

Approche concrète du **TELEPHONE FIXE (RTC)**

Objectifs :

- ⇒ Mettre en évidence le principe de fonctionnement du téléphone fixe.
- ⇒ Caractériser les signaux électriques sur une boucle locale.

Ressources :

- ⇒ Lab Idée de HEWLETT PACKARD.
- ⇒ G.M. REBEIZ, EECS Departement, University of Michigan.
- ⇒ S. GREGOIRE Institut de recherche LAVOISIER.
- ⇒ D. RABASTE, IUFM d'Aix-Marseille.
- ⇒ J.P. BOURGUET, M.Ch. MARSOLAT, lycée Fourcade, Gardanne.
- ⇒ A. BIANCIOTTO, P. BOYE collection Techniques et Normalisation, TECHNOR.
- ⇒ Ch. RICHY, lycée technique, Courcouronnes.
- ⇒ Encyclopédies Wikipedia et Encarta (Microsoft)
- ⇒ www.francetelecom.fr et ATOUT TECHNO de France Télécom
- ⇒ www.supelec-rennes.fr
- ⇒ www.aurelienr.com/electronique/ d'Aurélien R.
- ⇒ et à tous ceux que j'oublie, mille excuses.

Tous nos remerciements à ceux qui ont contribué à la réalisation de ce document.

Devinette : quand j'appelle on me répond, mais ce n'est pas à moi qu'on veut parler, qui suis-je ?



Avertissement

Ce cours est téléchargeable sur le site : www.stielec.ac-aix-marseille.fr (cours électronique). Il constitue la première partie d'une suite de cours, TD et TP qui servent d'appuis lors de l'étude de systèmes électroniques faisant appel notamment aux domaines de la téléphonie. Cette partie se veut volontairement facile d'accès, sans calculs mathématiques.

Ce document a été réalisé dans le cadre de l'Education Nationale à des fins pédagogiques. Un soin extrême a été porté sur le choix des sources, à la rédaction des textes, à la création des illustrations provenant soit de l'auteur lui-même, soit d'images respectant le droit des auteurs ou libres d'utilisation ; si une erreur a été commise, elle sera corrigée dès son signalement.

Sachant, hélas, que personne n'est parfait, des inexactitudes, omissions ou insertions indépendantes de la bonne volonté peuvent demeurer.

Vous pouvez contribuer à faire évoluer ce document, en nous faisant parvenir, via le courriel, toutes les remarques constructives.

escolano.philippe@laposte.net

SOMMAIRE

1. Introduction à la téléphonie

- 1.1. Principe de la téléphonie analogique
- 1.2. Organes constitutifs d'un poste téléphonique simple
- 1.3. Evolution de la téléphonie

2. Le réseau téléphonique commuté (RTC)

- 2.1. Les commutateurs
- 2.2. Schéma de principe simplifié du RTC
- 2.3. La boucle locale, structure arborescente
- 2.4. La structure en anneau

3. Communication entre le téléphone et le central

- 3.1. Phases d'établissement d'une communication
- 3.2. Liaison entre le téléphone et le central téléphonique
- 3.3. Décrochage du combiné
- 3.4. Tonalité
- 3.5. Numérotation téléphonique
 - 3.5.1. Le numéro de téléphone
 - 3.5.2. Numérotation décimale
 - 3.5.3. Numérotation par fréquences vocales ou DTMF
- 3.6. Activation de la sonnerie
- 3.7. Transmission de la voix
- 3.8. Transmission de données

4. Connectique

- 4.1. Prise téléphonique
- 4.2. Câblage

5. Maintenance et entretien des infrastructures

6. Glossaire

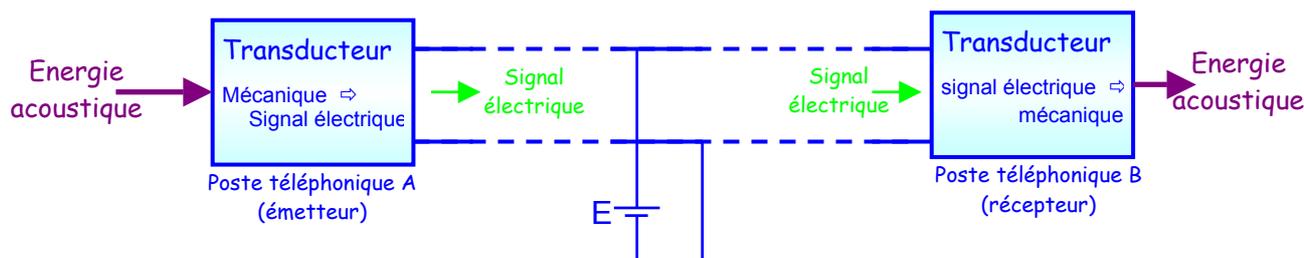
1. Introduction à la téléphonie

1.1. Principe de la téléphonie analogique

La téléphonie a été initialement prévue pour transmettre la voix humaine entre deux lieux distants l'un de l'autre. Elle utilise comme support des lignes électriques sur lesquelles transite un courant analogue aux signaux sonores.

Une liaison téléphonique élémentaire est constituée par :

- Deux dispositifs émetteur-récepteur appelés postes téléphoniques,
- Une ligne bifilaire acheminant les signaux (paire torsadée),
- Une source d'énergie électrique (E). La tension continue nécessaire à l'alimentation des postes téléphoniques est fournie par une source installée au central téléphonique (batterie centrale).

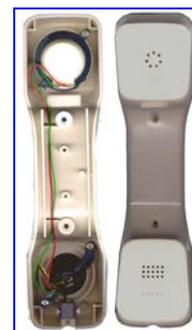


1.2. Organes constitutifs d'un poste téléphonique simple

1.2.1. Les organes de conversation

Ils assurent l'échange conversationnel entre les 2 correspondants :

- **Le microphone** : c'est un convertisseur d'énergie, les ondes sonores entraînent la vibration d'une membrane sensible qui provoque la création d'un signal électrique variant au même rythme que la voix.
- **L'écouteur** : il restitue sous forme acoustique l'énergie électrique reçue, en la transformant en énergie mécanique imposant un mouvement vibratoire à l'air ambiant. L'écouteur est constitué d'un haut-parleur : électro-aimant relié à une membrane.
- **Le combiné** : c'est le support ergonomique sur lequel sont montés le microphone et l'écouteur récepteur.
- **Bobine d'induction (ou transformateur) et Condensateur** assurent :
 - Adaptation d'impédance entre le microphone et la ligne, et entre la ligne et l'écouteur.
 - Elimination de l'effet local (antiloocal), évite d'entendre sur l'écouteur les sons émis sur le microphone du même combiné.
 - Séparation des courants de natures différentes, signaux sonores et polarisation...
- **Deux diodes** : montées en antiparallèle sur le récepteur, elles absorbent les surtensions et réduisent le choc acoustique à un niveau supportable par l'oreille.
- **Un redresseur** rend l'appareil indépendant de la polarité de la ligne



1.2.2. Les organes d'appel, d'émission

L'abonné fait connaître à son centre de rattachement le numéro d'identification du correspondant désiré en le composant soit sur le cadran d'appel rotatif (ancien), soit sur le clavier numérique (actuel). Ce dispositif transmet alors au central un signal codé.



1.2.3. Les organes de réception d'appel

La signalisation d'un appel est faite par une sonnerie mise en marche par un courant alternatif (au travers d'un filtre).

Lors du décrochage du combiné, le centre de rattachement constate la fermeture du crochet, interrompt le signal d'appel et établit la liaison.



1.3. Evolution de la téléphonie



En 1854, l'inventeur français Charles Bourseul fut le premier à imaginer un système de transmission électrique de la parole. En 1877, l'américain Alexander Graham Bell construisit le premier téléphone capable de transmettre la voix humaine, tout en respectant sa qualité et son timbre.

