

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = 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 Telegrafienbetriebe

**Band:** 47 (1969)

**Heft:** 5

**Artikel:** Les caractéristiques des installations de télécommunications commandées par programmes

**Autor:** Laett, Harry A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874073>

### **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:** 13.02.2026

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

# Les caractéristiques des installations de télécommunications commandées par programmes

Harry A. LAETT, Berne

681.3:621.39

## Programmgesteuerte Nachrichtenanlagen

*Zusammenfassung. Zwei bisher weitgehend autonome Fachgebiete nähern sich zusehends: Die Technik der Computer und die Fernmeldetechnik. Dies führt zum Einsatz programmgesteuerter Nachrichtenanlagen, bei denen anstelle einer signalorientierten Verdrahtung Auswahlkriterien aus einer Fülle von Ablaufmöglichkeiten Geltung haben. Anhand von Beispielen praktisch verwirklichter Anlagen, wie automatische Telegrammvermittlung, Flugsicherung, Verkehrssteuerung, Patientenüberwachung usw., werden die spezifischen Merkmale derartiger Anlagen erarbeitet. Es wird gezeigt, dass der heutige Stand der Technik die Verwendung automatischer, nachrichtenorientierter Datenverarbeitungsanlagen auch schon mit bescheidenen Mitteln attraktiv macht.*

*Résumé. Deux domaines autrefois largement autonomes se rapprochent à vue d'œil: la technique des ordinateurs et celle des télécommunications. Cela conduit à la mise en œuvre d'installations de télécommunications programmées, dans lesquelles le câblage orienté en fonction du signal est remplacé comme organe prépondérant par des critères choisis parmi un grand nombre de processus possibles. A l'aide d'exemples d'installations effectivement réalisées (transmission automatique des télégrammes, sécurité aérienne, commande de la circulation, surveillance de malades, etc.), on détermine les caractéristiques spécifiques de ces installations. On montre que l'état actuel de la technique confère un réel intérêt à l'emploi d'installations automatiques de traitement de données dans les télécommunications, même avec des moyens réduits.*

## Impianti delle telecomunicazioni con comandi programmati

*Riassunto. Due campi, finora largamente autonomi, si avvicinano in maniera sempre più evidente: la tecnica degli ordinatori e quella delle telecomunicazioni. Questo ci conduce a impianti delle telecomunicazioni con comandi programmati, nei quali, al circuito orientato in funzione dei segnali, subentrano gli equivalenti elettrici delle operazioni razionali con un gran numero di possibilità di deflusso. In base ad esempi pratici di impianti realizzati, come la trasmissione automatica di telegrammi, la sicurezza aerea, la regolazione del traffico, la sorveglianza degli ammalati, ecc. si elaborano le caratteristiche specifiche di simili impianti. Si dimostra che lo stato della tecnica d'oggi rende interessante l'utilizzazione di impianti automatici nel ramo dell'elaborazione di dati delle telecomunicazioni anche con mezzi modesti.*

Il y a peu d'années encore le traitement de données au moyen d'automates de calcul (computers) et la technique des télécommunications étaient deux domaines indépendants sans point de contact essentiel. L'un et l'autre étaient l'affaire de spécialistes et ceux-ci parlaient des langues différentes. Mais le développement extrêmement rapide de la technologie des semi-conducteurs raccourcit bientôt le temps de traitement des ordinateurs à un point tel que ceux-ci purent être considérés comme «prêts en tout temps». Le traitement en temps réel (real time processing) devint possible, et avec lui était fait le premier pas dans la technique des télécommunications.

Cette courte introduction historique révèle déjà un signe distinctif extérieur entre la technique des télécommunications et celle du traitement de données; le vocabulaire spécialisé ou, si l'on préfère, le jargon. Pour cette raison, la compréhension sera certainement facilitée si les techniciens en télécommunications (et cela concerne, lors d'une Journée STEN, la majorité des participants) éclaircissent leurs idées sur certains concepts touchant aux ordinateurs. Ce faisant, on ne pourra éviter toutefois d'utiliser fréquemment des expressions anglaises. Celles-ci se sont en effet imposées hors des pays d'expression anglaise grâce à leur remarquable concision.

Exposé (traduction) présenté à l'occasion de la 27e Journée pour la technique des télécommunications.

Die deutschsprachige Originalfassung ist erschienen im Bulletin des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins (SEV) Nr. 18/1968, S. 827...842

Dans le vaste domaine de la transmission et du traitement de l'information, nous prendrons plus particulièrement les installations de télécommunications programmées. Nous nous livrerons en guise d'introduction à quelques considérations philologiques. Le terme «télécommunications» est formé du préfixe «télé» et du mot «communications». L'on y trouve réunies la notion de distance et celle de message et d'information. Les termes «programme» et «programmation» proviennent directement du grec «programma»; le programme est à l'origine une suite de prescriptions ou d'indications, une liste, ou en langage militaire un ordre ou une instruction. L'Académie française décrit le programme comme étant une «suite d'actions que l'on se propose d'accomplir pour arriver à un résultat» et ajoute pour la programmation: «élaboration et codification de la suite des opérations formant un programme».

La différence de nature essentielle entre la technique des télécommunications et celle des ordinateurs réside dans la manière dont chacune opère pour arriver à un résultat. Alors que la technique des télécommunications classique, en particulier celle de la transmission, cherche à obtenir un résultat par une configuration des appareils aussi adaptée que possible au flux du signal (configuration orientée sur l'hardware), la systématique des installations de traitement de données suit principalement des principes synthétiques: à savoir la concentration d'éléments et d'opérations identiques et leur utilisation séquentielle, précisément en fonction d'un programme (configuration orientée sur le software). Le flux du signal, ou de l'information, ne peut pas être déduit directement du câblage, mais est influencé par

