

Les Lignes et liaisons téléphoniques

Pour établir une conversion à distance entre deux personnes par téléphone, il faut les relier par une **liaison** physique, en fil de fer au tout début puis en cuivre ... les relier par l'intermédiaire d'un bureau téléphonique avec des opératrices, par la suite via les centraux automatiques en premier, électroniques et numériques par la suite ... en utilisant des **liaisons** entre centres et pays. On distingue trois types de liaisons :

1 - Les liaisons analogiques

sujet traité dans cette page.
Au début du téléphone, sur ces premières liaisons téléphoniques, les courants qui circulaient étaient tout simplement les courants analogiques bruts générés par les voix des deux correspondants au travers des microphones des téléphones. De ce fait, les signaux étaient rapidement affaiblis par les pertes induites par les câbles métalliques, ainsi que par les courants telluriques qui parasitaient les transmissions vocales brutes. Les liaisons de longue distance, interurbaines, étaient alors impossibles.

2 - Les liaisons numériques

À partir des années 1950 après l'invention du transistor en 1948 et avec la miniaturisation des composants électroniques, il est alors devenu possible de commencer à mettre en application une invention Française de 1937 : la Modulation par Impulsion et Codage, couramment appelée **MIC** racontée dans [cette page](#) et cette [autre page](#) du site. Elle permet de transporter facilement les conversations sur de longues distances sans affaiblissement ni altération.

3 - Les liaisons satellites

sujet exposé dans [cette page du site](#)

Les liaisons analogiques

Rappel de La boucle locale ou Réseau local

La ligne téléphonique relie le poste téléphonique de l'abonné au commutateur d'entrée dans le réseau backbone de l'opérateur, ce commutateur est appelé commutateur de rattachement ou commutateur d'abonné. Il se situe dans un bâtiment appelé central ou **centre téléphonique** (le terme centre sera souvent confondu avec le terme commutateur). Organisation de la boucle locale

En partant du poste téléphonique des abonnés reliés à des câbles de branchement :

- Les fils des abonnés sont des lignes bifilaires individuelles,
- Les points de concentration **PC** : sont des petites boîtes placées sur des poteaux ou dans des endroits réservés au sein des immeubles desservis. Les paires téléphoniques arrivent au PC sur des réglettes, des connexions amovibles les relient à d'autres réglettes sur lesquelles sont branchés les câbles de distribution. Le PC n'est rien d'autre qu'un mini répartiteur de petite capacité d'une à quelques dizaines de paires.
- Les câbles de distributions relient les points de concentration au sous Répartiteurs. **SR**

Chaque câble contient un certain nombre de paires et leurs calibres sont généralement normalisés. On trouve des câbles de 14, 28, 56, 112, 244, 448 paires de calibres 0.4 ou 0.6 mm. Ces câbles peuvent être soit aériens, soit posés en plein terre (moins onéreux mais vulnérables) soit en canalisations souterraines équipées de regards de visite pour l'entretien.

- Les sous répartiteurs **SR** sont des "casiers" placés sur les trottoirs. Ils permettent de la même façon qu'un PC de regrouper les câbles de distribution vers les câbles de transport qui sont plus volumineux. Un SR peut connecter jusqu'à 1500 paires.
- Les câbles de transport sont similaires aux câbles de distribution avec des capacités plus élevées, 112 à 2688 paires. Ces câbles sont posés dans des conduites souterraines.
- Le répartiteur général placé dans le bâtiment du centre de rattachement, constitue le point d'accès des lignes à l'autocommutateur.



[Sous Répartiteur](#)

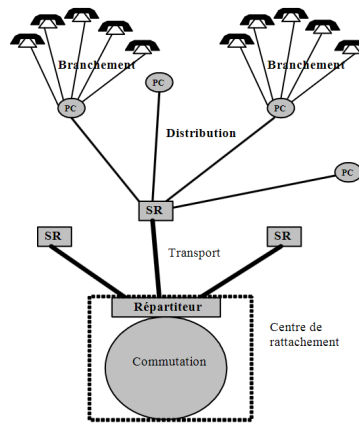


Figure 1.2 : Structure du réseau local

boucle locale

Le **réseau téléphonique commuté (RTC)** a été progressivement développé sous l'action des pouvoirs publics avec l'objectif de constituer un réseau universel public couvrant la totalité du territoire national. Propriété de France Télécom, le réseau téléphonique commuté raccorde la quasi-totalité des résidences principales et secondaires comme les professionnels et les entreprises.

La prise de conscience de l'importance des nouvelles formes de communications date globalement de l'apparition du télégraphe électrique dans les années 1830, lorsqu'est institué un monopole d'État en 1837 avec la création de l'administration des télégraphes, rattachée au ministère de l'intérieur. De l'invention du téléphone, en 1876, à la nationalisation de la société française du téléphone en 1889, le développement du réseau téléphonique est pris en charge par des sociétés privées. On compte alors 12 000 abonnés au service téléphonique en France, contre 177 000 en Europe, et 211 000 aux États-Unis.

Le ministère des postes et télégraphes, les « PTT », créé en 1879, prend en charge la poursuite du déploiement du réseau téléphonique.

La France demeure très en retard néanmoins, le nombre d'abonnés passant de 62 000 à 212 000 entre 1900 et 1910, ce qui correspond à un accroissement annuel moyen de 13 %, contre 21 % aux États-Unis, où l'automatisation des centraux téléphoniques est déjà en cours.

À l'issue de la Première Guerre mondiale, le téléphone demeure un produit de luxe, réservé aux riches citadins, et le nombre de postes téléphoniques n'est alors en France que de 0,77 pour 100 habitants, contre 4,9 en Suède, 2,1 en Allemagne et 1,6 en Grande Bretagne .

Suite au plan de 1923, qui confère un budget annexe aux PTT, l'automatisation de la commutation se développe et près de 300 000 lignes automatiques sont ainsi installées à Paris entre 1929 et 1934,

Le **premier câble souterrain à grande distance** fut posé entre Paris et Strasbourg : les travaux débutèrent en 1924 et la mise en service des premiers circuits eut lieu en 1926. Les stations d'**amplification** étaient distantes de 80 à 120 kilomètres, avec des stations d'équipements tous les 80 à 120 km..

Comparés aux circuits aériens, les circuits en câbles présentaient, grâce à leur fort isolement et à l'équilibrage des conducteurs, une grande stabilité de fonctionnement, et un rapport signal/bruit élevé.

La pose des câbles se déroula jusqu'en 1939, à une cadence très régulière, à raison de 700 kilomètres de câbles par an. La technique des « courants porteurs » faisait ainsi son apparition en France tandis que

Dans les campagnes, le système « **automatique rural** » est déployé dans les années Trente, mais la dispersion des points de commutation – 28 000 sur tout le territoire en 1938 – et les limitations de trafic propres à ce dispositif empêchent un plein essor.

Les améliorations techniques et technologiques, telles que les bobines dites « Pupin », du nom de leur inventeur, l'amplification en ligne et les courants porteurs, permettent d'améliorer la transmission des communications téléphoniques sur les longues distances.

La récession suivant la crise de 1929 freine le déploiement du réseau téléphonique, concentré sur les besoins professionnels. On compte 1,59 million de postes téléphoniques en 1938, soit 3,79 postes pour 100 habitants, contre 12,47 en Suède, 5,20 en Allemagne et 6,74 en Grande Bretagne.

Au sortir de la Deuxième Guerre mondiale, le réseau téléphonique est en mauvais état, notamment des dommages causés par l'armée allemande lors de sa retraite. Le réseau est rapidement réparé afin de rétablir le service, mais les investissements manquent, la modernisation n'a pas lieu, et le réseau téléphonique semble le grand oublié des programmes de reconstruction de l'après-guerre.

En 1939, le réseau français comprenait environ 10 000 kilomètres de câbles à grande distance et une centaine de centres d'amplification : ce réseau câblé était constitué essentiellement par 12 artères principales rayonnant à partir de Paris et par quelques câbles sur des itinéraires transversaux tels que Angoulême – Lyon et Bordeaux – Toulouse – Avignon. Les 8 000 circuits interurbains en service à cette date avaient une longueur totale de plus d'un million de kilomètres.

En 1950, on compte à peine 1,4 million d'abonnements principaux, la demande de raccordement au réseau téléphonique est faible, et la durée d'attente pour une ligne d'abonné est de l'ordre de six mois.

Les développements se concentrent sur les réseaux de longue distance avec le déploiement de réseaux de transmission en câble coaxial, le long des grands axes, et en faisceaux hertziens à large bande.

Dans les années Soixante, la demande explose – on passe ainsi de 119 000 demandes de raccordement téléphonique en 1964 à 442 000 en 1966, et les délais d'attente sont de plus en plus mal perçus par la population.

Finalement, les cinquième (1966-1970) et sixième (1970-1975) plans accordent une large place au développement des réseaux téléphoniques, et à compter de 1974, la direction générale des télécommunications (DGT) devient le premier investisseur public.

Le plan de rattrapage du téléphone, préparé depuis 1967 et adopté en 1975, permet à la France de combler son retard dans le domaine des télécommunications et de diversifier les réseaux et les services de télécommunications, alors que l'on ne compte encore que 4 millions d'abonnements principaux en 1970.

Lancé en 1974, le programme « delta LP », qui correspond à un accroissement des lignes principales, permet d'augmenter le nombre de raccordements d'abonnés. 105 milliards de francs sont alors investis afin de multiplier par trois le nombre d'abonnements en dix ans.

En 1974, le nombre de circuits interurbains en France atteignait 160 000, soit 20 fois plus, alors que le nombre d'abonnés principaux était multiplié par moins de 6, ce qui montre l'expansion extraordinaire du trafic interurbain depuis la dernière Guerre mondiale.

En 1980, le nombre de circuits interurbains dépassait 500 000, ce qui traduit une croissance moyenne de plus de 20 % par an au cours de cette période.

En 1981, le rattrapage du téléphone est réalisé. On compte alors 11 millions d'abonnements principaux, soit 20 abonnements pour 100 habitants, valeur atteinte par la Grande Bretagne en 1973 et par l'Allemagne en 1974. Le délai moyen de raccordement est alors de 3 mois contre 16 mois en 1973. À la fin des années 1980, le nombre d'abonnements principaux s'élève à 16 millions pour 25 millions de postes.

Le réseau téléphonique est donc ancien. Bien sûr, son ampleur - **32,5 millions de paires de cuivre** en distribution raccordées via **1 000 000 km d'artères** dont 50 % en aérien et 15,2 millions de poteaux selon les chiffres d'Orange – explique en partie les difficultés d'entretien et d'identification des points chauds.

Les lignes aériennes

Vous avez peut-être connu les poteaux et les fils télégraphiques qui bordaient les routes et les voies ferrées.

Bien avant l'invention du téléphone, souvenez-vous de l'invention de Samuel Morse qui finit par obtenir, en 1840 un brevet pour son télégraphe, après de nombreux travaux de recherche et d'essais et un effort soutenu pour convaincre des investisseurs réticents. Son système de transmission de signaux à distance se composait d'un poste émetteur où un opérateur générait des signaux codés (le code Morse) à l'aide de son manipulateur, un poste récepteur qui enregistrait le message sur un bande de papier et **entre les deux stations, une ligne télégraphique** dont la longueur pouvait atteindre plusieurs centaines voire milliers de kilomètres.

Le télégraphe, après des débuts hésitants, rencontra rapidement un vif succès, d'abord aux USA bien sûr, dès la fin de la Guerre de Sécession puis en Europe après la Guerre de 1870, avec comme premiers clients les services boursiers des grands groupes financiers et les premières entreprises multinationales nées de l'explosion du monde industriel.

Les premières lignes télégraphiques aériennes ont vu le jour à partir des années 1840. Pour traverser les fleuves puis les océans, **câble sous-marin** raconté [dans cette page](#). seront mis au point et installés un peu plus tard à partir des années 1866.

Les lignes aériennes se composent d'un support sur lequel sont installés des isolateurs. Sur la base du retour d'expérience des premières installations, les technologies vont bien sûr rapidement s'améliorer (et se standardiser) de façon à rendre le montage plus facile, sécuriser la résistance mécanique et électrique des installations soumises aux caprices du temps et réduire les coûts de maintenance.

Le bois est resté le matériau de base pour la construction des poteaux. D'abord réalisés à partir de troncs de résineux bruts, ils sont dès avant 1900 travaillés dans des scieries spécialisées pour en faire des supports parfaitement droits et dimensionnés suivant des normes bien précises imposées par les sociétés clientes.

Compte tenu des besoins liés au développement du télégraphe, du téléphone et des réseaux d'électricité, une véritable industrie de fabrication de poteaux bois va se développer dans les pays industrialisés.

Pour améliorer la tenue dans le temps des poteaux bois et retarder des attaques d'insectes ou de champignons, les fournisseurs ont dû faire des choix parmi les espèces d'arbres à réserver, faire les coupes forestières au bon moment de l'année (à "lune descendante" dit-on) et traiter chimiquement les troncs avec des produits fongicides et insecticides. Ainsi va naître dans les régions forestières françaises un nombre important de petites exploitations qui fourniront aux services des PTT et aux sociétés d'électricité des millions de poteaux en bois de résineux.

Les PTT exigent des fûts sans couronnes de nœuds : certains résineux ont en effet des branches qui partent toutes à un même niveau, alors que d'autres ont le départ des branches réparti de façon hélicoïdale. Les couronnes de nœuds fragilisent le poteau et risquent de provoquer des accidents dus à la casse en cet endroit.

Même si leur nombre a diminué au profit d'entreprises modernes hautement mécanisées (et automatisées), la fourniture de poteaux bois reste aujourd'hui encore une activité industrielle importante.

La fabrication de ces supports doit répondre bien sûr à des normes sévères (par exemple les normes NF EN 12511, NF EN 12510, NF EN 12509, NF EN 12479, NF EN 12465) et les livraisons subir de nombreux tests de réception.



Poteaux épiceas à tête ronde

En ce début du XXI^e siècle, les besoins en poteaux bois sont relativement stables et sont couverts par seulement quelques grands chantiers qui ont effectué une mutation technologique importante et sont équipés de raboteuses modernes, de grappins mécaniques, mettant fin à la découpe manuelle des troncs et ont automatisé le procédé d'autoclave pour le traitement du bois en prenant en compte tous les aspects liés à l'utilisation de produits antiseptiques dangereux et en particulier les exigences environnementales européennes.

