**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

**Band:** 45 (1967)

**Heft:** 5

**Artikel:** Méthodes de mesure et instrumentation pour l'essai de systèmes de transmission de données

**Autor:** Fontanellaz, Gustave / Jaquier, Jean-Jacques

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-874869

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 14.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Méthodes de mesure et instrumentation pour l'essai de systèmes de transmission de données

Gustave FONTANELLAZ et Jean-Jacques JAQUIER, Berne

681.327.8:621.317

**Messverfahren und Messgeräte für die Untersuchung von Datenübertragungssystemen**

Zusammenfassung. *Für das Studium der Datenübertragungssysteme werden andere Messverfahren und Versuchsausrüstungen benötigt als für die normale Telephonie. Der Artikel beschreibt die heutige Versuchseinrichtung der Abteilung Forschung und Versuche PTT und nennt die Kriterien, die zu der Auswahl dieser Messgeräte führte. Die Prüfmethoden wurden so weit als möglich automatisiert, um die Arbeit der Versuchsleiter zu vereinfachen. Für das objektive Studium der Übertragungsausrüstungen werden Simulatoren verwendet, die es im Laboratorium erlauben, bestimmte und wiederholbare Übertragungsbedingungen, ähnlich denen der wirklichen Telephonleitungen, herzustellen. Mehrere Messapparate und Simulatoren wurden für die beschriebene Versuchseinrichtung besonders hergestellt.*

Résumé. *L'étude des systèmes de transmission de données nécessite des méthodes de mesure et des équipements d'essai différents de ceux employés pour la téléphonie traditionnelle. L'article décrit l'installation d'essais dont dispose actuellement la Division des recherches et des essais des PTT en précisant les critères qui ont déterminé le choix de l'instrumentation. Les essais ont été automatisés dans la mesure du possible pour rationaliser le travail des expérimentateurs. D'autre part, pour l'étude objective des équipements de transmission, il est fait usage de simulateurs qui permettent de reconstituer en laboratoire de manière définie et reproductible, des conditions de transmission analogues à celles des lignes téléphoniques réelles. Plusieurs appareils de mesure et simulateurs ont été construits spécialement pour l'installation d'essais décrite.*

**Procedimento e apparecchi di misura per l'esame dei sistemi per la trasmissione di dati**

Riassunto. *Per lo studio dei sistemi di trasmissione di dati necessitano metodi di misura e apparecchi di prova differenti da quelli utilizzati per la telefonia tradizionale. L'articolo descrive gli impianti di prova di cui dispone attualmente la Divisione ricerche ed esperimenti delle PTT precisando i criteri che ne hanno determinato la scelta. I metodi di prova sono stati automatizzati al massimo possibile allo scopo di semplificare il lavoro degli esperti. Per lo studio oggettivo degli equipaggiamenti di trasmissione, vien fatto uso di simulatori che permettono di costituire in laboratorio in modo ben definito e riproduttibile, condizioni di trasmissione analoghe a quelle che si riscontrano effettivamente sulle linee telefoniche. Diversi apparecchi di misura e simulatori sono stati costruiti specialmente per l'impianto di prova descritto.*

Les premiers essais de transmission de données, entrepris par la Division des recherches et des essais des PTT en collaboration avec des constructeurs d'équipements, datent de 1959. Ces essais marquèrent le début d'un vaste programme d'études dont le but est de déterminer quelles sont les aptitudes du réseau de télécommunications des PTT pour ce nouveau genre de transmissions. Parallèlement, il s'agit d'établir quels sont les types de «modems» (modulateur – démodulateur) les mieux adaptés à nos conditions d'exploitation et assurant une sécurité de transmission maximum.

Il s'avéra immédiatement que ces deux programmes d'essais nécessitaient l'emploi de méthodes de mesure et d'équipements, outre les modems, qui différaient sensiblement des techniques traditionnelles de la téléphonie. Cela nous amena à développer une installation d'essai entièrement spécialisée. Les appareils composant ce banc d'essai furent acquis peu à peu, au fur et à mesure que les méthodes d'investigation se précisaient. Ceux qui étaient introuvables sur le marché furent développés et construits dans nos laboratoires.

Nous allons dans le présent article décrire l'installation d'essai dans son état actuel en précisant quels furent les critères qui présidèrent au choix de ses divers éléments.