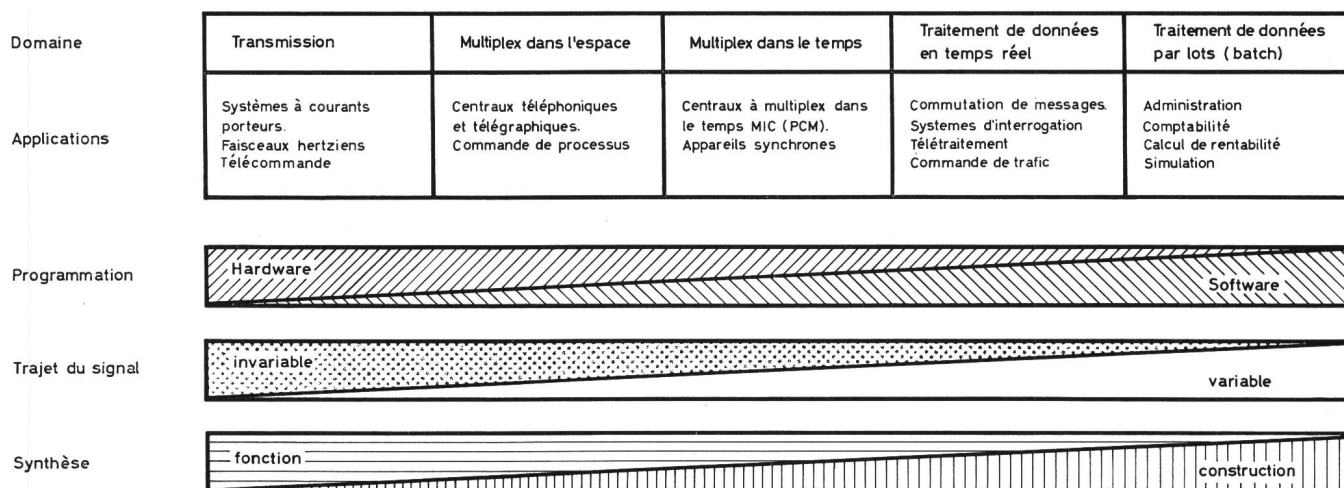


Fig. 1  
Systématique du traitement de l'information: Entre, d'une part, la technique de transmission pure, orientée sur le signal et, d'autre part, le traitement par lots où la programmation est prépondérante se situent différents domaines mixtes. En ce qui concerne la programmation, le trajet du signal et la synthèse, les tendances varient de façon continue et en sens contraire

des organes de décision incorporés et prédéterminés. Leur détermination peut être fixe et indépendante du temps, ou par contre être variable dans le temps en fonction de conditions supplémentaires, par exemple des sous-routines.

La transition entre les systèmes où l'hardware est prépondérant et ceux où c'est le software qui joue le rôle principal a lieu de façon graduelle et de nombreuses formes intermédiaires sont possibles. On peut remarquer en effet que quelques installations, qui sans aucune hésitation sont à classer parmi celles de la technique des télécommunications, ont déjà fortement une configuration orientée sur le software. Le fait que le programme soit fixe dans le temps (systèmes synchrones) ou non ne joue du point de vue morphologique qu'un rôle secondaire (figure 1).

Après cette introduction de caractère général, nous nous pencherons spécialement sur un cercle plus restreint d'installations de télécommunication programmées, en particulier sur celles dont le programme est enregistré dans une mémoire. Dans le cas général des installations de traitement de données qui peuvent entrer en ligne de compte, nous parlerons des systèmes qui conformément à la définition enregistrent ou conservent les programmes dans des mémoires. Sur le plan technologique, il en résulte que cette opération doit être effectuée sous une forme et un format avantageux pour l'enregistrement et l'adressage. Ces deux exigences sont réalisées de manière idéale lorsque l'information est présentée sous forme digitale.

Lorsqu'on la divise en ses fonctions principales, une installation de calcul à programme enregistré – et sous

calcul on comprend également toutes les opérations du calcul logique – se compose d'une mémoire de travail, d'un organe de commande et d'un organe de calcul (fig. 2).

La mémoire de travail accepte aussi bien les données à traiter que les programmes nécessaires pour le traitement. L'organe de commande dirige le déroulement séquentiel des programmes, qui, au fur et à mesure, décode l'ordre à effectuer, le modifie éventuellement et provoque l'exécution

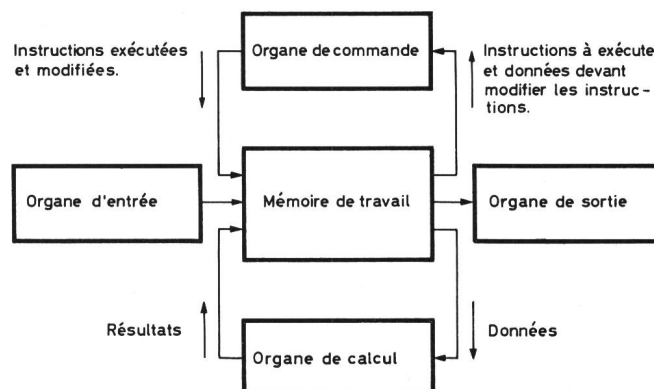


Fig. 2  
Schéma de principe d'une calculatrice programmée. Sur deux boucles différentes et en provenance de la mémoire de travail, les instructions (programme) sont interprétées et les données arithmétiques ou logiques sont traitées de façon correspondante. Les organes d'entrée et de sortie comprennent l'ensemble des appareils périphériques

des opérations contenues dans l'instruction. Dans l'organe de calcul, les données sont traitées conformément à l'instruction, c'est-à-dire que des additions, des multiplications, des opérations logiques, etc., sont exécutées. Pour des applications dans le cadre de la technique des télécommunications, il s'agira rarement d'effectuer des opérations arithmétiques. L'on rencontrera par contre fréquemment des décisions logiques comme «plus grand ou plus petit que», «plus long ou plus court que», «plus fréquent ou plus rare que», etc., ainsi que des opérations de comptage.

On reconnaît sans difficulté deux circuits d'information essentiels sur le schéma de base d'une calculatrice programmée: le circuit des instructions et celui des données. Au moyen des programmes d'entrée et de sortie correspondants, on obtient que, d'une part, les instructions et les données nécessaires soient introduites dans la mémoire de travail (entrée des données et des instructions) et que, d'autre part, les résultats ainsi que les instructions qui ne sont plus nécessaires dans la mémoire de travail soient extraits de cette dernière (sortie des données et des instructions).