Conformément à la réglementation, un marquage est apposé sur chaque poteau. Il précise en particulier le traitement chimique reçu et la date de fabrication du poteau.

Les unités de production en France sont à même de produire des centaines de milliers de poteaux par an pour une demande qui est supérieure à plusieurs millions d'unités.

Imaginez que dans les années 1970/80 la demande française d'environ 1 500 000 poteaux/an était couverte par 800 000 poteaux bois fabriqués en France et environ 350 000 poteaux d'importation, le reste étant des poteaux et supports métalliques.

Le parc de poteaux en bois des PTT était en 1900 d'environ 2 millions, en 1962, 10 millions et en 1990, d'environ 25 millions. Avec la mise en câbles souterrains et aériens du réseau des télécommunications, il a fortement diminué et il est évalué actuellement à environ 8 millions. A noter que de nombreux poteaux métalliques ont été utilisés et sont eux aussi toujours en service.

Traitement chimique des poteaux

Deux grands procédés ont été développés pour le traitement des bois des poteaux.

- Le premier et le plus ancien sans doute est le procédé BOUCHERIE qui consiste, sur des arbres fraîchement abattus, à chasser la sève par une solution antiseptique - en général du sulfate de cuivre - injectée sous pression. Ce procédé est très bien adapté au traitement des pins sapins et épicéa. La durée du traitement, en jours, doit être, d'après les spécialistes en la matière, quasi égale à la longueur en mètres du poteau !

- Le deuxième procédé dit procédé mécanique consiste à faire pénétrer de la créosote (un composé chimique issu de la houille) dans le bois, à refus, par une mise sous ou en pression du poteau dans un autoclave. Ce deuxième procédé permet de traiter des bois secs et convient bien aux bois d'importation. Le traitement est suivi d'un sechage à l'air libre du bois pendant 3 mois.

Un chantier utilisant cette technique existe à Saint Médard d'Eyrans, près de Bordeaux. Il est visible depuis la voie ferrée Bordeaux-Toulouse, sur la droite.

Mais l'imprégnation peut-être faite avec d'autres agents chimiques. On peut citer le Pentachlorophénol, les CFK (Cuivre, Fluor, Chrome), les CCB (Cuivre, Chrome, Bore) et surtout les CCA (Cuivre, Chrome, Arsenic) qui présentent une grande toxicité.

Il n'est pas exclu de trouver aussi du lindane, un insecticide organochloré commercialisé depuis 1938, dans les bois traités.

Ces procédés de traitements portent des noms spécifiques suivant le processus retenu. Vous entendrez parler de méthode Rüping, Estrade ou Bethel. Un autre traitement des bois est utilisé pour prolonger la vie des poteaux. Un liquide fongicide est injecté dans le pied du poteau, à l'endroit où il sort de terre (procédé Cobra).

Dans les années 1980, les 2/3 de la production de poteaux en France provenaient d'une cinquantaine de chantiers dépendant d'une vingtaine d'entreprises et implantés principalement en Auvergne, dans les Vosges et en Saône-et-Loire.

On retrouve trace d'anciennes entreprises dans le Puy-de-Dôme et en particulier près d'Ambert dans le Livradois.

L'imprégnation des poteaux télégraphiques fut introduite dans cette région vers 1897.

Certains chantiers pouvaient aussi faire un traitement au fluorure de zinc.

Pour le sulfate de cuivre, il s'agissait du procédé du Dr BOUCHERIE, même si ce terme est peu évoqué aujourd'hui par les gens de la région.

Un mélange d'eau et de sulfate de cuivre (10 %) était stocké dans une fosse étanche à la base d'une tour qui comportait en hauteur trois cuves de grande capacité (15 à 30 m³). Ce mélange était alors envoyé à l'aide d'une pompe (à l'origine à bras, puis mue par un moteur à essence et enfin un moteur électrique à partir de 1935 seulement) dans la cuve supérieure qui alimentait par gravité les deux cuves inférieures en maintenant leur niveau quasi constant. Le liquide redescendait, par gravité, jusqu'aux troncs d'arbre à traiter via un réseau de tuyauteries.

L'unité traitait des poteaux de 6,5 m, 7 et 8 m. Les deux cuves d'alimentation, installées à des hauteurs différentes sur la tour permettaient d'avoir des pressions d'injection variables suivant le type de tronc à traiter.

Les troncs étaient alignés sur un pan incliné. Une calotte en bois munie d'un joint d'étanchéité était plaquée à l'extrémité de chaque tronc et maintenue à l'aide de deux griffes en fer. Un trou percé au centre de la calotte et muni d'un embout rigide appelé "le bistouri" permettait d'injecter le produit de traitement en assurant une étanchéité aussi parfaite que possible.

Le joint d'étanchéité pouvait bien sûr être constitué par un anneau de caoutchouc, mais dans les installations les plus rustiques il était réalisé à partir d'un simple toron de paille : système simple, peu coûteux, efficace sans doute et surtout facile à changer sans devoir courir chez le quincailler ... et puis le joint était "adaptable" à différents types de résineux et façonnable à la main pour épouser des coupes de bois pas toujours parfaitement franches.

Depuis des générations on savait faire des "paillas" à Arlanc, ces ruches en paille torsadée montée en spirales. Alors de là à faire des joints d'étanchéité, il n'y avait eu qu'un pas technologique à franchir !

Tiens, on raconte même dans le pays d'Ambert que lorsque le joint d'étanchéité de l'alambic venait à se déchirer, on le remplaçait par un joint en paille pour ne pas arrêter la campagne de distillation Bon, mais revenons à nos poteaux !



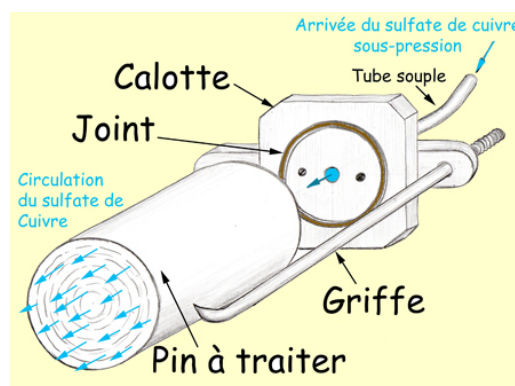
Tour d'imprégnation de poteaux en sapin de Usson en Forez.

Les Monts du Forez riches en pins et sapins de qualité produisaient au siècle dernier 3 types de bois.

Le bois de mines, du pin découpé en étais de 5 à 6 m de long, pour St-Etienne et le bassin minier de la Loire, le bois en fût pour les poteaux télégraphiques et électriques expédiés dans toute la France et le bois de construction - du sapin - pour les charpentes. Ces différents types de bois étaient transportés en train jusqu'à la plaine et la région de St-Etienne où ils étaient vendus aux clients. En 1938, le train a transporté plus de 130 000 tonnes de bois de Sembadel-gare à plus de 1 000 m d'altitude jusqu'à Bonson (Saint-Etienne) à 350 m seulement.



A Saint-Alyre-d'Arlanc, l'entreprise de fabrication de poteaux avait mis en place une station d'imprégnation au sulfate de cuivre. Les beaux cristaux bleus étaient livrés en sacs de jute de 50 à 100 Kg en provenance de l'Angleterre.



En cas de fuite, le bas du pan incliné, en forme de goulotte, récupérait le liquide perdu et le ramenait dans la fosse de stockage en bas de la tour. Mais le système de récupération ne permettait pas d'éviter, bien sûr, que du liquide chimique tombe accidentellement au sol. D'où une inévitable pollution locale dont on retrouve encore trace cent ans après. Au bout de quelques jours, le sulfate de cuivre qui avait traversé en longueur tout le tronc ressortait à son extrémité libre.

Un test obligatoire consistait à passer sur cette extrémité du chlorure de fer qui virait au rouge si le traitement avait été correctement réalisé.

La ligne de chemin de fer qui desservait St Alyre d'Arlanc dès 1902, a permis le transport de ces poteaux - éléments lourds et encombrants - dans bien des régions de France (et des colonies) à une époque où la demande était importante compte tenu des évolutions techniques (développement du chemin de fer, de la téléphonie et de l'électricité).

St Alyre d'Arlanc, petite bourgade perdue dans les montagnes d'Auvergne, près de La Chaise-Dieu, a compté jusqu'à 5 scieries et sa gare et a même été à cette époque la deuxième de France pour le transport du bois.

Une aubaine économique pour cette région peu favorisée.

Le bois - ainsi que l'exploitation de carrières de quartz laiteux - faisaient vivre plus de 1 000 habitants sur la commune entre 1870 et 1900, alors qu'il n'en reste plus aujourd'hui que 180.

Il existait aussi à Usson (dans la Loire, à une trentaine de km de St Alyre d'Arlanc), au début du XXe siècle, deux chantiers d'imprégnation au sulfate de cuivre de poteaux en résineux à destination des PTT.

Dans les années 1920, un wagon de 150 à 200 poteaux partait chaque jour depuis la gare de Saint-Alyre.

On peut supposer qu'il y avait bien d'autres chantiers, à la même époque, dans cette région du Forez riche en forêts de pins et sapins.

Les poteaux téléphoniques étaient expédiés en général à Brioude où se trouvait un grand centre de répartition des PTT. Ils voyageaient sur des wagons plats de 15 m de long via Saint-Germain-des-Fossés. Il existait aussi dans cette ville une usine, créée en 1925, dont l'activité consistait à traiter le bois, poteaux électriques et téléphoniques, charpentes et traverses de chemin de fer, par imprégnation profonde à la créosote et aux sels minéraux. Cette entreprise a cessé son activité vers 1990 et a été depuis démantelée.

Pour finir précisons que l'activité de "potellerie" a cessé définitivement à St Alyre en 1975, mais qu'elle avait déjà fortement décliné depuis les années 50, suite à l'importation de bois vendus à bas prix sur le marché français.



Marquage

A gauche : La plaque bleue est la plaque d'identification du poteau. Sur une ligne donnée, chaque poteau porte un numéro. Cette indication permet de connaître avec précision où se trouve le poteau, soit en cas d'accident, soit pour localiser une ligne desservant une habitation, à partir d'une carte géographique.

Au centre : Cette plaque de signalisation est posée sur tous les poteaux, pour dégager la responsabilité de France Télécom en cas d'accident.

A droite : Le clou enfoncé dans le poteau donne un certain nombre d'informations sur le poteau lui-même, en particulier le nom de l'entreprise qui l'a fabriqué, sa date de fabrication et son type d'imprégnation et quelques informations supplémentaires utiles à sa traçabilité. Ces informations permettent la gestion du parc de poteaux, le suivi pour l'entretien, etc.

Les lignes téléphoniques sont certes constituées de nos jours avec des câbles multi-brins isolés, mais ceux-ci sont toujours portés par des poteaux, surtout hors zones urbaines. Les poteaux conventionnels vont de 7 m à 15 m de long et sont souvent en bois autoclavé créosote (lettre R sur le marquage). Ils ont une durée de vie escomptée de 25 ans, alors même qu'ils sont en contact avec le sol et soumis aux intempéries.

L'Isolateur télégraphique

Les premières lignes téléphoniques qui ont été construites vers le milieu du 18^{ème} siècle, n'étaient pas équipées avec les dispositifs de support et d'isolation des fils que nous connaissons aujourd'hui. L'isolateur en verre ou en porcelaine n'existait pas encore.

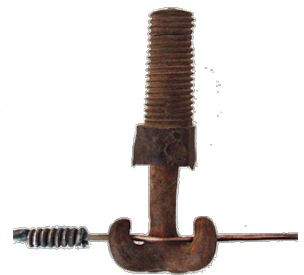
Les fils étaient souvent simplement supportés par des crochets en fer fixés à des poteaux en bois.

Pour éviter une mise à la terre des conducteurs, le crochet était isolé du bois par un manchon en caoutchouc (plus tard en verre).

Ces 'ramshorn insulator', comme les collectionneurs américains les appellent aujourd'hui, ont été très employés sur les lignes de l'Ouest américain dans les années qui ont précédé la guerre civile (guerre de Sécession). Plus tard, vers 1870, l'emploi des isolateurs en verre ou en porcelaine s'est généralisé.

Ces isolateurs téléphoniques étaient en général vissés sur des supports en bois (pins) cloués sur des traverses.

Très tôt, l'Europe a opté pour des supports métalliques. La liaison entre l'isolateur en verre et la tige de maintien est dans ce cas réalisée par un scellement. Diverses techniques ont été employées, par exemple scellement au soufre fondu, à la litharge, mais les fabricants d'isolateurs ont assez rapidement préconisé l'emploi de plâtre à modeler additionné de colle forte liquide à froid ou des scellements au ciment de portland à prise lente.



Épissure de raccordement de 2 fils téléphoniques Fils en Bronze siliceux - Diamètre 3 mm

Vous souvenez-vous des petits objets en porcelaine ou en verre qui brillaient au soleil, en haut des poteaux ?



C'étaient les isolateurs qui évitaient que le courant électrique ne s'échappe des lignes télégraphiques.

Il existe des quantités de modèles d'isolateurs pour l'électricité, qu'elle soit domestique ou industrielle. Je ne vais vous parler que des isolateurs télégraphiques qui, d'ailleurs, pourraient s'appeler aussi téléphoniques, puisqu'ils ont eu ce double usage. Les progrès techniques en matière de télécommunications ont conduit au remplacement des fils nus par des câbles, la plupart du temps enterrés. Puis le téléphone sans fil s'est démocratisé. Avec le [téléphone mobile](#), plus besoin de lignes, plus besoin de fils, plus besoin d'isolateurs. Bientôt, vous ne le trouverez plus que dans les musées. Il est temps de lui rendre hommage.

Les isolateurs en verre ou en porcelaine ont des formes et des couleurs qui varient à l'infini suivant l'époque et la provenance.

Les isolateurs ci-contre datent des années 1870. Ils équipaient la ligne TUCSON-TOMBSTONE en ARIZONA (souvenez-vous de O.K. CORRAL). Le verre est partiellement dépoli par les vents de sable du désert.