En France, un grand plan de développement des télécommunications a été mis en œuvre durant les années 1970, conduisant à un équipement rapide. Les recherches menées au Centre national d'étude des télécommunications (CNET) permirent ainsi la mise en place du premier central entièrement électronique du monde. France Télécom décida d'ouvrir son réseau numérique aux abonnés avec intégration de services (RNIS), commercialisé sous le nom de Numéris. Ce réseau permet d'améliorer certains services comme la télécopie ou l'interconnexion d'ordinateurs.

L'histoire de la téléphonie subit depuis une vingtaine d'années une fantastique accélération, dont les conséquences et les causes dépassent le champ de la science et de la technique.

2. Le réseau téléphonique commuté (RTC)

2.1. Les commutateurs

Chaque client se voit attribuer un numéro personnel. Les équipements téléphoniques sont conçus pour pouvoir mettre en relation tous les abonnés (télécommunication) :

- Soit en empruntant les lignes du réseau public RTC, ce sont des communications extérieures.
- Soit au sein d'une même entreprise, il s'agit ici de communications internes traitées par un autocommutateur privé. L'accès au réseau public se fait alors en composant un préfixe supplémentaire.

A l'origine les "demoiselles du téléphone" connectaient manuellement la ligne de l'appelant à celle de l'appelé. Puis les commutateurs ont évolué. Passant de l'électrotechnique aux technologies électronique puis maintenant informatique, ils permettent des gains de productivité importants par l'automatisation de tâches répétitives et d'opérations standardisées.



Les informations de gestion des appels téléphoniques, appelées la « signalisation », transitent sur un réseau parallèle spécifique : le réseau "Sémaphore".

Ces commutateurs constituent les différents points ou nœuds du Réseau Téléphonique Commuté ou RTC (in english STN : *Switched Telephone Network*). Ils sont reliés par des artères de transmission de différents types : câbles coaxiaux, à fibres optiques, faisceaux hertziens, satellites.

Le RTC assure la connexion momentanée, de deux installations terminales afin de mettre en relation deux usagers. Ce réseau est actuellement le plus utilisé par les particuliers pour se relier entre eux ou à Internet. Le RTC public est très étendu, il atteint tous les pays de la planète et compte plusieurs centaines de millions d'abonnés.

Il y a plusieurs type de commutateurs, chacun ayant une fonction spécifique :

- Le **Commutateur à Autonomie d'Acheminement (CAA)** ou **commutateur local** qui permet de mettre en relation les clients d'une même zone géographique. Ces commutateurs traitent également les numéros d'urgence (15, 17, 18 et 112) en joignant le service local concerné.
- Un appel régional passe par le commutateur local qui envoie un signal au commutateur régional appelé **Centre de Transit**, qui permet d'écouler les communications téléphoniques d'un CAA à un autre CAA .
- Si le numéro composé est destiné à l'international, c'est un des trois **Centres de Transit Internationaux** qui traite l'appel (Paris, Bagnolet ou Reims).



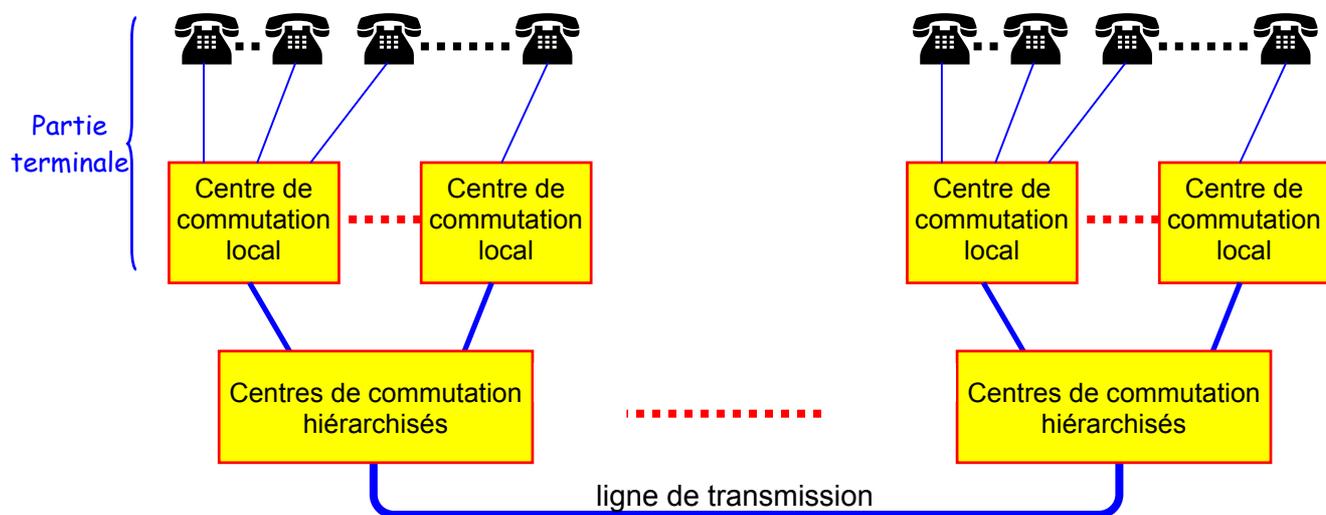
Pour offrir des services toujours plus complexes à ses clients, France Télécom a amené de l'intelligence dans son réseau en associant commutateurs et serveurs informatiques.

Ces serveurs informatiques commandent les commutateurs et prennent les décisions, c'est le principe du réseau intelligent. Par exemple, ils transforment les numéros spéciaux en numéros classiques, compréhensibles par les commutateurs. Ce principe est aussi utilisé par le service libre appel (numéros verts), les numéros à taxation partagée (numéros Azur et indigo), le service audiotel et le 118218. Ces numéros spéciaux sont envoyés vers différentes lignes en fonction de l'heure, le temps d'attente du client est ainsi réduit.

2.2. Schéma de principe simplifié du RTC

Le RTC est composé de noeuds (commutateurs) s'échangeant des informations au moyen de protocoles de communications normalisés par les instances internationales.

Les systèmes réalisant le RTC sont hétérogènes, ils proviennent de fabricants différents et utilisent des technologies différentes. Cette coexistence de technologies provient de la longue durée de vie de ces dispositifs, souvent supérieure à une vingtaine d'années.

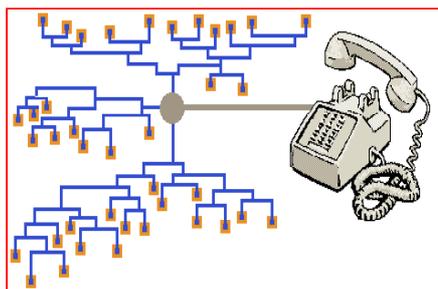


Chaque poste téléphonique est rattaché à une seule armoire de répartition connectée à un commutateur local (*local switch*) dont la distance peut aller de quelques centaines de mètres jusqu'à quelques kilomètres réduisant d'autant la bande passante des signaux transmis du fait de l'augmentation de l'atténuation.

La faible bande passante (**300 Hz – 3400 Hz**) du RTC et d'autre part son rapport signal/bruit (de l'ordre de 40 dB) limitent la qualité du signal analogique transmis (voix) et donc le débit du nombre de bits transmis (informatique).

Les supports de transmission pour l'acheminement du signal entre commutateurs peuvent être faits par :

- des **conducteurs métalliques** (paires torsadées, câbles coaxiaux),
- par des liaisons en espace libre avec des **faisceaux hertziens** (via des antennes et des satellites)
- par des **fibres optiques**.