Nous exposerons successivement les problèmes qui se présentent pour les deux types d'essais que nous avons à effectuer:

1. l'étude des possibilités qu'offre le réseau téléphonique des PTT pour la transmission de données;
2. l'essai objectif des modems eux-mêmes.

Nous décrirons dans chaque cas les solutions que nous avons adoptées pour l'instrumentation.

## 1. Essais de transmission de données sur le réseau téléphonique des PTT

Quelles sont les possibilités offertes par le réseau téléphonique pour la transmission de données? Quelle est la vitesse de transmission maximum utilisable? Quel est le taux d'erreur, c'est-à-dire quelle est la sécurité de transmission? Ce sont les questions auxquelles s'efforcent de répondre les essais que nous entreprenons. Le taux d'erreurs (rapport du nombre de bits [1...4] erronés au nombre de bits émis) est la caractéristique essentielle permettant de juger de la qualité d'une transmission de données.

Pour l'établir, il faut disposer, en plus des modems, d'un générateur (ou source) et d'un récepteur de données ainsi que de moyens permettant de comparer l'information reçue avec l'information émise. La première solution qui vient à l'esprit est d'utiliser les équipements terminaux effectifs (lecteur et perforateur de bandes ou de cartes par exemple). Mais dans ce cas, la détermination du taux d'erreurs est compliquée, car la grande quantité d'information émise (1200 bits par seconde par exemple) exclut un contrôle visuel de l'information reçue. Il faut confier ce travail à un ordinateur. Ce mode de faire ne permet pas une interprétation immédiate des résultats de mesure. D'autre part, il est coûteux. Il est donc préférable d'utiliser un simulateur fournissant un programme pseudo-aléatoire analogue aux programmes de données réels, et pourvu, côté réception, d'un système détecteur d'erreurs incorporé directement à l'appareil. C'est la solution que nous avons adoptée pour notre installation d'essai.

### *1.1 Mesure de base des lignes téléphoniques*

La qualité d'une transmission de données est influencée par différents paramètres, qui sont:

a) la distorsion d'amplitude
b) la distorsion du temps de propagation de groupe
c) le bruit de fond
d) le bruit impulsif
e) les variations de phase et la dérive de fréquence dues aux systèmes à courants porteurs.

Il convient donc, lors de l'examen des aptitudes d'un circuit téléphonique pour la transmission de données, de mesurer, en plus des essais de transmission proprement dits, les paramètres caractéristiques de la ligne. Ces mesures de base permettent de

déterminer pour un type de circuit donné quel sera le paramètre prépondérant pour la qualité de la transmission. Les instruments spéciaux utilisés pour ces essais préliminaires sont les suivants:

*Distorsion du temps de propagation de groupe*

La nécessité de contrôler les distorsions du temps de propagation de groupe est apparue avec les transmissions de données. Ce genre de distorsion, qui a une grande influence sur ces dernières, ne joue en effet pratiquement pas de rôle pour la transmission de la parole. Un pont de mesures fut construit dans nos laboratoires, car aucun n'existait sur le marché à l'époque du début de nos essais.

Le système de mesure est basé sur le principe de Nyquist. Il consiste à mesurer le déphasage que subit, lors de la transmission en ligne, la courbe-enveloppe d'une oscillation sinusoïdale modulée en amplitude par un signal de très basse fréquence. En modifiant la valeur de la fréquence porteuse, il est possible de déterminer les variations du déphasage du signal de modulation en fonction de la fréquence, d'où l'on déduit directement les variations du temps de propagation de groupe. La fréquence de modulation que nous avons choisie est 25 Hz. Un déphasage de $2\pi$ correspond ainsi à une variation de 40 ms.

*Bruit impulsif*

Le bruit impulsif est mesuré à l'aide de compteurs. Ceux-ci enregistrent toute impulsion dépassant en amplitude une certaine valeur de seuil qui peut être réglée à volonté. Des filtres permettent de délimiter et de former la largeur de bande de fonctionnement des compteurs. En utilisant plusieurs compteurs simultanément et en parallèle, et en réglant leurs seuils de fonctionnement à des niveaux différents, il est possible d'obtenir la répartition statistique des amplitudes du bruit impulsif. Les appareils que nous utilisons sont des compteurs Western Electric du type 6 A.