La tête comporte une partie filetée qui assure une fixation solide et permet un démontage facile.

La collection unique au monde de quelques trois cents isolateurs détenus par le Conservatoire National des Arts et Métiers de Paris a permis de mettre en valeur le processus de l'évolution de ce modeste objet.

Une fois le poteau mis en place, il convient d'installer les fils et de les fixer sur les isolateurs.



Griffes



Les Grimpettes



Exercice délicat et périlleux réservé à des ouvriers monteurs spécialisés dans ces opérations.

Chaque étape du montage doit respecter des règles très strictes et le fil doit être tendu correctement de façon à assurer une bonne tenue mécanique de l'ensemble quel que soit le temps, été comme hiver.

Après mise en service de l'installation, des inspections périodiques sont faites ainsi que des remplacements de matériels (supports, isolateurs, ...).

Pour effectuer tous ces travaux, bien sûr, il est indispensable de savoir monter aux poteaux !

On ne monte pas aux poteaux bois avec une échelle ! On ne va pas à la récolte des cerises quand on est monteur électricien ou téléphoniste.

On enfila sa tenue de travail, on met un casque de sécurité en théorie et on attache ses griffes de façon à pouvoir monter au poteau par la vraie force de ses jambes.

Encore faut-il un peu d'apprentissage et d'entraînement pour monter avec ces accessoires aux pieds. Il faut bien enfoncer les griffes dans le bois relativement tendre pour bien assurer la montée, mais sans doute pas trop pour ne pas rester coincé à mi-hauteur. sans doute un exercice moins facile qu'il n'y paraît ! surtout chargé avec l'outillage dans la musette ! ... et puis la descente n'est pas forcément plus simple que la montée !

Ces travaux sont réalisés par un personnel qualifié et chaque intervention est bien sûr consignée dans un document spécial (la gestion des travaux d'entretien est assurée aujourd'hui par des moyens informatiques).

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**.

On peut donc dire que la grande période des poteaux présents dans le monde ferroviaire ne démarre que dans les années 1920 et 1930, ce qui est tout à fait constatable sur les photographies ferroviaires qui peuvent être datées avec précision grâce à l'identification du matériel roulant présent sur le cliché.

Notons qu'avec la généralisation du téléphone et le grand nombre d'abonnés, le nombre de fils se multiplie d'autant et demande des poteaux de plus en plus imposants, larges et hauts. Le grand nombre de fils impose aussi les fameux isolateurs dits « en clé de sol » qui soutiennent deux fils. C'est une spécialité française : les autres pays du monde restent fidèles à l'isolateur simple soutenant un seul fil.

Mais il se pose aussi, plus particulièrement avec le téléphone, le problème du sol. Pour éviter des perturbations créées par la proximité du sol, on fait « tourner » les positions des fils par leur permutation sur le fil. On voit, parmi les isolateurs en « clé de sol », quelques isolateurs simples à un fil permettant cette rotation répartie sur plusieurs poteaux successifs.



Poteau 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 poteaux en bois sont petit à petit remplacés par des **poteaux métalliques**.

À partir de l'année 1967 sont apparus les poteaux téléphoniques en acier galvanisé, immunisés contre la putréfaction et plutôt bien protégés contre la corrosion.

D'abord timide, leur implantation a commencé à proliférer dans les campagnes de France à partir de l'année 1974 et du grand plan d'expansion du réseau téléphonique, le Delta LP. En effet, devant l'explosion de la demande de nouveaux poteaux téléphoniques en bois durant ces années fastes, les industriels de la filière bois ont été incapables de satisfaire la cadence de 2 millions de poteaux par an et il fut ainsi fait appel aux sidérurgistes. Ainsi, apparurent les poteaux en acier galvanisés pour suppléer efficacement à cette carence.

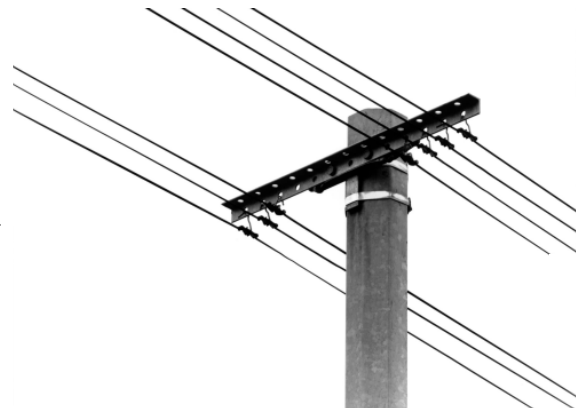
Finalement, suite à de nombreuses plaintes d'association de défense de la nature et du cadre de vie, M. le Président de la République - Valéry Giscard d'Estaing s'est ému de la situation et fait rendre publique la décision par M. le Directeur Général des Télécommunications - Gérard Théry, le 30 août 1978, d'interdire la pose de nouveaux poteaux en acier galvanisé à compter du 1er septembre 1980 (finalement interdits de pose à partir du 1er janvier 1981 hors agglomération).

Le poteau métallique télécom est un support de section octogonale est réalisé en acier galvanisé d'épaisseur 2 mm galvanisé à chaud.

La charge admissible en tête du poteau telecom est 220 daN pour les hauteurs de 6 à 8 m et 200 daN pour les hauteurs de 9 et 10 m.

- Une encoche poinçonnée en tête du poteau telecom destinée à recevoir une traverse en cornière de 40mm x 40 mm et de longueur 820 mm perforée de 13 trous par face pour l'accrochement des câbles.
- Une clavette de serrage.
- Un obturateur de tête en matière plastique.

Le poteau télécom en acier galvanisé est devenu plus utilisé que le poteau telecom en bois grâce à sa robustesse et sa capacité à supporter des conditions climatiques très dures.



Malheureusement, les poteaux téléphoniques en acier galvanisé souffrent d'un défaut majeur : ouverts en leur sommet, ils constituent un piège mortel pour n'importe quel oiseau ou rapace qui y tomberait dedans. Dès 1979, un modèle d'obturateur est déployé dans le parc de poteaux.

Mais au début des années 1990, il est constaté que ce modèle d'obturateur vieillit mal et finit assez souvent par se déboîter, réactivant ces pièges mortels. Aussi en 1992 une seconde campagne massive de déploiement d'un nouveau modèle d'obturateur est engagée.

Une fois les poteaux d'acier galvanisé inventoriés, un agent se rend sur place et à l'aide d'une perche télescopique construite à cet effet, pose un nouvel obturateur en leur sommet.

Les Appuis Partagés sur Poteaux Béton EDF

Courant 1969, l'Administration des PTT et Électricité De France ont décidé de mener une expérimentation commune autorisant l'Administration des PTT à utiliser les poteaux électriques EDF en partage, afin d'accélérer le déploiement du téléphone dans les villes et les campagnes.

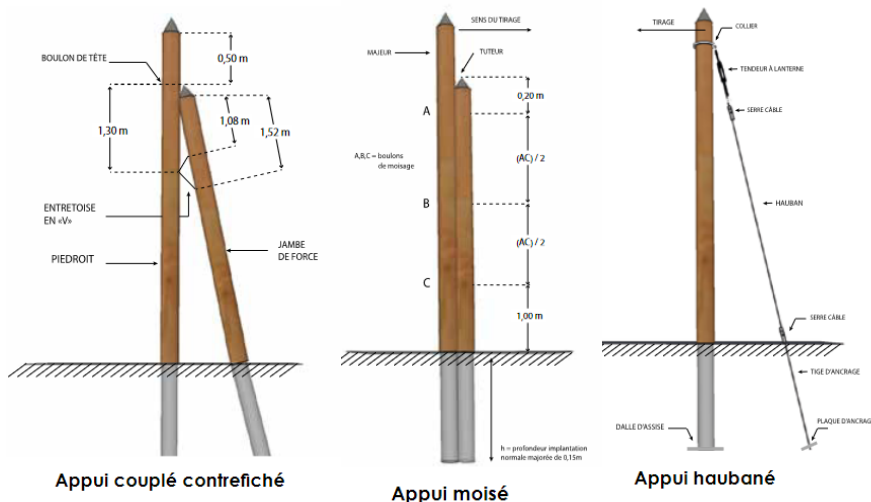
Le 13 novembre 1969, après une première expérimentation qui s'est déroulée à Saint-Valéry-sur-Somme, il a été décidé de généraliser cette pratique supplétive.



La moins coûteuse des solutions est : les poteaux en bois, qui ont d'abord été utilisés (traités à la créosote), puis les poteaux EDF en béton armé (utilisation partagée avec les PTT) et enfin les poteaux en acier galvanisé.

La distance moyenne entre deux poteaux consécutifs est d'environ 35 m.

Selon la configuration de l'artère, ils peuvent être consolidés en jumelage de deux poteaux (dit appui moisé), en jambe de force (dit appui couplé) ou en haubanage.



Chaque poteau sur le terrain fait l'objet d'un étiquetage de couleur bleue comportant un numéro d'identification. D'autres étiquettes peuvent également être rencontrées..

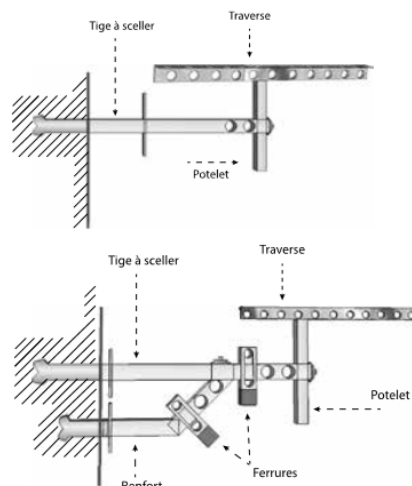


Appui simple

Les potelets sont constitués généralement de tubes d'acier scellés dans les façades des maisons ou immeubles.

Ils servent de support aux câbles réseau de la boucle locale et aux branchements clients.

Les potelets utilisés par Orange installés sur des façades privatives ainsi que les appuis aériens installés en propriété privée doivent faire l'objet d'une demande d'utilisation préalable aux propriétaires concernés.



1978 Le téléphone cherche à plaire

Le poteau téléphonique métallique est condamné. M. Gérard Théry, directeur général des télécommunications, a annoncé, le mercredi 30 août, que d'ici trois ans, ses services abandonneraient définitivement ce genre de support inesthétique. M. Théry a également promis que les P.T.T. généraliseraient le câble téléphonique "enterré", sauf dans les agglomérations et dans les parties terminales des lignes rurales.

L'environnement quotidien est fait de petits riens. Il faut peu de chose pour briser l'unité d'un paysage rural simple, non pas grandiose, mais équilibré, harmonieux : une maison trop blanche et trop en vue ; un château d'eau au sommet d'une colline, ou une série de poteaux métalliques le long de la route, à la place, ou à côté, des traditionnels poteaux de bois.

En équipant en grande hâte les campagnes, ces messieurs du téléphone se sont fait bien mal voir de ceux qui sont sensibles aux transformations regrettables du paysage. Sans doute fallait-il donner le téléphone aux campagnes, mais pas sans avoir réfléchi aux dégâts.

Prenons un site rural banal. Une petite route ordinaire. Discrète, elle se faufile à travers champs. Peu de signaux routiers, pas de bande blanche. Le bitume se laisse oublier.

Champs de blé ou d'avoine, prairies et bois. De ci, de là, une ferme-caméléon, couleur de terre, calée au creux d'un vallon. Arrive le téléphone. Une chance pour ces fermes isolées, ces paysans loin de tout à qui la télévision seule apporte les nouvelles du monde.

Catastrophe ! Il arrive en accrochant ses fils non pas sur les troncs d'arbres grossièrement équarris d'autrefois, mais sur des poteaux sortis d'usine en métal gris, presque blanc, qui accroche la lumière. Irruption regrettable. Où les P.T.T. ont-ils donc la tête ?

L'avance des poteaux métalliques le long des routes de campagne a provoqué de nombreuses protestations. Les P.T.T. ont rétorqué qu'ils avaient dû faire face à une demande soudaine et massive : la forêt française n'y suffisait plus.

Quelques chiffres : la forêt produit au maximum, selon les P.T.T., 1,2 à 1,4 million de poteaux téléphoniques par an. Dans les années 70, les besoins ont augmenté progressivement : 1,1 million de poteaux en 1971 ; 1,7 en 1975, et 2,5 en 1977. Ce furent les "années terribles" pour le paysage, puisque, pour combler le déficit, on a planté plus de métal que de bois. Il fallait amener l'automatique dans les campagnes. Apparus modestement en 1967, les fûts de métal passaient de 300 000 en 1975 à 1,3 million en 1977.

Il fallut cette période un peu folle pour ouvrir les yeux du ministère de l'environnement et du président de la République. Mais le mal était fait. On intervint pour établir avec les P.T.T. un calendrier de réduction du programme des poteaux métalliques pour les années suivantes et déterminer les secteurs d'installation. La réaction du ministère de l'environnement fut, selon les P.T.T., "draconienne". Interdits de séjour dans les forêts, les parcs naturels et les sites boisés, les poteaux de métal devaient être, à terme, réservés aux agglomérations.

2022 Il reste encore des poteaux en bois .

Dans le cadre de l'entretien de son réseau cuivre, Orange a lancé un vaste chantier de remplacement de poteaux dans le Lot. Confié à son partenaire Sotransa, (Solutions 30), ce chantier porte sur le remplacement de plus d'un millier de poteaux dont 111 sur le Grand Figeac, d'ici à la fin 2022. Il s'agit d'**enlever progressivement les poteaux bois** (dont l'emploi est abandonné) et de mettre en place des remplaçants en composite ou en métal. Orange, assure que l'entretien du cuivre (dont l'abandon est prévu dans les années 30) est une préoccupation constante, et est conscient de l'attention croissante des collectivités sur ce sujet, notamment en zone rurale.

Une vaste campagne d'évaluation a été lancée sur le territoire et en 2021 Orange a engagé un plan sur certains départements dont le Lot avec un renforcement de la concertation locale ; si pour la France on compte **14,6 millions de poteaux** pour une population de 67 millions, le département du Lot compte pratiquement autant de poteaux que d'habitants (176 000 poteaux pour 172 000 habitants).

