Lille, un correspondant extérieur, situé par exemple à Marseille, une solution technique peut consister à utiliser le réseau "interne" jusqu'à Marseille puis, à sortir du réseau privé pour accéder au réseau général. De la sorte, le correspondant est bien appelé, mais la communication qui serait payée à l'opérateur national qu'est FT ne serait qu'une communication locale et non une communication interurbaine. Cela n'est cependant pas autorisé.

Autre tentation possible: la permission donnée à des tiers pour utiliser le réseau privé. Or, la SNCF n'est pas seulement une société de chemin de fer; c'est un groupe aux nombreuses ramifications et si l'on entrait dans un tel processus, il deviendrait difficile d'établir la limite.

Autour de la SNCF proprement dite gravitent des entreprises "satellites" qui contribuent aux résultats du groupe. Le principal satellite (holding) est contrôlé à 83,5% par la SNCF: il s'agit de la Sceta, dont le chiffre d'affaires provenait à raison de

- * 65% de l'activité messagerie (Groupe Calberson) et route (Bourgey Montreuil) (68),

- * 20 % des sociétés de wagons louant leur matériel à la société nationale (CTC, STVA, EVS, STSI, Garmatex) et

- * 15% de l'activité autocars (Carlane) et tourisme (hôtels et forfaits de voyages: Frantour). Les filiales visent une dimension européenne. Ainsi, Calberson ou Bourgey

Montreuil annoncent des participations croisées ou des rachats dans la CEE, notamment en Italie et en Espagne.

Parmi les sociétés de la Sceta, citons encore: celles

- de la branche marchandises (SCETA Marchandises CCC),

- de la branche location (France location, SAUMMO),

- des transports combinés (CNC, Novatrans),

- des activités diverses (SEGI, SEFERGIE, GSIT).

Outre le groupe SCETA, la SNCF compte des filiales d'une part, des participations minoritaires d'autre part.

Parmi les filiales, citons FRP, Sofrerail, SGW, SHEM, VFDM, VFL, CFPO, La vie du rail, STEF et deux filiales HLM: SICF et SOCRIF. Parmi les participations minoritaires, citons Servirait SARF, Eurofima, SNCM, Esterel CNR Interfrigo, Intercontainers, SEMAEST, SEMAPA, SEMEA CHALONS, Entr. de Bâle, et même Air Inter...

Dans un tel cas, on le voit, on peut se demander ce qui est permis et ce qui ne l'est pas, ce qui relève de la communication interne au groupe et donc ce qui doit relever du réseau privé. C'est l'accord de dérogation au monopole qui fixe la nature de l'utilisation et ses limites, afin d'éviter une notion trop extensive de la notion de "communication interne".

Le GSM-R (Global System for Mobile communications - Railways) est un standard de communication sans fil basé sur le GSM, et développé spécifiquement pour les applications et les communications ferroviaires. Il permet aux trains de communiquer avec les postes de régulation du trafic ferroviaire, aux agents de conduite, de circulation et de maintenance de communiquer entre eux en mode conférence (appels de groupe), et il autorise le support d'applications de type données comme l'ETCS.

Les normes EIRENE - MORANE spécifient une utilisation fonctionnelle et sans coupure de communication en GSM-R jusqu'à une vitesse de déplacement du train de 500 km/h. Le GSM-R est un complément, dans la plupart des pays où il est mis en service, des systèmes analogiques de liaison entre les postes de régulation et les trains, par exemple en France la **radio sol-train**.

Le standard GSM-R a été développé dans le cadre de la mission que s'est donnée l'Union internationale des chemins de fer (UIC). Son but initial était la standardisation et l'amélioration des conditions de construction et d'exploitation des chemins de fer, particulièrement en matière de trafic international. Afin de développer ce standard le projet EIRENE a été mis en place en 1993 par l'UIC. C'est au sein de ce projet que les spécifications auxquelles le réseau GSM-R doit satisfaire ont été développées.