Les mémoires elles-mêmes connaissent une organisation et un principe hiérarchique. La capacité de mémoire d'un ordinateur programmé est répartie en plusieurs niveaux selon la quantité d'information, la fréquence d'appel et les conditions d'accès (fig. 3). La recherche d'une solution optimale pour une application déterminée (c'est-à-dire en ce qui concerne la puissance et le prix) dépend essentiellement de l'organisation des mémoires de l'installation. Le développement technologique a provoqué précisément dans ce domaine des transformations inouïes. Si l'on comptait il y a à peine cinq ans environ 1 franc pour chaque bit d'une mémoire rapide à accès arbitraire (random access), les circuits de commande étant inclus, le prix est tombé aujourd'hui à près de 10 à 20 centimes par unité binaire; dans le cas particulier des mémoires qui ne peuvent être utilisées qu'en lecture (read only memory), il est encore plus bas. Il en résulte que l'équilibre entre le software et l'hardware se déplace irrésistiblement au profit du premier.

Dans le contexte d'une présentation générale telle que celle qui nous occupe, on trouve généralement un glossaire d'expressions techniques. Nous nous contenterons de renvoyer le lecteur à la littérature spécialisée s'il désire préciser des concepts comme ceux de «bits», de «mot» ou de «position de mémoire», ou de «temps d'accès».

Résumons notre propos brièvement. Les installations basées sur l'hardware, c'est-à-dire où les appareils sont prépondérants, sont conçues selon le principe de l'exclusivité et de l'optimisation. Autrement dit, on cherche avec un minimum d'unités logiques spécialement adaptées au signal que l'on désire traiter, à résoudre au mieux (au sens de l'ingénieur) un problème qui n'est pas sujet à évolution au

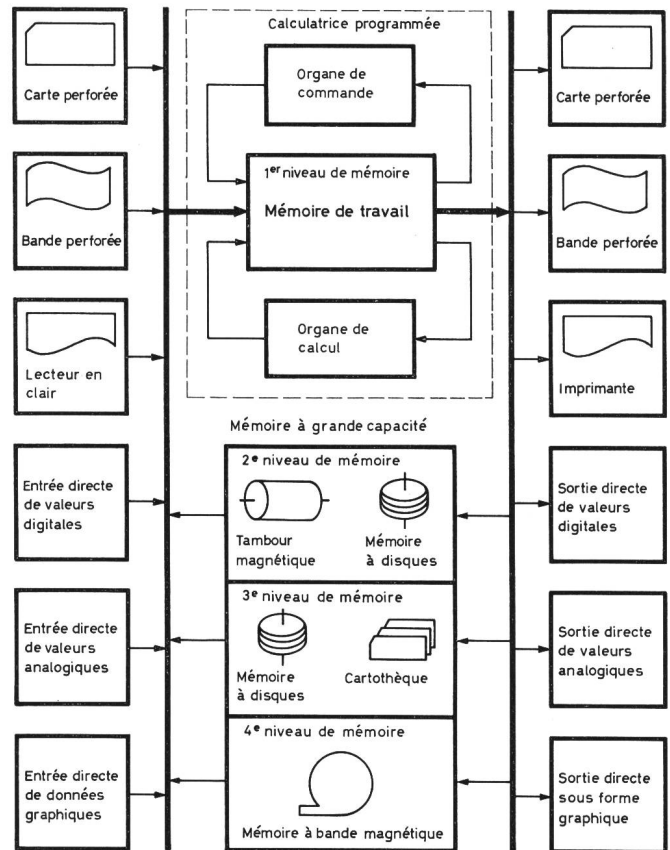


Fig. 3

Structure hiérarchique d'une installation de traitement de données. Les données et les programmes sont enregistrés dans des niveaux de mémoire différents selon la capacité nécessaire, les conditions d'accès ou leur actualité. L'entrée et la sortie des données ont lieu sur des voies de concentration selon le principe du multiplex dans le temps (asynchrone)

cours du temps. Les installations programmées se prêtent par contre particulièrement bien pour résoudre des tâches où:

- un grand nombre de problèmes, de nature connue à l'avance, doivent être pris en considération et dont on doit
- à chaque instant tirer la solution la plus favorable.

On a donc affaire à des installations de télécommunications programmées quand le choix – donc le procédé de calcul – doit résulter des données rassemblées à l'instant même (et provenant de l'extérieur), c'est-à-dire lorsqu'il s'agit littéralement d'un traitement d'«informations».

La base d'une programmation convenable est ainsi la connaissance de l'ensemble des possibilités et de leur classification intelligente – un exemple d'application typique de la théorie des ensembles (theory of sets). L'installation

elle-même n'est pas «intelligente» (inter-legere = lire entre les lignes, c'est-à-dire saisir les relations ou le contexte); on ne peut ainsi jamais effectivement parler d'un «cerveau» électronique.

En s'appuyant sur le fait que, en utilisant le même hardware, il suffit de modifier le programme, c'est-à-dire le déroulement des instructions, pour pouvoir traiter des tâches entièrement différentes, on peut attribuer une grande signification au problème de la conversation ou du dialogue de l'homme avec la machine. On parle dans ce cas de «man-machine interface», le terme interface signifiant jonction. Manifestement, ce devoir de compréhension constitue la partie essentielle du travail de programmation: l'homme doit adapter son processus de pensée au niveau naïf et primitif de la machine. Pour ce faire, certains vocabulaires d'instructions spécialisés pour des applications particulières se sont révélés avantageux: il s'agit des langages de programmation tels que le Cobol, le Fortran, l'Algol, le Basic et le Jovial. Des opérations d'interprétation et de codage fixes et répétées sont résumées sous la forme d'ordres simples analogues à la sténographie ou à un recueil de mots codés; le formalisme adapté à l'intelligence de l'homme est transformé en instructions pour la machine à l'aide d'une matrice de programme (compiler).

La mise en œuvre d'installations de traitement de données programmées a lieu en deux étapes clairement définies:

- a) Dimensionnement et configuration. Cette tâche est spécifiquement du domaine de l'ingénieur; celui-ci recherche le degré d'occupation en temps et en capacité des différents éléments du système (par exemple l'occupation des mémoires); il détermine la redondance nécessaire pour obtenir une sécurité de service donnée, et s'occupe également des questions auxiliaires, par exemple la connexion de lignes de transmission, l'alimentation en énergie ou la climatisation.
- b) La programmation. En dialogue constant avec l'utilisateur – et pour des installations de télécommunications ce dernier sera la plupart du temps un ingénieur ou un technicien – le programmeur établit d'abord un organigramme et en déduit les séquences des programmes proprement dits. Le plus souvent le succès ne lui viendra pas d'un coup – des erreurs, des omissions, des incompatibilités temporelles, etc., peuvent se glisser – et il cherchera à déterminer les insuffisances de l'ordinateur. L'analyse et le test des programmes (system check-out et programme – debugging) appartiennent de manière inséparable à chaque mise en service d'une installation de traitement de données.