C'est un plan de remplacement de 1 100 poteaux au 4e trimestre qui sera réalisé. En 2021, Orange a changé 4 673 poteaux sur le Lot et ce seront 7 100 supplémentaires qui seront posés en fin 2022.

Depuis les années 2000, l'accès au sommet des poteaux téléphoniques n'est autorisé qu'avec une nacelle.

Aujourd'hui la fibre cohabite avec le RTC

PRINCIPE DE SÉPARATION DES RÉSEAUX VU PAR ORANGE (RÈGLES DE PARTAGE)

Les règles liées à la séparation des réseaux supportés par les appuis Orange sont définies dans les annexes du contrat d'accès aux infrastructures souterraines ou aériennes de l'opérateur historique pour le déploiement de boucles et liaisons optiques.

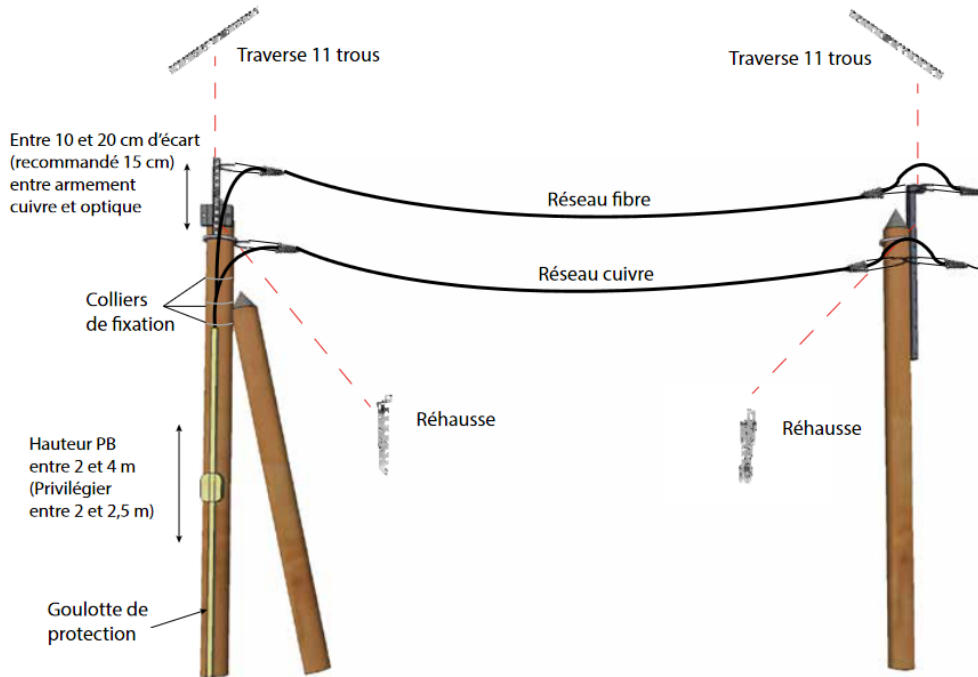
En règle générale la nappe optique doit être située au-dessus de la nappe cuivre en place, cela se traduit par la pose d'une traverse positionnée au minimum à 10 cm de la nappe existante la plus haute et au maximum à 15 cm au-dessus de la tête du poteau.

Les équipements sont limités en nombre par appui, ils seront toujours implantés sur les appuis entre 2m et 4 m du sol (préconisation métier de pose des PBO entre 2 m et 2.5 m).

La pose d'une rehausse ne peut être autorisée que sur les appuis satisfaisants aux principes :

- de sécurité
- de séparation des réseaux (nappe fibre optique au-dessus de la nappe cuivre)
- de calcul de charges avec les réserves de ressources (ajout éventuel d'autres câbles)

Exemple de séparation de nappes :



C'est donc la question de l'entretien d'un réseau vieillissant qu'il convient maintenant de poser.

Comme le rappelait l'ARCEP dans un rapport de 2010 , le réseau des lignes téléphoniques a été déployé massivement par France Télécom durant les années 1970 et dessert l'ensemble du territoire. Il représente de l'ordre de 400 000 km d'artères de génie civil et 110 millions de paires kilomètres de câbles. Concernant les infrastructures de génie civil aériennes, Orange possède de l'ordre de 15,2 millions de poteaux, et dispose a priori d'un nombre un peu plus important de supports communs pour sa boucle locale de cuivre au niveau de poteaux utilisés pour la distribution d'électricité, généralement gérés par ERDF. Orange a indiqué mettre en œuvre de nombreuses actions destinées à l'entretien du réseau : 1,8 million de poteaux sont expertisés par an, 180 000 étant remplacés chaque année.

Raccordement de l'abonné

L'intervention est réalisée par l'agent des lignes du Centre Principal d'Exploitation téléphonique (CPE) dont dépend l'abonné.

L'agent rend visite à l'abonné pour mettre en service son installation téléphonique, lui expliquer son fonctionnement, pour modifier son installation ou pour la dépanner.

Tout agent des lignes se déplaçant pour une intervention au domicile d'un abonné doit être muni de son Ordre de Construction, d'Intervention ou de Travaux et de sa Carte Professionnelle pour identification.

Les agents du service des lignes assurent la construction, la maintenance, l'entretien et l'exploitation des réseaux d'abonnés. Ils effectuent notamment le raccordement des lignes nouvelles, c'est-à-dire que leur participation aux brillants résultats de 1975 - soit 900.000 lignes d'accroissement net - a été déterminante.

Le corps des Agents Techniques du Service des Lignes, qui, fort de 24.000 personnels, représente au 1er janvier 1975, 20% de l'effectif de l'Administration des Télécommunications.

Depuis le local de l'abonné en passant si nécessaire par des poteaux, les deux fils du téléphone sont raccordés sur une armoire de raccordement appelée sous-répartiteur de zone ou SRZ ou un câble souterrain est raccordé au Centre Téléphonique de rattachement (CPE).



Sous-Répartition de Zone (SRZ), en ville. C'est dans cette armoire que les abonnés au téléphone d'une rue ou d'un pâté de maisons sont raccordés.

Les lignes souterraines

Câbles souterrains urbains : Tout commence à Paris

Le 26 juin 1879, le ministère des Postes et Télégraphes publie un arrêté déterminant les conditions auxquelles pourront être concédés les réseaux téléphoniques. Les contraintes

se retrouvent dans les conditions qui président à l'établissement du réseau : d'une part, la SGT agit sous l'oeil sévère et parfois suspicieux de l'administration ; d'autre part, elle œuvre dans Paris, ville aux institutions anciennes dont le sous-sol est à la fois très convoité et très réglementé.

Les clauses de la concession prévoient un curieux partage entre l'administration des télégraphes et les compagnies concessionnaires : aux compagnies, la responsabilité de l'équipement de l'abonné, du poste téléphonique jusqu'à la façade de l'immeuble, ainsi que la responsabilité des centraux téléphoniques ; à l'administration, celle des fils et câbles, qu'elle se réserve le droit de poser aux frais de la compagnie concessionnaire.

Par ailleurs, à l'exemple de ce qui s'est fait pour le télégraphe vingt ans plus tôt, la Ville et la préfecture de Paris imposent à la compagnie de renoncer aux fils aériens et d'emprunter le réseau des égouts.

Or, c'est une exigence qui, dans un premier temps au moins, est contradictoire avec l'état de la technique.

Comme ceux du télégraphe, les tout premiers réseaux étaient prévus « en aérien », avec un seul fil par abonné et retour par la terre.

Il faut plusieurs mois pour qu'on se rende compte, aux États-Unis comme en Europe, qu'un circuit à deux fils est nécessaire.

Par ailleurs, établir les fils téléphoniques en parallèle dans les égouts, comme on le fait au début, provoque des phénomènes électriques qui se traduisent, soit par un bruit de « friture » insupportable, soit par la possibilité d'écouter les conversations adressées à un abonné voisin.

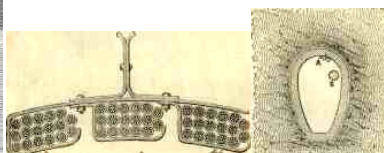
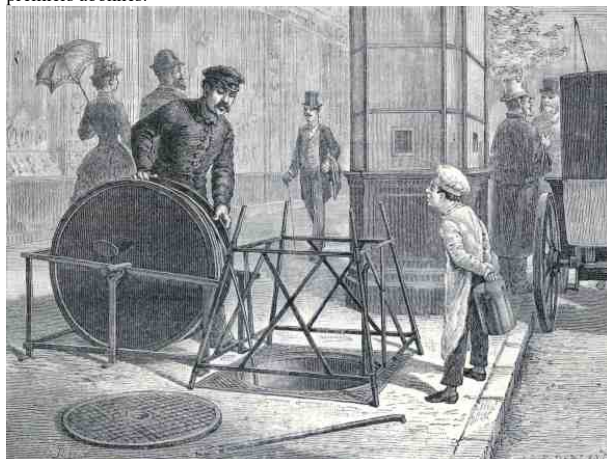
Autant d'obstacles sérieux à une exploitation commerciale.

On comprend que la Société générale des téléphones tienne à faire savoir à ses abonnés potentiels, dans un article paru en 1882 dans le journal de vulgarisation scientifique la Nature, qu'en adoptant le circuit à deux fils et les câbles torsadés elle a réussi à éliminer ces inconvénients.

L'installation du réseau téléphonique dans les égouts est, à l'origine, des avantages dont la SGT ne manque pas de se féliciter devant ses actionnaires : les fils sont simplement posés sur des hermes métalliques suspendues à la voûte des égouts.

On évite ainsi de coûteux et impopulaires terrassements. En outre, les égouts donnent la plupart du temps la possibilité de pénétrer chez l'abonné sans travaux supplémentaires. Cependant, cette contrainte, jointe à la surveillance de l'administration des Postes et Télégraphes, ne facilite pas la gestion et oblige à des négociations répétées.

Témoin les démarches que doit faire la société Gower — concessionnaire d'un des trois réseaux parisiens avant son absorption par la SGT — pour raccorder ses quarante-huit premiers abonnés.



Ainsi, le 24 septembre 1879, Gower a demandé à la préfecture du département de la Seine l'autorisation de faire établir dans les égouts de Paris 101 lignes téléphoniques.

Un plan est joint à la demande. Cela ne se fera ni sans frais ni sans délais.

La société doit d'abord verser une provision de 20 000 francs, un cautionnement spécial de 5 000 francs, plus un cautionnement supplémentaire de 20 000 francs.

Cela fait, le directeur des travaux de Paris affirme aux gérants de la société : « Je ne vois aucun inconvénient à ce que vous procédiez, dès à présent, à l'établissement des fils » sauf bien sûr à donner avis du début des travaux au moins à trois ingénieurs détenteurs de l'autorité sur une parcelle du sous-sol : l'ingénieur de l'assainissement pour le service des égouts, l'inspecteur des eaux et l'ingénieur de la section intéressée en ce qui concerne les tranchées sur la voie publique ».

Soumise à la surveillance des hommes des égouts, la société Gower l'est aussi à celle des ingénieurs des télégraphes.

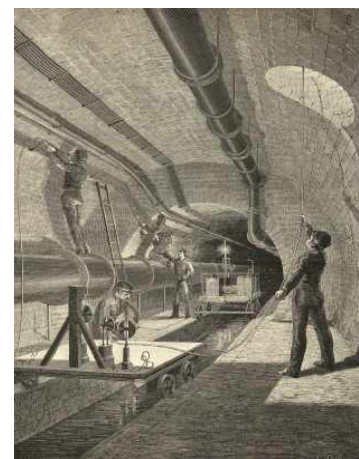
Le 27 octobre, elle adresse à l'ingénieur chargé de poser « son » réseau la nomenclature des premiers câbles.

Ceux-ci sont modestes : il y a en tout huit lignes à chacune six conducteurs qui divergent à partir de la rue Neuve-des-Petits-Champs, siège de la société.

Cela permet accessoirement de voir qui sont les quarante-huit premiers abonnés : des banques, dont celles qui financent la compagnie (la Société générale, qui utilise le réseau un peu comme un réseau intérieur entre ses propres bureaux, le Crédit mobilier, la Société financière, la Banque franco-égyptienne, la Banque générale de change), des financiers (Chambre syndicale des agents de change), des hommes d'affaires intéressés dans le financement des sociétés de télégraphie sous-marine et de téléphone (Erlanger), des journaux (la Lanterne, le National), ainsi que l'agence Havas.

Le réseau bénéficie au départ de la concentration de ce type d'activités autour de la Bourse, et le trajet des fils suit le tracé des rues avoisinantes. La prévision d'extension du réseau est réduite à sa plus simple expression.

Deux jours plus tard, le 29 octobre, la société Gower précise à l'inspecteur qu'elle « le prie de bien vouloir utiliser le sixième fil de la sixième ligne (un câble à six conducteurs) pour le Cercle franco-américain, 4, place de l'Opéra ».



Mais cette courtoisie ne dure pas.

Lors des dures discussions pour le renouvellement de la concession en 1884 et en 1889, la SGT est mise en cause pour le grand nombre d'abonnés qui attendent encore leur raccordement.

Elle fait alors peser la responsabilité du retard sur l'administration, incapable, selon ses avocats, de réaliser le réseau au rythme demandé.

Et il est vrai que, dans un premier temps, la mise en place des liaisons bute sur l'insuffisance de l'approvisionnement en câbles.

Hormis l'adoption précoce des circuits à deux fils, choix « moderniste » dont on ne cessera par la suite de féliciter la SGT, les caractéristiques du réseau sont encore très frustes. Tous les câbles sont isolés, sur le modèle des câbles sous-marins, à la gutta percha. Il n'existe que deux types de câbles : d'une part, les lignes auxiliaires qui relient entre eux les bureaux ; d'autre part, les câbles qui desservent les abonnés. Les deux fils constituant chaque circuit sont réunis dans les égouts en câbles de sept paires toronnés et protégées par une enveloppe de plomb.

Le réseau a cependant fait l'objet de quelques choix de structure délibérés.

Ainsi, la société explique que « tous les fils qui joignent les divers bureaux centraux de Paris passent tous par un point central situé 27 avenue de l'Opéra ».