Historique : Le GSM-R, qui est construit à partir de la technologie GSM, bénéficie des économies découlant de cet héritage. Il autorise une mutation numérique à un coût compétitif, permettant le remplacement de tous les systèmes de communication filaire (le long de la voie) et des réseaux radio ferroviaires analogiques existant dans chaque pays qui sont incompatibles entre eux : on comptabilise en effet plus de 35 systèmes de communication ferroviaire différents, rien qu'en Europe... Le GSM-R est une plateforme sécurisée pour les communications de voix et de données, entre les différents membres des équipes ferroviaires : conducteurs, régulateurs, membres de l'équipe de manœuvre, personnels à bord du train, chefs de gare. Il apporte des dispositifs tels que les appels de groupes (VGCS), les annonces ou appels diffusés (VBS), les appels localisés, et la préemption des appels en cas d'urgence. Il pourra supporter des applications telles que le suivi des marchandises, la vidéo-surveillance dans les trains et dans les gares, ainsi que les services d'informations des usagers.

Ce standard qui est le résultat de plus de dix ans de collaboration entre les nombreuses compagnies ferroviaires Européennes, finalise l'interopérabilité par l'utilisation d'une plateforme de communication unique. Le GSM-R permet dans les cas de l'ETCS de niveau 2 et 3, de transporter des informations de signalisation ferroviaire directement jusqu'au conducteur, facilitant ainsi une vitesse de circulation du train plus élevée ainsi qu'un trafic plus dense, tout en maintenant un haut niveau de sécurité. Les spécifications finalisées en 2000, sont basées sur le projet européen MORANE (Mobile Radio for Railways Networks in Europe). Les spécifications sont maintenues par le projet ERTMS de l'UIC.

Le GSM-R a été choisi par 38 pays à travers le monde, incluant tous les états membres de l'Union européenne, ainsi que des pays d'Asie, d'Eurasie et d'Afrique du Nord.



Mât d'émetteur GSM-R, ligne ferroviaire à grande vitesse de Nuremberg-Ingolstadt

Le GSM-R utilise en général des tours relais (Base Transceiver Station, ou BTS) dédiées, proches de la voie ferrée. La distance entre deux BTS est de trois à quatre km. Cette

proximité crée un haut degré de redondance et une plus grande couverture et fiabilité. Le train maintient en permanence une connexion numérique par modem vers le centre de régulation des trains. Cette connexion a un niveau de priorité supérieur aux autres utilisateurs (eMLPP). Si la connexion du modem est perdue, le train s'arrête automatiquement. En Allemagne, en Italie et en France, le réseau GSM-R compte entre 3000 et 4000 BTS.

Le GSM-R permet de nouveaux services et applications ; il offre notamment des possibilités de communication mobile dans les domaines de :

- la maîtrise et de la protection (Surveillance automatique des trains (Automatic Train Control/ETCS) et ERTMS)
- la communication entre le mécanicien et le dirigeant de service,
- la communication pour le personnel de train, ainsi que les équipes travaillant à bord du train
- l'envoi de message du train pour le service de contrôle du train
- la communication pour le personnel sur les gares, les sites de marchandises et sur les voies
- des applications spécifiques à chaque pays, comme la communication dans les tunnels, le transfert et l'analyse des données de service, des données de contrôle...

Il sert à transmettre les données entre les trains et les postes de régulation du trafic ferroviaire avec les niveaux 2 et 3 du système ETCS. Ainsi quand le train arrive sur une d' Eurobalises, il communique sa nouvelle position et sa vitesse et reçoit en retour l'autorisation d'entrer ou non sur le canton suivant et la nouvelle vitesse maximale. Il n'y a de besoin de signalisation latérale.

Tout comme les équipements de téléphonie GSM, les équipements GSM-R permettent de transmettre des données et également de la voix. Les fonctionnalités nouvelles apportées par le GSM-R en matière de communication mobile, s'appuient sur les normes GSM, et sont décrites par les normes du projet EIRENE. On trouve notamment pour les appels :

- l'appel point-à-point (PtP Call : Point-to-Point Call), appel identique à ceux d'un GSM normal
- l'appel de groupe (VGCS : Voice Group Call System), sorte de communication semblable à l'alternat en Radiotéléphonie
- l'appel de diffusion (VBS : Voice Broadcast System), où il n'y a qu'une seule personne qui peut parler (les autres écoutent seulement)
- l'appel d'urgence (REC : Railways Emergency Call), qui est une sorte d'appel de groupe destiné à une urgence
- une gestion des différents types appels (PtP, VGCS, VBS et REC) par priorité

On trouve également les fonctionnalités suivantes :

- l'adressage fonctionnel (Fonctionnel Addressing), système d'alias qui permet d'enregistrer auprès du réseau GSM-R le numéro d'un téléphone en tant qu'une fonction temporaire occupée par son utilisateur (conducteur, contrôleur d'un train particulier...)
- un mode de fonctionnement spécifique aux manœuvres (Shunting), c'est-à-dire le travail sur les voies à l'élaboration où le stockage d'un convoi ferroviaire.