Ajoutons un mot encore au sujet de la question des frais relatifs. Comme norme, on peut admettre pour les grosses installations de traitement en temps réel avec redondance incorporée au système les rapports approximatifs de 3:2:1

pour les frais totaux de l'hardware, du software et des services auxiliaires (alimentation en énergie, installations de climatisation, adaptation des bâtiments). La programmation ne peut donc pas être négligée.

Les exigences en ce qui concerne la sécurité d'exploitation (fiabilité) déterminent le degré de redondance à incorporer au système. Le point de départ est constitué par des calculs classiques de MTBF<sup>1</sup> – qui sont très concluants en vertu de la technologie des semi-conducteurs et du grand nombre de composants identiques – dont les concepteurs du système doivent tenir compte tant sur le plan de l'hardware que sur celui du software. Les considérations relatives à la micro- ou macroredondance sont du même ordre que celles touchant à la technique de transmission linéaire classique. En opposition au traitement par lots (batch), le taux de panne ne doit pas d'une manière générale avoir une valeur supérieure à  $10^{-3}$ ; pour des systèmes particuliers, ce sont même des valeurs meilleures que  $10^{-6}$  qui sont exigées lors de l'étude du projet. Si l'on tient compte qu'une Ms (mégaseconde) correspond à 6 mois, un taux de panne de  $10^{-5}$  par exemple correspond à un temps de panne d'une durée de 20 secondes par année ou de 10 minutes en 30 ans.

Le fait qu'un système de télécommunication commandé par programme se compose d'hardware et de software influence considérablement l'organisation de la maintenance. Des boucles de redondance et des sous-systèmes off-line agissent dans la même direction. Il existe trois possibilités pour l'organisation de l'entretien d'un système:

- la maintenance préventive
- corrective
- ou destructive.

Nous prendrons seulement la première en considération, en opposition à la pratique utilisée pour beaucoup d'installations de télécommunications où l'on choisit surtout la deuxième ou la troisième forme. Le fait même de la commande programmée permet précisément au travers d'opérations de contrôle d'inclure certains procédés de diagnostic (dialogue homme-machine).

A la suite de ces considérations théoriques un peu rébarbatives, nous allons présenter quelques exemples marquants parmi la foule des possibilités d'application des installations de télécommunications à programmes enregistrés, et nous tirerons ces exemples, pour des motifs aisés à concevoir, du vaste domaine d'activité de Radio Suisse SA (fig. 4).

Toutes les applications qui peuvent être classées sous le concept général de «time sharing» ne sont souvent qu'indirectement en liaison avec des installations de télécommunications quoiqu'elles soient inséparables de ces dernières en ce qui concerne l'organisation globale du système. Le

<sup>1</sup> MTBF = mean time between failures.



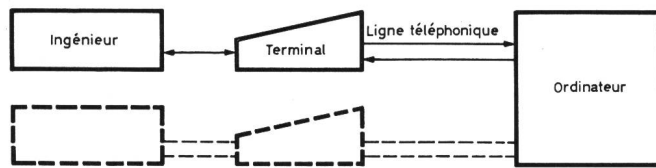
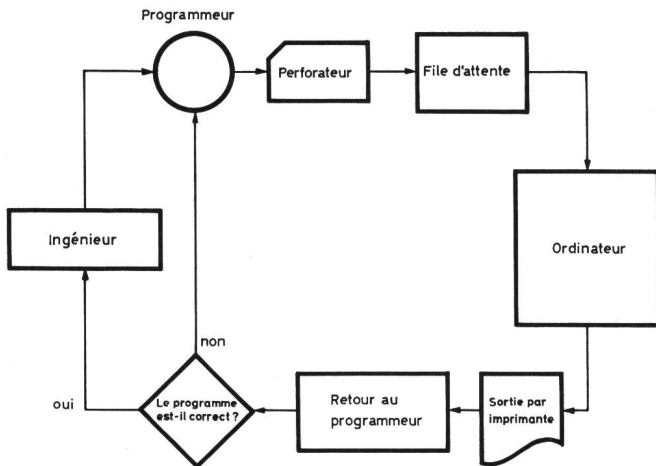


Fig. 4  
Situation de l'ingénieur par rapport à l'ordinateur: a) Lors du traitement par lots dont le déroulement dans le temps est arbitraire, l'ingénieur ne peut contacter l'installation de traitement de données que par l'intermédiaire d'un programmeur. b) Dans le cas du traitement en temps réel, le dialogue direct entre l'ingénieur et l'installation de traitement de données est possible au travers d'appareils de traduction particuliers

«time sharing» est en principe un procédé de multiplexage dans le temps qui distribue l'emploi de certaines parties d'un système de traitement de données selon les besoins et les exigences. L'attribution du temps et du volume de mémoire n'a pas lieu de façon rigide – comme c'est le cas pour les systèmes MIC<sup>2</sup> – mais est commandée par un programme de supervision (Executive) (fig. 5). Le programme de supervision veille à ce que certaines priorités et/ou égalités de droit soient respectées. Chacun des problèmes à son tour peut disposer de son propre programme individuel.

Les systèmes de réservation de places (fig. 6), ceux de demandes et réponses (polling) (fig. 7) et ceux de télétraitement appartiennent typiquement à cette classe d'installations de télécommunication programmées. «L'information» du système a lieu sur la base des données parvenant de l'extérieur (agent sets, abonnés), tandis que le programme détermine la catégorie de traitement (fig. 8). Une suroccupation des moyens de transport peut être

<sup>2</sup> Modulation par impulsions codées.