On aurait pu établir des lignes reliant les bureaux deux à deux par le chemin le plus court.



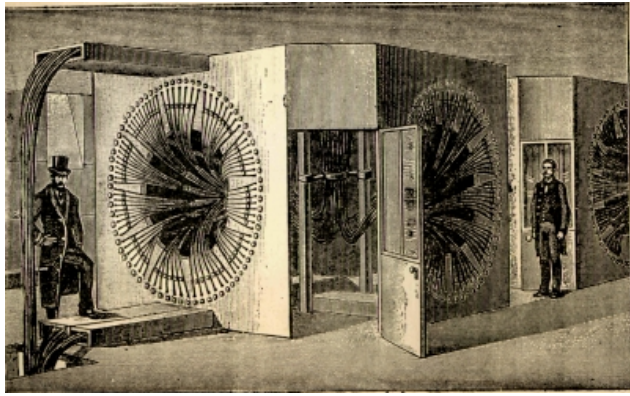
Cette adaptation du réseau au trafic observé ne vaut pas seulement pour les lignes auxiliaires.

Pour faciliter le travail des opératrices, « il y a lieu de réunir [sur les tableaux], autant que possible, les abonnés en groupes sympathiques, si on nous permet cette expression, c'est-à-dire en groupes de personnes causant le plus habituellement ensemble ».

Cette méthode aurait diminué la longueur totale de câbles employée à ce service. On a cependant préféré le système du point central d'où rayonnent les fils venant de tous les bureaux ».

Cela permet de tirer parti des rosaces sur lesquelles les fils correspondant à chaque abonné sont disposés à l'aboutissement des câbles : « Si on reconnaît que le bureau C fait un usage peu actif de ses fils auxiliaire avec D, tandis que les communications entre D et I sont actives et sont quelquefois retardées par le manque de lignes, la manœuvre à faire est facile. [...] »

On disjoint un fil double CD à son extrémité C dans la rosace et on le relie à un câble libre venant du bureau I. »



Rosaces

Ainsi, dans les grandes villes, les câbles téléphoniques urbains passent-ils par les égouts.

La loi du 2 juillet 1885 réglemente l'utilisation des égouts des villes concernant le passage des câbles télégraphiques et téléphoniques.

En effet, l'Administration des P & T avait initialement interdit de creuser de nouvelles tranchées notamment dans Paris.

Le passage par les égouts étant alors obligatoire au début de la constitution du réseau téléphonique initié par la Société Générale des Téléphones (SGT).

À compter du 1er janvier 1914, étant donnée la pénibilité et l'insalubrité du travail en égout, un arrêté du 22 janvier 1914 de M. le Ministre en charge des P & T - Louis Malvy crée une prime spécifique par journée travaillée en de telles conditions pour le personnel des P & T.

La nécessité de porter des bottes par les agents des lignes souterraines en est évidente, pour l'hygiène.



Les câbles isolés au plomb sont disposés le long de la galerie, de chaque côté, et reposent sur des consoles horizontales construites à cet effet.

Les câbles posés sur les consoles horizontales se présentent devant la conduite multitubulaire (râtelier de sortie.)

Chaque câble traverse une réservation et emprunte derrière ce mur le réseau d'égouts pour aller vers un autre centre ou vers un groupe d'abonnés de Paris.

Pour éviter tout risque d'inondation en cas de brusque montée des eaux dans les égouts de Paris, toutes les réservations doivent rester en permanence bouchées :

soit par un câble qui la traverse avec un joint d'étanchéité,

soit par un cache plastique calibré à cet effet.

Certains câbles sont pressurisés (par surpression), afin, en cas de légère entaille de la gaine protectrice du câble de plomb, d'empêcher l'air extérieur chargé d'humidité de pénétrer rapidement le câble, auquel cas il se corroderait très rapidement en raison de la présence d'électricité et d'isolant de papier.

Concernant la ville de Paris, la situation concernant le passage des câbles souterrains est particulière.

En effet, la ville est divisée en deux par la Seine...

Ainsi donc, les Ingénieurs des PTT ont d'abord pensé utiliser les différents ponts de Paris pour y passer les câbles téléphoniques.

Mais il existe une limite imposée par le poids des câbles et la résistance des ponts...

Chaque pont ne peut supporter qu'un nombre limité de câbles constitués de plomb et de cuivre...

Après la seconde guerre mondiale, les besoins en lignes téléphoniques croissant, il a fallu trouver une solution pour enjamber la Seine...

Ainsi, entre 1952 et 1955 une galerie sous-fluviale (c'est à dire qui passe sous la Seine) est construite entre la Place du Châtelet et la Place Saint-Michel, soit une longueur de plus de 600 mètres. Elle est mise en service en 1958.

Ainsi, le problème de connexion entre centres téléphoniques parisiens (qui ont besoin d'être interconnectés pour que chaque parisien puisse joindre au téléphone n'importe quel autre parisien de la rive opposée) est -il résolu par cet ouvrage colossal.

Ouvrage soumis à rude épreuve, la galerie sous-fluviale parisienne a assuré un service satisfaisant durant 30 années.

Mais en 1989, au cours d'une inspection, des concrétions calcaires teintées de rouille sont détectées.

Les premières fuites apparaissent ! Les arceaux métalliques d'acier sont aussi attaqués par la rouille !

Ainsi, un chantier de restauration complète de la galerie sous-fluviale est-il décidé en urgence pour sauver la galerie.

L'expertise préalable menée par le bureau SOCOTEC prend alors une année entière.

Il sera fait appel aux procédés les plus modernes utilisés dans les centrales électronucléaires et lors de la construction du tunnel sous-la Manche pour refaire l'étanchéité de manière efficace et pérenne.

Les matériaux utilisés font même que la galerie se retrouve désormais protégée des radiations atomiques.

Le réseau d'éclairage électrique de la galerie sous-fluviale est refait à neuf à l'occasion de ces travaux.

Le 9 décembre 1993, la galerie sous-fluviale de Paris est donc inaugurée pour la seconde fois.

Câbles souterrains urbains

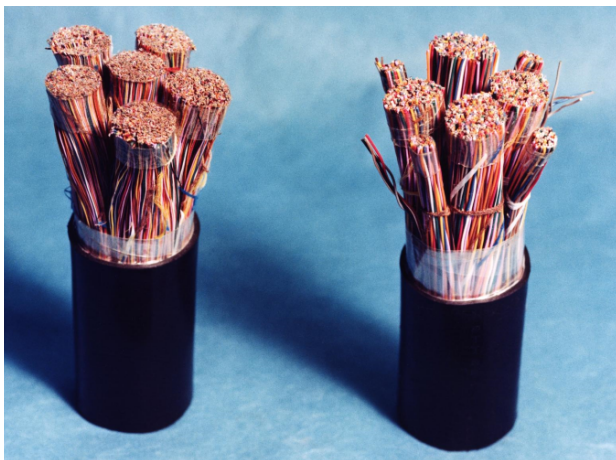
Pour constituer un réseau téléphonique, il n'y a pas d'autre possibilité à l'époque de poser des câbles métalliques

- Les fils conducteurs en cuivre sont isolés au papier.

- Le tout étant encaissé dans une enveloppe de plomb et constitue un câble téléphonique.



Pose des câbles en sous sol paris et autres grandes villes et dans une tranchée en banlieue et en province vers les petites et moyennes villes.



Câbles Urbains à paires symétriques parcourant les villes de France, à partir de la fin des années 1960.

Chaque conducteur électrique est désormais isolé par du PVC, en lieu et place du papier.

Un code couleur constant est utilisé pour reconnaître chaque fil dans chaque câble, parmi ces centaines de paires.

La gaine des Câbles Urbains à paires symétriques est désormais constituée de PVC de couleur noire, en lieu et place du Plomb.

Câbles souterrains interurbains

Pour mailler le territoire français, il ne suffit pas que chaque ville ou agglomération constitue son réseau de câbles...

Encore faut-il que toutes les villes de France soient reliées entre-elles par un réseau construit le plus rationnellement possible.

Si la toute première solution fut, au début de l'épopée téléphonique, de poser des liaisons dites aériennes le long des chemins de fer, tel qu'il avait été pratiqué pour le réseau télégraphique, cette solution s'est avérée rapidement saturée et de surcroît techniquement inutilisable pour les liaisons à très grande distance destinées à transporter les signaux électriques analogiques de la parole : au delà d'une certaine distance, l'on n'entendait plus que les parasites et les courants telluriques...

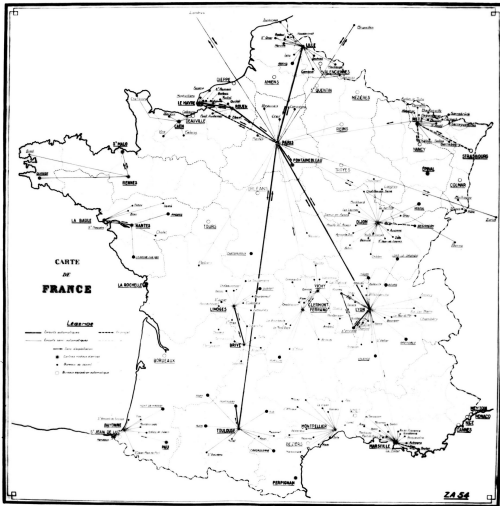
La solution adoptée pour les liaisons interurbaines fut la pose de câbles sous enveloppe de plomb, qui étaient enfouis sous la terre.

Ainsi donc, pour poser ces câbles interurbains, l'on utilise des Trancheuses.



Une fois la tranchée creusée, les équipes spécialisées posent le câble.

Les premiers câbles interurbains étaient des câbles mutipaires à paires symétriques (semblables aux câbles urbains) ou les courant circulent à Basses Fréquences (BF) c'est-à-dire à la modulation de la voix.



Liaisons Interurbaines Automatiques en service (en gras) en 1954

La technologie suivante apparaît à la fin des années 1940.

Il s'agit de câbles à **paires coaxiales**, où les courants analogiques vocaux sont modulés analogiquement en fréquence.

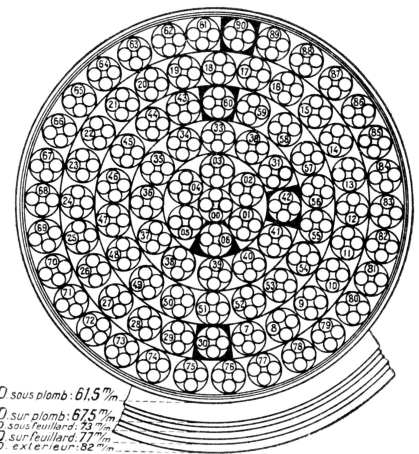
A droite, coupe des premiers Câbles Interurbains de France, à quartes symétriques, Lyon - Marseille, mis en service en 1926-27.

Chaque conducteur électrique est isolé par du papier.

Un code couleur constant est utilisé pour reconnaître chaque fil dans chaque câble, parmi ces dizaines de paires ou de quartes.

La gaine des Câbles Interurbains à paires ou à quartes symétriques est constituée de plomb.

Pour la rocade Lyon - Roanne - Saint-Étienne - Grenoble destinée à acheminer les communications interurbaines automatiques à l'intérieur de cette zone, ainsi que celles provenant de Paris via Lyon à partir du 30 novembre 1951, on utilisait un câble coaxial à 4 paires, de 2.400 voies simultanées



COUPE DU CÂBLE DE LYON A MARSEILLE

Épissure des câbles téléphoniques

Le travail du plomb est inhérent au métier des lignes. Il en est la règle jusque dans les années 1960, où les câbles gainés de matière plastique apparaissent, mais se poursuit encore de nos jours, notamment à Paris et en première couronne, zone à densité téléphonique élevée ancienne.

Qu'il s'agisse d'un câble urbain ou d'un câble interurbain, il s'avère nécessaire procéder à ce que l'on nomme l'Épissure des câbles téléphoniques.



Concernant les câbles interurbains qui atteignent de longues distances, nous ne pouvons pas nous contenter de raccorder bout-à-bout une multitude de tronçons de câbles par la technique de l'épissure. En effet, en raison de l'affaiblissement linéique et des courants telluriques, toute conversation téléphonique devient inaudible au bout de quelques kilomètres.

Il est alors nécessaire :

- soit de poser des filtres passifs spéciaux (dit boîtes Pupin) qui fut la première technologie utilisée,
- soit de poser des amplificateurs électroniques actifs (à tubes électroniques au début, puis à transistors ultérieurement).

Câbles téléphoniques aériens

Pour raccorder les abonnés des villages, petites villes et des villes moyennes jusque 15 à 20 kilomètres de distance, la solution qui est la plus utilisée jusqu'à la fin du XXème siècle fait appel aux câbles téléphoniques aériens.

Solution initiale la moins coûteuse, les poteaux en bois ont d'abord été utilisés (traités à la créosote), puis ont été utilisés les poteaux EDF en béton armé (utilisation partagée avec les PTT) et enfin les poteaux en acier galvanisé.

Toujours utilisée en France, surtout en province, cette solution tend à disparaître depuis les années 1990, où l'on enterre désormais le plus possible les câbles téléphoniques, pour des raisons de sauvegarde des paysages.

Organisation du service des lignes

Évidemment, avant de déployer un réseau de câbles téléphoniques, encore faut-il disposer d'équipes réparties sur tout le territoire national.

Le Bureau d'étude

Parmi ces équipes, il convient de citer le corps des Dessinateurs-Projeteurs (DESPRO) qui réalisent alors au crayon de papier puis au tire-ligne (ou au Rotring) et à l'encre de Chine les plans (sur calque) de passage des futurs câbles téléphoniques urbains, interurbains et internationaux pour tout le territoire.

Des copies sont ensuite tirées par diazographie (plans à l'ammoniaque).

Chaque câble aérien ou souterrain du territoire national doit voir son parcours dûment archivé sur plan.

Depuis la fin des années 1990, tout le processus a été informatisé sur l'application n°104.

Tous les nouveaux plans sont désormais conçus par Dessin Assisté par Ordinateur (DAO).

Le Fichier Technique des Abonnés

Il s'agit que sur tout le territoire national, l'Administration des PTT sache sur quelle position, sur quel câble, sur quelle paire de fils, chaque abonné au téléphone est effectivement connecté.