Quelles sont les nouvelles innovations ?

ERTMS / ETCS Le système européen de gestion du trafic ferroviaire (ERTMS) est un système européen unique de signalisation et de contrôle de la vitesse. Il doit remplacer à terme l'ancien système de signalisation propre à chaque pays.

Le système de signalisation actuel

Quelque soit son modèle et son pays, la signalisation ferroviaire classique repose sur trois paramètres essentiels :

- la détection des trains à l'aide de circuits de voie ;
- l'observation et l'obéissance à la signalisation latérale, par signaux lumineux et par panneaux indicatifs (de vitesse par ex.);
- l'occupation d'une section de voie (1500m ou plus) par un seul train.

Ces éléments conditionnent très largement le débit en ligne : plus un train traîne, moins vite il sort de sa section, au plus les trains derrière lui doivent attendre. Chaque section

- est protégée à l'entrée par un signal lumineux;
- est signalée occupée ou libre par le système de détection par circuit de voie.

On a donc recherché :

- à décliner les ordres de mouvements dans la cabine du conducteur;
- à rapprocher les trains tout en conservant une distance minimale entre eux.

La première amélioration a été la plus « facile » à mettre en oeuvre. Elle est apparue dans les années 80 avec le TGV, où des vitesses de 250 à 320km/h ne permettent plus d'observer des signaux latéraux. Le conducteur reçoit donc l'ordre à bord de freiner ou d'être autorisé à atteindre la vitesse maximale indiquée sur un écran : 200, 250, 300 km/h.

La seconde amélioration est nettement plus tendue sur le plan de la sécurité. Rapprocher les trains suppose de savoir à tout instant où ils se trouvent les uns des autres. Or, avec le système de section, on sait que le train occupe par exemple 2 kilomètres d'une section X mais on ne sait pas où exactement il se trouve au sein de ces 2 kilomètres. On a donc songé à raccourcir les sections pour les libérer plus rapidement, ce qui a posé le problème des distances minimales requises de freinage, surtout à grande vitesse. L'autre problème est d'obtenir en temps réel plusieurs données cruciales du train, comme sa vitesse à l'instant T. Pour cela il fallu remettre à plat tout le système de transmission, et l'harmoniser au niveau européen. ...



Pupitre de téléphonie ferroviaire et commutateur NUMCOM-4000



Commutateur téléphonique ferroviaire et modulaire offrant les fonctions suivantes:

Centralisation de toutes les lignes téléphoniques spécifiques (signal, passage à niveau, abri, local d'équipements de signalisation, etc.).

Gestion depuis un pupitre, où que ce soit sur un réseau IP, localement ou dans un centre OCC.

Reroutage automatique des communications

Centralisation de toute l'interface radio en cabine et GSM-R.

Système haute disponibilité (redondance et reroutage).

Maintenance rapide avec système connectable à chaud et transmission d'alarmes au centre de maintenance (protocole SNMP).

Modification fonctionnelle en mode Live du pupitre de commande au moyen d'un système d'identifiant de connexion / mot de passe.

NUMCOM-4000 est un système entièrement hybride, capable d'accepter toutes les interfaces (analogiques, numériques, IP, fibre optique), et de fonctionner dans un réseau entièrement IP avec un gestionnaire d'appels.

Le pupitre de commande et le commutateur téléphonique peuvent être utilisés dans un réseau entièrement IP, sans contraintes géographiques, et connectés à un centre d'appel général ou régional. ...