La topologie du réseau est arborescente et conçue autour de noeuds de commutation contenant l'intelligence du réseau. Les signaux sont aiguillés dans ces noeuds, puis par la suite transmis par **multiplexage fréquentiel** (analogique) où chaque « conversation » se trouve transposée autour d'une fréquence et par **multiplexage temporel** (numérique) où les échantillons de plusieurs « conversations » sont transmis les uns à la suite des autres, de façon répétitive. En ce qui concerne les fibres optiques, une nouvelle technique de multiplexage dite en « longueur d'onde » a été développée.

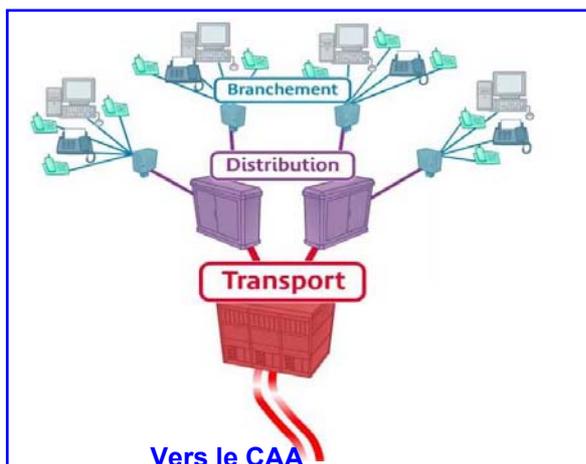
C'est grâce aux possibilités d'amplification, de modulation et de changement de fréquence qu'offre l'électronique que s'est développé le multiplexage permettant de transmettre un grand nombre de communications sur un même support : fil de cuivre, câble coaxial, fibre optique ou ondes hertziennes.

2.3. La boucle locale, structure arborescente

La boucle locale est la partie comprise entre le client et le centre local de rattachement du réseau de France Télécom. On distingue 3 zones essentielles :

- La partie "**Branchement**"
- La partie "**Distribution**"
- La partie "**Transport**".

Ci-contre la photo d'un sous-répartiteur.



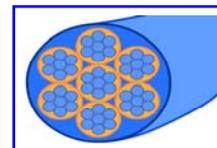
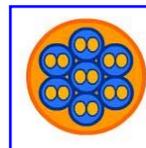
2.3.1. La partie "Branchement"

C'est la partie reliant les clients aux points de raccordement. Ces liaisons sont réalisées avec des câbles en cuivre. Une ligne est composée d'une paire de fils transmettant la voix et les données sous forme de signaux électriques.

La partie branchement développe le câblage en façade. Généralement, les logements particuliers et les petits immeubles accueillent une paire de fils de cuivre par ligne posée directement sur leur façade, tandis que la plupart des immeubles disposent d'une gaine technique chargée de recevoir les câbles de chaque résident et d'une armoire technique regroupant les connexions.



En France, la plupart des câbles sont organisés par regroupement de 7 paires de fils de cuivre, cette structure permet d'optimiser le diamètre des câbles. En fonction de la capacité d'abonnées recherchée, les câbles reproduisent ce type de regroupement par multiples de 7.



La connexion n'est pas toujours possible par câble. Par exemple, en zone montagneuse, on utilise la transmission radio. Des équipements émettent et reçoivent les communications par faisceau hertzien : c'est la boucle locale radio.

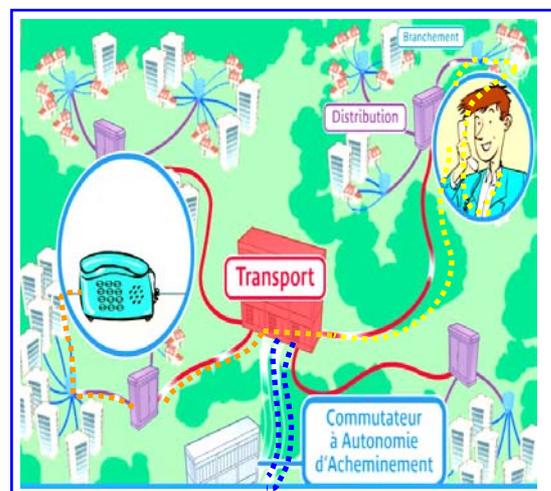


2.3.2. La partie "Distribution"

C'est la partie des câbles de moyenne capacité, qui relient les points de raccordement à un Sous-Répartiteur.

2.3.3. La partie "Transport"

La partie transport, est la partie qui connecte chaque Sous-Répartiteur à un Répartiteur via un câble de forte capacité. Chaque paire de cuivre correspondant à un client est reliée au répartiteur (jusqu'à une distance de quelques km). Le répartiteur reçoit l'ensemble des lignes d'usager et les répartit sur les équipements d'usager du central téléphonique grâce à une "jarrettière", terme consacré du fait que la paire de fils est tendue entre deux points, l'un associé à l'adresse géographique, l'autre associé à un équipement téléphonique.



Le répartiteur est donc un dispositif passif de câblage centralisant les lignes de la zone de desserte du Centre à Autonomie d'Acheminement (CAA) et assurant la correspondance entre une ligne et un équipement téléphonique.

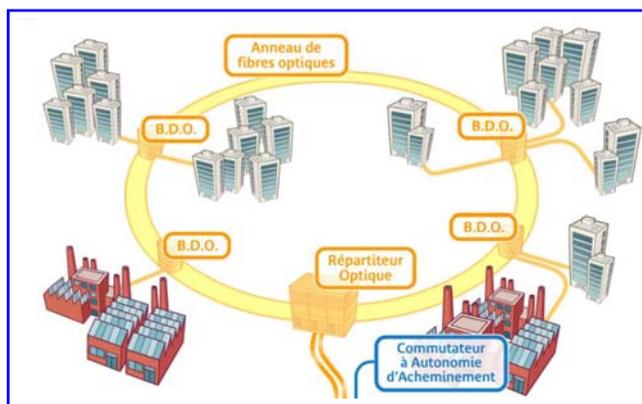
Les CAA sont capables de mettre eux-mêmes les clients en relation.

2.4. La structure en anneau

L'organisation dite en anneau, fut créée pour répondre aux attentes des industriels, PMI et PME.

Utilisant la technologie des fibres optiques, l'anneau fait circuler des données, à travers des Boîtes de Distribution Optique (B.D.O.) qui concentrent les fibres optiques. On garantit ainsi un débit et une qualité très élevés.