*La dérive de fréquence*

La dérive de fréquence, telle qu'elle peut se produire avec les systèmes à courants porteurs, est mesurée à l'aide d'un appareil

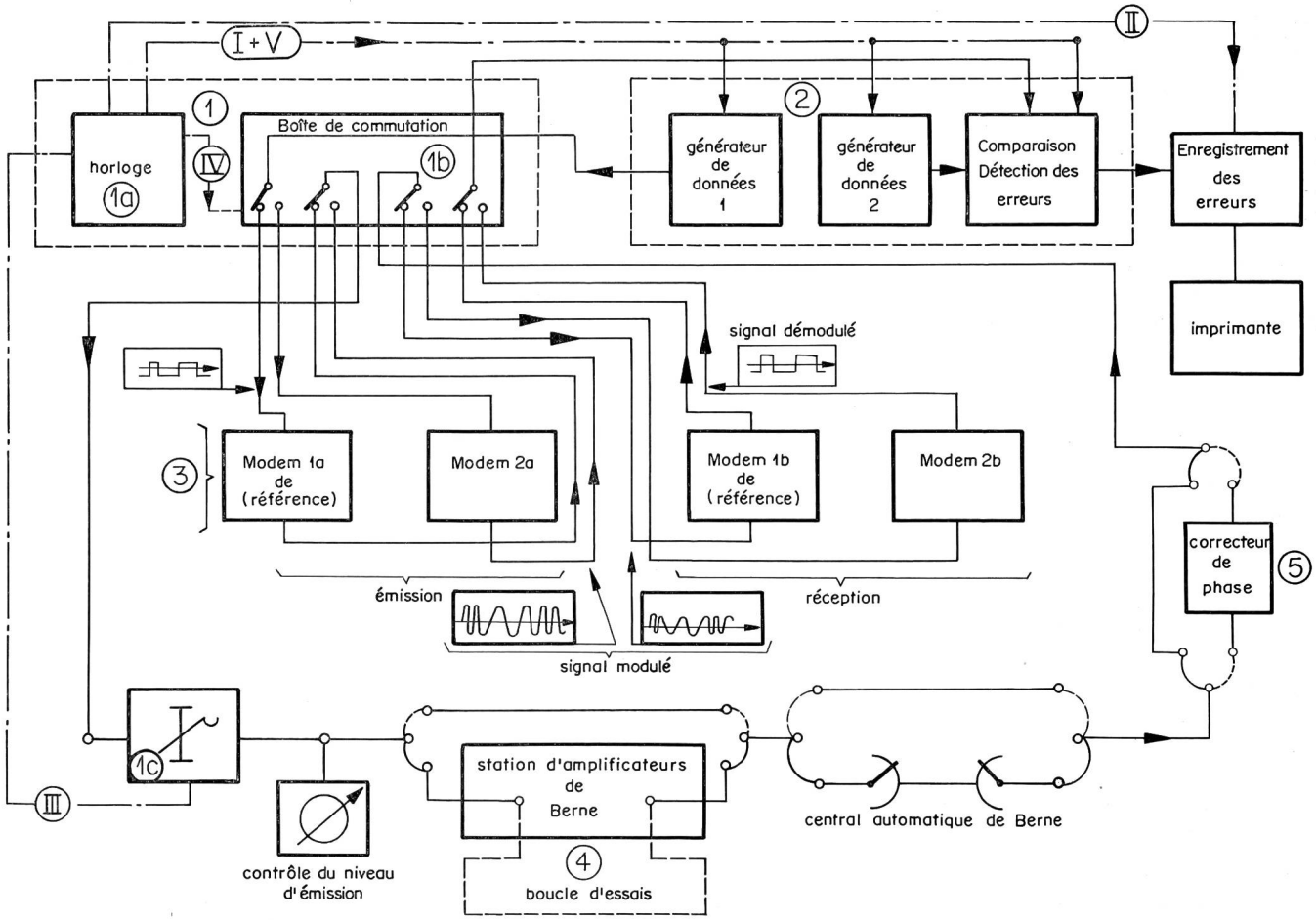


Fig. 1
Schéma de principe de l'installation d'essai. Déroulement de l'automatisme: Fin d'une mesure → blocage du simulateur de données (I) → impression des erreurs enregistrées (II) → modification du niveau d'émission 1 fois sur 2 (III) → commutation des modems (IV) → début d'une nouvelle mesure (V)

développé dans nos laboratoires [5]. Un signal de fréquence f et son harmonique de fréquence 2 f sont envoyés simultanément sur la ligne à mesurer. Côté réception, la fréquence fondamentale f est doublée; l'harmonique dérivé est alors comparé avec le second harmonique transmis directement. La dérive en fréquence peut être déduite de l'écart de phase mesuré entre les deux harmoniques. Ce procédé permet de mesurer de très petits écarts de fréquence (entre 0,1 et 1 Hz) en se rendant indépendant de la stabilité de la fréquence initiale f.