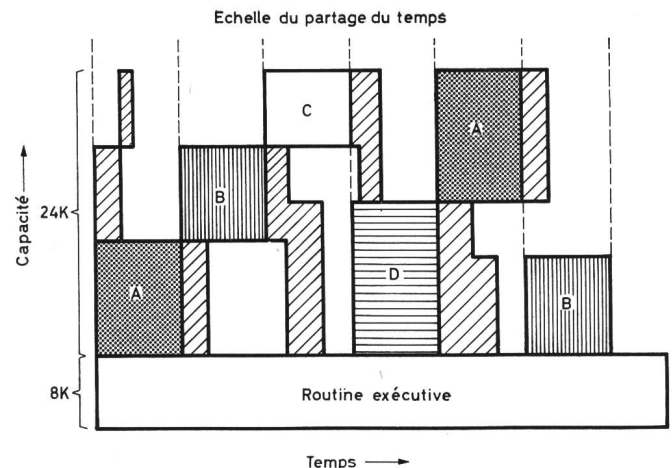


Fig. 5  
Relation entre la capacité de mémoire et le temps de traitement lors du time sharing. Les tâches particulières de chaque client, A, B, C et D sont chargées et déchargées de la mémoire en suivant des périodes assignées de façon fixe ou variable de manière à permettre le déroulement de programmes correspondants. La charge de base de la mémoire est constituée par la routine exécutive qui sert à régler le partage du temps, les priorités et le cas échéant les opérations comptables concernant chaque programme. K = unité de l'axe des ordonnées = 1000 mots de capacité de mémoire

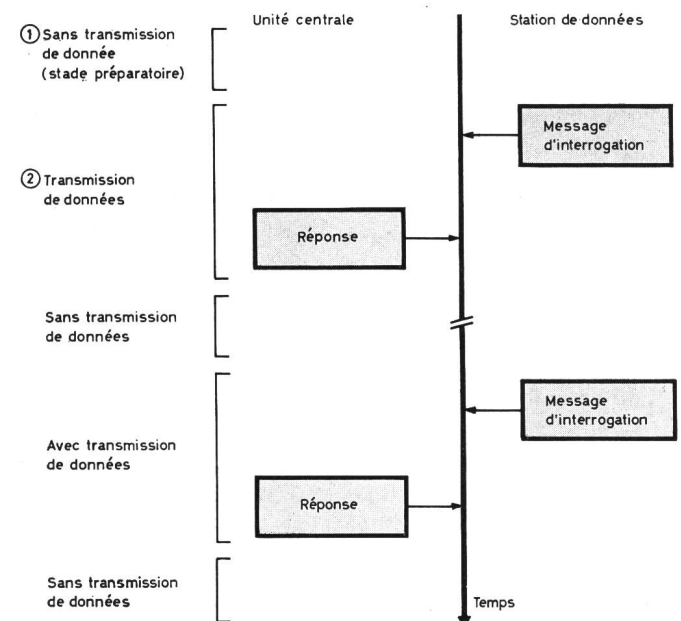
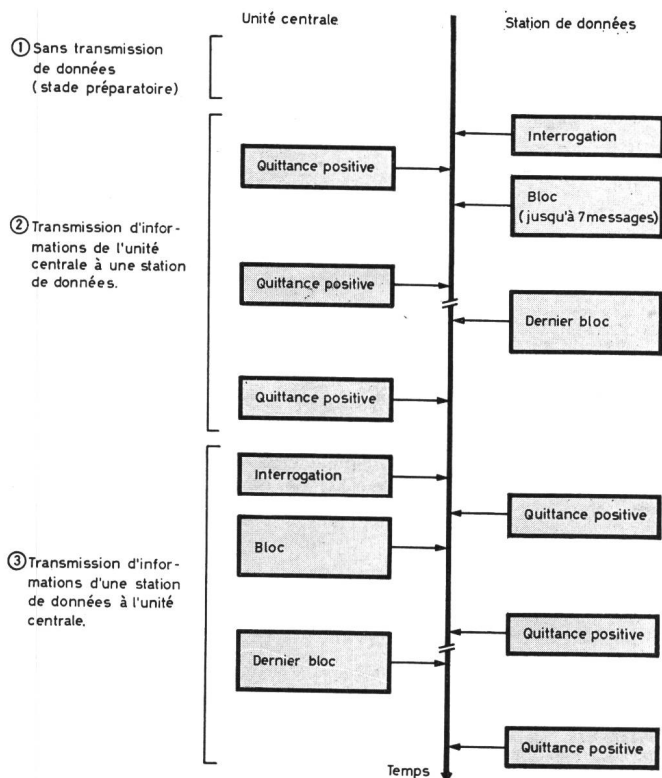
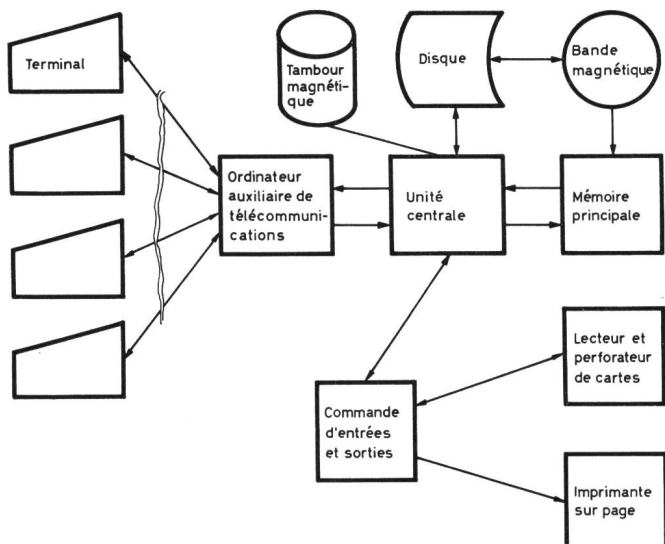


Fig. 6  
Système typique de conversation utilisant le temps partagé. L'unité centrale transmet les réponses correspondantes lors des interrogations d'une station de données



▲ Fig. 7

Exemple d'un système à appel sélectif (polling). Tant l'unité centrale que les stations de données peuvent s'interroger respectivement et donner les réponses correspondantes. Une routine d'appel empêche l'attribution de messages à des stations auxquelles ils ne sont pas destinés. La transmission elle-même peut être effectuée par bloc afin que la capacité de mémoire nécessaire pour corriger les erreurs éventuelles survenant lors de la transmission soit réduite au minimum