Le CTFC commutateurs de Faible capacité, est un produit en fin de production sur le réseau, qui sera progressivement remplacé ; il n'est actuellement plus déployé que dans des circonstances particulières. Au fur et à mesure de son remplacement, un stock de pérennité sera constitué pour gérer le maintien en condition opérationnelle du parc, incluant une part de redéploiement, en remplacement de technologies plus anciennes. Parallèlement, le déploiement de commutateurs de Faible capacité (ctFc) se poursuit ; 200 sont déployés actuellement, et le mouvement se poursuit à raison de 40 unités par an ; l'introduction du commutateur Ferroviaire de Faible capacité de seconde génération (ctF2c) permettra de passer cette cadence à 60.

SncF réseau s'est engagé à suivre les recommandations du Beatt et à enregistrer progressivement toutes les communications téléphoniques émises ou reçues par les agents en charge de l'exploitation du trafic ferroviaire. Le déploiement d'enregistreurs est en cours ; 165 ctFuet ctFc sont équipés. tous les commutateurs déployés (tFnG, ctFc) sont équipés d'un enregistreur. par ailleurs, un enregistreur central pour le réseau GsrM est en cours de déploiement, et sera opérationnel fin 2018. le programme d'éradication des lignes aériennes s'est poursuivi par la prise en compte des liaisons ayant subi des dommages,

notamment des actes de vandalisme, ces ruptures de liaison engendraient des dysfonctionnements au niveau des asservissements de passages à niveau et présentaient donc un risque pour la sécurité. le montant total produit pour l'éradication des lignes aériennes est de 4,2 M€ sur 2017, correspondant à 202 km de lignes aériennes en cours de travaux d'enfouissement. en outre 3 nouveaux chantiers soit 78 km ont été lancés courant 2017 sur des lignes jugées pérennes. en complément, 9,9 M€ ont été investis pour des déploiements de câbles optiques visant à renforcer la résilience du cœur de réseau télécom.

l'outil de référentiel (sitere) constitue la base de données de l'ensemble des câbles à fibres optiques, et est en cours de déploiement. il permettra d'avoir une meilleure maîtrise de la connaissance de notre patrimoine, et d'améliorer la réactivité du mainteneur en cas de coupure.

À fin 2017, 26000 km de câbles à fibres optiques ont été renseignés dans l'outil sur un total d'environ 30000 km. en matière de cyber sécurité, l'architecture de protection des réseaux infranet et infracom a été totalement revue avec la DSI réseau. Désormais la Zsp (Zone de protection plus) s'intercale entre la zone standard (internet et intranet) et la zone homologuée (infranet). la Zsp « héberge »

La SNCF est déjà entré dans le monde IP, fibre optique ... et un système d'information moderne.

Sur le domaine radio local d'entreprise (rle), portant les périphériques et infrastructures pour les communications de commodité et de manœuvre pour l'ensemble du GpF, un programme de modernisation a été lancé afin d'abandonner la technologie analogique obsolète et migrer vers le tout numérique tetra. le périmètre de cette migration concerne environ la moitié du parc des radios actuelles, l'autre moitié étant déjà numérique. ce programme d'environ 17,5M€ va s'étaler sur environ 5 années. sur le domaine GSM-R, un programme de migration des liens de transmission des points d'émissions (Bts) synerail, du cuivre vers la fibre optique a été engagé. ce programme consiste, partout où la fibre optique est dorénavant disponible, de migrer l'ancien réseau de transmission créé sur cuivre vers un nouveau sur fibre. Ce programme d'environ 23,5M€ s'étalera jusqu'en

2025, date de pose des dernières fibres optiques sur le périmètre ciblé.

À la fin du programme, toutes les Bts seront raccordées en fibre optique, améliorant ainsi la fiabilité du système GSM-R, et préparant son futur remplacement à l'horizon 2030 vers une autre technologie dont les débits nécessiteront obligatoirement de la fibre optique. en complément, le déploiement massif de câbles à fibre optique lancé fin 2011 va permettre de remplacer des câbles cuivre parfois vétustes et d'offrir des débits accrus, et va favoriser ainsi la mise en œuvre des applications ferroviaires de demain.

Ce programme participe à l'amélioration de la disponibilité du réseau de télécommunication et à sa modernisation.