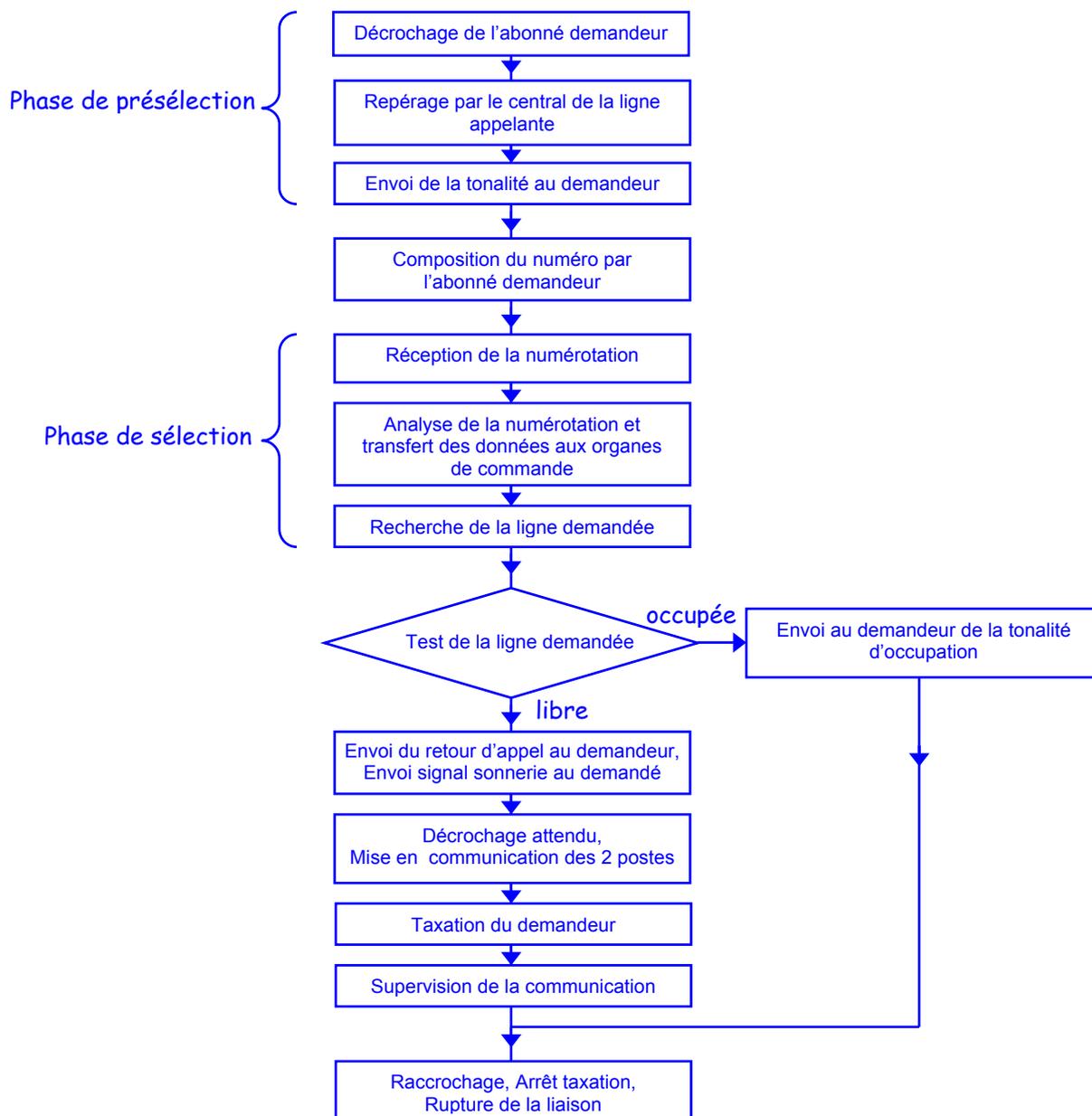
En cas d'incident sur une des voies, les données peuvent toujours circuler en utilisant la partie intacte de l'anneau, la communication est dite « sécurisée ».



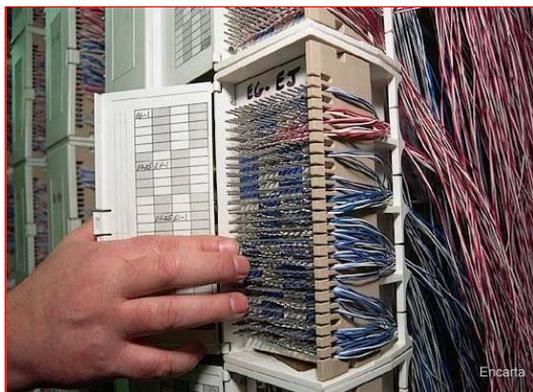
3. Communication entre le téléphone et le central

C'est la norme TBR21 (janvier 1998) qui fixe les caractéristiques électriques des signaux émis par le combiné téléphonique ou n'importe quel équipement branché sur la prise.

3.1. Phases d'établissement d'une communication



3.2. Liaison entre le téléphone et le central téléphonique

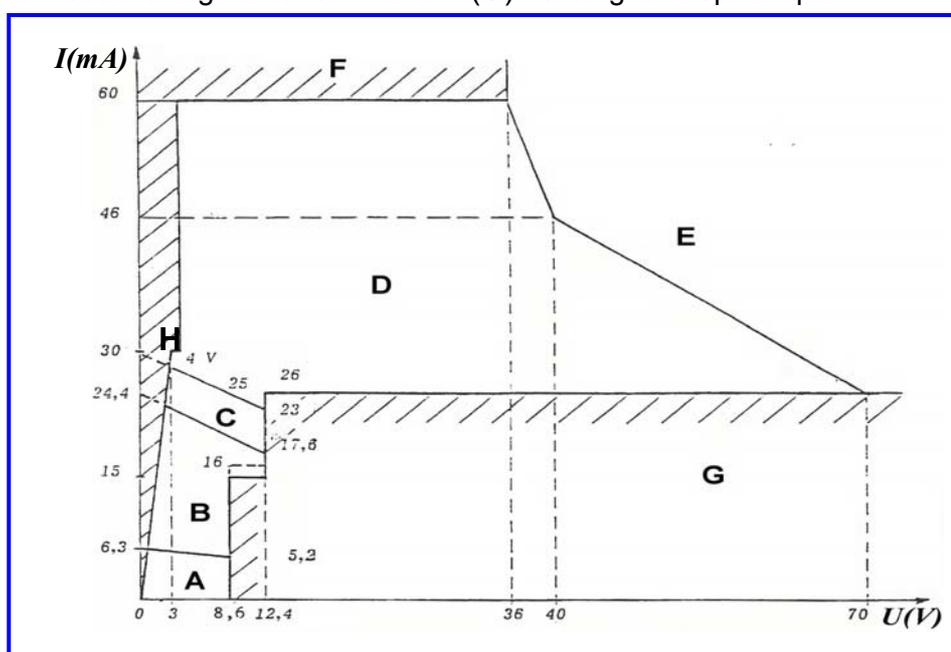


Chaque téléphone grand public est généralement connecté à un central RTC (réseau téléphonique commuté) par une simple paire de fils de cuivre d'un diamètre d'environ 0,5 mm.

Ces câbles ont une impédance caractéristique de 600Ω . Cette liaison avec le poste de l'abonné est dite boucle locale (*local loop*) et, lors d'une communication téléphonique, transporte une composante continue d'alimentation du poste ainsi que le signal vocal.

Mais les nouveaux systèmes utilisent des câbles coaxiaux ou fibres optiques pour accéder à une bande passante accrue.

Le courant de ligne et la tension de ligne sont liés et doivent respecter des valeurs conformément aux normes, on a ci-dessous le gabarit de boucle $I=f(U)$ de la ligne téléphonique :

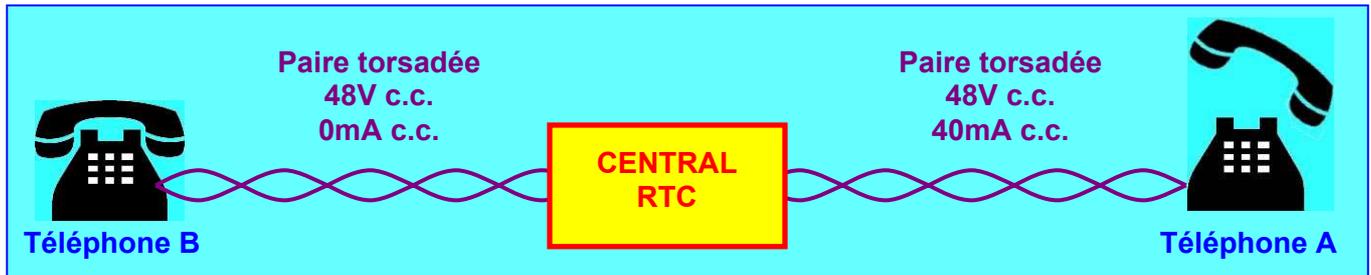


Le gabarit comporte huit plages repérées A, B, C, D, D, E, F, G et H.

Les zones F, G et H sont interdites en continu.

La stabilité du poste doit être garantie dans les zones B, C et D.