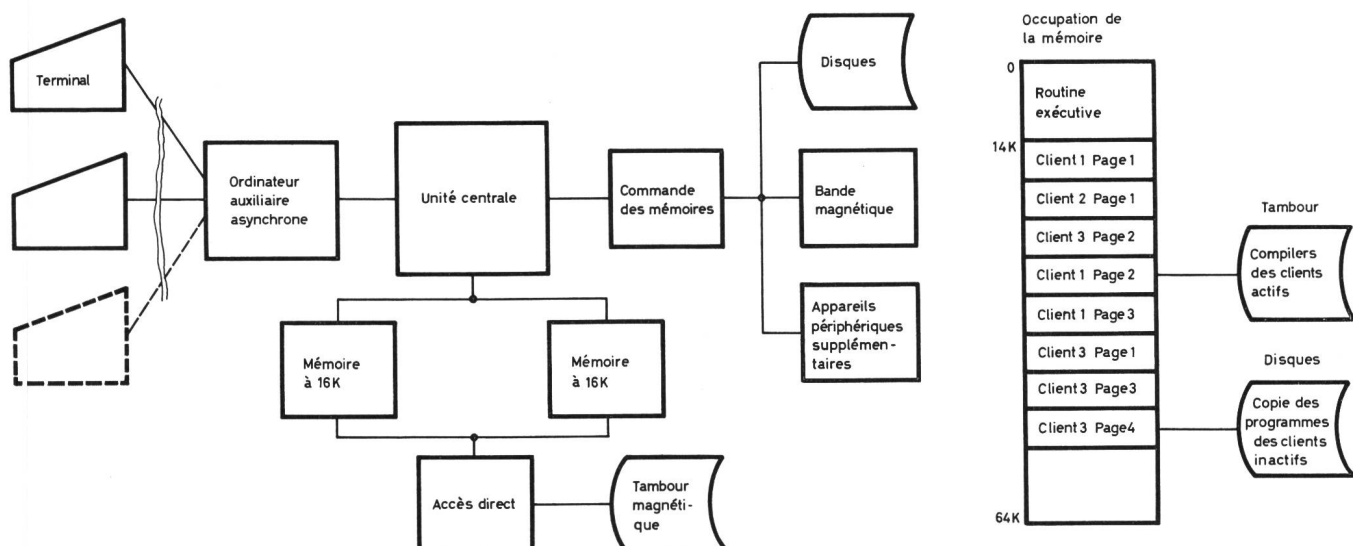


▲ Fig. 8

Schéma bloc d'une installation de télétraitement (tele-computing). Dans les grandes installations qui desservent un nombre important de clients, les tâches spécifiques en rapport avec les télécommunications sont séparées du traitement de données proprement dit et rassemblées dans un ordinateur auxiliaire. Celui-ci, du point de vue fonctionnement, est constitué principalement d'une installation terminale de multiplex dans le temps qui commande selon les besoins et les priorités la connexion des stations périphériques à l'unité centrale de traitement

▼ Fig. 9

Configuration d'une installation à multiprogrammation. Chaque client dispose d'un programme qu'il est seul à pouvoir atteindre et qui, selon les besoins, est transféré des niveaux de mémoire supérieurs dans la mémoire de travail. K = 1000 mots de capacité de mémoire



prévue consciemment, par exemple, pour les installations de réservation de places, sur la base de la probabilité que des passagers ne se présentent pas (fig. 9).

Nous nous arrêtons un instant sur un autre exemple, sur le cas tridimensionnel du contrôle du trafic aérien, ou mieux de la conduite de ce dernier. Comme pour le trafic routier, il s'agit ici également de diriger des mouvements de trafic se produisant de façon arbitraire de manière à réunir un optimum de fluidité à un maximum de sécurité. Les lois de la cinématique des véhicules aériens sont soumises à certaines restrictions (constraints): nous citerons le chemin de freinage (!), la capacité d'ascension ou de descente, la vitesse, l'accélération, les rayons de courbure, etc. A part le traitement des plans de vol – une tâche qui présente beaucoup d'analogies avec la commutation de messages et sur laquelle nous reviendrons –, il s'agit de réunir des informations significatives, c'est-à-dire les coordonnées spatiales du véhicule aérien et leur première dérivée dans le temps. L'information brute est sous la forme de signaux analogiques provenant de radars primaires et secondaires. Grâce à la digitalisation, il en est tiré un signal d'entrée apte à être traité par des ordinateurs (fig. 10). Tout d'abord, à l'aide de l'analyse corrélative, le signal perturbé par le bruit

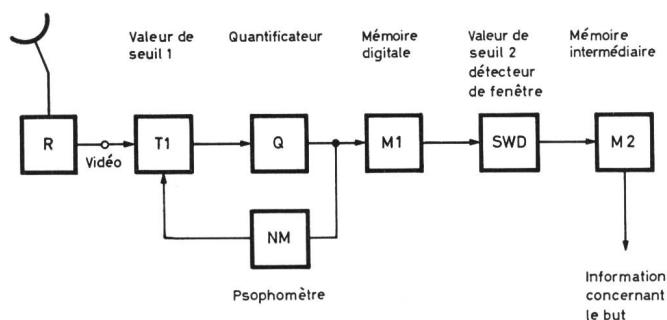


Fig. 10

La digitalisation de l'information d'un radar. L'amplitude du signal de radar primaire est quantifiée à l'aide d'un écrêteur dépendant du rapport signal sur bruit. Le signal de radar une fois digitalisé est enregistré dans une mémoire d'où il sera appelé sur l'ordre d'un programme de corrélation (détecteur de fenêtre)

de fond et impulsif est traité pour en dégager l'écho correct. Ceci est réalisé en plaçant une fenêtre d'échantillonnage ou «fenêtre glissante» utilisée comme loupe digitale dans le damier constitué par le plan rayon vectoriel/azimut, et en choisissant deux valeurs limites pour les valeurs de coïncidence (fig. 11). Si la valeur mesurée est inférieure à la