Chaque service qui concourt à la création / modification / maintenance / suspension / résiliation de lignes téléphoniques doit disposer d'un Fichier Technique des Abonnés en « qui concerne les abonnés du secteur desservi par ledit-service.

Initialement, le Fichier Technique des Abonnés est constitué de fiches en carton-bristol où sont notées toutes les données de raccordement des abonnés, l'itinéraire complet de câblage en quelque sorte, ainsi que l'état d'occupation et le taux de remplissage des différents câbles téléphoniques du secteur desservi.

Chaque Centre de Construction des Lignes (CCL) est chargé de tenir à jour le Fichier Technique des Abonnés principal couvert par sa zone géographique.

Chaque Centre Principal d'Exploitation, par son Service Technique des Abonnés (STA) est chargé de tenir à jour une copie locale actualisée du Fichier Technique des Abonnés, en ce qui concerne la partie seulement desservie par ledit centre.

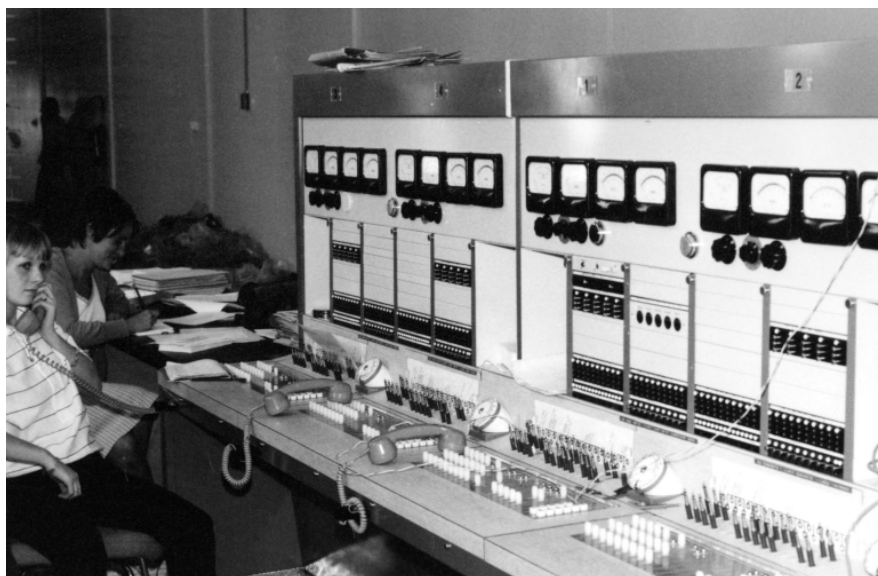
Chaque service d'exploitation chargé de concourir à la construction et au fonctionnement des abonnés au téléphone y étant rattachés sont pourvus d'une copie de ce fichier local du F.T.A. En pratique, une copie du fichier local du F.T.A est nécessairement implantée dans chaque Répartiteur d'Abonnés. Accessible lui-aussi sous forme de fiches en carton-bristol rassemblées dans un meuble métallique où des bacs motorisés commandés par des boutons permettent de faire émerger le bon bac où est rangée la fiche de l'abonné souhaitée par l'équipe d'agents du répartiteur.

En 1976, il n'y a pas de fichier d'informatique, par d'ordinateurs ... Il faut tout faire à la main sur des fiches en carton.

En novembre 1978 est mis en service le premier Fichier Technique des Abonnés informatisé de la région parisienne, au Centre Principal d'Exploitation (CPE) de Vélizy. En Avril 1979, les Fichiers Techniques des Abonnés des CPE de Massy, de Noisy-le-Grand et de Soisy-sous-Montmorency sont informatisés à leur tour...

À partir de l'année 1986, le Fichier Technique des Abonnés est progressivement informatisé, région par région en province. Accessible désormais par des consoles dédiées, puis depuis les années 2000 par des micro-ordinateurs de type PC, la gestion du F.T.A a été sérieusement modernisée et allégée aux PTT devenus France-Télécom au 1er janvier 1991.

Essais du Réseau Téléphonique



Chaque centre téléphonique doit pouvoir mener des essais et des mesures électriques pour chaque abonné et sur chaque équipement.

A partir de la Table d'Essais, on doit pouvoir vérifier l'état du Commutateur Téléphonique, des câbles et des lignes téléphoniques de cuivre ainsi que de tous types de points de coupure (Réglettes et Têtes de raccordement au répartiteur, borniers en Sous-répartitions et en Boîtiers de Raccordement, jarretières et câbles empruntés, jusqu'au Conjoncteur téléphonique installé chez l'abonné ainsi que son poste téléphonique agréé) de sa zone géographique.

Ainsi, chaque Centre Téléphonique est-il pourvu d'au moins une Table d'Essais.

Ultérieurement, au milieu des années 1980, toutes les tables d'essais ont été supprimées et remplacées par des applications informatiques accessibles par des consoles dédiées, puis au début des années 2000, par des micro-ordinateurs de type PC.

Avec l'accroissement continu du trafic téléphonique, et notamment le trafic interurbain, s'imposa à l'Administration la nécessité d'accroître le nombre de voies téléphoniques de **transmission entre commutateurs téléphoniques**.

En effet, pour pouvoir acheminer les communications à travers tout le pays, il est nécessaire de construire un réseau de câbles téléphoniques chargés de connecter les commutateurs téléphoniques entre eux. Ce fut donc la course pour multiplier les câbles de transmissions sur tout le territoire, "ouvrir les liaisons" entre les villes, avec toutes les difficultés matérielles et financières que cela comportait.

Initialement, une liaison de transmission ne pouvait véhiculer qu'une seule voie téléphonique, qu'une seule conversation téléphonique à la fois.

- Au début du téléphone, sur ces premières liaisons téléphoniques, les courants qui circulaient étaient tout simplement les courants analogiques bruts générés par les voix des deux correspondants au travers des microphones des téléphones. De ce fait, les signaux étaient rapidement affaiblis par les pertes induites par les câbles métalliques, ainsi que par les courants telluriques qui parasitaient les transmissions vocales brutes. Les liaisons de longue distance, interurbaines, étaient alors impossibles.

- M. l'ingénieur serbe Mihajlo Idvorski Pupin inventa en 1894 une technologie (la Pupinisation) qui permit de limiter l'affaiblissement des conversations vocales sur de longues distances, par le biais de bobines de charge insérées à intervalles réguliers tous les 1830 mètres sur les liaisons de transmissions. Les liaisons longue distance devinrent possibles, mais sous une qualité tout de même plus que précaire...

Avant le début de la première guerre mondiale, il existe alors en France, seulement 2 câbles téléphoniques pupinisés de quelques kilomètres seulement : Paris-Versailles et Lille-Tourcoing.

Il s'agit plus de câbles suburbains que de câbles réellement interurbains, étant donné leur faible longueur.

Dès le lendemain de la première guerre mondiale, les premiers amplificateurs analogiques stables à tubes électroniques, issus de l'invention de la triode par M. Lee De Forest en 1906 furent déployés sur le réseau de transmissions pour accroître la portée des liaisons téléphoniques de transmissions. Il s'agissait d'appareils fragiles qui nécessitaient une surveillance régulière et un entretien continu. Ils étaient disposés à intervalles de 70 Km.

La première liaison interurbaine téléphonique à grande distance (interurbain manuel), entre Paris et Strasbourg, est commandée le 7 septembre 1923 (date de notification du marché),

Le but de l'existence du câble Paris-Strasbourg est alors, au lendemain de la Première Guerre Mondiale, de rattacher téléphoniquement de manière efficace l'Alsace-Lorraine de

nouveau réintégrée dans la Nation Française.

L'idée est lancée dès la fin 1919 par M. Alexandre Millerand, alors Commissaire Général de la République en Alsace-Lorraine depuis le 22 mars 1919. Les études préalables commencent dès 1920.

Au terme de reports successifs et assez laborieux depuis la fin de la grande guerre, un budget de 160 millions de francs est enfin voté par la Chambre des Députés le 30 juin 1923 par la Loi de Finance pour construire le câble.

Notification du marché par l'Administration des PTT à la société LTT le 7 septembre 1923.

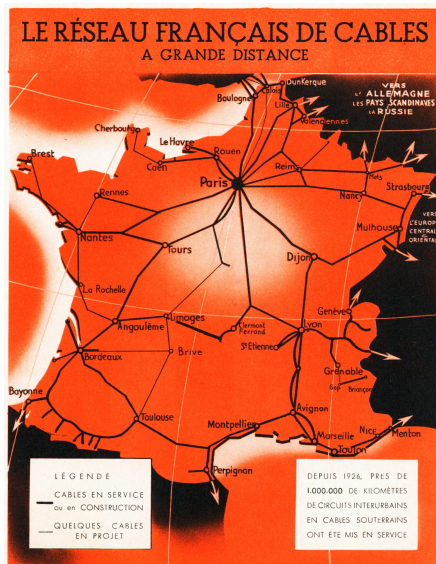
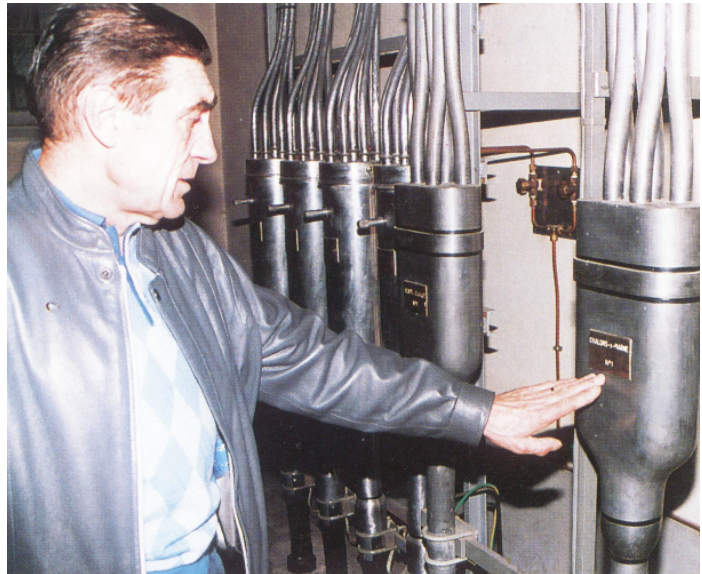
Mise en construction du câble dès Septembre 1923 par la société LTT (société d'études des Lignes Télégraphiques et Téléphoniques), une filiale entre autres de la société LMT.

Liaison livrée en ordre de marche le 1er avril 1926 à l'Administration des PTT, Ouverture officielle à l'exploitation le 9 août 1926.

À Paris, l'extrémité de ce câble est implantée dans le central de la rue des Archives, le "Cerveau Téléphonique de la France" comme l'on disait jadis. Câble sous enveloppe de plomb, à 94 Quartes Combinables : 28 quartes de conducteurs de 1,3mm et 66 quartes de 0,9 mm.

Le câble Paris-Strasbourg, le premier sur notre territoire, baptisé LGD 1 (pour Ligne Grande Distance numéro 1) assurera un service continu jusques en Décembre 1994, soit une durée de 67 ans !

Cet illustre câble, sous enveloppe de plomb, de fiabilité supérieure tant il était constitué de plusieurs couches protectrices qui lui permirent de traverser 7 décennies sans trop de problèmes, est remplacé par une fibre optique en modulation numérique synchrone.



Carte des câbles téléphoniques Liaisons Grande Distance en Février 1939 .

Les débuts du Multiplexage à Répartition de Fréquences (MRF) :

Au fur et à mesure du déploiement du réseau téléphonique interurbain et transfrontalier, il est apparu de plus en plus compliqué et coûteux de maintenir le principe "une paire téléphonique pour une communication téléphonique". Aussi, les recherches se concentrèrent sur la possibilité de pouvoir faire circuler simultanément plusieurs conversations téléphoniques sur une seule paire de cuivre. Nous pouvons aisément imaginer le gain en matières premières et en frais d'installation et d'entretien.

Les premières études de multiplexage et de communications à longue distance ont été réalisées dès **1907** par **Augustin Maior**, qui ne fit pas breveter son travail qui sera repris en **1911** par G.O. **Squier**, des États-Unis, et fait breveter un système téléphonique à l'aide duquel il parvint à réaliser la transmission simultanée, sur le même circuit, de deux conversations téléphoniques. (consulter la [téléphonie multiple](#))

- Dès 1918, aux USA, est utilisé le procédé de Multiplexage Analogique par onde porteuse.

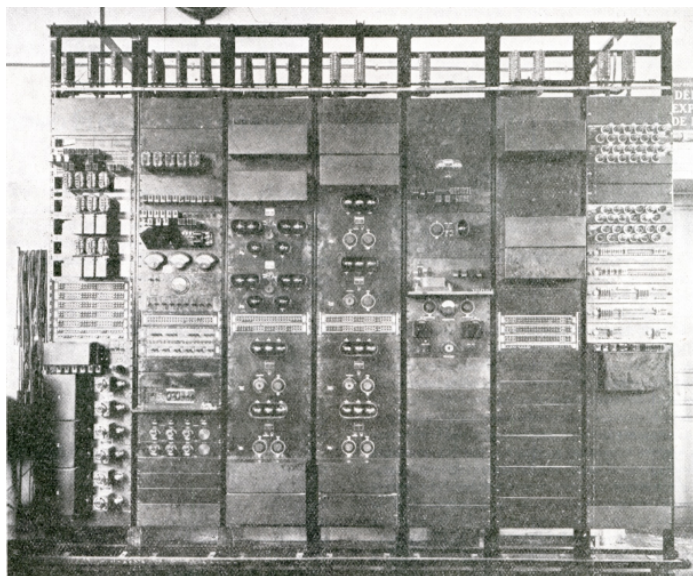
Désormais sur une liaison de transmission il est possible de transmettre deux conversations téléphoniques simultanément, sans qu'elles se mélangent, grâce à la Répartition en Fréquences.

- En 1931, l'ingénieur français Pierre Marzin, conçoit un procédé de Multiplexage Analogique par onde porteuse que l'on dénommera Système Marzin pouvant transmettre 2 voies téléphoniques simultanément. Puis, les progrès furent continus, on parvint à faire passer ultérieurement 3 puis 6 conversations téléphoniques simultanées sur la même liaison métallique de deux fils à partir de 1942 (Système CNET) et plus encore par la suite...