*1.2 Etude de la variation du taux d'erreurs en fonction du niveau d'émission*

La plupart de nos essais sont effectués sur des lignes homogènes. En effet, il faut tout d'abord déterminer séparément les caractéristiques des différents éléments qui peuvent constituer une liaison téléphonique pour que des essais réalisés sur des liaisons complètes aient une valeur documentaire réelle. Une fois cette première étape accomplie, il est possible de contrôler dans quelle mesure le principe d'addition des divers éléments est valable, c'est-à-dire de vérifier si les caractéristiques de transmission d'une ligne complexe correspondent à l'addition des effets de ses différents éléments.

La valeur du niveau du signal de données à l'entrée d'un tronçon de ligne en exploitation réelle peut varier, suivant les cas, dans de larges proportions, car elle dépend des pertes en ligne qu'a subies le signal dans les tronçons précédents. Nous tenons compte de ce fait dans nos essais en effectuant, pour chaque tronçon de ligne homogène examiné, un certain nombre de mesures en faisant varier à chaque fois le niveau d'entrée du signal. Nous pouvons ainsi simuler l'effet des pertes en ligne que subirait le signal si le tronçon à l'essai était précédé par d'autres circuits. Ce système revient également à étudier la variation du taux d'erreur en fonction du rapport signal sur bruit.

*1.3 Description de l'installation de mesures*

Les essais peuvent être exécutés point à point, ce qui correspond à des conditions d'exploitation réelles. Mais ce mode de faire demande de fréquents déplacements de personnes et de matériel occasionnant de grandes pertes de temps. C'est pour cette raison que, dans la mesure du possible, les essais sont effectués en boucle. Nos laboratoires sont en effet reliés par un câble d'essai à la station d'amplificateurs de Berne où se trouvent les interconnexions des réseaux urbains et interurbains. De là, des boucles peuvent être établies dans toute la Suisse, utilisant les différents types de circuits téléphoniques en service dans notre pays. Ces boucles peuvent également contenir des circuits internationaux lors d'essais en collaboration avec des administrations étrangères.

Le schéma de principe de l'installation d'essai est représenté sur la *figure 1*. Nous allons décrire successivement ses différents éléments:

*Automatisation des mesures* (1)

L'exécution d'un grand nombre de mesures successives demande un nombre considérable de manipulations: réglage du niveau d'émission, contrôle de la durée de mesure, synchronisation du récepteur de données, relevé du nombre de bits émis et du nombre d'erreurs enregistrées. Cela nous a conduits à chercher une automatisation aussi complète que possible des mesures, de façon à décharger l'expérimentateur de ces opérations fastidieuses.

L'unité centrale de cette automatisation est une horloge (1a), complétée d'un appareillage de commutation (1 b). Ce système commande le déroulement d'une mesure de la façon suivante: l'horloge délimite la durée d'une mesure, c'est-à-dire le nombre de bits émis. A la fin de la période de mesure, elle stoppe le générateur et le récepteur de données (I), provoque le transfert à une imprimante des erreurs préalablement enregistrées par un compteur digital (II), modifie le niveau d'émission grâce à un atténuateur variable pas à pas (III), commandé par relais, puis libère pour la mesure suivante le générateur et le récepteur de données (V). Ce dernier se synchronise automatiquement sur les données reçues, ce qui permet au détecteur d'erreurs de fonctionner. Le système complet d'automatisation a été construit dans nos laboratoires.