3.3. Décrochage du combiné

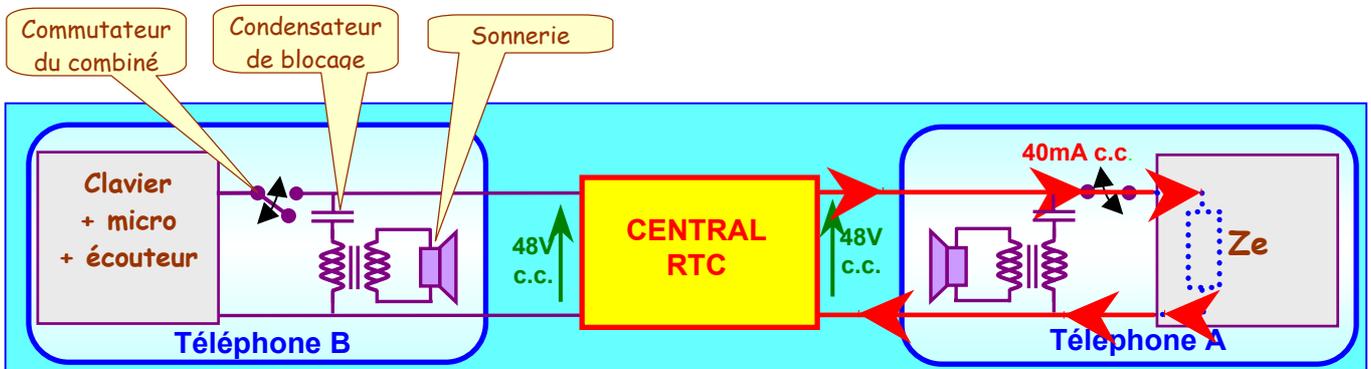


Lorsque le téléphone n'est pas décroché, il est soumis à une tension continue d'environ 48 V venant du central (attention à ne pas toucher : cela peut secouer !). Le choix d'une tension continue est antérieur à l'existence des centraux téléphoniques. À l'origine, les batteries étaient situées chez l'utilisateur (batterie locale). Le but était de polariser le microphone à charbon avec un courant d'environ 30 mA. A ce moment là l'utilisation du courant alternatif (secteur) n'existait pas encore.

Au repos, l'impédance présentée par le poste est associée au circuit de sonnerie dans lequel est inséré un condensateur qui empêche la circulation d'un courant continu. Dans l'attente d'un appel, les postes étant soumis à une tension continue ne consomment aucun courant.

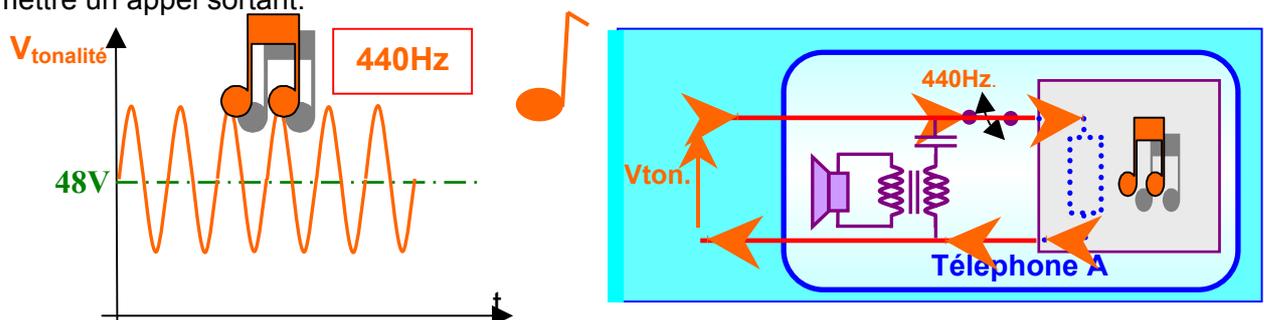
Lorsque l'on décroche (*off-hook*) le combiné du poste (A), le commutateur se ferme, alors le poste présente une impédance assez faible et consomme un courant continu de l'ordre de 40 mA, signalant ainsi son souhait au central d'établir une communication, c'est la prise de ligne.

La tension continue peut alors descendre entre 10 V et 22 V lorsque la ligne est chargée (téléphone décroché). Cette chute de tension s'explique de deux manières : sur un commutateur public, elle est provoquée par la ligne d'abonné, qui présente une résistance de boucle dépendant de sa longueur et du diamètre des fils. D'ailleurs, sur les anciens postes téléphoniques à cadran, on pouvait insérer une résistance d'ajustement du courant de ligne pour ne pas dépasser les 40 mA. Sur un commutateur privé, les lignes sont en général courtes, une régulation de courant est mise en œuvre et de ce fait réduit la tension d'alimentation du poste téléphonique.



3.4. Tonalité

Après la fermeture du commutateur du combiné, le central du réseau public acquitte la demande de connexion en superposant à la tension continue, un signal sinusoïdal de 440 Hz (note de musique « LA »), c'est l'invitation à numéroté : la tonalité (*dial-tone*). Les auto-commutateurs privés fournissent une tonalité de fréquence égale à 330 Hz. On perçoit ce changement lors de la composition du « 0 » pour émettre un appel sortant.



3.5. Numérotation téléphonique

3.5.1. Le numéro de téléphone

En France, la numérotation actuelle sur 10 chiffres permet d'atteindre une capacité de 300 millions de postes.

tél : 04 42 51 53 08

Le premier chiffre indique l'opérateur chargé d'établir la communication, qui peut louer le service à d'autres opérateurs pour acheminer l'appel.

Le deuxième, sert à orienter l'appel vers une des 5 zones géographiques que compte la France.

Le groupe de 4 chiffres suivants donne l'identification de l'autocommutateur local de rattachement du poste demandé.

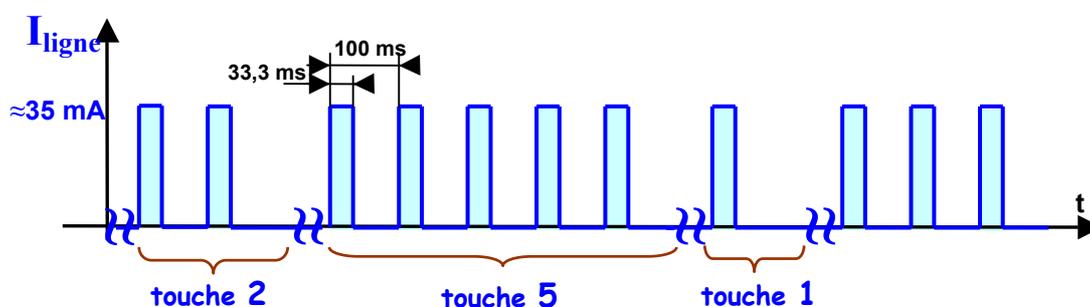
Puis le groupe des 4 derniers chiffres, identifie la ligne de l'abonné dans l'autocommutateur local.

3.5.2. Numérotation décimale

Ce procédé de numérotation par impulsions (dit aussi par ouverture de boucle) est utilisé par les téléphones à cadran rotatif (poste à disque) et par certains modems. Dans ce cas, le courant continu est interrompu un nombre de fois correspondant au chiffre envoyé, générant ainsi des impulsions à « 0 ». Une impulsion pour le chiffre **1**, deux impulsions pour le chiffre **2**, et ainsi de suite... jusqu'à dix impulsions pour le chiffre **0**.

Chaque impulsion dure **100 ms**, soit 33,3 ms pour la ligne fermée (présence de courant) et 66,7 ms pour la ligne ouverte. Pour composer le **1**, il faut 100 ms ; pour faire le **2** il faut 200 ms, ainsi de suite jusqu'au **0** où il faut 1 s.

Un intervalle de temps d'au moins **200 ms** doit séparer 2 trains d'impulsions. Ce principe ancien est lent.