- Il fut inventé également le principe du circuit fantôme qui consista, avec deux liaisons, à créer une troisième voie, la voie fantôme : c'est à dire qu'avec deux liaisons métalliques de transmissions, nous pouvions désormais transmettre 1 voie téléphonique supplémentaire portée entre les deux liaisons métalliques, ce qui permettait d'augmenter sensiblement le nombre de voies de transmissions avec le même nombre de liaisons métalliques installées...

Dans le monde, le premier système à courants porteurs à 3 voies téléphoniques modulées est mis en service entre Londres et Madrid (avec stations intermédiaires à Versailles, Saumur, Saintes, Bordeaux, Saint-Sébastien et Saragosse) le 8 juin 1928.

En France, les 2 premiers systèmes à courants porteurs à 3 voies sont mis en service (fournis par la société LMT) pour les communications interurbaines : le 5 août 1929 entre Dijon et Annemasse et le 5 octobre 1929 entre Marseille et Nice.



Vue d'ensemble d'un imposant équipement terminal d'un système à courants porteurs à 3 voies, à Paris.

En haut, à droite sur la baie la plus à droite, nous distinguons 8 rangées de tubes électroniques à effet thermoïonique, utilisés pour l'amplification, la modulation et la démodulation des signaux téléphoniques transmis.

Ces systèmes 3 voies simultanées seront modernisés après la seconde guerre mondiale et permettront le passage de 6, puis 12 voies téléphoniques simultanées au lieu de 3.

Les différents assemblages de base à courants porteurs :

Avec l'apparition des matériels de Multiplexage analogique par Répartition de Fréquences (MRF), les premières liaisons à grande distance multiplexées ont d'abord compté 2 puis 3 voies... (Par convention, chaque voie téléphonique est une bande de fréquence réservée d'une largeur spectrale de 4 kHz.)

Puis, avec l'évolution des matériels, les types de liaisons ont été normalisés :

- Le Groupe Primaire (GP) a été normalisé en regroupant 12 voies téléphoniques, modulées par 12 ondes porteuses différentes par 12 circuits, sur une bande de fréquences large de 48 kHz. (de 60 kHz à 108 kHz).

- Le Groupe Secondaire (GS) a été normalisé en regroupant 60 voies téléphoniques, en regroupant 5 Groupes Primaires (GP), modulés par 5 ondes porteuses différentes, par 5 circuits, sur une bande de fréquences large de 240 kHz. (de 312 kHz à 552 kHz).

- Le Groupe Tertiaire (GT) a été normalisé en regroupant 300 voies téléphoniques, en regroupant 5 Groupes Secondaires (GS), modulés par 5 ondes porteuses différentes, par 5 circuits, sur une bande de fréquences large de 1,232 MHz. (de 812 kHz à 2,044 MHz).

- Le Groupe Quaternaire (GQ) a été normalisé en regroupant 900 voies téléphoniques, en regroupant 3 Groupes Tertiaires (GT), modulés par 3 ondes porteuses différentes, par 3 circuits, sur une bande de fréquences large de 3,872 MHz. (de 8,516 MHz à 12,388 MHz).

- Au 1er janvier 1970, la France compte en service 4705 Groupes Primaires (GP) de 12 voies téléphoniques à courants porteurs.

- Le 10.000ème Groupe Primaire (GP) de 12 voies téléphoniques à courants porteurs est mis en service le 10 février 1973.

- Le 20.000ème Groupe Primaire (GP) de 12 voies téléphoniques à courants porteurs est mis en service en France, entre Paris et Bordeaux, via un [faisceau hertzien](#) de 1.800 voies, le 2 juin 1975.

Après les tous débuts des premiers câbles mis en service en France dans les années 1926-33 avec leurs premiers équipements de multiplexage analogique à courants porteurs évoqués plus-haut, qui marquent les débuts de l'exploitation interurbaine et internationale moderne, les principaux matériels d'amplification ultérieurs, modulation-démodulation, amplification et transmission ont été les suivants, notamment déployés à Paris-Interurbain-Archives.

- Matériels Type 1934 de la LTT, technologie à tubes électroniques à effet thermoïonique,

- Matériels Type 1937 de la LTT, technologie à tubes électroniques, en complément du Matériel Type 1934.

- Matériels Type 1944, technologie à tubes électroniques, déployés dans l'immédiate après guerre en débutant sur les liaisons Paris-Lyon. Ce matériel a été utilisé jusques en Juin 1978 et définitivement réformé en 1980.

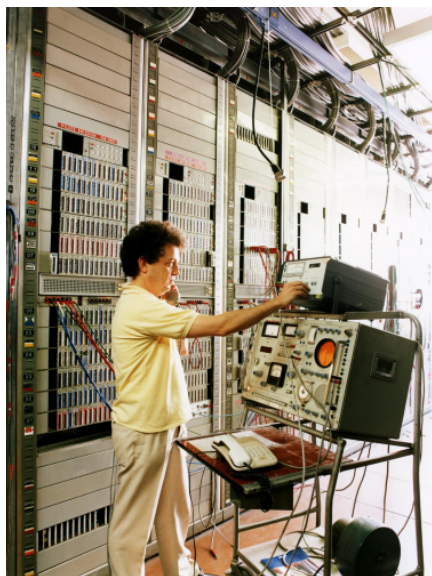
- Matériels Type 1951L déployés à partir de 1953 à Paris Inter Archives, technologie à tubes électroniques miniaturisés, en remplacement des Matériels Types 1934 et 1937. Ce matériel a été réformé vers 1982.

- Matériels Type TASI importé des USA, mis en service en 1960 à Paris Inter Archives, permettant de doubler le nombre de voies entrantes sur les premiers câbles internationaux (alors de petite capacité) puis les premières liaisons internationales par satellite. Ce matériel a été progressivement supplanté jusqu'en 1982 par l'arrivée des technologies de Transmission Numérique.

- Matériels Type 1960B et C à transistors, déployés à Paris Inter Archives et à Paris Saint-Amand à partir de 1963, permettant de compléter puis remplacer très progressivement les anciennes installations à tubes électroniques. Ces matériels sont plus stables et plus fiables que les systèmes à tubes. Ce matériel a été réformé dans le courant des années 1990 au profit des technologies de Transmission Numérique.

- Matériels Type 1960K déployé au début de l'année 1969 à Paris Inter Archives, technologie à transistors, étant l'ultime modernisation des Matériels Types 1960. Par exemple, à Paris Inter Archives, 216 Groupes Primaires en Type 1960K ont été installés, soit 2592 voies téléphoniques simultanées. Ce matériel a été réformé dans le courant des années 1990 au profit des technologies de Transmission Numérique.

- Matériels Type 1970 déployé à partir de Juin 1970 durant toutes les années septante. L'on comptera sur le site de Paris Inter Archives environ 2.000 Groupes Primaires, soit 24.000 voies téléphoniques dans cette technologie. Ce matériel a été réformé dans le courant des années 1990 au profit des technologies de Transmission Numérique.



Multiplexeurs Analogiques - Type 1970

Les différents supports de liaisons à courants porteurs :

Les liaisons normalisées, au fur et à mesure des innovations technologiques, sont réalisées par regroupements de groupements de base normalisés sur différents supports.

- **Câbles souterrains** à paires symétriques par liaisons 4 fils : Pour chaque quart symétrique au choix, par 12, 24, 36, 60 ou 120 voies téléphoniques maximum, par formation à partir de Groupes Primaires (GP) et/ou Groupes Secondaires (GS).
- Câbles souterrains à paires symétriques par liaisons 2 fils : Pour chaque paire symétrique à 2 fils, au choix, de 12 à 300 voies téléphoniques maximum, par formation à partir de Groupes Primaires (GP) et/ou Groupes Secondaires (GS).
- Câbles souterrains à paires coaxiales : Pour chaque paire coaxiale, au choix, de 120 à 10.800 voies téléphoniques maximum, par formation à partir de Groupes Secondaires (GS), Groupes Tertiaires (GT) et/ou Groupes Quaternaires (GQ). (en général l'utilisation des câbles coaxiaux débute au minimum pour 300 voies). Elles sont désignées par la fréquence supérieure limite du spectre transmis : 1,3 MHz (300 voies téléphoniques), 4 MHz (960 voies téléphoniques), 6 MHz (1.200 voies téléphoniques), 12 MHz (2.700 voies téléphoniques)... Jusqu'à 60 MHz maximum (soit pour un maximum de 10.800 voies téléphoniques).

Faisceaux Hertiens :

Pour chaque faisceau hertzien, la capacité varie entre 120, 300, 600, 1200, 1800 et 2.700 voies téléphoniques maximum, par formation à partir de Groupes Secondaires (GS), Groupes Tertiaires (GT) et/ou Groupes Quaternaires (GQ). Les liaisons hertziennes sont désignées par la bande de fréquences d'ondes radio utilisée : bande des 6 GHz, 7 GHz...

Câbles sous-marins internationaux :

Attention ! En Multiplexage Analogique, la largeur de bande allouée à chaque voie téléphonique est réduite à seulement 3 kHz (au lieu des 4 kHz habituels des liaisons interurbaines ou internationales terrestres ou hertziennes). Ceci permet de passer plus de communications téléphoniques simultanées sur le même câble sous-marins, au prix d'une sensible perte de qualité téléphonométrique.

Ainsi, dans les premières années d'exploitation des câbles sous-marins, la largeur de bande était initialement de 4 kHz. Quelques années plus tard, les équipements d'extrémités ont été changés, pour passer à une largeur de bande de 3 kHz afin d'augmenter le nombre de voies.

Par convention, les Groupes Primaires (GP) portent 16 voies téléphoniques et les Groupes Secondaires (GS) portent 80 voies téléphoniques, en norme « sous-marine ». Leur capacité s'étendant jusqu'à plusieurs milliers de voies téléphoniques simultanées.

Câbles Coaxiaux souterrains.

Expérimentation coaxiale : En 1939, juste avant la déclaration de guerre, les premiers câbles coaxiaux furent déployés à titre expérimental entre Paris et Vierzon et Vierzon et Limoges et exploités initialement en Basse Fréquence, puis, une fois convertis après la guerre au multiplexage analogique, permirent à l'aide d'amplificateurs à tubes électroniques disposés tous les 9 km d'atteindre une bande passante utile de 4 MHz, et qui permettait de ce fait de transporter 960 voies de conversations téléphoniques sur le même câble, par Multiplexage Analogique lorsque le Multiplexage Analogique fut mis ultérieurement en service. Ces deux câbles sont fabriqués par la société LTT. Il faut attendre le 29 juillet 1947 pour qu'un second câble coaxial soit mis en service en France : Paris - Toulouse. Il s'agira du premier câble coaxial multiplexé mis en service régulier dans notre pays.

C'est grâce à cette technologie de Câbles Coaxiaux que le téléphone interurbain a pu être multiplié, grandement accru à partir du début des années 1950 sur tout le territoire national.

Premier câble coaxial mis en service en France : Paris - Toulouse.

Concernant l'histoire du câble coaxial Paris-Toulouse :

Ce câble coaxial est conçu dès 1937, mais sa construction et sa mise en service sont stoppées nettes par la seconde guerre mondiale,

Le projet redémarre en Mars 1946 sous l'impulsion de Pierre Marzin alors Directeur du SRCT,

De Mars à Août 1946, les études et expérimentations en laboratoire sont entreprises,

D'Août 1946 à Décembre 1946, une expérimentation entre Paris et Vierzon en multiplexage analogique a lieu,

De Décembre 1946 à Février 1947, le choix des matériels et de leurs caractéristiques techniques sont arrêtés et transmis, aux fins de productions, à l'industrie privée,

De Février à Mai 1947, le matériel est fabriqué puis livré,

La pose du câble et l'installation des matériels de transmissions associés se déroule entre Mai et Juillet 1947,

La mise en service effective du câble téléphonique coaxial Paris-Toulouse a lieu le 29 juillet 1947 à 16H00 en présence de M. le Ministre des PTT - Eugène Thomas, au 6 rue Saint-Amand à Paris (station-relais - Centre d'Amplification).

Concernant les caractéristiques techniques du câble coaxial Paris-Toulouse :

Le câble à une paire coaxiale possède un conducteur interne de 5 mm de diamètre et un conducteur externe (concentrique au premier) de 18 mm de diamètre. Sa longueur est de 700 km.

Chaque intervalle transportant les signaux vocaux analogiques modulés sont d'une largeur de 4 kHz.

La bande passante du câble est de 5 MHz.

Le câble et ses équipements sont prévus pour permettre la transmission simultanée de 600 voies téléphoniques (contre 15 voies simultanées avec les installations précédentes).

Le câble est amplifié par 42 stations. 1 station de départ/arrivée à chaque extrémité du câble et 40 stations d'amplification intermédiaires.

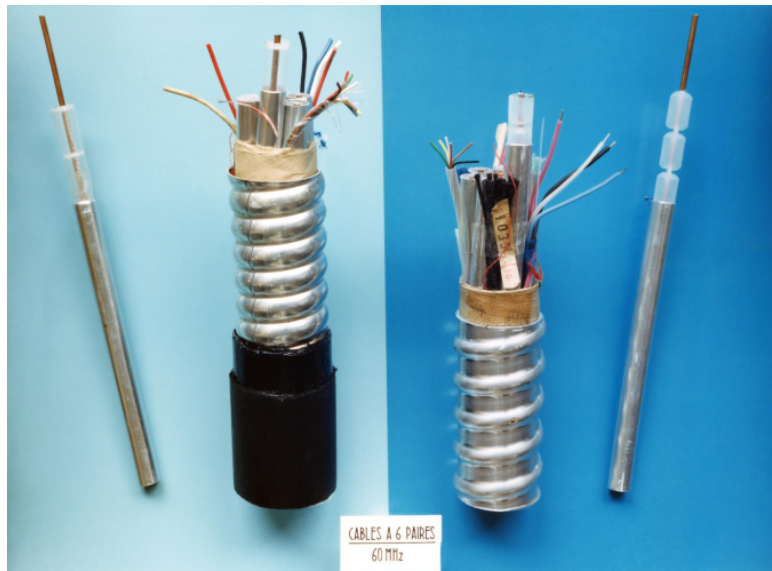
Le câble coaxial téléphonique interurbain entre Grenoble et Lyon. est un câble coaxial à 4 paires, de 2.400 voies simultanées en tout, faisant partie de la rocade Lyon - Roanne - Saint-Étienne - Grenoble destinée à acheminer les communications interurbaines automatiques à l'intérieur de cette zone, ainsi que celles provenant de Paris via Lyon à partir du 30 novembre 1951.