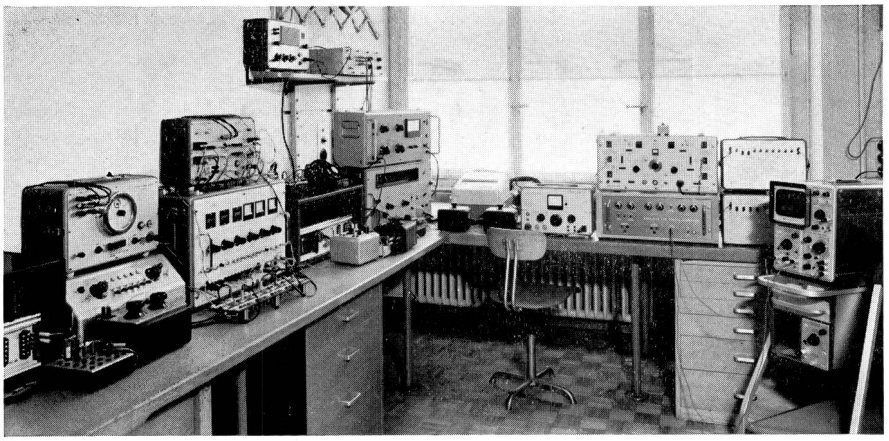

Fig. 2
Vue générale de l'installation d'essai

*Générateur et récepteur de données* (2)

Le simulateur contient le générateur et le récepteur de données ainsi que le détecteur d'erreur dans le même appareil. Un seul appareil est suffisant pour effectuer des essais en boucle. Deux sont nécessaires pour des essais point à point. L'équipement que nous utilisons (ITT Error Rate Analyser M 1004 [6]) permet de mesurer les valeurs suivantes:

a) le nombre de bits émis
b) le nombre de bits erronés
c) la distorsion télégraphique des signaux de données reçus
d) la distorsion biaise des signaux de données reçus.

Le signal de données émis peut être composé des programmes suivants:

a) un programme pseudo-aléatoire composé de 128 caractères différents de 7 bits et munis d'un bit de parité. Ce programme est répété automatiquement après l'émission du dernier caractère du bloc.
b) un programme composé d'un caractère répétitif de 8 bits dont les moments peuvent être choisis à volonté à l'aide d'un système de clés;
c) un signal digital rectangulaire 1:1 utilisé pour la mesure de la distorsion biaise.

Le récepteur contient un générateur de données identique à celui de l'émetteur. Ce générateur, au début d'une mesure, se synchronise automatiquement sur le signal digital reçu. Les deux programmes sont ensuite comparés par le détecteur d'erreurs. Les erreurs enregistrées sont comptabilisées directement par le simulateur ou peuvent être transmises à un compteur externe.

*Modems* (3)

Nos essais sont effectués essentiellement à l'aide de modems 600 bauds / 1200 bauds et 1200 bauds / 2400 bauds du type normalisé par le CCITT. Ces appareils utilisent la modulation de fréquence. L'appareillage automatique de commutation 1 b est prévu pour utiliser alternativement deux paires de modems. Dans ce cas, l'automate commute tour à tour le circuit à tester d'un système de modems à l'autre. Le niveau d'émission n'est alors modifié qu'après chaque deuxième mesure. Ce dispositif permet de déterminer de façon quasi simultanée les caractéristiques d'un circuit exploité par deux systèmes de transmissions différents, et de les comparer facilement (différence entre système à modulation de fréquence et système à modulation de phase par exemple). Nous disposons pour nos essais de modems ITT, du type GH 2002 et GH 2003.

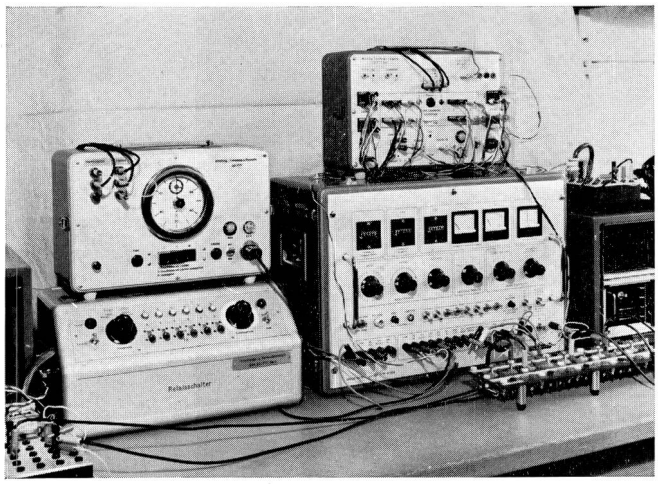

Fig. 3
Depuis la gauche et de bas en haut: l'atténuateur variable (1c) et l'horloge de mesure (1a), le simulateur de données (2) et l'appareillage automatique de commutation (1b)

*Lignes d'essais* (4)

Comme nous l'avons déjà cité, une boucle d'essai peut être facilement constituée depuis nos laboratoires par l'intermédiaire de la station d'amplificateurs de Berne. Le central automatique de Berne peut également être incorporé à cette boucle, faisant correspondre le circuit d'essai à un circuit réel, tel qu'il serait exploité sur le réseau automatique des PTT. Un central autre que celui de Berne peut naturellement être intercalé à tout point de la boucle, ce qui permet d'effectuer des essais avec des centraux de constructeurs différents.