Fin 2017, 5625 km de câbles optiques ont déjà été déployés et la prévision pour fin 2018 est de plus de 6700 km. un projet de déploiement de la fonction ercc est programmé courant 2019 afin de mieux discerner les trains à arrêter en cas de danger lors d'une alerte radio GSM-R. la capacité de transmission de cette alerte radio sera également augmentée par l'introduction de la méthode de communication par paquet Gprs .

L'un des chantiers essentiels est d'explorer la 5G pour bien comprendre ses apports au monde ferroviaire. Aujourd'hui, nous utilisons le système **GSM-R2** qui repose sur la 2G, il date du début des années 2000. Ce qui n'a rien de surprenant puisque les temps de cycle sont longs en ferroviaire : on ne change pas de TGV au même rythme qu'une voiture. Mais aujourd'hui, c'est le moment...

Il est effectivement temps de changer et ce, pour trois raisons. Premièrement, nous n'avons pas le choix. En effet, même s'il fonctionne encore parfaitement, le système **GSM-R** devient obsolète : les fournisseurs prévoient d'interrompre sa maintenance à l'horizon 2030.

Les nouveaux usages, comme le train autonome, qui se traduisent par des besoins supérieurs au niveau télécom - davantage de bande passante, des temps de réaction plus brefs, etc. font du **GSM-R** un système dépassé. Le train autonome a en effet besoin d'envoyer des vidéos, ce qui est techniquement impossible dans des conditions satisfaisantes avec la 2G. Par ailleurs, il est impératif de garantir l'interopérabilité avec les autres acteurs du ferroviaire européens qui, eux aussi, ont enclenché cette transition vers la 5G. Enfin, et comme évoqué précédemment, il faut pouvoir répondre aux nouvelles attentes en termes de service, autant à bord que dans les gares ou pour la maintenance du matériel roulant.

Dans le cadre du déploiement du nouveau système **FRMCS3** qui nécessite la 5G, nous sommes aujourd'hui au stade des études amont, une phase où l'innovation joue pleinement son rôle. Comme la 5G, ce futur système de communication ferroviaire est en cours de standardisation. En effet, dans les télécoms, tout repose sur des normes dans la mesure où l'ensemble des appareils connectés doivent parler le même langage, quels que soient leur origine et leur fournisseur.

FRMCS3

Comme on le sait, le GSM-R, l'élément de télécommunications de l'ERTMS, a connu un grand succès avec son déploiement sur plus de 150.000 km de voies en Europe et 230000 km dans le monde. Le GSM-R fournit une connectivité 2G+ transparente entre le sol et le bord, mais cette technologie basée sur le GSM arrive en fin de vie tandis que les sous-systèmes du GSM-R sont confrontés à l'obsolescence. Le GSM-R n'a pas la capacité de transmettre les énormes quantités de données nécessaires aujourd'hui et à l'avenir. Bien que les fournisseurs aient garanti un soutien continu à la technologie GSM-R jusqu'en 2030, il est temps de passer à une nouvelle technologie de transmission de données.

C'est la raison pour laquelle l'Union internationale des chemins de fer (UIC) a lancé les premières études pour un successeur au GSM-R dès 2012. Ces dernières années, l'UIC a réuni les principales associations et compagnies ferroviaires européennes ainsi que les organismes de normalisation des télécommunications ETSI Technical Committee for Rail Telecommunications (ETSI TC-RT) et les groupes de spécifications techniques du 3GPP. Le 3GPP est un consortium créé en décembre 1998 avec sept organismes de normalisation des télécommunications tels que l'UIT (Union internationale des télécommunications), ETSI (Europe), ARIB/TTC (Japon), CCSA (Chine), ATIS (Amérique du Nord) et TTA (Corée du Sud). Ce consortium produit et publie les spécifications techniques des réseaux mobiles de 3e (3G), 4e (4G) et 5e (5G) générations.

Ne pas oublier le rail

Les normes 3GPP sont structurées sous forme de versions. Les discussions sur le 3GPP font donc fréquemment référence à la fonctionnalité d'une version ou d'une autre. Chaque version comprend des centaines de documents individuels de spécifications techniques et de rapports techniques, dont chacun peut avoir fait l'objet de nombreuses révisions. Les normes 3GPP actuelles intègrent la dernière révision des normes GSM. Nous en sommes aujourd'hui à la 16e version, appelée R16. Une version R17 est en cours de développement et est prévue pour 2022.