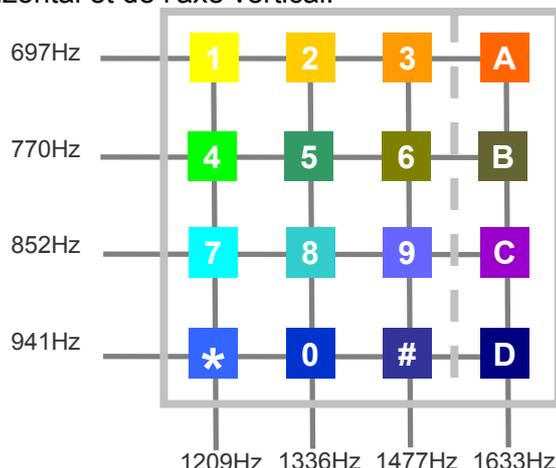


3.5.3. Numérotation par fréquences vocales ou DTMF (*dual tone multi frequency*)

Le DTMF est un procédé de numérotation qui génère des sonorités codées, il doit émettre des fréquences spécifiques dans la gamme 300 Hz – 3400 Hz. Mais si l'on attribue une fréquence simple à chaque chiffre, un sifflement (ou un son propre et fort) peut provoquer une erreur de numérotation !

Ce problème d'interférence est résolu simplement, par l'émission de deux fréquences simultanées par chiffre. Il est très peu probable que deux fréquences spécifiques, dont les valeurs sont premières entre elles, soient présentes à l'arrière plan du microphone pendant la numérotation. Ces fréquences sont normalisées au plan international (norme UIT-T-Q.23).

Sur le clavier du téléphone, en appuyant sur une touche, on émet les deux tonalités correspondant à l'intersection de l'axe horizontal et de l'axe vertical.

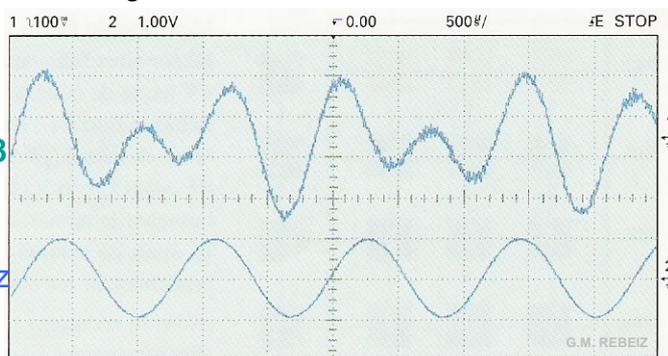


Dans le cas de l'appui sur le clavier de la touche **8**, le numéroteur transmet le signal composite et on le relève sur le haut-parleur (voie 1), sur la voie 2 on a le signal 852 Hz.



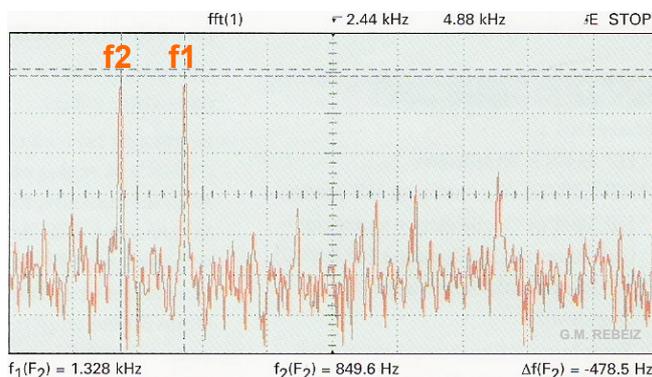
Signal
touche 8

852Hz



FFT touche 8

Toujours dans le cas de l'appui sur la touche **8**, on relève la FFT du signal mixte. Il est à noter que les fréquences f_1 et f_2 ne sont pas exactement conformes aux prévisions.

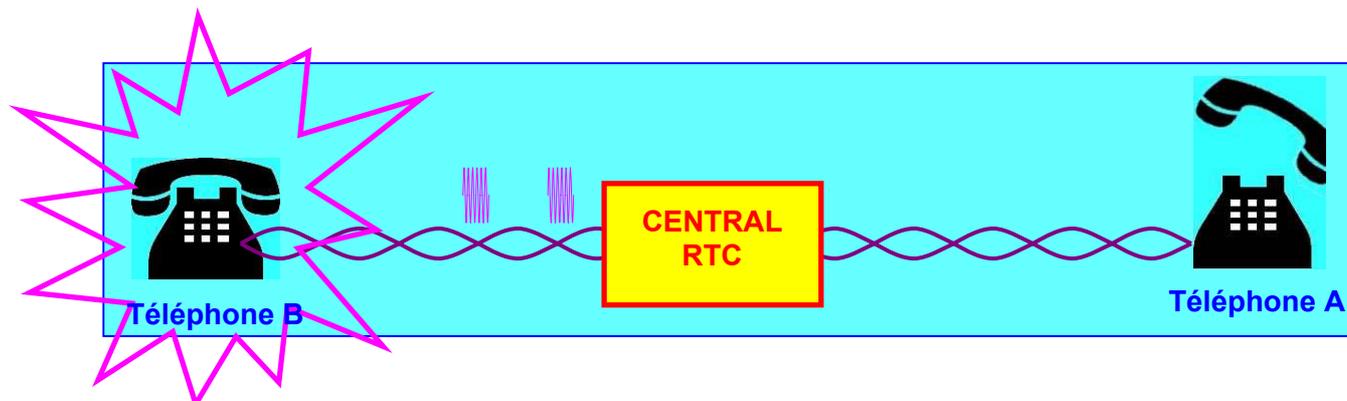


Pour éviter les problèmes de distorsion et de génération d'harmoniques, aucune fréquence n'est harmonique d'aucune autre fréquence. De plus, il est impossible de synthétiser une fréquence à partir de la somme ou de la différence de deux autres fréquences, pour éviter les erreurs de numérotation dues aux produits d'intermodulation.

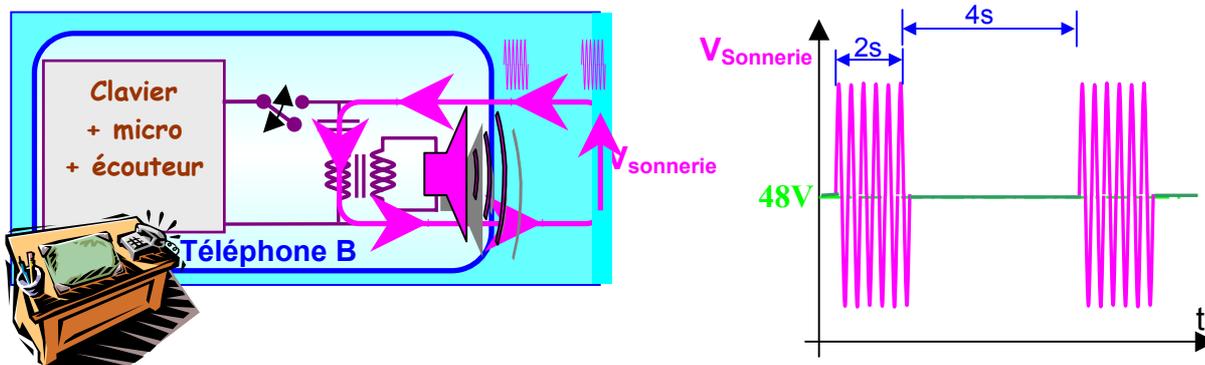
Actuellement la durée d'enfoncement d'une touche et l'intervalle de temps entre deux manœuvres successives ne peuvent être inférieurs à **40 ms**.