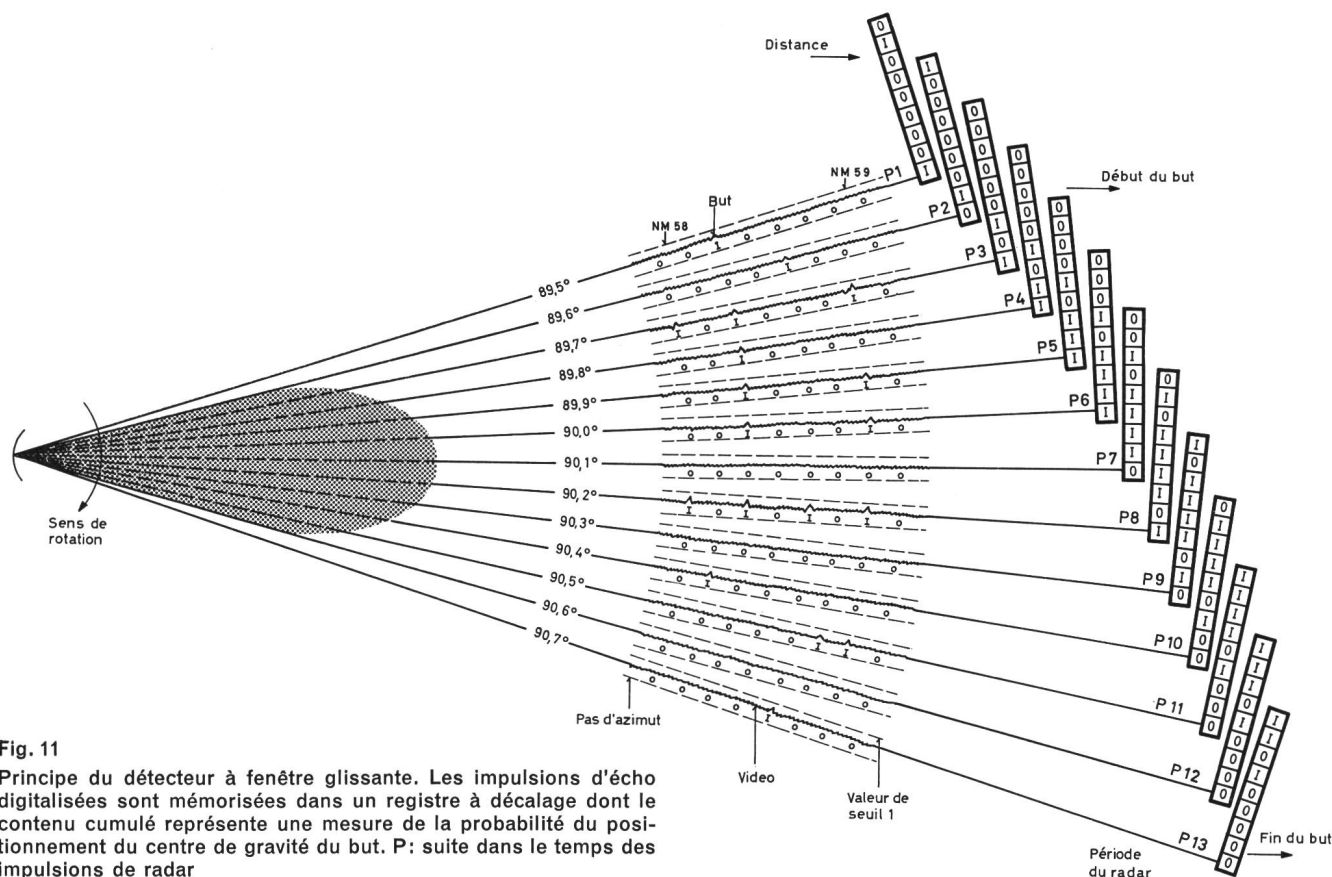


Fig. 11

Principe du détecteur à fenêtre glissante. Les impulsions d'écho digitalisées sont mémorisées dans un registre à décalage dont le contenu cumulé représente une mesure de la probabilité du positionnement du centre de gravité du but. P: suite dans le temps des impulsions de radar



limite (dont le choix est libre), l'écho est considéré non valable; si au contraire c'est la limite supérieure qui est dépassée, l'écho est considéré comme sûr. Ce procédé reste par principe le même pour les radars à fréquence de répétition variable (staggered PRF). Le mouvement (virtuel) de la fenêtre d'échantillonnage suit par sauts successifs le rapport des fréquences de répétition.

Si les aéronefs sont équipés pour le radar secondaire, c'est-à-dire s'ils sont pourvus d'un système de réponse (transponder), la corrélation a lieu de façon plus « rigide ». Il en résulte de plus la possibilité supplémentaire de transmettre au sol depuis l'avion les données concernant l'altitude de vol.

L'ordinateur dirigé par de telles installations de radar digitalisées pourra, quant à lui, calculer les trajectoires de vol effectives sur la base des échos soumis à corrélation, représenter ces trajectoires et superviser les situations critiques. Ainsi le contrôleur de trafic aérien aura la possibilité de concentrer son travail principalement sur les situations qui réclament toute son attention.

Dans le service télégraphique, le besoin se manifeste dans de nombreux cas de commuter non des lignes mais des messages. Une place de commutation centrale reçoit et supervise les télégrammes arrivants et les dirige sur une ligne de sortie correspondante conformément aux indications qui sont contenues dans le préambule du télégramme (catégorie, priorité, adresse, acheminement) (fig. 12 et 13). Si la ligne de sortie correspondante est déjà occupée, le

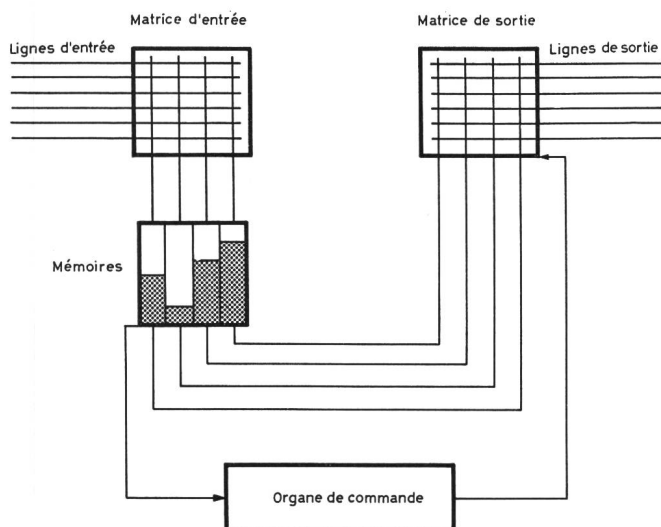


Fig. 12  
Schéma de principe d'une commutation de message. Un message arrivant (télégramme) est enregistré dans une cellule de mémoire libre. Il en est extrait dès que la ligne de sortie correspondante devient libre. L'organe de commande est chargé des fonctions de gérance (priorité, files d'attente, acheminements et comptabilité)