Lors de l'élaboration de normes à un niveau mondial aussi élevé, il est crucial de prendre en compte les exigences des chemins de fer, car les télécommunications touchent des secteurs très vastes, comme l'aviation, la marine marchande et l'industrie, avec le risque d'oublier le chemin de fer. Il a donc fallu beaucoup de lobbying pour que les spécifications normatives du 3GPP intègrent les exigences ferroviaires spécifiques. En fait, l'ETSI joue un rôle clé pour intégrer les technologies spécifiques au rail dans les normes de communication mobile mondiales dominantes. Les exigences ferroviaires ont donc été soumises aux groupes de travail du 3GPP, où une analyse avec les exigences existantes du 3GPP est effectuée, pour ensuite éliminer les écarts constatés par des exigences normatives supplémentaires ou nouvelles, qui seront incluses dans la R17.

Incontournable 5G

Ces évolutions ont conduit à développer pour le chemin de fer le Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) comme norme mondiale pour les télécommunications ferroviaires. Mais cela signifiait aussi que les opérateurs ferroviaires devaient commencer rapidement à planifier la manière dont ils prépareront et feront migrer leurs réseaux.

De par son faible débit (et ce malgré l'avancée majeure portée par l'arrivée du GPRS), le GSM-R 2G est souvent considéré comme le point limitant du système ERTMS. La question s'est alors posée de remplacer les protocoles GSM-R par un autre type de connectivité plus performant. Les dernières réflexions de l'UIC et de l'Agence ferroviaire européenne (ERA) ont montré une nette préférence pour la 5G, un choix soutenu - ce n'est pas une surprise -, par de nombreux fournisseurs de télécommunications et de grands opérateurs ferroviaires européens. En fait, la technologie 5G est la base de la nouvelle norme FRMCS, mais la 5G est nécessaire à la numérisation des chemins de fer. Cependant, les entreprises ferroviaires devront conserver leurs propres réseaux mobiles à part, car les opérateurs mobiles ont exclu l'utilisation de leurs réseaux commerciaux pour des raisons juridiques. L'usage de la 5G permet une augmentation du débit, une diminution de la latence, une standardisation des protocoles qui seront adaptés aux autres marchés et aussi une diversification de la concurrence. C'est surtout la promesse d'un réseau plus fiable avec un haut niveau d'engagement.

L'urgence de développer une norme basée sur les spécifications 3GPP telles que décrites plus haut (Release 16, ou supérieure), compatible avec la bande harmonisée mise à disposition du GSM-R (900 MHz), est requise par la révision du règlement européen (UE) 2016/919 de la Commission, prévue pour 2022 et qui doit inclure cette nouvelle norme ainsi que le FRMCS et d'autres fonctionnalités innovantes, pour actualiser et améliorer les performances de l'ERTMS et faciliter son déploiement.

L'introduction de la technologie 5G (version R16 ou R17) offre une série d'opportunités spécifiques:

Efficacité spectrale améliorée – Le GPRS représente déjà une étape significative par rapport à la logique de commutation de circuits, multipliant jusqu'à quatre fois l'efficacité spectrale. D'autres améliorations significatives sont attendues avec la 5G;

Surmonter le double système voix-données actuellement utilisé, qui complique toute l'architecture et augmente considérablement les coûts embarqués. Cependant, la définition d'une architecture ERTMS et de radio embarquée pour la modernisation et pour les nouveaux véhicules sera cruciale pour saisir cette opportunité;

Nouvelles fonctionnalités avec l'introduction des « game-changers » pour les systèmes de commande, de signalisation et de contrôle des chemins de fer (notamment, mais pas exclusivement, pour l'ATO), y compris la communication vidéo pour les conditions dégradées;

Cyber-résilience élevée et obtention d'une technologie fiable pour la grande et la très grande vitesse (jusqu'à 500 km/h).