*Correcteur de phase* (5)

La distorsion du temps de propagation de groupe peut être éliminée à l'aide de correcteurs de phase. Le correcteur de phase, variable et étalonné, que nous utilisons pour nos essais (Rixon, type DDAE 1 A et 1 B), permet de répondre à la plupart des cas de distorsion rencontrés sur les lignes téléphoniques. Grâce à cet appareil, il est possible de déterminer quelle est la compensation nécessaire pour un type de ligne donné, et de dimensionner facilement les éléments correcteurs devant être ajoutés à ce circuit pour améliorer les caractéristiques de transmission.

## 2. Essais de modems

Le second domaine d'essais de nos laboratoires est l'expérimentation des systèmes de transmission eux-mêmes. Il s'agit de comparer les différents types de modems entre eux, de déterminer lesquels sont les mieux adaptés à nos conditions d'exploitation et assurent le taux d'erreurs le plus faible.

### *2.1 Essais effectués avec un modem de référence*

Les essais effectués sur le réseau téléphonique montrent que la qualité de transmission dépend d'un grand nombre de paramètres qu'il est parfois difficile de dissocier les uns des autres. La qualité de transmission d'un circuit connu peut fortement évoluer d'un instant, ou d'un jour, à l'autre, car elle dépend d'un certain nombre de phénomènes aléatoires tels que la charge du réseau ou les perturbations extérieures. Le bruit impulsif dû aux centraux automatiques, en particulier, est soumis à de fréquentes fluctuations. Cette situation ne permet pas de tester sans autre un nouveau modem sur un circuit réel, car les conditions de mesure ne sont pas aisément reproductibles. Un taux d'erreurs

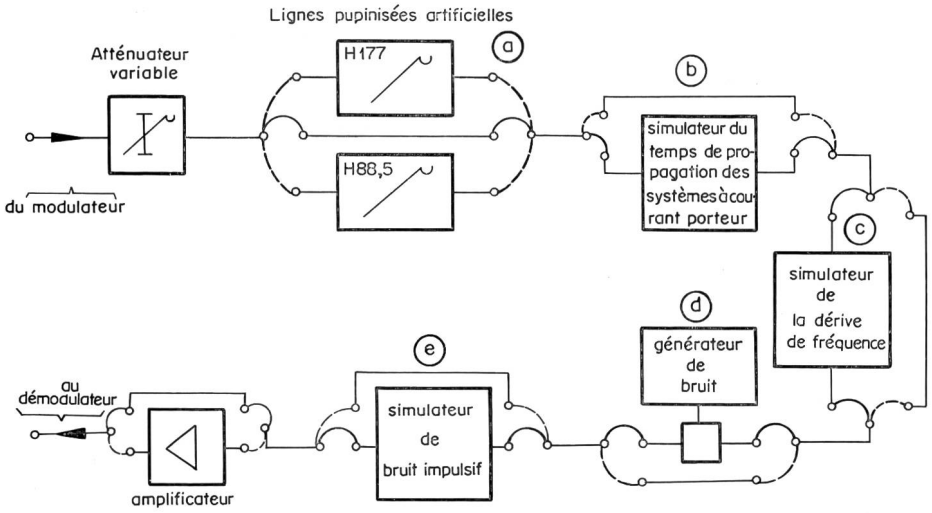


Fig. 4
Schéma de connexion des simulateurs
simulation de circuits métalliques: a+d
simulation de circuits métalliques automatiques: a+d+e
simulation de circuits à courants porteurs: b+c+d
simulation de circuits à courants porteurs automatiques: b+c+d+e

trop élevé peut aussi bien provenir d'un modem de mauvaise qualité que de conditions de transmission en ligne momentanément mauvaises. Le jugement entièrement objectif est donc difficile.