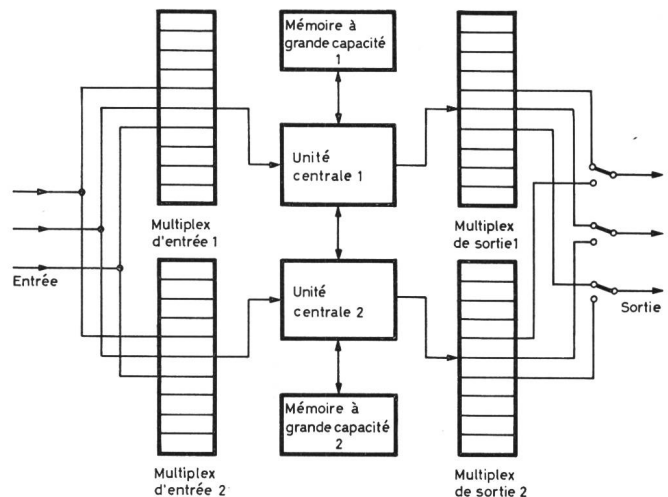


Fig. 13  
Système de commutation de messages à configuration duplex. Les opérations effectuées par les deux installations qui sont connectées en parallèle à l'entrée doivent être synchronisées entre elles pour que la commutation à la sortie de l'installation en service sur l'installation de réserve puisse être effectuée sans perte d'information

message est mémorisé jusqu'à ce qu'elle soit libérée. De tels systèmes de commutation de messages sont apparus en grand nombre ces dernières années. On trouve des applications dans les domaines des services des télécommunications, des lignes aériennes, des institutions de sécurité aérienne, de la bourse et de la banque, etc. Elles ne sont pas seulement rentables pour les grandes exploitations, mais déjà pour des centres de commutation de petite envergure comprenant peu de lignes d'entrée et de sortie.

En guise de conclusion, nous jetterons un coup d'œil sur le futur immédiat. Ce qui va suivre va peut-être présenter des analogies avec un roman de science-fiction; mais le développement réel dépassera certainement tout ce que la fantaisie la plus débordante aura imaginé.

La théorie de l'information enseigne qu'un système de télécommunications travaille de façon optimale si la charge qu'il supporte est uniformément répartie. Prenons comme exemple le cas d'une liaison téléphonique de Berne à Zurich. Il peut arriver aux heures de pointe que toutes les lignes directes soient occupées. Un premier niveau d'amélioration peut être atteint en utilisant des circuits en tandem, par exemple au moyen d'un acheminement secondaire par Lucerne. L'approche suivante de l'optimum théorique consistera en l'emploi d'une installation programmée qui serait informée de façon permanente sur le degré d'occupation de toutes les lignes interurbaines, ce qui rendrait possibles des mesures de détournement non seulement prévues de façon fixe (c'est-à-dire au moyen de l'hardware) mais encore pro-

grammées (qui dépendraient donc du software). Nous aurions par exemple les acheminements de Berne à Zurich par Lausanne ou Neuchâtel, etc. Dans un tel système, des programmes réglant les files d'attente et les priorités veilleraient à éviter que le trafic propre des réseaux de détournement ne soit négligé au profit des liaisons détournées les utilisant.

Nous trouverons un autre exemple dans le domaine de la médecine hospitalière où, du fait du manque de personnel, la rationalisation prendra à l'avenir une très grande importance. Il serait sans autre possible au moyen d'une installation programmée en temps réel de surveiller l'état clinique de chaque patient ou d'une sélection d'entre eux, et d'adapter certains critères en fonction des informations recueillies. Le malade du cœur serait surveillé, par exemple, en ce qui concerne la fréquence, la régularité et l'amplitude des pulsations et la pression sanguine; le diabétique pour l'insuline et l'adrénaline et ainsi de suite pour d'autres cas. Une intervention du personnel médical a seulement lieu lorsque cela est nécessaire; la catégorie de l'alarme et les mesures à prendre peuvent également être déclenchées automatiquement.

Un pas de plus peut être imaginé pour les transports publics. Au lieu de moyens de transport à grande capacité tels que les bus, les trams ou les trains, imaginons une armada de minibus. On indiquera au moyen du téléphone (ou de claviers spéciaux aux principaux points de trafic) le lieu de départ, le nombre de personnes à transporter et la destination. Sur la base des points de départ et des directions de transport qui lui auront été communiqués avec un minimum de détails, l'ordinateur déterminera à l'aide d'un programme linéaire et algorithmique les ordres des trajets les plus appropriés et les occupations de l'ensemble des véhicules. Il serait ainsi possible de mettre sur pied un système de transport de porte à porte dont le degré d'occupation (ainsi que les temps d'attente) correspondraient à l'optimum défini par Shannon.

La mise en œuvre d'installations de traitement de données programmées dans la technique des télécommunications ouvre de nouvelles voies pour l'étude des systèmes, voies qui peuvent être également très attractives du point de vue de la rentabilité. Pour résoudre les problèmes de télécommunications, il est donc de bon conseil de prendre en considération l'emploi d'ordinateurs. Le développement très rapide de la technologie des semi-conducteurs améliore constamment le rapport entre le prix et la puissance tandis que les problèmes posés par la programmation influencent considérablement la conception optimisée d'un système.

#### Bibliographie

- Proceedings of the international conference on information processing. Paris, Unesco, 1960.
- L. Webster.* Choosing optimum system configurations. Proceeding of the tenth national symposium on reliability and quality control, Washington, January 7, 8, 9, 1964. New York, IEEE, 1965, S. 345...359.
- W. H. Pierce.* Failure-tolerant computer design. New York, Academic Press, 1965.
- P. M. Woodward.* Probability and information theory with applications to Radar. London, Pergamon Press, 1953.
- P. J. Klein.* International Telex service through computerized line switching. Western Union technical review 21 (1967) 1.
- K. F. Nolle.* Datenfernverarbeitung, Betriebsweise, Funktion und Steuerung der Datenstation. IBM Nachrichten 18 (1968) 188, S. 144...151.
- L. G. Roberts.* Access control and file directories in computer networks. IEEE international convention, New York 1968.
- P. R. Low.* The impact of large scale integration on small data processing equipment. IEEE international convention, New York 1968.

Adresse de l'auteur:

*H. A. Laett*, directeur adjoint, Radio-Suisse SA, 3000 Berne 25