L'architecture FRMCS

Compte tenu de l'augmentation – encore inconnue – des demandes de communication mobile dans les chemins de fer, il est nécessaire que le concept FRMCS soit très flexible, en termes d'indépendance de technologie porteuse, de manière à être à l'abri de l'évolution spectaculaire du secteur des télécommunications, et qu'il soit aussi évolutif extensible et enfin plus durable du point de vue économique. Pour ce faire, il fallait une architecture de pointe qui non seulement intègre les dernières technologies, mais également l'introduction de technologies futures. Alors que le GSM-R est un système peu flexible car il est traité comme un seul bloc, le FRMCS découplera les applications, les services et le transport pour permettre une plus grande indépendance et une plus grande flexibilité du support de transport. Cela signifie que l'on passera d'une approche centrée sur la voix à une approche centrée sur les données. C'est là que nous voyons l'importance de la 5G. Le découplage permet d'offrir davantage de services – il existe actuellement certaines restrictions à l'utilisation des réseaux publics – et la norme FRMCS offrira également une plus grande souplesse en matière d'interopérabilité. La définition et l'introduction des FRMCS permettront de faire face à ces tendances, en offrant une flexibilité suffisante en termes de fonctionnalité, de capacité et de performance, et en permettant une réduction des coûts grâce à l'utilisation de technologies, de produits et/ou de services de télécommunications commerciaux courants, tout en maintenant l'interopérabilité, qui est la clé d'un espace ferroviaire européen intégré.

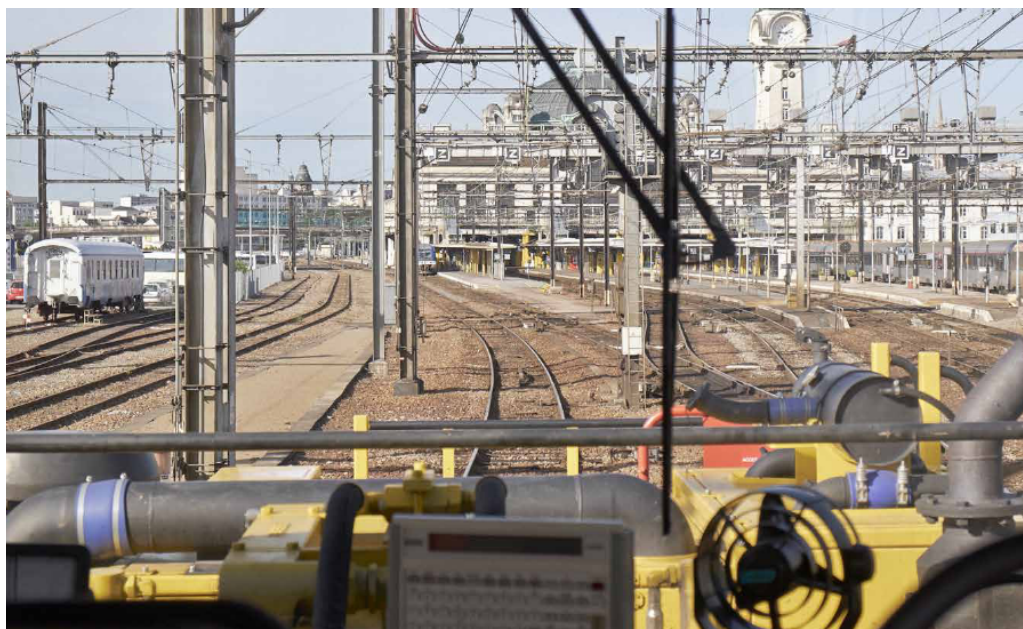
Cette modularité permet de distinguer et de séparer les fonctions critiques (liées à la gestion du trafic et à l'intégrité des trains), des fonctions « non-critiques » annexes, comme les services à bord aux voyageurs.

Sécurité

Le FRMCS devra disposer d'un spectre dédié pour les applications critiques. Les besoins des chemins de fer en matière de performance des trains et d'infrastructure intelligente doivent également être couverts et s'avéreront bien plus importants en quantité que les besoins actuels. Les applications critiques FRMCS, ainsi que leurs options technologiques, sont principalement liées aux fonctions de communication (voix et données) strictement liées aux opérations ferroviaires avec des implications en matière de sécurité.