Cet obstacle a été levé, premièrement, par l'essai simultané de deux paires de modems. Comme nous l'avons décrit précédemment, le dispositif d'automatisation du banc d'essai permet de commuter alternativement générateur et récepteur de données, ainsi que le circuit d'essai, d'une paire de modems à l'autre. Si l'on choisit une période de mesure assez courte, on peut admettre que les deux paires d'équipements sont placées dans des conditions de transmission semblables. La validité des résultats est basée sur la répétition d'un grand nombre des mesures qui permet d'évaluer une moyenne statistique. Un nouveau type de modem est donc toujours essayé en compagnie de modems faisant partie de notre instrumentation et qui font office d'appareils «étalons» ou plus exactement d'appareils de «référence». Les caractéristiques de transmission du modem de référence sont connues de façon précise. Il est possible de les comparer avec celles du modem à tester. L'appréciation tirée de ces comparaisons sera objective, mais évidemment relative, puisque le modem témoin n'est pas un appareil «idéal». Cette solution permet donc d'émettre, dans une certaine mesure, une appréciation indépendante des conditions de transmission instantanées, de la ligne téléphonique.

*2.2 Essais de modems effectués à l'aide de simulateurs*

Un pas de plus dans l'approche d'un examen objectif consiste, en plus de l'exécution d'une série d'essais sur circuits réels, en l'utilisation de circuits simulés reproduisant de façon la plus précise possible les caractéristiques des circuits réels.

Les circuits simulés présentent de grands avantages pour l'essai de nouveaux équipements de transmission de données: leurs caractéristiques sont connues de façon précise; les conditions de mesure sont exactement reproductibles; les différents paramètres influençant la transmission (distorsion de phase, bruit impulsif, etc.) peuvent être dissociés les uns des autres et être modifiés à volonté.

Les essais sont également effectués simultanément avec le modem de référence, ce qui permet de porter un jugement relatif absolument objectif sur la qualité d'un nouveau système de transmission.

Les simulateurs utilisés pour nos essais de laboratoire sont les suivants (voir schéma de la *figure 4*):

*Des lignes pupinisées artificielles* (a)

Des lignes pupinisées artificielles de notre construction permettent de reproduire en laboratoire les distorsions du temps de propagation de groupe. La valeur de la distorsion peut être réglée en modifiant le nombre des sections pupinisées de la ligne artificielle. Un amplificateur linéaire peut être adjoint pour compenser les affaiblissements de ligne de façon que seule la distorsion, et non le niveau de réception, influence la qualité de la transmission.

*Simulation de la distorsion du temps de propagation de groupe des systèmes à courants porteurs* (b)

Les filtres de séparation des systèmes à courant porteur provoquent également des distorsions du temps de propagation de groupe. L'appareil dont nous disposons permet de simuler ces distorsions en laboratoire. Il permet la simulation d'un ou de plusieurs systèmes connectés en série.

*Simulateur de la dérive de fréquence* (c)

Cet appareil, développé et construit dans nos laboratoires, permet de simuler les dérives de fréquence tels qu'elles peuvent se produire sur les circuits téléphoniques à courant porteur. Un signal de fréquence $f_o$ peut être transformé par le simulateur en un signal de fréquence $f_o \pm \Delta f$, les caractéristiques d'amplitude étant conservées.

*Générateur de bruit* (d)

Un générateur de bruit blanc a été construit également dans nos laboratoires. Cet appareil, muni d'un filtre donnant au bruit un spectre analogue à celui mesuré sur une ligne téléphonique, permet d'introduire du bruit de fond sur la ligne d'essai. Il est possible ainsi d'étudier la variation du taux d'erreurs en fonction du rapport signal sur bruit.

*Simulateur de bruit impulsif* (e)

Les centraux automatiques provoquent des bruits impulsifs sur les lignes téléphoniques. Ces impulsions sont généralement par paquets, c'est-à-dire qu'une première impulsion a plus de chances du point de vue statistique d'être suivie par d'autres impulsions que par un intervalle de temps sans perturbation. Le simulateur de bruit impulsif que nous possédons, et qui a été construit par *M. K. Müller* de l'Institut pour la technique des télécommunications de l'Ecole polytechnique fédérale [7], obéit aux mêmes caractéristiques que les circuits réels. La répartition des impulsions dans le temps est aléatoire mais correspond à une loi statistique définie. Les conditions de mesure sont donc reproductibles et peuvent être fixées par l'expérimentateur, ce qui n'est pas possible lors d'essais effectués sur des circuits automatiques réels.