3.6. Activation de la sonnerie

Après que l'abonné du poste A ait composé le numéro du correspondant (B), le RTC via les commutateurs va acheminer l'appel, puis actionne la sonnerie du poste B par l'intermédiaire du dernier central autocommutateur local.



Pour activer la sonnerie, le central envoie vers le poste B un signal sinusoïdal de fréquence environ 50 Hz et de tension de 50 à 80 V efficaces par rafales, activé pendant environ 2 secondes et désactivé pendant environ 4 secondes. Ce signal est superposé à la tension continue de 48 V.

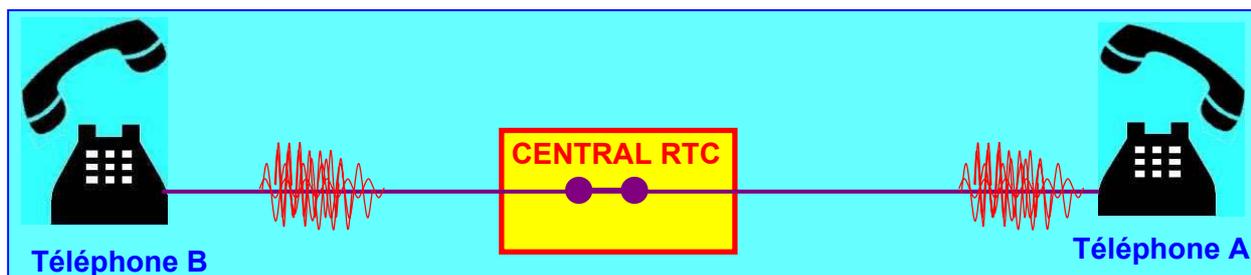


Le décrochement du poste B établit un courant continu d'environ 40 mA dans la ligne. Alors, le central RTC supprime la sonnerie et met en liaison les deux correspondants. Lorsque la liaison est établie, on a pratiquement une ligne point à point.

On utilise une tension de 80 V, relativement élevée, pour pouvoir activer les sonneries peu efficaces des anciens téléphones. Dans les nouveaux postes équipés de sonnerie électronique, un signal numérique TTL (5 V) suffit, mais le niveau TTL est incompatible avec les anciens téléphones.

3.7. Transmission de la voix

Contrairement au système audio de haute fidélité, dont les bandes passantes sont comprises entre 20 Hz et 20 kHz, le téléphone opère dans la bande de 300 Hz à 3,4 kHz.



En effet l'énergie vocale humaine se situe en grande partie dans cette gamme de fréquences, ce qui permet d'obtenir une conversation fiable (mais sans être excellente). C'est surtout cette limitation de bande passante qui fait que l'on a du mal à saisir la différence au téléphone entre « b », « p » et « d ».

La variation de tension audio est de 5 à 500 mV crête, générant une dynamique de 40 dB très inférieure à celle d'un système Hi-Fi (70 - 90 dB).

Lorsque les deux correspondants sont en liaison, les signaux vocaux envoyés et reçus sont dus à une modulation de l'amplitude du courant continu dans la bande de fréquences 300 Hz à 3,4 kHz.

A l'intérieur de chaque appareil, un dispositif « antilocal » évite que le signal émis par le microphone ne soit transmis à l'écouteur.

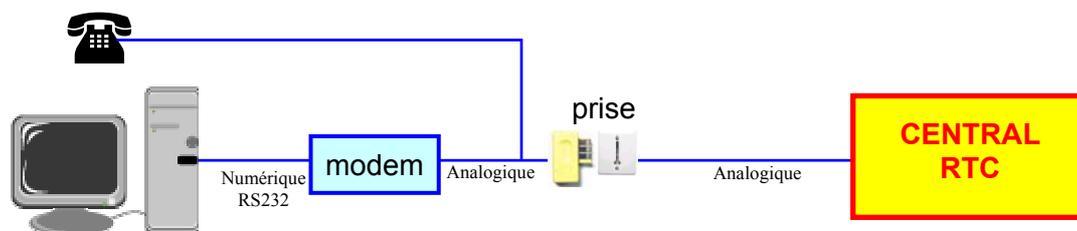
La communication s'effectue en duplex intégral, elle est bidirectionnelle, le courant sur la ligne étant la somme du courant continu et des deux courants variables émis par chaque poste.

Pendant la phase de communication, les commutateurs supervisent la communication pour détecter le raccrochage de A ou de B. Si un des 2 raccroche, la liaison est libérée (ou relâchée), c'est la phase de libération qui à nouveau met en oeuvre la signalisation. La taxation est aussi arrêtée.

3.8. Transmission de données sur le réseau commuté

La numérisation des commutateurs, en plus du transport de la voix, a permis le transport des données à 64kbits/s, ce qui constitue une limitation palliée ensuite par l'arrivée de l'ADSL.

L'informatique tient aujourd'hui une place considérable dans l'utilisation du réseau téléphonique commuté. Le modem (contraction de **mod**ulateur-**dém**odulateur) est l'interface qui permet de véhiculer des informations analogiques en convertissant les signaux numériques en signaux analogiques (MOdulation) et vice versa (DEModulation). L'ordinateur envoie des commandes au modem : initialisation, numérotation, raccrochage, le modem est alors en mode « commande ». Quand la liaison avec un autre modem est établie sur le réseau téléphonique commuté (RTC), le modem est placé en mode « données » et à l'émission transmet en modulant les données numériques émises par l'ordinateur en une fréquence porteuse sur la ligne téléphonique. En réception, le modem démodule l'information de la fréquence porteuse pour obtenir le signal numérique exploitable par l'ordinateur.



Les modems usuels, utilisés principalement par les particuliers, travaillent à des vitesses de modulation de 56k bauds (bits par seconde), via le réseau téléphonique. L'inconvénient de cette technologie réside dans le fait qu'un utilisateur naviguant sur le réseau Internet aura sa ligne de téléphone occupée, tant qu'il reste connecté au réseau.

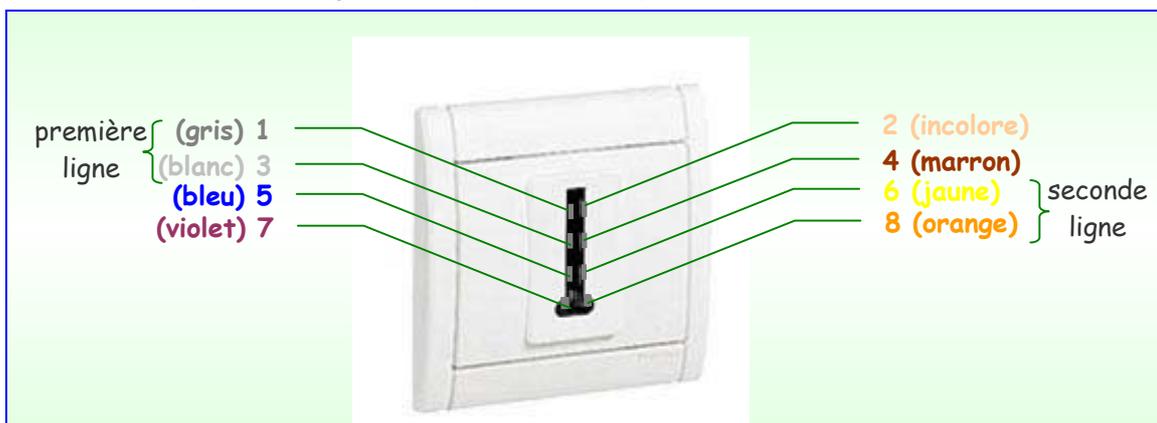
4. Connectique

4.1. Prises téléphoniques



La prise téléphonique femelle (en T) est une prise gigogne avec 8 contacts.

Pour une utilisation simple d'une ligne classique avec téléphone, seules 2 bornes sont utiles les n°1 et 3.