FRMCS est donc une architecture flexible et modulaire qui peut fonctionner avec une variété de technologies, notamment l'Ethernet (câble), le Wi-Fi, le réseau sans fil de point à point, ainsi que les radios cellulaires LTE/5G. La 5G utilisée pour FRMCS est une architecture dite « cloud-native », c'est à dire virtualisée et modulaire, et qui permet une meilleure évolution et peut fournir une gamme de services plus large. Le réseau 5G est piloté par logiciel et est programmable, ce qui le rend beaucoup plus automatisable et ce qui facilite l'introduction de nouvelles applications. Cela signifie que le rail peut tirer parti des investissements existants en matière de connectivité et qu'il sera en mesure d'évoluer avec l'arrivée de nouvelles évolutions technologiques. Les avantages pour les chemins de fer sont que le FRMCS fournit non seulement les mêmes fonctionnalités que le GSM-R – applications vocales radio pour les trains et données ETCS –, mais peut également changer la donne pour l'ERTMS, par exemple pour la numérisation des chemins de fer.

C'est un élément crucial pour faire du chemin de fer un transport d'avenir et durable.



Cet article ne prétendait pas couvrir l'ensemble du sujet. Il visait simplement à souligner l'importance d'un réseau de télécommunication d'envergure nationale trop souvent méconnu.

Certes, cette entreprise "atypique" est bien particulière du fait de son envergure nationale, la dispositions d'emprises au sol permettant l'installation de câbles, sa place dans l'économie française, l'existence d'un "esprit cheminot" à tous les échelons de la hiérarchie. Cependant, on y retrouve des caractéristiques communes à bien d'autres organisations, comme le poids de la hiérarchie, les cloisonnements entre services, ainsi que la recherche d'une certaine perfection.

A l'heure où l'on parle de "déréglementation" en matière de télécommunications, il a semblé utile de présenter l'un des autres grands réseaux français de télécommunication. S'il vient loin derrière de celui de France Télécom à bien des égards, il dispose d'atouts certains:

- il couvre l'ensemble du territoire français, avec des circuits privés posés sur les emprises SNCF;
- il est caractérisé par un haut niveau technique et les équipements qu'il utilise n'ont rien à envier aux meilleurs équipements disponibles en France ou à l'étranger;
- il dispose d'un dense réseau commercial au contact de la clientèle (gares et bureaux). Dans cette perspective, il n'est pas trop tard pour renforcer les liens de partenariat entre les deux organisations.

Il conviendrait donc de veiller: à ce que la présente coopération sur le plan technique puisse prolonger le cas échéant par d'autres formes de coopération, notamment sur le plan commercial; à ce que l'amélioration du service offert tant par la SNCF que par France Télécom à leurs usagers respectifs, se traduise par le renforcement de la coopération. Ainsi en est-il pour l'installation systématique de cabines téléphoniques dans les emprises SNCF (gares), installations auxquelles procède la SNCF en liaison avec les chefs d'Agences des télécommunications. La demande croissante des usagers des gares en cabines téléphoniques conduit à ce qu'en cas de modernisation de gares, le nombre de cabines téléphoniques est doublé ou triplé. Le cas particulier que posent ces cabines du réseau public dans des emprises SNCF a été soumis aux dispositions d'une convention SNCF/rTT. Il est prévu que la SNCF doit mettre à disposition des Télécommunications, des emplacements en nombre suffisant dans les gares. Moyennant quoi, une redevance revient à la SNCF (8% des recettes). Ce partenariat gagnerait à être systématisé comme cela semble être la tendance sur ce point précis: bornes Minitel; exploitation de trois cabines par rame de TGV...

L'image de France Télécom est bonne à la SNCF, ce qui permettrait d'aborder un nouveau partenariat dans de bonnes conditions. FT était même perçue dès juillet 1989 comme étant déjà passé au stade de l'entreprise malgré quelques vestiges de "lourdeur": encore considéré comme un fournisseur, certains responsables de la S.N.C.F. verraient bien France Télécom devenir un partenaire. La création au sein de France Télécom du Service des Grands Comptes, a été particulièrement bien perçue à la SNCF (94); elle est certainement un élément favorable pour une telle évolution.

Au-delà de ce cas particulier, on est donc conduit à se demander si certains réseaux de "grands comptes" d'aujourd'hui ne seront pas les concurrents ou les partenaires de demain des principaux opérateurs mondiaux de télécommunication.