Les différents simulateurs peuvent être utilisés indépendamment les uns des autres ou simultanément. Il est ainsi possible de recréer artificiellement en laboratoire les caractéristiques de transmission de la plupart des circuits en service actuellement sur le réseau des PTT, en définissant exactement les conditions de mesure. Les différents paramètres sont réglés d'après les valeurs moyennes mesurées sur un certain nombre de circuits réels. L'emploi de simulateurs constitue donc un progrès incontestable pour l'essai objectif des installations de transmission de données.

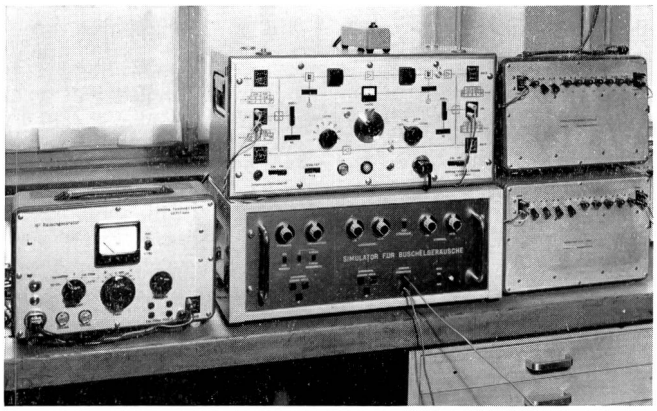


Fig. 5
Depuis la gauche et de bas en haut: le générateur de bruit blanc (d), le simulateur de bruit impulsif (e) et le simulateur de dérive de fréquence (c), les lignes pupinisées artificielles (a)

## 3. Conclusions

Nous avons décrit, dans leur état actuel, les installations utilisées par la Division des recherches et des essais des PTT pour l'étude des systèmes de transmission de données. Les équipements permettent, d'une part, l'exécution de programmes d'essai cherchant à définir les caractéristiques et les possibilités du réseau téléphonique des PTT pour une transmission digitale, et, d'autre part, l'étude qualitative des systèmes de transmission eux-mêmes. Pour cette dernière, il est fait usage d'un certain nombre de simulateurs qui permettent de reproduire artificiellement en laboratoire, de façon contrôlable, les conditions de transmission régnant sur une ligne téléphonique réelle. Un effort d'automatisation a été effectué dans la réalisation du banc d'essai, de manière à décharger au maximum l'expérimentateur de manipulations fastidieuses.

Les équipements d'essai pour la transmission de données dont disposent actuellement nos laboratoires permettent de faire face au développement rapide de cette nouvelle branche des télécommunications. Mais l'état de notre instrumentation n'est, bien sûr, pas définitif. La Division des recherches et des essais complétera ses possibilités de travail et d'investigation, au fur et à mesure du développement technique, par l'acquisition ou la construction de nouveaux équipements d'essai. Elle pourra ainsi mettre rapidement à la disposition des usagers les progrès enregistrés par les moyens digitaux de transmission de l'information.

## Bibliographie

Nous renvoyons aux articles suivants le lecteur désirant de plus amples détails sur les principes mêmes de la transmission de données ou sur certains instruments de mesure.

[1] *Bennett W. R., Daney J. R.* Data transmission. Inter-University Electronic Series, McGraw-Hill Book Company.

[2] *Fontanellaz G.* La transmission de données et ses problèmes. Bull. Techn. PTT, 39 (1961), n° 4, p. 109...124.

[3] *Fontanellaz G.* Datenübertragung auf dem öffentlichen Fernmeldenetz. Bull. Techn. PTT, 42 (1964), n° 11, p. 429...434.

[4] *Baggenstos G.* Etat actuel de la transmission de données. Bull. Techn. PTT, 42 (1964), n° 2, p. 84...86.

[5] *Fontanellaz G.* Un nouvel appareil de mesure de la dérive de fréquence. Bull. Techn. PTT, 37 (1959), n° 12, p. 513...526.

[6] *Lindström B.* Messgeräte für die Datenübertragungstechnik. ITT Elektrisches Nachrichtenwesen, Vol. 41 (1966), n° 2, p. 162...166.

*Lindström B.* Equipements de mesures spéciaux utilisés dans les systèmes de transmission de données. Revue des Télécommunications ITT, 41 (1966) n° 2, p. 168...173.

[7] *Müller K.* Simulation von Büschelgeräuschen. Mitteilungen AGEN, février 1966, n° 5.