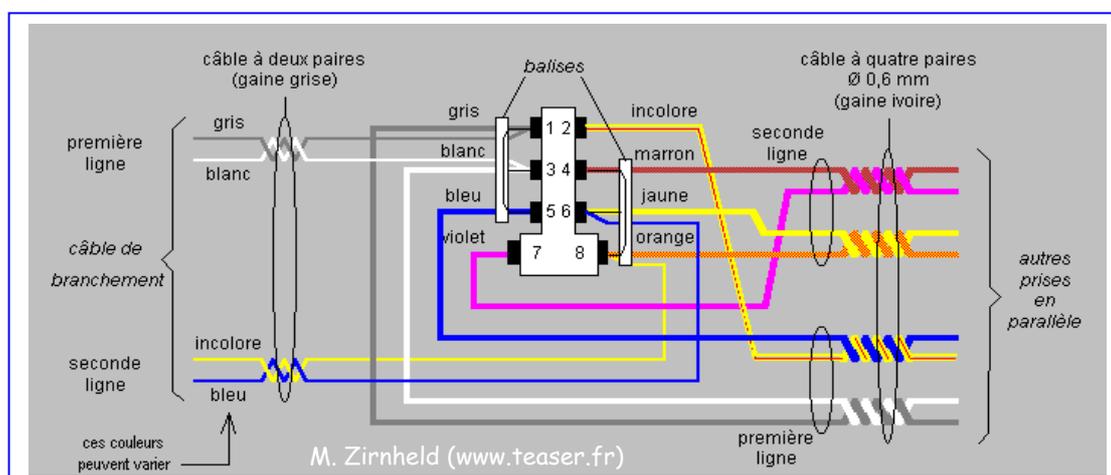


N° du plot	Affectation des plots de la fiche femelle à 8 plots
1	Fil "a" de la ligne 1
2	Anti-tintement ligne 1
3	Fil "b" de la ligne 1
4	Non utilisé
5	Non utilisé
6	Fil "a" de la ligne 2
7	Anti-tintement ligne 2
8	Fil "b" de la ligne 2

Les fils 2 ou 7 ont pour but d'empêcher le tintement de la sonnerie d'un poste téléphonique du fait de la numérotation par ouverture de boucle d'un équipement en parallèle. L'utilisation de ces plots est tombée en désuétude depuis la généralisation de la numérotation multifréquence et des sonneries électroniques insensibles.

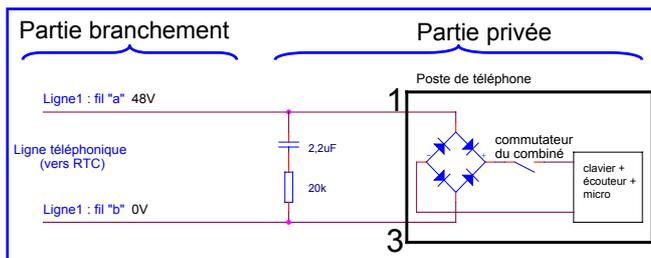
Les broches 6 et 8 sont utilisées pour le branchement d'une seconde ligne téléphonique.

4.2. Câblage (de M. Zirnheld, www.teaser.fr)



5. Maintenance et entretien des infrastructures

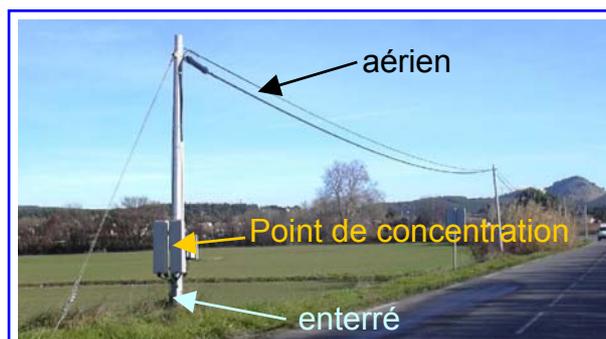
En conformité avec la norme européenne TBR21, France Télécom prévoit la mise en œuvre d'un circuit RC ($R=20k\Omega$ et $C=2,2\mu F$), dit « module d'essais » sur le point de terminaison de ligne (premier accès physique de la ligne chez l'abonné) ou à défaut dans la première prise de l'installation terminale entre les plots 1 et 3.



Ce module d'essai RC est destiné à séparer la ligne (boucle locale) du câblage de l'abonné, il est nécessaire pour permettre d'effectuer le test de la ligne à partir du réseau lorsque les postes téléphoniques terminaux sont débranchés.

Il existe plusieurs types d'infrastructures suivant les parties de la boucle locale : aérien ou souterrain. Dans tous les cas, un point de concentration collecte les paires provenant des postes client.

Des artères aériennes sont utilisées pour les parties Distribution et Branchement. Sensible aux conditions météorologiques, le réseau aérien doit également être protégé de la foudre, du vent, du soleil, des surtensions, de l'usure et des frottements.



Les informations concernant les réseaux de la Boucle Locale sont stockées sur papier et sur ordinateur. Des applications informatiques permettent de superviser la Boucle Locale et les anomalies sont signalées aux exploitants. Des bases descriptives informatisées fournissent les schémas, les itinéraires des câbles et identifient toutes les installations des clients. Des outils informatiques de supervision de maintenance permettent de recueillir les informations relatives au fonctionnement du réseau et de prévenir ou d'administrer les actions de retour à la normale.



Les flux de communications sont contrôlés. La maintenance est facilitée par la remontée automatique d'alertes, avec indications détaillées pour chaque paire de Transport, Distribution ou Branchement. Ainsi en cas de problème, la localisation de la panne se fait facilement entre l'abonné et le central téléphonique, il ne reste plus alors qu'aux techniciens à intervenir.



La nécessité d'améliorer les fournitures de services, les délais aux clients et la gestion des ressources, a conduit à l'émergence de « Réseaux d'Exploitation et Maintenance » en faisant appel aux techniques informatiques, enrichissant les informations manipulées et permettant des gains de productivité importants.

6. Glossaire

ADSL : **A**symmetrical **D**igital **S**uscriber **L**ine, c'est une technologie qui permet d'accroître le débit de transmission de données en utilisant au mieux les possibilités des fils de cuivre reliant l'abonné à l'autocommutateur.

Baud : **unité** de la rapidité de **modulation**, **image** du débit binaire en bits par seconde.
Les bauds sont utilisés dans deux cas : en transmission asynchrone, on ne peut parler de bits/s, puisque on n'émet pas en permanence ; en transmission synchrone, le signal émis peut avoir plus de deux états, on transmet alors plus d'un bit par état, il y a plus de bits/s que de bauds.

Bps : **Bits Par Seconde**

CAA : **C**ommutateur à **A**utonomie d'**A**cheminement, c'est le commutateur local de rattachement de l'abonné.

CIA : **C**entre de **T**ransit international

CSN : **C**ircuit **S**witched **N**etwork

CTP : **C**entre de **T**ransit **P**rincipal

CTS : **C**entre de **T**ransit **S**econdaire

DTMF : **D**ual **T**one **M**ulti **F**requency signalling

ETSE : **E**quipement **T**erminal **S**ous **E**ssais

local loop : boucle locale

NTP : **N**etwork **T**erminaison **P**oint

NUMERIS : nom commercial en France du RNIS à bande étroite (64kbits/s)

off-hook : décroché du téléphone (combiné)

PSTN : **P**ublic **S**witched **T**elephone **N**etwork

RNIS : **R**éseau **N**umérique à **I**ntégration de **S**ervices

RTCP : **R**éseau **T**éléphonique **C**ommuté **P**ublic

SIR : **S**ystème d'**I**nformation **R**éseau, a permis à France Télécom d'automatiser la gestion et l'exploitation de son réseau de télécommunications.

TE : **T**erminal **E**quipement