Second câble coaxial mis en service en France : Dijon - Nancy.

Le 5 avril 1952 est inauguré le câble coaxial Dijon - Nancy par M. le Ministre des PTT - Roger Duchet en présence de M. le Directeur du SRCT - Pierre Marzin. Cette seconde liaison coaxiale permet la transmission simultanées de 960 voies téléphoniques, sur une distance de 281 km.

Premier câble coaxial avec Répéteurs à Transistors : Paris - Bordeaux.

En Octobre 1952 l'artère coaxiale Paris - Bordeaux est mise en service, équipée de 6 répéteurs-régénérateurs à transistors.



Câbles Coaxiaux pour Transmission Analogique de 60 MHz.

- Avec l'arrivée du transistor inventé en 1948, les amplificateurs et les modulateurs analogiques (les multiplexeurs) se miniaturisèrent, devinrent plus fiables et moins coûteux, si bien qu'ils furent désormais disposés tous les 4,5 km, ce qui permit d'atteindre une bande passante exploitable de 12 MHz, soit 2.700 voies à la fin des années 1950. En combinant des câbles coaxiaux entre eux, en les regroupant nous pouvions multiplier les nombres de voies de conversations téléphoniques analogiques...

- Le Multiplexage Analogique permettait une qualité de service très-élevée, allant de 12 voies en paires symétriques (fréquence supérieure jusque 60 kHz) jusqu'à 10.800 voies téléphoniques sur un même câble coaxial (fréquence supérieure jusque 60 MHz), qui perdura jusqu'à la fin de l'année 1997. Cette technologie analogique fut donc exploitée jusqu'à son maximum, en employant des câbles métalliques coaxiaux, si bien que jusque vers la fin des années 1950 la plupart des ingénieurs des télécommunications ne juraient que par le coaxial qui permettait de multiplier les voies téléphoniques en utilisant le spectre de fréquences disponibles.

Câbles Coaxiaux sous-marins.

Le Service des Câbles Sous-Marins français est créé le 15 octobre 1912 par décret. C'est à partir de cette date que la France va commencer à se doter d'une flotte de navires câbliers, mais devra pendant une bonne vingtaine d'années faire appel régulièrement à la flotte câblière de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, nettement plus développée.

[Voir la page en lien.](#)

Les premiers câbles téléphoniques sous-marin entre la France et un autre pays sont posés entre la Grande-Bretagne et la France, d'une portée maximale comprise entre 30 et 40 km.

Le 10 mars 1891, le premier câble sous marin à vocation téléphonique d'une longueur de 31 km est immergé entre la France et la Grande-Bretagne (Sangatte - Margaret's Bay à proximité de Douvres) par le navire câblier britannique le S.S Monarch, permettant de faire circuler une unique conversation téléphonique simultanée.

Le 24 mars 1891, ce câble sous-marin est utilisé pour une diffusion, en direct, à Londres, d'un opéra de Massenet (le Mage) donné à Paris.

Le 1er avril 1891, la liaison téléphonique Paris-Londres est mise en exploitation publique.

Le 10 mai 1897, un second câble sous-marin est immergé entre la France et la Grande-Bretagne (Calais - Douvres), par le post-office britannique. Technologie identique au précédent.

En Juillet 1897, deux nouveaux câbles sous-marins sont immergés entre la France et la Grande-Bretagne, par l'administration française des P&T. Technologie identique aux précédents câbles.

Le 5 mai 1910, le navire câblier britannique à vapeur S.S Faraday commence, pour le compte du Post-Office britannique, la pose du câble Abbots-Cliff - Cap-Gris-Nez. Le 18 juillet 1910, les travaux côté britannique sont achevés. La France doit parachever le raccordement au réseau téléphonique français du câble pour une mise en service à la fin 1910. Il s'agit d'un câble téléphonique sous-marin pupinisé (avec bobines pupin de 100 millihenrys posées tous les 1852 mètres), à 4 conducteurs, sans amplification active. Ce câble permet de faire circuler une conversation téléphonique entre la France et la Grande-Bretagne à la fois.

Le 6 février 1912, le navire câblier britannique à vapeur S.S Cambria commence, pour le compte de l'administration française des P&T, la pose du câble Abbots-Cliff - Cap-Gris-Nez. En Mai 1912, les travaux sont achevés. Il s'agit d'un câble téléphonique sous-marin pupinisé (avec bobines pupin réparties tout le long des conducteurs), à 4 conducteurs, sans amplification active. Ce câble, plus résistant mécaniquement que son prédécesseur en raison de la répartition de la pupinisation tout le long du câble (ce qui évite les contraintes mécaniques localisées), permet de faire circuler une conversation téléphonique entre la France et la Grande-Bretagne à la fois.

Le 24 avril 1913, deux nouveaux câbles téléphoniques sous-marins sont posés entre Douvres et Calais. Il s'agit une fois de plus de câbles téléphoniques de capacité réduite, pupinisés et sans amplification.

Le 3 mars 1928, un nouveau câble téléphonique sous-marin multipaires est mis en service. Il comporte 21 circuits simultanés, ce qui représente un énorme progrès.

Le 16 septembre 1933, débute la pose par le navire câblier britannique S.S Dominia, pour le compte du post-office britannique, d'un nouveau câble téléphonique sous-marin multipaires entre Douvres (lieu-dit : Margaret's Bay) et Calais : (lieu-dit : Les-Hemmes-de-Marck). Pour la première fois, le câble est pourvu d'amplificateurs de signaux destinés à compenser les pertes en ligne.

Il s'agit du premier câble téléphonique qui permette sans restriction au grand-public de Grande-Bretagne de téléphoner en dehors de Grande-Bretagne, par voie manuelle.

Les premières expérimentations 100% françaises en matière de Câbles Sous-Marins débutent dès la libération après Mai 1945.

À cette époque, seule la technologie sous-marine est techniquement envisageable à l'échelle intercontinentale.

Toulon - Ajaccio, première expérimentation, est mise en service en Septembre 1946. Elle a lieu en recyclant un vieux câble sous-marin télégraphique Toulon - Ajaccio, en y implantant en son milieu un unique prototype d'amplificateur à tubes électroniques de conception française la plus récente, constitué de composants fiabilisés capables de supporter une pression en eaux profondes de 350 kg par M². Cet amplificateur est encapsulé dans un manchon rigide. Après 6 mois d'essais en fonctionnement continu, les conclusions sont favorables à la poursuite du projet.

Nice - Cannes, seconde expérimentation, est mise en service en Octobre 1950. Un câble sous-marin télégraphique de 110 km du même type que ceux utilisés pour les réparations est fabriqué par le CGE puis posé par le navire câblier d'Arsonval au fond de la mer entre ces deux localités. L'amplificateur principal, et l'amplificateur de secours qui y est cette fois-ci ajouté, qui sont posés sont toujours constitués par des tubes électroniques, mais ils sont désormais encapsulés dans un manchon souple, ce qui constitue un ensemble Répéteur Souple, qui leur permet de suivre la courbure du câble lors de la pose et des mouvements éventuels dans les fonds marins. Le 23 mai 1951, quatre voies téléphoniques sont mises en service sur ce câble expérimental.

Le résultat de ces deux expérimentations permet d'envisager la mise en service du premier câble français sous-marin à vocation internationale. Ainsi naît le projet de câble sous-marin France - Algérie (qui est alors française)... Ce choix de se cantonner au sein de l'Union Française pour cette première réalisation de grande ampleur relève d'ailleurs de la prudence : un éventuel échec aurait alors été traité comme une affaire strictement interne à la France. .

Câbles de 1ère génération à armature externe - répéteurs à tubes électroniques :

Marseille - ALGÉRIE Alger I, 60 voies téléphoniques simultanées à courants porteurs (4 kHz), longueur 925 km, est mis en service le 15 décembre 1957 (première conversation d'essai réussi le 31 octobre 1957). La cérémonie d'inauguration se déroule le 10 janvier 1958. Il est le premier câble sous-marin à courants porteurs à vocation téléphonique mis en service par la France (posé avec le navire câblé Ampère III).

Penmarc'h- USA Clarenville (TAT2), 36 voies téléphoniques (4 kHz), longueur 4.200 km, mis en service le 22 septembre 1959, en présence de M. le Ministre des P et Bernard Cornut-Gentille (retiré du service en 1982).

Second câble téléphonique transatlantique, mais premier câble transatlantique atterrissant en Europe continentale.

Projet cofinancé par les USA, la RFA et la France.

La station de Clarenville est en réalité située sur l'île de Terre-Neuve, juridiquement en territoire canadien.

Perpignan- ALGÉRIE Oran (Mers-El-Kebir), 60 voies téléphoniques (4 kHz), longueur 1000 km, mis en service en fin Décembre 1961.

Câbles de 2ème génération à porteur central - répéteurs à tubes électroniques :

Saint-Hilaire-de-Riez – USA Tuckerton (TAT4), 128 voies téléphoniques, longueur 6.500 km, mis en service le 15 septembre 1965. (retiré du service en 1987).

Cannes - CORSE Île-Rousse, 96 voies téléphoniques, longueur 205 km, mis en service en Juillet 1966. (retiré du service en 1993).

Perpignan - MAROC Tétouan, 96 voies téléphoniques, longueur 1.360 km, mis en service le 21 juillet 1967. (retiré du service en 1993).

Marseille – ISRAËL Tel-Aviv (MARTEL), 96 voies téléphoniques, longueur 3.400 km, mis en service le 13 novembre 1968. (retiré du service en 1993).

Marseille - TUNISIE Bizerte (DIDON), 96 voies téléphoniques, longueur 875 km, mis en service le 3 mai 1969. (retiré du service en 1993).

Câbles de 2ème génération à porteur central - répéteurs transistorisés :

Marseille - LIBAN Beyrouth 1, 120 voies téléphoniques (4 kHz), longueur 3.450 km, mis en service le 25 juillet 1970. L'inauguration officielle a lieu le 3 août 1970.

Marseille - ALGÉRIE Alger 2, 480 voies téléphoniques (4 kHz), longueur 820 km, mis en service en Janvier 1973. (répéteurs-régénérateurs de type S5) - (retiré du service en 1994).

Penmarc'h - MAROC Casablanca, 640 voies téléphoniques (3 kHz), longueur 1.920 km, mis en service le 13 septembre 1973. (répéteurs-régénérateurs de type S5)

Marseille - GRÈCE Héraklion (L'ARIANE), 640 voies téléphoniques (3 kHz), longueur 2.500 km, mis en service le 5 décembre 1974. (répéteurs-régénérateurs de type S5) - (retiré du service en 1997).

Perpignan - TUNISIE Bizerte (HANIBAL), 640 voies téléphoniques (3 kHz), longueur 912 km, mis en service le 15 juillet 1975. (répéteurs-régénérateurs de type S5) - (retiré du service en 1998).

Marseille - LIBAN Beyrouth 2, 640 voies téléphoniques (3 kHz), mis en service le 13 décembre 1975. (répéteurs-régénérateurs de type S5)

Marseille - ITALIE Palo (MARPAL), 3.440 voies téléphoniques (3 kHz), longueur 689 km, mis en service le 16 avril 1976. (répéteurs-régénérateurs de type S25).

Corseilles-sur-Mer – GRANDE-BRETAGNE Eastbourne (France-UK 1), 3.440 voies téléphoniques (3 kHz), mis en service le 13 juillet 1976. (répéteurs-régénérateurs de type S25).

Saint-Hilaire-de-Riez - USA Rhode-Island (TAT6), 4.000 voies téléphoniques, longueur 6.268 km, mis en service le 4 août 1976, inauguré le 1er septembre 1976 par M. le Secrétaire d'État aux P et T - Norbert Ségard. (retiré du service en 1994).

La Seyne-sur-Mer - Bastia, 2580 voies téléphoniques, longueur 310 km, mis en service en Août 1977, (retiré du service en 1995).

Saint-Valéry-en-Caux - GRANDE-BRETAGNE (France - UK 2), 4300 voies téléphoniques, mis en service en 1978.

Martigues - MAROC Tétouan (AMITIE), 2580 voies téléphoniques, mis en service en Septembre 1978.

Marseille - LYBIE Tripoli, 480 voies téléphoniques, mis en service en Juin 1979.

Penmarc'h - PORTUGAL Sesimbra (TAGIDE 1), 2580 voies téléphoniques, longueur 1.500 km, mis en service en 1979.

Veules-les-Roses – GRANDE-BRETAGNE 2 Eastbourne, 5.000 voies téléphoniques, mis en service en Novembre 1979. Câbles de 3ème génération à porteur central et à conducteur extérieur contre-couché - répéteurs transistorisés S25 :

La Seyne-sur-Mer - GRÈCE Lehenia (ARTEMIS), 2580 voies téléphoniques, mis en service le 15 juillet 1981. Il est inauguré par M. le Ministre des PTT - Louis Mexandeau le 17 décembre 1981.

Marseille - ALGÉRIE Alger 3, mis en service le 19 octobre 1981 (date d'inauguration).

La Seyne-sur-Mer - TUNISIE 3 Bizerte (DIDON 2), 2580 voies téléphoniques, mis en service en 1983, longueur 895 km.

Marseille - SINGAPOUR (SEA-ME-WE 1), 3660 voies téléphoniques, longueur 13.600 km, mis en service le 25 avril 1986. Il est le dernier câble coaxial, métallique, à transmission analogique, mis en service dans le monde.

Par la suite, les câbles ultérieurs seront constitués de fibres optiques, les conversations téléphoniques étant multiplexées numériquement.

Tous ces câbles sous-marins galvaniques de technologie analogique coaxiale sont aujourd'hui réformés et abandonnés.